

Evrenin Bilinmeyen Yüzü

Binlerce yıl boyunca, yıldızların soğuk ışığı, evren hakkındaki bilgilerimizin temel kaynağını oluşturuyordu. Günümüzde, astronomlar gökyüzünü yeniden keşfediyorlar; özel uydu ve teleskoplarla, uzaydan gelen ışığın yanında evrenin gerçek yüzünü gösteren veriler de toplanıyor. Bu araştırmalara göre evren, son derece hareketli, sıcak, patlamaya hazır ve durmaksızın akan inanılmaz enerjiye sahip parçacıklarla dolu...

31 OCAK 1993 tarihi, hem astronomlar hem de Amerikan futbolu fanatikleri için büyük bir gündü. Ulusal ligin en iyi iki takımı, lig şampiyonluğu için çarpışırken aynı saatlerde astronomlar, uzayda başka bir çarpışmayı farkettiler. Dünyadan binlerce ışık yılı uzakta, kaynakları bilinmeyen enerjiler patlıyor, en şiddetli ışınlar olan gama ışınları, uzaya saçılıyordu.

Bu patlamayı saptayan Compton GRO (Gama Ray Observatory) uydusu, 17 ton ağırlığıyla şimdiye kadar uzay mekiği ile yörüngeye yerleştirilen en ağır uydu ünvanına sahipti. Toplam maliyeti, yüzlerce milyon dolar olarak ifade edilen uydunun tek amacı, Dünya atmosferini geçemeyen gama ışınlarını yakalayıp Dünya'daki merkeze yollamaktı... Gama ışınları, birdenbire çok farklı yönlerden ortaya çıkıp kayboluyorlardı. GRO, şimdiye kadar böyle 700 patlama saptadı. "Süper Bowl" adı verilen patlamada, fizik yasalarına göre olanaksız olduğu düşünülen bir durumun gerçekleşmiş olması, araştırmacıları hayli şaşırtmıştı. Çünkü

böyle bir patlamada sözkonusu şiddete sahip gama ışınlarının oluşabilmesi için, bu ışınları ortaya çıkaran gazların binlerce milyar dereceye kadar ısıtılmış olması gerekiyordu.

Özel teleskop ve antenler yardımı ile gama ışınları, röntgen(X-ışını), nötrino ve kozmik ışıma ile birlikte araştırmacılara uzayın şimdiye değin bilinmeyen birçok yönü hakkında ipuçları veriyor.

Binlerce yıldan beri uzay konusundaki bilgilerimizin temelini uzaktaki gök cisimlerinin yolladığı ışık oluşturmuştur. Araştırmacılar, önceleri çıplak gözle, sonrada gittikçe güçlenen teleskoplar yardımıyla uzayın sırlarına erişmek istemişlerdir.

Uzayda bildiğimiz ışıktan başka ışınların da var olduğu yönündeki ilk ipucu, 1912 yılında Avusturyalı Franz Hess tarafından bulundu. Balonla yaptığı uçuşlar sırasında çok güçlü bir ışımanın varlığını farkederek Franz Hess, daha sonra bu ışımanın, beklenenin tersine yerden yükseldikçe azalmayıp arttığını saptadı ve ışımanın uzaydan geliyor olması gerektiğini öne sürdü. Sonuç olarak bu ışıma, "kozmetik ışıma" adı verildi.

Cirrus sisi içinde bir patlamanın şok dalgası, bir gaz bulutunu ısıtmaktadır.

Bu resim Hubble teleskopunun, mavi, kırmızı ve yeşil ışıktaki çekilen üç resminden oluşturulmuştur.

1930'lu yıllarda uzmanlar uzaydan radyo dalgalarının geldiğini fark ettiler. Astronomlar, uzaya "ikinci bir pencerenin" açılmış olmasını sevinçle karşıladılar. Bu ışınlar, görünür ışık gibi, elektromanyetik ışıma sınıfına girerler; ancak dalga boyları, görünür ışığın dalgaboyundan daha uzundurlar. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra dev çanak antenlerle uzayın ulaşabildikleri her yerini özenle tarayan radyo astronomları, birçok yeni bulgu elde ettiler. Radyo dalgaları yardımı ile, o zamana değin aşılamayan gaz ve toz bulutlarının arkasında gizli kalmış yapılar ortaya çıktı ve kuasarlar ile pulsarlar gibi egzotik gök cisimleri gözlemlendi.

Araştırmacılar, görünür ışığın dalgaboyundan daha kısa olan elektromanyetik ışımayı kullanmanın yollarını aradılar. Bu tür enerji yüklü ışınlar, Dünya atmosferinden geçemezler. Dünya'da yaşamın günümüzdeki şekliyle oluşabilmesine olanak sağlayan en önemli etmenlerden biri, bu ışınların atmosfere girememeleridir. Yüksek enerjili ışınlar, uzayda milyonlarca ışık yılı yol katettikten sonra atmosferin üst tabakasındaki moleküllerle çarpışır ve olayda birçok atomaltı parçacık ortaya çıkarak yok olurlar. Bu şekilde bir gama ya da X-ışınının uzaydan getirdiği bilgilerin büyük bir kısmı kaybolur. Daha ayrıntılı

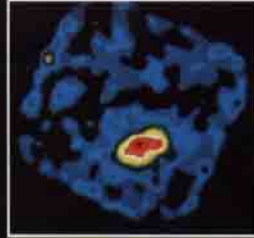
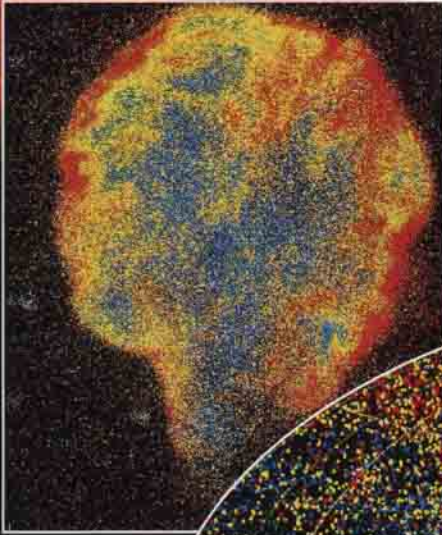
inceleme yapabilmek için ışımanın henüz atmosferin dışındayken yakalanması gerektiği anlaşılmıştır.

Özel araçlarla donatılmış yüksek irtifa balonları ve balistik roketler, kozmik röntgen ışımasına ilişkin ilk bulguları elde ettiler. En yüksek enerjiye sahip ışınlar olan gama ışınları ise ilk kez, nükleer silah denemelerinin kontrolü için fırlatılmış uydular tarafından yakalandı. 1967 yılında Amerikan yapımı VELA uydusu, uzayda zayıf bir gama kaynağı saptadı. Yetmişli yıllarda ise Amerikan SAS-2 ve Avrupa yapımı COS-B gözlem uyduları, Samanyolu'nda parlak bir gama kaynağına rastladılar.

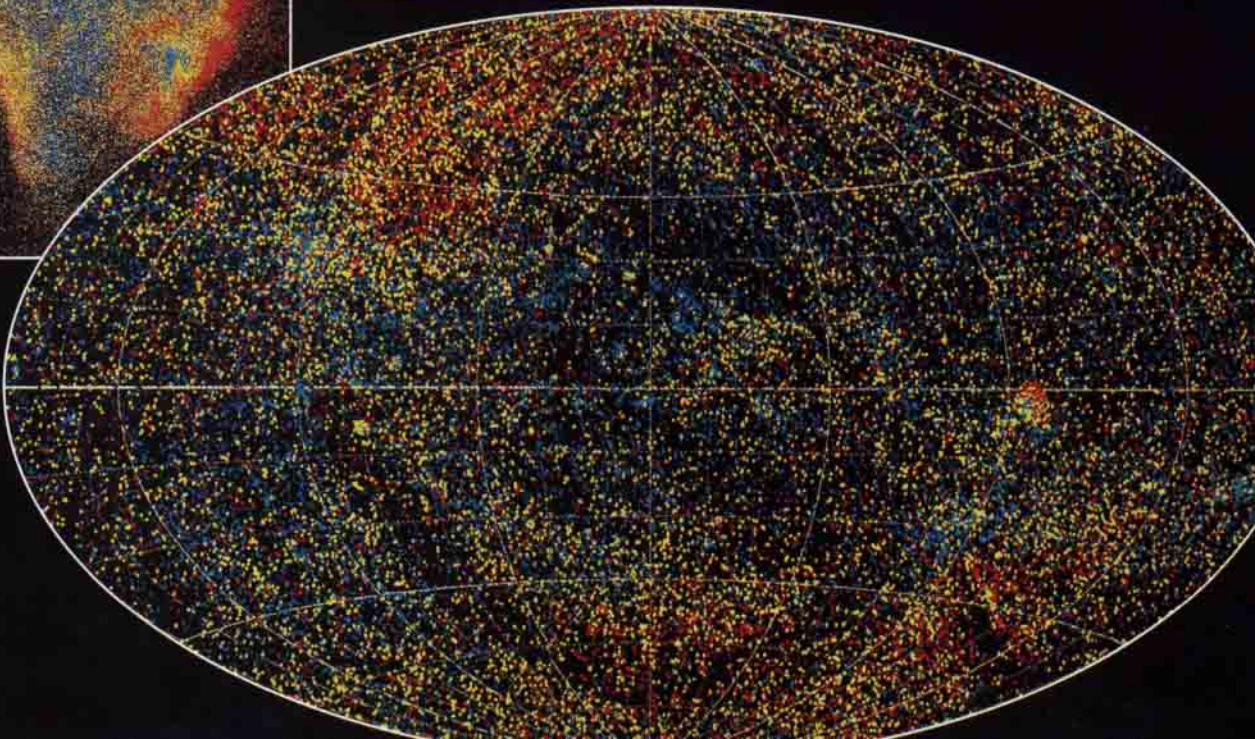
1991 yılından sonra GRO'nun fırlatılması ile bu konu gerçek anlamda önem kazandı. GRO'nun diğer uydulara oranla on kat daha duyarlı olan gözleri sayesinde yüksek enerji astronomisi, gökyüzü araştırmalarının önemli bir dalı haline geldi.

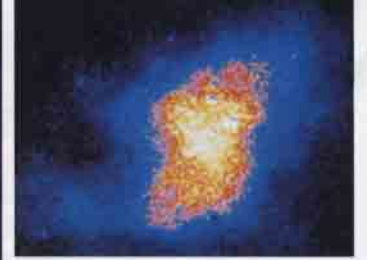
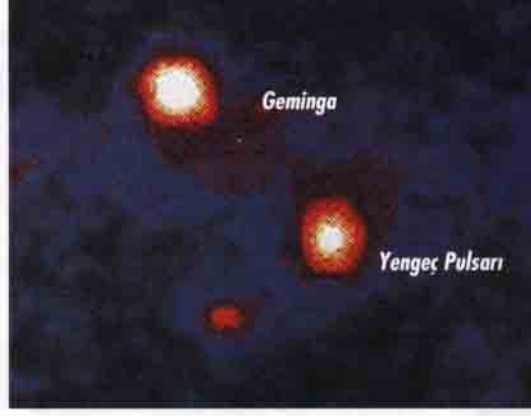
Fırlatıldıktan sonraki ilk 18 ay boyunca uydusu tüm gökyüzünü taradı. Almanya'daki Max Planck Enstitüsü'nden Volker Schonfelder, görüşlerini "O zamana kadar ışık ve radyo teleskopları ile gördüklerimiz, bize gerçekte ne olup bittiği konusunda bilgi vermekten çok uzakmış" şeklinde ifade ediyor.

GRO'dan elde edilen sonuçların bazıları (Yengeç ve Vela sistemlerinde bulu-



ROSAT uydusu (sağdaki küçük resim), kapsamlı bir araştırma sonucu gökte 60.000 röntgen kaynağı saptadı.





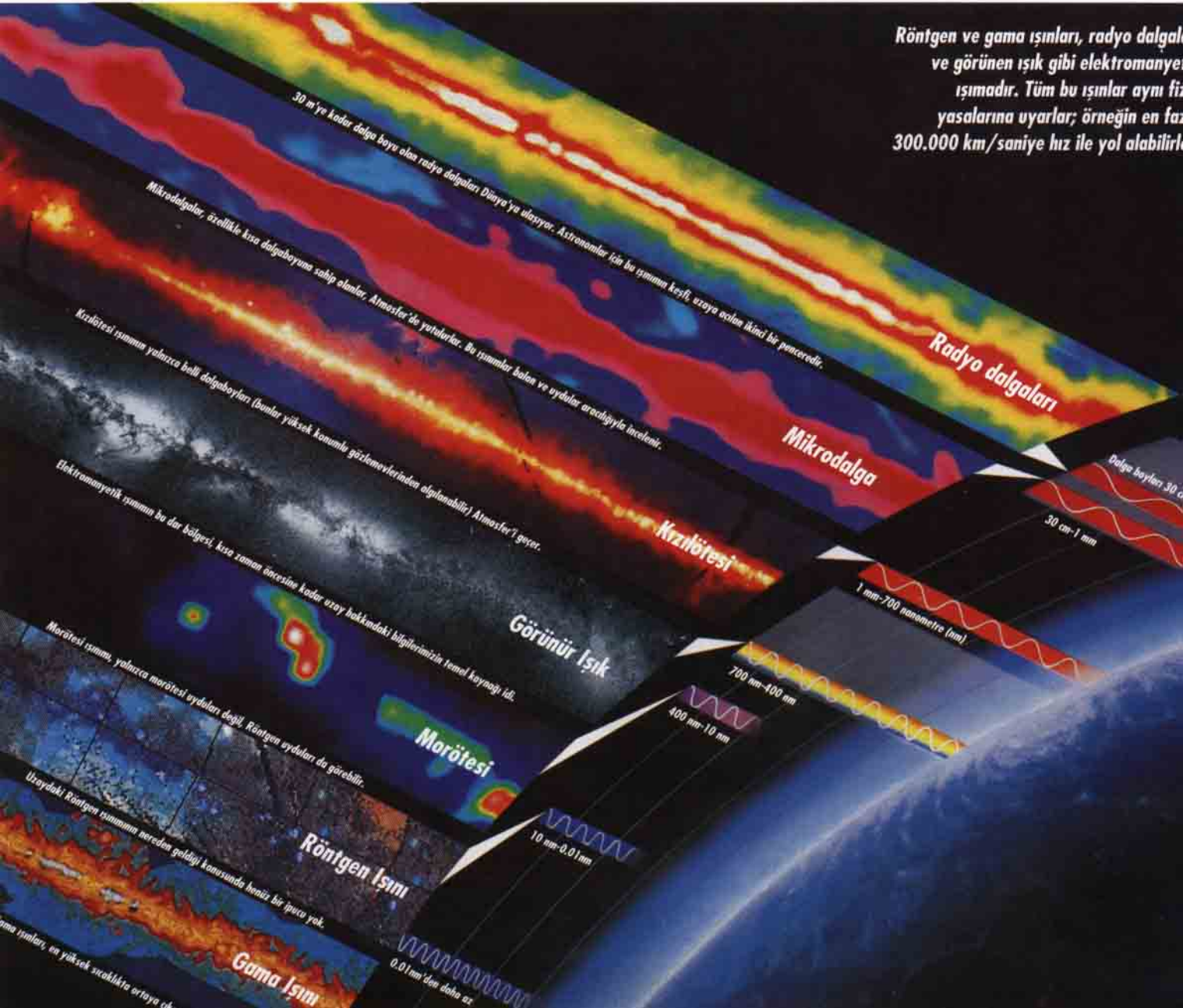
1054 yılında Çinli astronomlar, bir yıldızın patlamasını gözlemlediler. Bu patlama sonucu Yengeç bulutsusu oluştu. (Yengeç sisteminin çeşitli ışınlar ile çekilmiş resimleri)

nan ve daha önce radyo astronomlar tarafından ortaya çıkarılan iki pulsar gibi) bir süredir biliniyordu. Kendi etrafında dönen, Pulsarlar, yalnızca 20 kilometre büyüklüğünde son derece yoğun nötron yıldızlarıdır. Pulsarların yüzeylerinde, uzayda bilinen en güçlü manyetik alanlar bulunur. Bu alanlar, Dünya'nın manyetik alanından trilyonlarca kat daha güçlüdür. 1054 yılında, Çin'deki saray astronomları nca da gözlenen bir yıldız patlaması sonu-

cu oluştuğu belirlenen Yengeç sistemindeki pulsar, astronomik ölçülere göre henüz çok genç sayılır.

Elde edilen bir başka bulgu, her iki pulsarın da hemen hemen tüm enerjilerini gama bölgesinde yaydıklarıydı. Hatta ışının şiddeti, radyo bölgesindekinden onbin ile yüzbin kat kadar daha fazlaydı. GRO'nun ortaya çıkardığı üçüncü bir gama kaynağı, 'Geminga', Yengeç pulsarının yer aldığı bölgede bulunuyor.

Samanyolu'nun dışındaki bölgeleri keşfetmeye yönelik araştırmalar da meyvelerini hemen verdi. Araştırmacılar, ilk kez "Gama-Kuasarlar" saptadılar. Bu gök cisimleri, son derece büyük miktarlardaki radyo dalgaları ve ışığın yaydığı enerjiden çok daha fazlasını gama ışını olarak yayarlar. Milyarlarca ışık yılı uzaklıktaki bu cisimlerin gama ışını yaymakta olduklarının anlaşılmasından önce de uzayda en fazla enerjiye sahip yapılar oldukları biliniyor-





Resim 1. Röntgen ışığı altında, Güneş patlamalarındaki sıcak bölgeler çok daha belirgindirler. **Resim 2.** Büyük Magellan Bulutu da Röntgen ışığı altında oldukça gösterişli görünüyor. (mavi noktalar, yüksek enerjili Röntgen kaynaklarıdır). **Resim 3.** Danimarkalı Astronom Tycho Brahe tarafından 1572 yılında keşfedilen Süpernova'nın kalıntıları. **Resim 4.** Bir gök cismi tarafından, yüksek enerjiyle fırlatılan bir gaz akımı.



du. Astronomlar, kendi gezegen sistemi-mizin boyutlarındaki bir bölgeden böyle-sine çok enerji yayılmasının nedenini açıklamakta zorluk çektiler. 3C 273 kato-log numarası ile belirlenen en parlak ku-asar, 1000 Samanyolu'na eşit miktarda enerji yaymaktadır. Günümüzde kabul edilen görüşe göre kuasarlar, ortasında çok yoğun bir karadelik (bir milyar güneşin ağırlığına sahip merkeze çökmüş bir kü-le) bulunan oluşum halindeki genç galak-silerin merkezleridir. Çevredeki gazları yutan bu karadelik, büyük olasılıkla enerji yayımının asıl nedenidir. Bu olağanüstü kütenin çekim alanından ışığı bile kaçır-mamasına karşın gazlar, karadelikte kay-bolmadan önce enerji yüklü dalgaları ya-yabiliyorlar.

GRO'nun bulguları arasında üzerinde en fazla tartışılanı, ortalama olarak günde bir kez gökyüzünde ortaya çıkan gama

pulsarıydı. Gama şimşegi, birkaç saniye içinde arkasında iz bırakmadan kaybolu-yor. "Süper Bowl" patlaması da dahil ol-mak üzere gözlenen 700 gama patlaması, yoğun çalışmalara karşın bilinen herhangi bir gök cismi ile bağdaştırılamamıştır. Araştırmacıları zorlayan asıl nokta, gama şimşeklerinin, gökyüzünün her bölgesin-de aynı yoğunlukta ortaya çıkmalarıdır. Nereden geldikleri, uzmanlar için önemli bir ayrıntıdır.

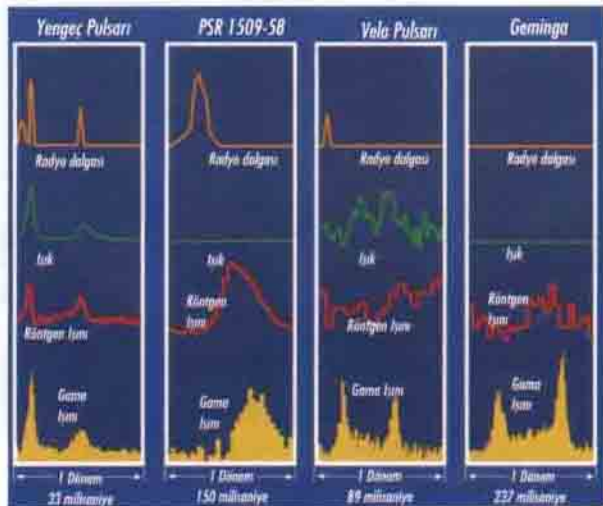
Bu gizlin açıklanabilmesi için gökbil-meçiler, 2001 yılında fırlatılacak olan "In-tegral" uydusuna umut bağlıyorlar. Bu uy-du GRO'dan 15 kat daha iyi resim kalite-sine ve 30 kat daha iyi enerji çözünürlü-lüğüne sahip olacak.

Uzaydaki röntgen ışınlarının izini sü-ren astronomların durumları, bu açıdan çok daha iyi. Max Planck Enstitüsü'nden Joachim Trümper'in sorumlu olduğu

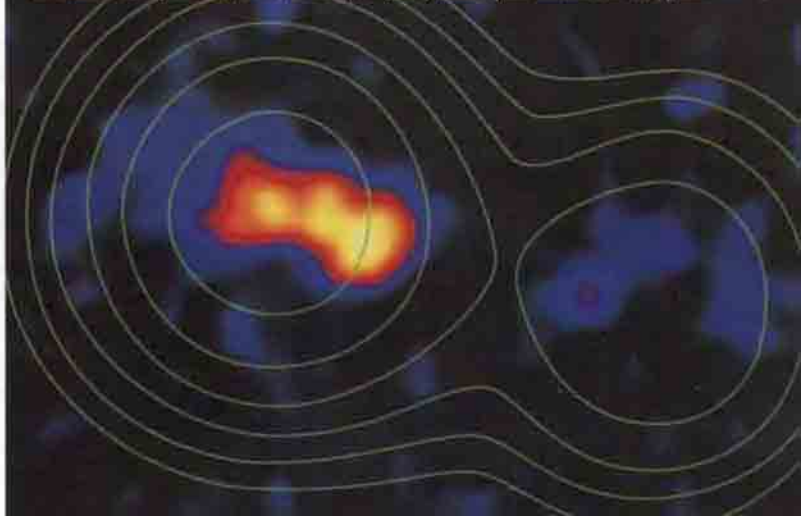
'ROSAT' uydusunun birkaç ay içinde saptadığı 60.000 X-ışını kaynağının 20.000'inin Samanyolu'nun bilinen yıldız-ları olduğu ortaya çıktı.

Gama kaynakları, milyar derece mer-tebesindeki sıcaklıklarda oluşurken X-ışını kaynakları, 25.000-1.000.000 derecelik sıcaklık aralığında oluşurlar. Amerikalı araştırmacılar, İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra ele geçen V-2 roketleri yardımı ile, Güneşin röntgen ışını yaydığını anladılar. 1971 yılında fırlatılan 'Uhuru' uydusu ka-ba bir ilk gözlem ile uzayda 339 tane rönt-gen kaynağı saptadı. Daha sonraki göz-lemler, 500 tane daha kaynak ortaya çıkar-dı.

1990 yılında, Alman yapımı ROSAT, Amerikan DELTA roketi ile uzaya gön-derildi ve GRO örneğinde olduğu gibi araştırmacılara büyük miktarda veri gön-derdi. İlk gözlemlerden sonra, henüz sür-

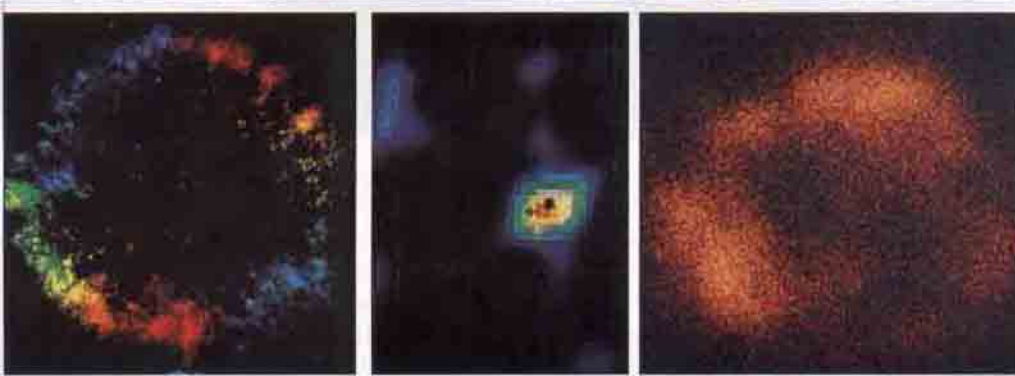


Bilinen en uzak galaksi 4C 41.17 'nin, Hubble Teleskobu ile çekilmiş resmi. Dünyamızdan 12 milyar ışık yılı uzakta olan bu galaksinin düzensiz şekli, bilinen eliptik şekilden farklıdır (konturlar radyo dalgalarını gösterir). Astronomlar bu uzak galaksinin görünen şekli ile radyo dalgaları yayımının uyumu konusunda hala tartışıyorlar.





Astronomlar, Kraliçe (Cassiopeia) takımyıldızının optik olarak ilginç olmayan bir bölgesinde, şimdiye kadar bilinen en güçlü radyo kaynaklarından birini buldular. Bu bölgenin; radyo dalgaları, gama ışını ve röntgen ışını altındaki görüntüleri sırasıyla aşağıda verilmiştir.



mekte olan bir proje çerçevesinde, seçilen bazı cisimler üzerinde daha ayrıntılı inceleme yapılmaya başladı. Trumper'e göre elde edilen bulgular, daha önce X-ışını teleskoplarıyla bulunanları bütünüyle gölgede bırakıyor.

Tanımlanan röntgen kaynakları arasında Yengeç ve Vela sistemlerindeki pulsarlar da yer alıyor. Kendi eksenini çevresinde saniyede 11 kez dönen Vela pulsarında, ROSAT yardımı ile X-ışınının da puls şeklinde olduğu anlaşıldı. Bu X-ışınının kaynağı, büyük olasılıkla nötron yıldızının sıcak olan ve bölgedeki gazların ya-

rım ışık yılı hız ile bir kilometrekare büyüklüğündeki manyetik kutba düştükleri kutup bölgesinden kaynaklanmaktadır. Bu hızda düşen gazın sıcaklığı, milyon dereceye kadar artmakta ve enerjisinin bir kısmını X-ışını olarak yaymaktadır.

ROSAT araştırmacıları, bilinen en uzun ve en güçlü röntgen ışımasını Tucanae sisteminde saptadılar. Dünya'dan 176 ışık yılı uzaklıktaki çift yıldız "CF Tucanae", 9 gün boyunca ara vermeksizin ışıma yaptı. Böylesi bir ışıma, Güneş'te en fazla bir ya da iki saat sürmektedir. Röntgen ışını Güneş'te gözlenen en güçlü ışı-

nımdan 750.000 kat daha güçlüydü.

Kozmik enerjiler, yalnızca X-ışını ve gama ışıması olarak değil; atomaltı parçacıklar olarak da uzaya yayılıyorlar. Çok yüksek enerji yüklü protonlardan oluşan bu parçacıklar, görünmez, ince ancak çok sıcak bir rüzgar gibi, neredeyse ışık hızı ile uzay boşluğunda 'esiyorlar'.

Kozmik ışıının elektrik yüklü parçacıkları, yeryüzündeki en güçlü ivmelendiricilerde oluşturulandan yüz milyon kez daha yüksek bir enerji ile Dünya atmosferini bombardıman ediyorlar.

Parçacıklar, üst atmosfer katmanına çarptıklarında azot ve oksijen çekirdekleri ile çarpışır ve kısa bir an için gökyüzünü aydınlatan birçok 'ikincil parçacık' oluştururlar. Bu tür parlamalar, ABD'nin Utah eyaletindeki özel bir teleskop yardımıyla saptanır.

1994 yılının Ocak ayında araştırmacılar, beklenmeyen bir durumun ortaya çıktığını duyurdular. Bir protonun parçalanması sırasında 300 milyon megaelektronvolt enerji açığa çıkarıldı.

Kozmik ışıının parçacıkları, çarpışma sonucu nötrinolar da ortaya çıkarılır. Nötrinoların varlığı, 1933 yılında kuramsal hesaplar sonucu Nobel ödüllü fizikçi Wolfgang Pauli tarafından ortaya atıldı ve 25 yıl sonra ilk kez bir nükleer reaktörde gözlemlendi.

Astronomları asıl ilgilendiren, kuramsal hesaplar sonucu ortaya çıkan; ilk patlamadan beri uzayın nötrinolarla dolu olduğu yönündeki düşüncedir. Bu hesaplara göre her saniye içinde biz farkında olmadan, vücudumuzdan yaklaşık 1 milyar nötrino geçmektedir. Bunların çoğunun

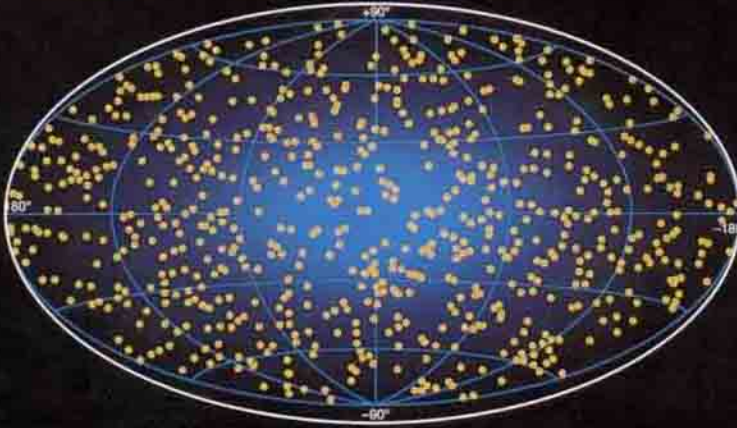
Yeryüzünden Yapılan Gama Işını Araştırmaları

Gama Işını Astronomisi'nin temeli, 1950'lerde, İngiliz fizikçiler John Jelley ve Bill Galbraith'in yüklü kozmik ışıının Atmosfer'den geçtiklerinde oluşturdukları Çerenkov ışıınının ölçmek için çok duyarlı bir ışık detektörü kullandıkları zaman atıldı. Mavi bir ışık şeklinde görülen Çerenkov ışıını, hızlı ve yüklü parçacıkların saydam bir ortamdan geçtikleri zaman oluşur. İlk Çerenkov ışıını alıcısı, eski bir çöp kutusunun içinde bulunan bir ayna ve bir ışık çoğaltıcıdan oluşuyordu. Gama ışıını astronomisinin ilk denemelerinde de aynı yöntem kullanıldı. Gama ışıını, havadaki

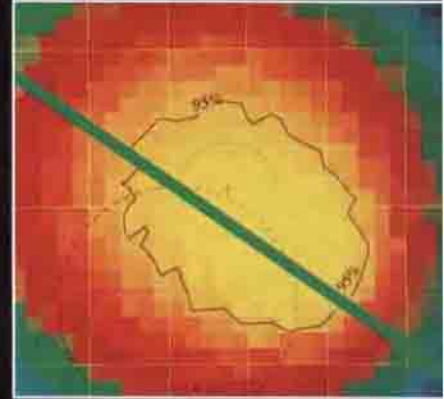
parçacıklarla karşılaştıklarında, büyük miktarda elektron oluştururlar. Bu elektronlar da Çerenkov ışıınına yolaçarlar. Her ne kadar bu yöntem, açık ve sakin bir gecede yararlı olabiliyorsa da Kozmik ışıını da aynı şekilde Çerenkov ışıınına yolaçtığı için Gama ışıını bundan ayırmak güçtür. 1980'li yılların sonunda, Arizona'daki Whipple gözlemevinden bir grup bilimadama, Gama ışıını ile Kozmik ışıının oluşturduğu Çerenkov ışıını ayırtmak için bir yöntem geliştirdi. Bu yöntem, Çerenkov ışıınının şeklini çok duyarlı elektronik bir kamera ile gözlemlenmesi tekniğine dayanıyor.



Whipple Gözlemevi'nde bulunan elektronik kameranın ışık toplayıcı aynaları.



Gama ışıını uydusu GRO (üst sağ küçük resim), 17 ton ağırlığında. Bulguları arasında birden oluşup yok olan gama şimşekleri vardır. Bunları şimdiye değin bilinen bir cisim ile bağdaştırmak mümkün olmamıştır.



enerjisi, önemsenmeyecek denli azdır. Ancak bazılarının enerjisi öylesine yüksektir ki araştırmacılar, bazı büyük enerji patlamalarının kaynağını saptamada nötrinolardan yararlanmayı planlamaktadırlar. 1993 yılı Aralık ayından beri yeni kurulan "Nötrino Astronomisi"nin teleskoplarıyla bu alanda deneyler yapılmaktadır.

Bu teleskoplar, Hawaii adasının batısında, deniz yüzeyinin kilometrelerce altında nötrino araştırması yapıyorlar. Kozmik nötrinolar, suyun içinde duyarlı aygıtlarla saptanabilen Çerenkov ışıması denilen küçük şimşekler meydana getirirler. Elde edilen bulgular, 30 kilometre uzun-

luğunda bir kablo yardımı ile Hawaii'deki merkeze ulaşır ve değerlendirilir. Aygıtlar, yaklaşık 100 milyon km³lük bir su hacminin içinde, nötrino şimşekleri ararlar. Araştırmacılar, bu yolla günde 10 tane yüksek enerjili nötrino yakalamayı umuyorlar. Projenin maliyeti, 10 milyon dolar olarak tahmin ediliyor. Her ne kadar yüksek enerji astronomisindeki sonuçlar, henüz çok eksik olsa da, dünya görüşümüz üzerindeki etkileri oldukça büyük olmuştur.

- Evrenin durağan ve uyum içinde olduğu şeklindeki görüş, artık geçerliliğini yitirmiştir.

- Uzaydan gelen ışık, evrende olup bitenler hakkında çok kısıtlı bilgi sağlamaktadır. Asıl ilgi çekici oluşumlar, ışığın rolünün az olduğu yüksek enerji düzeylerinde meydana gelmektedirler.

Bizler yerküremizin atmosferi altında, evrende oldukça güvenli bir yolculuk yapmaktayız. Şanslıyız; çünkü Dünyamız evrenin kenarında, yüksek enerji olaylarının gerçek anlamda yaşandığı bölgelerden uzakta bir yerde bulunuyor.

Mehmet Sağlam

Kaynaklar
GEO, Eylül 1994
New Scientist, 27 Mart 1993
Scientific American, Haziran 1993

Dünyanın tercihi Ege Seramik...

VERA
STYLE



Genel Dağıtım : EGE PAZARLAMA A.Ş.

EGE SERAMİK A.Ş. ve EGE PAZARLAMA A.Ş.
bir İBRAHİM POLAT HOLDİNG kuruluşudur.

Ege Seramik, yeni ürün grubu "Style"la çizgi-üstü bir stili yakalıyor. Çok özel, çok seçkin, çok farklı bir yaşam stili. Şıklık ve güzelliğin pırıltılı dünyası. Ve bu dünyanın çarpıcı ürünleri: Moda, Vera, Lido, Stile, Kronos, Forum, Selçuk ve diğerleri...

Ege Seramik, yalnızca ülkemizin değil, dünya insanların da "Style"ı olmayı sürdürüyor.

それは 神秘的で 魅惑的で。それは まるで夢のように。
それは 私の生活スタイルに ピッタリ。(*)

Yuriko Yip
Japonya

(*) "Onlar gizemli ve büyüleyici. Düş gibi."

Düvar : Vera Bej (25 x 33)

Dekor : Gold Bej Madalyon
Gold Bej Bordür (12,4 x 33)



EGESERAMİK

"Dünya Döşüyor"

Plutonyum

Ne Kadar Tehlikeli?



İkinci Dünya Savaşından sonra ortaya çıkan iki süper güç, nükleer silahlar sayesinde, nerede ise yarım yüzyıla yakın bir süre boyunca dünya barışını ve kendi çıkarlarını korudular. Sovyetler Birliğinin ekonomik ve sonra da politik olarak çökmesi, nükleer silahlar ile sağlanan ve hiç de sağlam olmayan Dünya barışını, umulmadık bir şekilde olumsuz yönde etkilemeye başladı.

Erol Çubukçu
Osman Kadiroğlu
H Ü Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

SON zamanlarda radyoaktif madde kaçakçılığı ile ilgili haberler, basında artan bir sıklıkla yer almaya başladı. Önceleri, ne olduğu ve ne için kullanıldığı bir türlü saptanamayan, kırmızı civa pazarlandığı haberleri yer aldı. Bu malzemenin, nükleer teknolojiye yeri olmamasına karşın, nükleer silah yapımında kullanıldığı öne sürülerek astronomik fiyatlarla satıldığı belirlendi. Ardından, metal uranyum çubuklarının pazarlandığı haberleri basında yer aldı. Kırmızı civa olayında olduğu gibi, asılsız iddialar ortaya atılarak; bu malzemeler için de astronomik fiyatların talep edildiği öğrenildi. Son olarak da, yasadışı bir plutonyum piyasasının varlığı haberleri, hemen herkesi rahatsız etmeye başladı. Önce miligramlar mertebesinde, daha sonra da 300 g kadar plutonyum, Almanya'da ele geçirildi. Gazelerde yer alan haberlere göre kaçakçılar, 4 kg kadar plutonyumu pazarlamayı planlıyorlardı. Alman ve Avrupa basını, Ruslar'ın tüm itirazlarına karşın, nükleer araştırma merkezlerinin sonuçlarına dayanarak bu plutonyumun kaynağını, Rusya olarak belirlediler. Bunun üzerine Ruslar, nükleer silah depolarında ve nükleer mad-

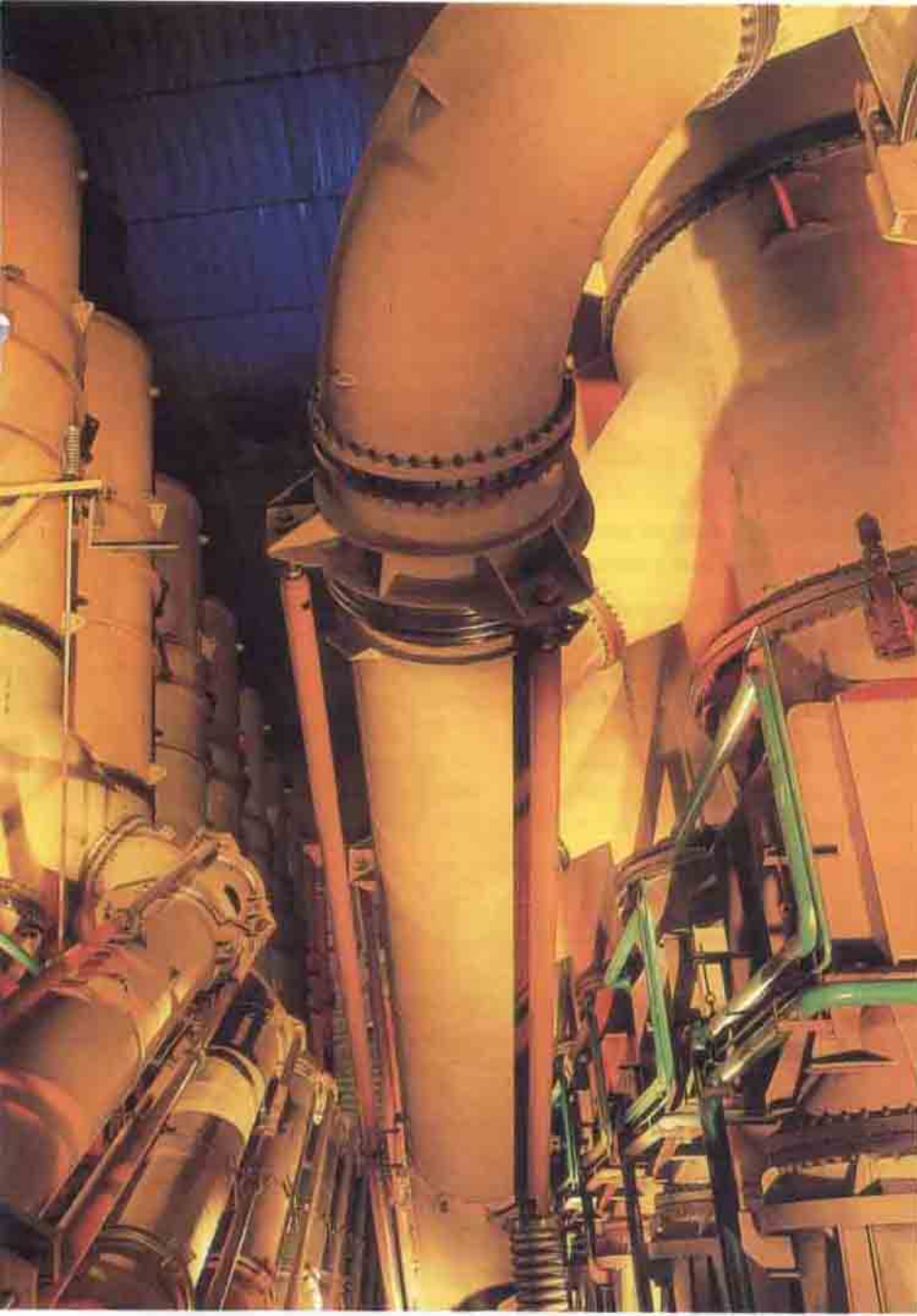


de kasalarında herhangi bir eksiklik olmadığını ısrarla belirtmekle beraber, kaçakçılık olayının sonuçlandırılmasında işbirliğine yanaştılar.

Kısaca hatırlattığımız bu radyoaktif madde kaçakçılığı haberlerinden sonra akla gelen ilk soru, sözü edilen bu radyoaktif maddelerin gerçekten ne denli tehlikeli olduklarıdır. İkinci önemli soru ise, bu maddelerin ne kadarının, kimlerin elinde, toplu katliamlara yönelik nükleer silahlara dönüştürülebileceğidir.

Nükleer Silahlar

Nükleer silahları askeri açıdan çok çekici kılan, bu silahların birim ağırlıkları başına, patlama sırasında ortaya çıkarttıkları enerjidir. Bir bombanın patlaması sonucunda ortaya çıkan enerji, çok kısa bir süre içinde, yakın çevresindeki ortamı ısıtarak bir şok dalgası yaratır. Bu şok dalgası, çevreye, dolayısıyla da hedefe zarar verir. Bir bombanın tahrip gücü, patlama sonucu çevreye eşit derecede zarar verecek kimyasal bir patlayıcı olan trinitro-toluen'in (TNT) ağırlığı cinsinden verilir. Kimyasal patlayıcıların çevreye vereceği zarar ile nükleer bir patlayıcının verece-



patlayıcı vardır ve füze siloları yerine kentleri hedef alırlar. Kısacası nükleer güçler, karşı tarafın sivil halkını rehin almaktadırlar. Üçüncü sistem ise, KABF ve DABF sistemlerinin arasında devreye girebilen, insan kumandası ile çalışan ve gerektiğinde geri çağrılabilir nükleer silahlar taşıyabilen bombardıman uçaklarıdır.

Nükleer Bomba Nedir?

Nükleer bombaların çalışma ilkesi, iki ayrı tür çekirdek tepkimesine dayanır. Ağır çekirdeklerin parçalanması, yani fisyon olayı ile enerji üreten nükleer bombalara, yanlış bir terim olmasına karşın, Atom Bombası denilmektedir. Diğer bir bomba tipi ise, açığa çıkardığı enerjinin çoğunluğu hafif çekirdeklerin kaynaşmasına; yani füzyon tepkimesine dayanan, termonükleer bomba ya da Hidrojen Bombasıdır. Henüz geliştirilme aşamasındaki çok yeni tasarımlar dışında, termonükleer bombaların ateşlenmesinde fisyon tepkimesinden yararlanılır. Diğer bir deyişle hidrojen bombasının tetik mekanizması bir atom bombasıdır. Dolayısıyla nükleer silahların yapılabilirliğini incelemeye, atom bombası yapımı için gerekli malzeme ve teknolojinin neler olduğunun belirlenmesi yeterlidir. Fisil, yani bölünebilir madde adını verdiğimiz uranyum izotoplarından U^{235} ve U^{238} ile insan yapısı olan plutonyum izotopu Pu^{239} , nükleer silahların ham maddeleridir. Uygun miktar ve geometride bir araya getirilen bu malze-

ği zarar arasında binler veya milyon mertebesinde bir fark vardır. Örneğin, Amerikan Minuteman-III Kıtalar Arası Balistik Füzesi içinde bulunan, her biri 170 kt gücünde, ağırlığı yaklaşık 400 kg'dan az olan W62 nükleer başlıkları, patlama sonucu 170,000 ton TNT'e eşdeğer bir enerji açığa çıkarırlar. Diğer yandan, dünyadaki en güçlü nükleer bombalar, Çinlilerin CSS-4 sistemleri olup; güçleri 5-10 Mt (5-10 milyon ton TNT'ye eşdeğer) dolayında, ağırlıkları ise 5 tondan azdır.

Nükleer silahları, güç-ağırlık oranları çekiçi yapmaktadır. Askeri dilde taşıma platformları olarak anılan, uçak veya füze teknolojisine sahip uluslar için nükleer patlayıcılar, çok uzaktaki hedefleri vurabilme olanağı vermeleri açısından büyük önem taşımaktadırlar.

Nükleer silahların caydırıcı rolünün bir göstergesi, yarım yüzyıla yakın bir süredir bozulmayan Dünya barışıdır. Nükleer si-

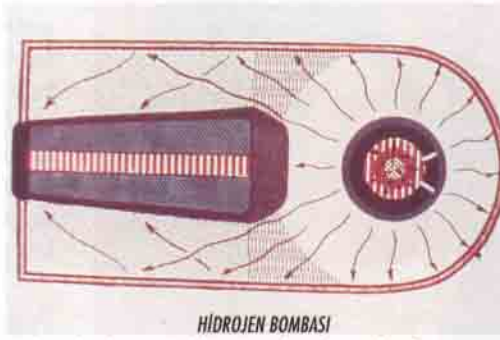
lahlara sahip bir ülke, benzer bir saldırının kendisine de yapılacağı kabusu ile yaşamak zorundadır. Bu nedenle nükleer silah sistemleri, "sac ayağı" olarak tanımlanan, bir üçlü sistemden oluşur. İlk sistem, düşmanın Kıtalar Arası Balistik Füze (KABF) silolarını hedef alan KABF sistemidir. Bu sistem, planlanmış bir saldırıda ya da saldırı karşısında savunma amacı ile kullanılabilir. ABD ve eski SSCB, karşılıklı olarak ilk saldırıda bulunmama garantisi vermiş ve KABF sistemlerini salt kendilerine yapılacak bir saldırı karşısında kullanma kararını benimsemişlerdir. Bir nükleer savaşın ilk yirmi dakikasında, KABF'lerin çoğunluğunun imha edilmesi ve bunların çevreye çok büyük zararlar vermesi olasılığına karşılık, daha çok intikam alma amacına yönelik olan Denizaltından Atılan Balistik Füze (DABF) sistemi geliştirilmiştir. Bu füzelelerde, KABF başlıklarına oranla daha güçlü olan çok sayıda nükleer

Titon II Füzeleeri:
Bu sıvı yakıtlı füzeleerden her biri ayrı bir başlık taşır. Ağırlıkları 150 t., uzunlukları 30 m. dir.





PLUTONYUM BOMBASI
Plutonyumun küresel merkezi çevresinde bulunan kimyasal patlayıcılar aynı anda patlarlar.



HİDROJEN BOMBASI
Hidrojen bombasının içindeki enerji üç kaynaktan gelir: plutonyum bombasının patlaması, döteryum-trityum füzyonu ve uranyum fisyonu.

melerde fisyon tepkimesi, bir nötron kaynağı yardımı ile başlatılır. Kaynaktan çıkan bir nötron, fisil madde ile fisyon tepkimesine girerek, fisil maddenin çekirdeğinin parçalanmasına yol açar. Bu tepkime sonunda, yüksek kinetik enerjiye sahip (fisil maddenin çekirdeğine göre) iki hafif çekirdekten başka, iki veya üç tane de

nötron ortaya çıkar. Ortaya çıkan bu nötronlardan bazıları, sistemdeki diğer fisil çekirdeklerle fisyon tepkimesine girmek için sistemi terk ederler. Sistemden kaçan nötronların fisyon tepkimesine girenlere oranı, sistemin fiziksel büyüklüğü ile ters orantılıdır. Fisyon tepkimesinden çıkan nötronlardan bir kısmı ise, fisil madde-

de veya sistemdeki diğer maddelerde fisyon yapmayacak tepkimelerle yutulurlar. Sızma ve yutulma kayıplarından artı kalan nötronlar yeniden fisyon tepkimesi yaratırlar. Eğer sistemde yeterli fisil madde varsa ve seçilen geometri uygunsa, ard arda gelişen (zincirleme) fisyon tepkimeleri sonucu, sistemdeki nötron sayısı zamanla artar. Hızla oluşan bu zincir tepkimeleri sonucu, çok büyük bir ısı açığa çıkar. Sıcaklığı artan sistem genişleme eğilimi gösterir ve sistemden sızan nötronların oranı artar; bunun sonucu olarak da zincirleme tepkimeleri sona erer. Dolayısı ile, nükleer bomba tasarımında en önemli konu, malzeme ve geometri seçiminin, zincirleme tepkimeyi mümkün olduğunca uzun süre devam ettirecek şekilde yapılmasıdır.

Nükleer sistemler tasarlanırken, nötron sızıntısının en aza indirilebilmesi amacıyla genelde küresel geometri yeğlenir. Küre, bütün geometrik cisimler içinde, ha-

Plutonyum Üretimi ve Kullanımı

Okan Zabunoğlu
H Ü Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

Bir nükleer reaktörde uranyum-238'in nötron yutması sonucu plutonyum-239 oluşur. Oluşan plutonyum-239, bir yandan fisyon yaparak enerji üretimine katkıda bulunurken bir yandan da nötron yutmaya devam ederek plutonyum-240, plutonyum-241 ve plutonyum-242 izotoplarına dönüşür. 1000 MW-elektrik gücündeki tipik bir hafif su soğutmalı nükleer reaktörden çıkan kullanılmış yakıt yaklaşık %95.5 Uranyum, %3.5 fisyon sonucu oluşan hafif elementler, %0.1 uranyum ötesi ağır elementler ve yalnızca %0.9 oranında plutonyum içerir. Bu plutonyumun %59'u Pu-239, gerisi diğer plutonyum izotoplarıdır. Bu izotoplardan yalnızca plutonyum-239 enerji üretiminde ya da bomba malzemesi olarak kullanılabilir. Bomba malzemesi olarak kullanılacak plutonyumun %90'dan fazla plutonyum-239 içermesi gerektiğinden, yüksek izotopik saflıkta plutonyum-239 (bomba malzemesi) elde etmek için özel üretim reaktörleri geliştirilmiştir. İlk plutonyum üretim reaktörü, 2. Dünya Savaşı sırasında tasarlanmış ve Şubat 1945'de Hanford'da (A.B.D.) günde 1 kg plutonyum üretmek üzere çalışmaya başlamıştır. Plutonyum üretim reaktöründen elde edilen malzeme de önemli miktarlarda uranyum, fisyon ürünü hafif elementler ve uranyum ötesi ağır elementler içerir. Bu karışımın içinden son derece yüksek saflıkta plutonyum elde edilmesi kimyasal ayrıştırma yöntemlerini gerektirir. Bu amaçla uygulanan ilk

yöntem, bizmut fosfat (BiPO₄) ile çöktürme yöntemi olmuştur. Hanford'da üretilen karışımdan saf plutonyum eldesi, yine aynı yörede kurulan bir bizmut-fosfat ile çöktürme tesisinde gerçekleştirilmiştir. Bizmut-fosfat ile çöktürme yöntemi, çeşitli dezavantajlara (düşük verim, fazla kimyasal madde tüketimi, fazla atık üretimi ve uranyumun geri kazanılamaması) sahip olduğundan, daha sonraları bu yöntemden vazgeçilmiş ve "Çözücü (solvent) Ekstraksiyonu" yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır.

Günümüzde Purex adı verilen ve çözücü olarak tri-bütül-fosfat kullanan solvent ekstraksiyonu yöntemi plutonyum üretim reaktörlerinden elde edilen karışımın ve kullanılmış nükleer yakıtların işlenmesinde (reprocess) rakipsiz olarak uygulanmaktadır. Purex yönteminde kullanılmış nükleer yakıtlar, önce nitrik asit (HNO₃) ile çözülür; daha sonra organik tri-bütül-fosfat çözeltisi ile temasa geçirilerek nitrik asit fazındaki uranyum ve plutonyum organik faza çekilir (ekstraksiyon). Bu şekilde hafif elementlerden (ve aktiviteden) annan uranyum ve plutonyum karışımına bir indirgeyici madde eklenerek uranyum ve plutonyumun birbirlerinden ayrılması sağlanır. Sonuçta temiz ve saf uranyum ile plutonyum ayrı ayrı çözeltiler halinde elde edilir. Böylece geri kazanılan uranyum ve plutonyum, gerekli kimyasal dönüştürme ve fabrikasyon işlemlerinden sonra tekrar nükleer reaktörlere yüklenerek enerji üretimine önemli ölçüde katkı sağlanabilir.

Nükleer reaktörler bir yandan enerji üretirken bir yandan da tükettiklerinden daha fazla

yakıtı; uranyum-238'in plutonyum-239'a dönüşmesinden yararlanarak üretecek şekilde de tasarlanabilirler. Bu tür reaktörlere "üretken reaktörler" adı verilir. Normal reaktörler uranyum-235 tüketirken, üretken reaktörler, yalnızca uranyum-238 tüketirler. Doğal uranyumun %99'dan fazlasını fisil olmayan uranyum-238'in ve yalnızca binde 7 kadını fisil uranyum-235'in oluşturduğu hatırlanırsa, üretken reaktörlerin son derece değerli nükleer hammadde (fisil malzeme) en verimli şekilde kullanılması yolunu olası kılacağı görülebilir. Üretken reaktörlerde üretilen plutonyum-239'un, enerji üretmek üzere tekrar kullanılabilmesi için, reaktörden çıkan yakıtın yine bir kimyasal ayırma (Purex) tesisinde işlenerek, plutonyum-239'un yakıt karışımından ayrılması gerekir. Üretken reaktör teknolojisinin benimsenmesi halinde kimyasal ayırma, nükleer yakıt çevriminin vazgeçilmez bir parçası olacak ve nükleer reaktörlerden elektrik enerjisi üretiminde asıl rolü, uranyum-235 yerine plutonyum-239 üstlenmeye başlayacaktır.

Plutonyum, elektrik enerjisi üretimi için ve nükleer bomba malzemesi olarak kullanılmasının yanı sıra, ısı kaynağı olarak da kullanılabilir. Bu uygulama için plutonyum-238 izotopundan yararlanılır. Saf plutonyum-238 izotopu, nükleer reaktörlerden çıkan kullanılmış yakıttan kimyasal ayırma yolu ile geri kazanılabilen neptunium-237'nin ısılanması (radyasyona maruz bırakılması) ile elde edilebilir. Plutonyum-238, uzay programlarında (Apollo gibi), iletişim uydularında kullanılan termoelektrik güç üreteçlerinde ve kalp pillerinde, ısı kaynağı olarak kullanım alanı bulmuştur.

cim başına en az yüzeye sahip olanıdır. Tümleyle fisil maddeden oluşan bir kürenin çapı büyüdükçe, sızan nötronların oranı azalmaktadır. Kullanılan fisil malzemeye bağlı olarak değişen, belli çaptaki bir kürede her bir fisyon olayından doğan nötronlardan en az biri, yeni bir fisyon tepkimesine yol açarak, zincirleme tepkimelerin oluşmasını sağlar. Böyle bir sisteme kritik kütle adı verilir. Kürenin çapı, kritik çaptan büyük ise, her bir fisyon olayı, birden fazla fisyon tepkimesine yol açar. Bu durumda zincirleme tepkimeler artarak devam eder. Bu tip sistemlere kritik-üstü adı verilir. Kürenin çapı kritik değerin altındaysa, zincirleme tepkimeler oluşamaz ve böyle sistemler kritik-altı sistemler adı ile anılır.

Nükleer bir bombanın yapımı sırasında kritik kütle oluşturacak kadar fisil maddeyi bir küre halinde bir araya getirmeye çalışmak, patlamaya yol açar. Bu nedenle, nükleer silahların içine konan fisil madde, normal koşullardaki yoğunluğunda zincirleme tepkimeye izin vermeyecek kadar küçük bir metal küre halindedir. Bu metal küre, bombanın patlaması için, kimyasal patlayıcılar yardımı ile sıkıştırılarak, çok daha yoğun; ancak daha küçük bir küre haline getirilir. Kürenin yoğunluğunun artması ile nötron sızıntısı azalır ve çok hızlı gelişen zincirleme tepkimeler, nükleer patlamaya neden olur.

Bir nükleer bombanın yapımı için, yalnızca fisil malzemeye sahip olmak yeterli değildir. Fisil maddeden yapılmış kürenin sıkıştırılabilmesi için, kimyasal patlayıcıları

senkronize olarak ateşleyecek düzeneklerin yapımı, bu alanda ileri bir teknolojiye sahip olmayı gerektirmektedir.

Fisil Madde

Nükleer bombalarda kullanılacak fisil maddelerden günümüzde en çok tercih edileni, plutonyumdur. Nükleer silahlara sahip olan bütün ülkelerin bombaları plutonyumdan yapılmıştır. Plutonyumun (daha doğru kullanımı ile Pu^{239} 'un) fisyon başına ürettiği nötron sayısı, diğer fisil maddelere oranla daha fazladır. Bu da, daha az malzeme ile kritik kütle elde edilebilmesine olanak verir. Pu^{239} , yarı ömrü 24 000 yıl olan kararsız bir çekirdek olması nedeniyle, doğada bulunmaz. Doğal uranyumun % 99,3'ünü oluşturan ve fisil olmayan bir izotop olan U^{238} 'in nükleer reaktörlerde nötronlarla ışınlanması ile elde edilir. Pu^{239} üre-

Plutonyumun Sağlık Etkileri

Sinan Göktepeli
H Ü Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

Plutonyum (Pu), gümüş renginde, ağır bir metaldir. Bilinen 16 izotopu vardır. Bunlardan en uzun yarı ömre sahip olanları, sırasıyla, 24 390 yılla Pu^{239} , 6580 yılla Pu^{240} , 86,4 yılla Pu^{241} ve 13,2 yılla Pu^{242} 'dir. Plutonyumun biyolojik etkileri konusundaki tahminler, kimyasal, fiziksel veya biyolojik özellikleri konusundaki bilgilere, işleme sırasında ve nükleer silahların yol açtığı serpintilerden elde edilen verilere ve meydana gelen kazalar sırasında maruz kalan kişilerde gözlenen etkilerden elde edilen verilere dayanır. Plutonyumun fizyokimyasal özellikleri, zehirlilik ve zararlılık miktarını belirler. Kimyasal aktivitesi yüksektir.

İnsan vücuduna iki ana yolla girebilir: besin yoluyla ve havadan solunma yoluyla. Plutonyum saf ve toz halinde solunduğunda, %25'i akciğerlerde, %38'i üst solunum yollarında birikir ve geri kalanı da dışarı atılır. Bir kaç saat içinde, üst solunum yollarında birikmiş olanın tamamı, akciğerlerde birikmiş olanın da %40'ı temizlenir. Solunum yoluyla alınan toplam miktarın %15'i kadar plutonyum, iki yıl kadar bir süre akciğerlerde kalır. Bu bölgede biriken plutonyum, 2000 rem/ μ Ci miktarında maruziyete yol açar. Japonya'da atom bombasından sonra hayatta kalanlar, radon gazına maruz kalmış ma-



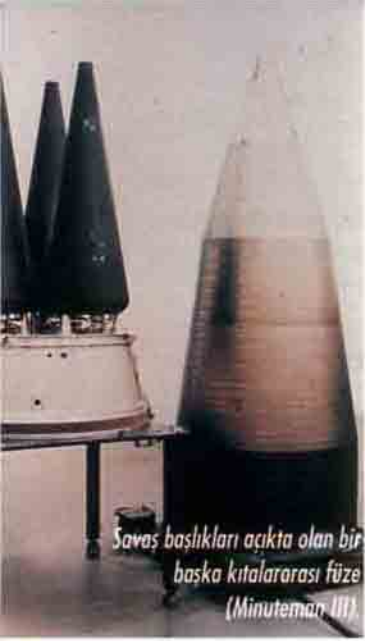
denciler ve maruziyet görmüş diğer insanlar üzerinde yapılan çalışmalardan yola çıkılarak, akciğerin maruz kaldığı her milirem radyasyon için kanser riski hesaplanmıştır. Bu değere göre beklenen kanserlerin sayısı, solunan her yarım kilo plutonyum için, 2 milyon dolaylarında hesaplanmıştır. Bu rakam, plutonyumun bir çok diğer maddeye göre daha az zararlı olduğunu gösterir. Besin yoluyla alındığında, çok az bir miktarı bağırsaklar tarafından emilebilir, çoğu dışkı aracılığı ile vücuttan atılır. Genellikle alfa ışınları yaydığından, bağırsaklarda küçük bir alan radyasyona maruz kalır. Bu nedenle plutonyumun vücuda besin yoluyla girmesi, solunmasından 5000 kat daha az tehlikelidir. Bir miktar plutonyum yiyen bir insanla, aynı miktar kafein yiyen bir diğeri, eşit miktarda tehlikeye maruz kalırlar.

Olasılığı düşük olmasına karşın, plutonyumun açık bir yara yoluyla doğrudan kana karışması konusuna da değinmek gerekir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre, damardan enjekte edilen plutonyum bileşikler, genellikle damarlarda birirmektedir. Bu deneylerden elde edilen veriler, doğrusal bir doz-tepki modeli kullanılarak değerlendirildiğinde, iskelet sistemi plutonyum kaynaklı 1 rad'lık maruziyet gören 1.000.000 insan arasında, 200 ke-

mik kanseri görüleceği tahmin edilmiştir.

Plutonyumun insan vücuduna girebilmesi için çeşitli fiziksel koşulların sağlanması gerekmektedir. Yarım kilo plutonyum tozu havaya saçıldığında yere çöker ve insanların çoklukla bulunduğu bir yerde (örneğin şehir merkezinde) bile, ancak 100 000'de biri kadarı solunabilir. Bu da 19 kanser vakası için yeterli bir miktardır. Eğer insanlar bu serpintiden haberdar edilmişlerse, yüzlerini bir parça katlanmış bezle örttükleri takdirde, bu sayı 19'dan 3'e düşer. Rüzgar nedeniyle plutonyum tozunun tekrar havalanması durumunda, plutonyumun sebep olacağı 7 kanser vakası daha beklenebilir. Toprağa karışan plutonyum ise, toprak üzerinde yapılan tarım, inşaat gibi faaliyetler nedeniyle yeniden havaya karışacaktır. Bunun, serpintiden sonraki yıllarda bir tek kansere yol açma olasılığı %20'dir. Topraktaki plutonyumun, bitki kökleri tarafından emilerek insan besinlerine karışması sonucu 1 kansere daha yol açması beklenebilir. Tüm bu rakamların toplamı, yarım kilo plutonyumun serpinti halinde yayılması durumunda, en fazla 27 ölüme yol açacağını göstermektedir.

Bir nükleer bombada bulunan plutonyumun %20'si fisyon yapar, kalanı ise saf toz olarak atmosfere yayılır. Günümüze kadar yapılan nükleer bomba deneylerinden, bu yöntemle, atmosfere 5000 kilo kadar plutonyum yayılmıştır ve bunun 4000 kadar kanser vakasına yol açması beklenmektedir. Rakamın, yukarıda belirtilenden küçük olmasının nedeni, deneylerin insanlardan uzak ve tarım yapılmayan yerlerde gerçekleştirilmesidir.



Savaş başlıkları açığa olan bir başka kıtalararası füze (Minuteman III)

tebilmek için bir nükleer reaktör ve bir kimyasal ayrıştırma tesisi gerekirken; U^{235} , ancak çok pahalı olan izotop zenginleştirme yöntemlerinin kullanılması ile elde edilebilir. Nükleer bomba hammaddesi olarak kullanılabilen diğer fisil madde U^{235} , doğada bulunmadığından, yine Pu^{239} 'a benzer yöntemlerle üretilmektedir. U^{235} üretimi için, toryumun doğada bulunan tek izotopu olan Th^{232} , bir nükleer reaktörde nötronlarla ışınlanır. Daha sonra kimyasal ayrıştırma gerektiren

bu işlem, ortaya çıkan yan ürünlerin daha fazla radyoaktif olmasından dolayı Pu^{239} üretiminden daha zordur. Bu nedenle pek kullanım alanı bulamayan bu izotop, nükleer silah sahibi devletler için cazip bir alternatif değildir. Fisil uranyum izotopları, yalnızca nükleer silah teknolojisine gizlice girme amacı taşıyan az gelişmiş ülkelerin ilgi duyabileceği maddeler olabilir.

Plutonyum

Glenn Seaborg tarafından 1940 yılında keşfedilen 94 atom numaralı bu element, yapay olarak üretilmektedir. Doğada eser miktarlarda bulunan ve saptanması bile çok güç olan plutonyum, kimyasal olarak aktinidler sınıfına dahildir. Uranyumun 238 ağırlıklı izotopunun nötron yutması sonucu oluşan kararsız U^{239} çekideği, ard arda iki beta

ışınması yaparak Pu^{239} 'a dönüşür. Bir nükleer reaktörde bulunan U^{238} çekirdeklerinin tümünün, nötron yutar yutmaz reaktörden çıkartılmasına olanak yoktur. Bunun sonucu oluşan plutonyum uzun bir süre nötron bombardımanı altında kalır. Pu^{239} , nötronlarla fisyon tepkimesine girebildiği gibi; nötron yutup gama ışıması yaparak daha ağır bir izotop olan Pu^{240} 'ı oluşturur. Pu^{239} fisil bir izotop olmadığından, reaktörde uzun süre bekleyen plutonyumun nükleer silah yapımı açısından kalitesi düşer. Pu^{240} da nötron yutarak, nükleer silah yapımı için Pu^{239} kadar elverişli olmayan daha ağır plutonyum izotoplarının (Pu^{241} ve Pu^{242}) açığa çıkmasına neden olur. Elektrik üretiminde kullanılan nükleer santrallerde, yakıtlar uzun süre reaktörde kaldığı için, bu santrallerden elde edilecek plutonyum, nükleer silah yapımı için uygun değildir. Askeri amaçlı pluton-

Kritik Kütle Hesabı

Mehmet Tombakoğlu
HÜ Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

Nükleer bir bombanın yapımında kullanılan fisil malzemenin miktarı, bombanın tasarımına bağlı olmakla birlikte; minimum oranda kullanılması gerekli olan fisil malzeme miktarını basit bir hesaplama bulmak mümkündür. Bu yazıda basit olarak kritik kütle hesabının nasıl yapıldığı anlatılacaktır.

Temelde, kritik kütle hesabı, zincirleme fisyon tepkimesinin başladığı andan itibaren sürekli devam ettiği bir sistemde bulunması gereken minimum fisil madde miktarı, şeklinde yapmak uygun olacaktır. Fisil maddeden anladığımız, fisyon yapabilen izotoplardır. U^{235} , U^{233} , Pu^{239} ve Pu^{241} örnek olarak verilebilir. U^{235} ve Pu^{239} izotopları saf olarak bulunmadıkları için pek fazla önem taşımazlar.

İlk atom bombasının yapımı sırasında kritik kütle hesabı konusunda yapılan tahminler sürekli olarak değişmiş ve sorun yaratmıştı. Sorun temelde bu izotopların nötronlara ne denli büyük göründüklerinin bir ölçüsü olan etkin tesir kesitleri ve fisyonundan açığa çıkan ortalama nötron sayısı ile ilgili verilerin yetersizliğinden kaynaklanmaktaydı. Bir diğer sorun ise, bu izotopların kendiliğinden fisyon yapmasından dolayı, kof patlama olasılığının bulunmasıydı. Sonuç olarak, bir bomba için gerekli kritik kütle hesabını saptamasını belirleyen unsurlar şunlardır:

- Fisil malzemenin nötronik özellikleri,
- Fisil malzemenin kimyasal formu,
- Fisil malzeme içindeki izotopların miktarı,
- Fisil malzemenin yoğunluğu,
- Geometri,
- Reflektör malzemesinin çeşidi ve kalınlığı,
- Kimyasal patlayıcının kalınlığı.

Tüm bu unsurlar kritik kütle hesabında önemli rol oynamakla birlikte; etkili bir bomba'nın yapımında, tasarım aşaması ile ilgili diğer unsurlar daha fazla önem kazanmaktadır.

Kritik kütle hesabı bulunması için üretilen nötron sayısının, tüketilen nötron sayısına eşit olması gerekmektedir. Bu sayede zincirleme tepkime oluşur. Bunun anlamı, fisyonundan açığa çıkan nötron sayısının yutulanlara ve sistemden sızanlara eşit olmasıdır.

$$\text{Kısaca } k_{\text{eff}} = \frac{\text{Üretilen nötron sayısı}}{\text{Tüketilen nötron sayısı}} = \frac{\nu \Sigma_f}{\Sigma_a + DB_g}$$

Bu denklemdeki ν , bir fisyon olayı olmasından sonra açığa çıkacak ortalama nötron sayısını, $\Sigma_f = n_{\text{fisil}} \sigma_f$ nötronlarının fisyon yapma olasılığını ve $\Sigma_a + DB_g$ ise nötronların sistemde yutulma ve sistemden sızma olasılığını ifade etmektedir. Bu denklem kullanılarak belli bir fisil malzeme için kritik kütle hesabı yapılabilir.

Geometrinin tanımlanması da gereklidir. Bunun için de minimum yüzey ve maksimum hacime sahip bir geometri seçilerek, DB_g terimi ile hacim minimize edilebilir. Bu hesap yapıldığında optimum geometrinin küre olduğu bulunur. Homojen bir sıkıştırma yapmak için uygunluğu da düşünüldüğünde bu, bom-

banın şekli hakkında da bize bilgi verecektir. Optimizasyonun sonucu olarak çıplak yani reflektörsüz bir bombanın hesabını yapacak olursak

$$R_{\text{kritik}} = \sqrt{\frac{3 \sigma_a \sigma_f}{\pi} \left(\frac{\nu \sigma_f}{\sigma_a} - 1 \right)}$$

bulunur.

Yukarıdaki denklemin sağ tarafı bütünüyle fisil malzemenin nötronik özelliklerine bağlı olup; bize kürenin yarıçapı ile malzemenin atom yoğunluğunun çarpımını vermektedir. Ancak bu hesaplar sonucu bulunacak kritik kütle hesabı nükleer silah yapımı için gerekli olan kritik kütle gibi düşünülmeli, yanlış olacaktır. İleri teknolojiye sahip ülkelerin bomba yapımı için gerekli olan kritik kütle hesabı ya da daha azı ile bomba yapımını gerçekleştirmeleri atom yoğunluğunu artırarak olası hale gelebilir.

Ne var ki teknoloji gelişmemiş ülkelerin bunu yapması mümkün gözükmemektedir. %5 zenginlikte plutonyum Pu^{239} içeren bir malzeme küresel hale getirilerek, çevresine 10 cm'lik bir uranyum reflektör konursa 60 ± 6 kg malzeme kritiklik içinde yeterli olacaktır. Alfa fazında saf Pu^{239} kullanılacak olursa; 4.5 ± 0.1 kg malzeme, aynı şekilde saf U^{235} kullanılırsa yaklaşık 16 kg malzeme gerekli olacaktır.

Berilyum reflektör kullanılırsa yaklaşık 16 kg malzeme gerekli olacaktır. Bu durumda kritik kütle miktarı ile birlikte bombanın tesir gücü de azalmakta (2.47 kg); bu nedenle de berilyum reflektör tercih edilmemektedir.

yum (Pu^{239} bakımından zengin), özel olarak tasarlanmış reaktörlerde, U^{235} 'in ışınlanması ile üretilir.

Ele geçirilen plutonyumun analizi, izotop üretim reaktörlerinin yapısı ve kimyasal süreçlere ilişkin verilerle birleştirildiğinde, plutonyumun kaynağı ile ilgili çıkarımlar yapılabilir. Nükleer silah üretiminde, genellikle % 90'nın üzerinde Pu^{239} içeren plutonyum kullanılır. Bu zenginlikte plutonyumdan yapılacak en ilkel bomba için en az 10 kg plutonyuma gereksinim vardır. Daha gelişmiş bir tasarım ile bu miktar, 4 kg'a kadar indirilebilir. Bir nükleer bomba yapımı için gerekli fisil malzeme miktarını azaltmak, ancak teknolojiye deneyim ve ilerleme ile olasıdır. Başka bir deyişle, nükleer bomba yapmak için plutonyum elde eden tarafın, çok geniş teknolojik olanakların yanı sıra deneyime de sahip olması gerekmektedir. Terör örgütlerinin, ele geçirecekleri bir kaç kilo plutonyum ile nükleer bir silah yapmaları son derece zor olacaktır. Yine de kaçak olarak elde edilebilecek plutonyum, nükleer silahlar konusunda uzun süre çalışma yapmış, gelişmekte olan ülkeler için cazip olabilir.

Basında son zamanlarda yer alan, Al-



manya'da ele geçirilmiş birkaç miligram veya 300 g plutonyumun, askeri bir değeri yoktur. Bu miktarlarda plutonyum ile nükleer silah yapmaya olanak yoktur. 4 kg dolayındaki miktarlar ise, çok düşündürücü olabilir. Gerekli teknolojiye sahip ülkeler için bu miktarlar, nükleer silah yapmaya yeterli olabilecektir. Ne var ki nükleer silah konusunda düzenli bir program yürütme şansı olmayan terör örgütleri için, çok daha büyük miktarlar gerekmektedir.

Zehirli Plutonyum

Ne yazık ki sansasyon yaratma amacı güden bazı basın kurumlarının gerçekle bağdaşmayan telkinleri ve konunun uzmanı olmayan kişileri kaynak göstererek verdikleri bilgiler doğrultusunda, kamuoyunda plutonyumun nükleer silah yapımının yanı sıra zehir olarak da kullanılabileceği yolunda genel bir kanı oluştu. Gerçekten de zehirli bileşikler oluşturabilen bu elementin, zehirlilik boyutunu incelemekte yarar vardır.

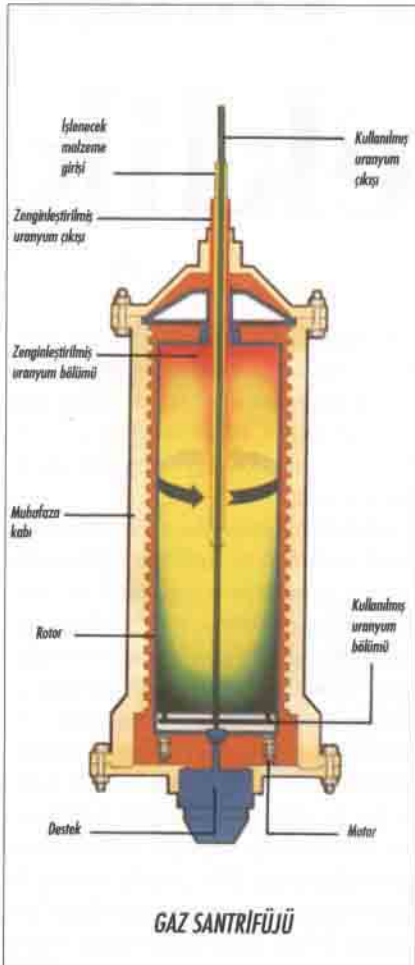
Plutonyumun zehirleyici özelliği, insan vücuduna hangi yolla ve hangi kimyasal bileşik halinde girdiğinde bağlıdır.

Dünya atmosferinde halen, nükleer patlamalar sonucunda buharlaşarak, kullanılmayarak açığa çıkan beş ton kadar plutonyum bulunduğu tahmin edilmektedir.

Nükleer silahlar geliştikçe, içlerine konan plutonyumun daha büyük bir çoğunluğunun fisyon tepkimesinde kullanılmaya karşın, geçmişteki nükleer denemeler de göz önüne alınırsa, ortalama olarak nükleer bombalardaki plutonyumun yaklaşık % 20'sinin kullanıldığını söylemek olasıdır.

Dünya atmosferinde böylesine çok miktarda bulunduğu tahmin edilen plutonyumdan, bugüne kadar hiçbir insanın zehirlendiği bildirilmemiştir. Yinelemek gerekirse plutonyumun zehirleyici özelliği, insan vücuduna hangi yolla, hangi kimyasal bileşik halinde girdiğine bağlıdır. Madeni haldeki plutonyumun zehirleyici özelliği çok düşük olduğundan, birkaç kg plutonyum, terör örgütlerinin amaçladıkları toplu ölümleri sağlamaya yeterli olmamaktadır. Solunum dışı yollarla vücuda giren plutonyum, çok daha zehirli olabilir. Öte yandan piyasada çok daha ucuza, çok daha etkili zehirli kimyasal bileşikler elde etmenin olası olduğunu vurgulamak gerekir.

Hiçbir terör örgütü, zehir olarak kullanma amacı ile plutonyum elde etmeye çalışmayacaktır. Terör örgütlerinin ilgisini çeken, akut ölümlere yol açan, çabuk etki gösteren silahlardır. Bu tür kimyasal bileşikler elde etmek veya küçük atölyelerde birkaç kişiden oluşan gruplarla üretmek, plutonyumdan zehir üretmeye oranla çok daha ucuz ve kolaydır.



Kaynaklar
Adaman Plades A.G., Braun C., Kenton J.E., Rahn F.J., A Guide to Nuclear Power Technology.
Cohen Bernard L., Before It's Too Late.
de Voloy A.Dy., Proliferation of Plutonium and Policy, 1979.
Duderstadt J.J., Hamilton L.J., Nuclear Reactor Analysis, 1976.

Plutonyum

Ne Kadar Tehlikeli?



İkinci Dünya Savaşından sonra ortaya çıkan iki süper güç, nükleer silahlar sayesinde, nerede ise yarım yüzyıla yakın bir süre boyunca dünya barışını ve kendi çıkarlarını korudular. Sovyetler Birliğinin ekonomik ve sonra da politik olarak çökmesi, nükleer silahlar ile sağlanan ve hiç de sağlam olmayan Dünya barışını, umulmadık bir şekilde olumsuz yönde etkilemeye başladı.

Erol Çubukçu
Osman Kadiroğlu
H Ü Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

SON zamanlarda radyoaktif madde kaçakçılığı ile ilgili haberler, basında artan bir sıklıkla yer almaya başladı. Önceleri, ne olduğu ve ne için kullanıldığı bir türlü saptanamayan, kırmızı civa pazarlandığı haberleri yer aldı. Bu malzemenin, nükleer teknolojiye yeri olmamasına karşın, nükleer silah yapımında kullanıldığı öne sürülerek astronomik fiyatlarla satıldığı belirlendi. Ardından, metal uranyum çubuklarının pazarlandığı haberleri basında yer aldı. Kırmızı civa olayında olduğu gibi, asılsız iddialar ortaya atılarak; bu malzemeler için de astronomik fiyatların talep edildiği öğrenildi. Son olarak da, yasadışı bir plutonyum piyasasının varlığı haberleri, hemen herkesi rahatsız etmeye başladı. Önce miligramlar mertebesinde, daha sonra da 300 g kadar plutonyum, Almanya'da ele geçirildi. Gazelerde yer alan haberlere göre kaçakçılar, 4 kg kadar plutonyumu pazarlamayı planlıyorlardı. Alman ve Avrupa basını, Ruslar'ın tüm itirazlarına karşın, nükleer araştırma merkezlerinin sonuçlarına dayanarak bu plutonyumun kaynağını, Rusya olarak belirlediler. Bunun üzerine Ruslar, nükleer silah depolarında ve nükleer mad-

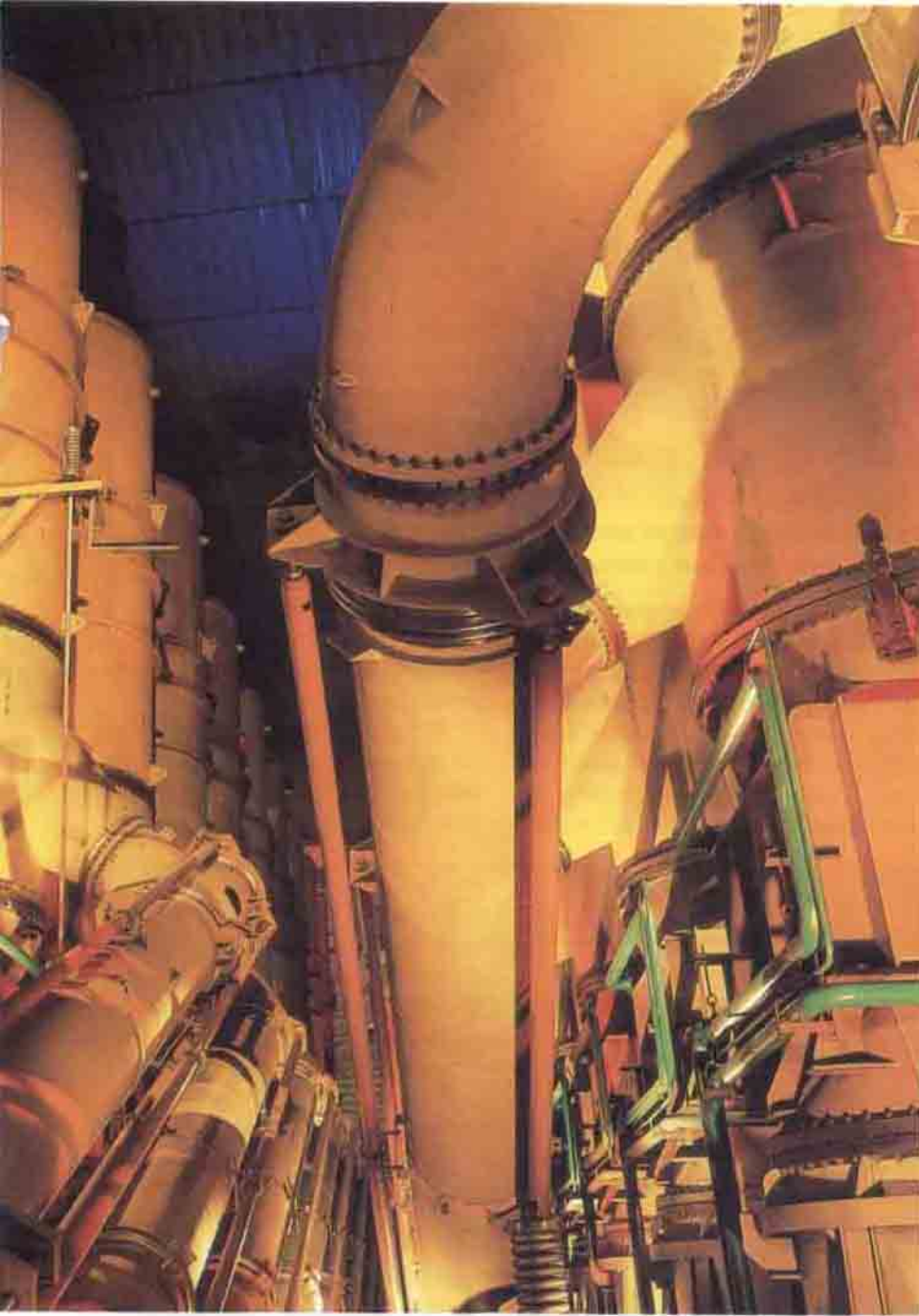


de kasalarında herhangi bir eksiklik olmadığını ısrarla belirtmekle beraber, kaçakçılık olayının sonuçlandırılmasında işbirliğine yanaştılar.

Kısaca hatırlattığımız bu radyoaktif madde kaçakçılığı haberlerinden sonra akla gelen ilk soru, sözü edilen bu radyoaktif maddelerin gerçekten ne denli tehlikeli olduklarıdır. İkinci önemli soru ise, bu maddelerin ne kadarının, kimlerin elinde, toplu katliamlara yönelik nükleer silahlara dönüştürülebileceğidir.

Nükleer Silahlar

Nükleer silahları askeri açıdan çok çekici kılan, bu silahların birim ağırlıkları başına, patlama sırasında ortaya çıkarttıkları enerjidir. Bir bombanın patlaması sonucunda ortaya çıkan enerji, çok kısa bir süre içinde, yakın çevresindeki ortamı ısıtarak bir şok dalgası yaratır. Bu şok dalgası, çevreye, dolayısıyla da hedefe zarar verir. Bir bombanın tahrir gücü, patlama sonucu çevreye eşit derecede zarar verecek kimyasal bir patlayıcı olan trinitro-toluen'in (TNT) ağırlığı cinsinden verilir. Kimyasal patlayıcıların çevreye vereceği zarar ile nükleer bir patlayıcının verece-



patlayıcı vardır ve füze siloları yerine kentleri hedef alırlar. Kısacası nükleer güçler, karşı tarafın sivil halkını rehin almaktadırlar. Üçüncü sistem ise, KABF ve DABF sistemlerinin arasında devreye girebilen, insan kumandası ile çalışan ve gerektiğinde geri çağrılabilir nükleer silahlar taşıyabilen bombardıman uçaklarıdır.

Nükleer Bomba Nedir?

Nükleer bombaların çalışma ilkesi, iki ayrı tür çekirdek tepkimesine dayanır. Ağır çekirdeklerin parçalanması, yani fisyon olayı ile enerji üreten nükleer bombalara, yanlış bir terim olmasına karşın, Atom Bombası denilmektedir. Diğer bir bomba tipi ise, açığa çıkardığı enerjinin çoğunluğu hafif çekirdeklerin kaynaşmasına; yani füzyon tepkimesine dayanan, termonükleer bomba ya da Hidrojen Bombasıdır. Henüz geliştirilme aşamasındaki çok yeni tasarımlar dışında, termonükleer bombaların ateşlenmesinde fisyon tepkimesinden yararlanılır. Diğer bir deyişle hidrojen bombasının tetik mekanizması bir atom bombasıdır. Dolayısıyla nükleer silahların yapılabilirliğini incelemeye, atom bombası yapımı için gerekli malzeme ve teknolojinin neler olduğunun belirlenmesi yeterlidir. Fisil, yani bölünebilir madde adını verdiğimiz uranyum izotoplarından U^{235} ve U^{238} ile insan yapısı olan plutonyum izotopu Pu^{239} , nükleer silahların ham maddeleridir. Uygun miktar ve geometride bir araya getirilen bu malze-

ği zarar arasında binler veya milyon mertebesinde bir fark vardır. Örneğin, Amerikan Minuteman-III Kıtalar Arası Balistik Füzesi içinde bulunan, her biri 170 kt gücünde, ağırlığı yaklaşık 400 kg'dan az olan W62 nükleer başlıkları, patlama sonucu 170,000 ton TNT'e eşdeğer bir enerji açığa çıkarırlar. Diğer yandan, dünyadaki en güçlü nükleer bombalar, Çinlilerin CSS-4 sistemleri olup; güçleri 5-10 Mt (5-10 milyon ton TNT'ye eşdeğer) dolayında, ağırlıkları ise 5 tondan azdır.

Nükleer silahları, güç-ağırlık oranları çekiçi yapmaktadır. Askeri dilde taşıma platformları olarak anılan, uçak veya füze teknolojilerine sahip uluslar için nükleer patlayıcılar, çok uzaktaki hedefleri vurabilme olanağı vermeleri açısından büyük önem taşımaktadırlar.

Nükleer silahların caydırıcı rolünün bir göstergesi, yarım yüzyıla yakın bir süredir bozulmayan Dünya barışıdır. Nükleer si-

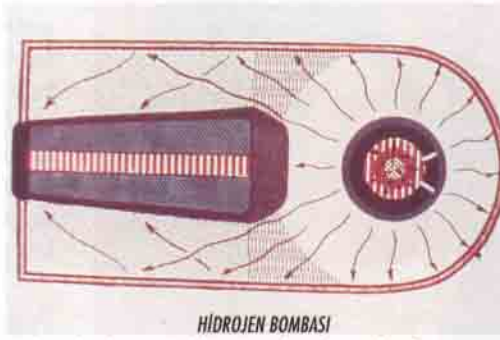
lahlara sahip bir ülke, benzer bir saldırının kendisine de yapılacağı kabusu ile yaşamak zorundadır. Bu nedenle nükleer silah sistemleri, "sac ayağı" olarak tanımlanan, bir üçlü sistemden oluşur. İlk sistem, düşmanın Kıtalar Arası Balistik Füze (KABF) silolarını hedef alan KABF sistemidir. Bu sistem, planlanmış bir saldırıda ya da saldırı karşısında savunma amacı ile kullanılabilir. ABD ve eski SSCB, karşılıklı olarak ilk saldırıda bulunmama garantisi vermiş ve KABF sistemlerini salt kendilerine yapılacak bir saldırı karşısında kullanma kararını benimsemişlerdir. Bir nükleer savaşın ilk yirmi dakikasında, KABF'lerin çoğunluğunun imha edilmesi ve bunların çevreye çok büyük zararlar vermesi olasılığına karşılık, daha çok intikam alma amacına yönelik olan Denizaltından Atılan Balistik Füze (DABF) sistemi geliştirilmiştir. Bu füzelelerde, KABF başlıklarına oranla daha güçlü olan çok sayıda nükleer

Titon II Füzeleeri:
Bu sıvı yakıtlı füzeleerden her biri ayrı bir başlık taşır. Ağırlıkları 150 t., uzunlukları 30 m. dir.





PLUTONYUM BOMBASI
Plutonyumun küresel merkezi çevresinde bulunan kimyasal patlayıcılar aynı anda patlarlar.



HİDROJEN BOMBASI
Hidrojen bombasının içindeki enerji üç kaynaktan gelir: plutonyum bombasının patlaması, döteryum-trityum füzyonu ve uranyum fisyonu.

melerde fisyon tepkimesi, bir nötron kaynağı yardımı ile başlatılır. Kaynaktan çıkan bir nötron, fisil madde ile fisyon tepkimesine girerek, fisil maddenin çekirdeğinin parçalanmasına yol açar. Bu tepkime sonunda, yüksek kinetik enerjiye sahip (fisil maddenin çekirdeğine göre) iki hafif çekirdekten başka, iki veya üç tane de

nötron ortaya çıkar. Ortaya çıkan bu nötronlardan bazıları, sistemdeki diğer fisil çekirdeklerle fisyon tepkimesine girmek için sistemi terk ederler. Sistemden kaçan nötronların fisyon tepkimesine girenlere oranı, sistemin fiziksel büyüklüğü ile ters orantılıdır. Fisyon tepkimesinden çıkan nötronlardan bir kısmı ise, fisil madde-

de veya sistemdeki diğer maddelerde fisyon yapmayacak tepkimelerle yutulurlar. Sızma ve yutulma kayıplarından artı kalan nötronlar yeniden fisyon tepkimesi yaratırlar. Eğer sistemde yeterli fisil madde varsa ve seçilen geometri uygunsa, ard arda gelişen (zincirleme) fisyon tepkimeleri sonucu, sistemdeki nötron sayısı zamanla artar. Hızla oluşan bu zincir tepkimeleri sonucu, çok büyük bir ısı açığa çıkar. Sıcaklığı artan sistem genişleme eğilimi gösterir ve sistemden sızan nötronların oranı artar; bunun sonucu olarak da zincirleme tepkimeleri sona erer. Dolayısı ile, nükleer bomba tasarımında en önemli konu, malzeme ve geometri seçiminin, zincirleme tepkimeyi mümkün olduğunca uzun süre devam ettirecek şekilde yapılmasıdır.

Nükleer sistemler tasarlanırken, nötron sızıntısının en aza indirilebilmesi amacıyla genelde küresel geometri yeğlenir. Küre, bütün geometrik cisimler içinde, ha-

Plutonyum Üretimi ve Kullanımı

Okan Zabunoğlu
H Ü Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

Bir nükleer reaktörde uranyum-238'in nötron yutması sonucu plutonyum-239 oluşur. Oluşan plutonyum-239, bir yandan fisyon yaparak enerji üretimine katkıda bulunurken bir yandan da nötron yutmaya devam ederek plutonyum-240, plutonyum-241 ve plutonyum-242 izotoplarına dönüşür. 1000 MW-elektrik gücündeki tipik bir hafif su soğutmalı nükleer reaktörden çıkan kullanılmış yakıt yaklaşık %95.5 Uranyum, %3.5 fisyon sonucu oluşan hafif elementler, %0.1 uranyum ötesi ağır elementler ve yalnızca %0.9 oranında plutonyum içerir. Bu plutonyumun %59'u Pu-239, gerisi diğer plutonyum izotoplarıdır. Bu izotoplardan yalnızca plutonyum-239 enerji üretiminde ya da bomba malzemesi olarak kullanılabilir. Bomba malzemesi olarak kullanılacak plutonyumun %90'dan fazla plutonyum-239 içermesi gerektiğinden, yüksek izotopik saflıkta plutonyum-239 (bomba malzemesi) elde etmek için özel üretim reaktörleri geliştirilmiştir. İlk plutonyum üretim reaktörü, 2. Dünya Savaşı sırasında tasarlanmış ve Şubat 1945'de Hanford'da (A.B.D.) günde 1 kg plutonyum üretmek üzere çalışmaya başlamıştır. Plutonyum üretim reaktöründen elde edilen malzeme de önemli miktarda uranyum, fisyon ürünü hafif elementler ve uranyum ötesi ağır elementler içerir. Bu karışımın içinden son derece yüksek saflıkta plutonyum elde edilmesi kimyasal ayrıştırma yöntemlerini gerektirir. Bu amaçla uygulanan ilk

yöntem, bizmut fosfat (BiPO₄) ile çöktürme yöntemi olmuştur. Hanford'da üretilen karışımdan saf plutonyum eldesi, yine aynı yörede kurulan bir bizmut-fosfat ile çöktürme tesisinde gerçekleştirilmiştir. Bizmut-fosfat ile çöktürme yöntemi, çeşitli dezavantajlara (düşük verim, fazla kimyasal madde tüketimi, fazla atık üretimi ve uranyumun geri kazanılamaması) sahip olduğundan, daha sonraları bu yöntemden vazgeçilmiş ve "Çözücü (solvent) Ekstraksiyonu" yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır.

Günümüzde Purex adı verilen ve çözücü olarak tri-bütül-fosfat kullanan solvent ekstraksiyonu yöntemi plutonyum üretim reaktörlerinden elde edilen karışımın ve kullanılmış nükleer yakıtların işlenmesinde (reprocess) rakipsiz olarak uygulanmaktadır. Purex yönteminde kullanılmış nükleer yakıtlar, önce nitrik asit (HNO₃) ile çözülür; daha sonra organik tri-bütül-fosfat çözeltisi ile temasa geçirilerek nitrik asit fazındaki uranyum ve plutonyum organik faza çekilir (ekstraksiyon). Bu şekilde hafif elementlerden (ve aktiviteden) annan uranyum ve plutonyum karışımına bir indirgeyici madde eklenerek uranyum ve plutonyumun birbirlerinden ayrılması sağlanır. Sonuçta temiz ve saf uranyum ile plutonyum ayrı ayrı çözeltiler halinde elde edilir. Böylece geri kazanılan uranyum ve plutonyum, gerekli kimyasal dönüştürme ve fabrikasyon işlemlerinden sonra tekrar nükleer reaktörlere yüklenerek enerji üretimine önemli ölçüde katkı sağlanabilir.

Nükleer reaktörler bir yandan enerji üretirken bir yandan da tükettiklerinden daha fazla

yakıtı; uranyum-238'in plutonyum-239'a dönüşmesinden yararlanarak üretecek şekilde de tasarlanabilirler. Bu tür reaktörlere "üretken reaktörler" adı verilir. Normal reaktörler uranyum-235 tüketirken, üretken reaktörler, yalnızca uranyum-238 tüketirler. Doğal uranyumun %99'dan fazlasını fisil olmayan uranyum-238'in ve yalnızca binde 7 kadını fisil uranyum-235'in oluşturduğu hatırlanırsa, üretken reaktörlerin son derece değerli nükleer hammadde (fisil malzeme) en verimli şekilde kullanılması yolunu olası kılacağı görülebilir. Üretken reaktörlerde üretilen plutonyum-239'un, enerji üretmek üzere tekrar kullanılabilmesi için, reaktörden çıkan yakıtın yine bir kimyasal ayırma (Purex) tesisinde işlenerek, plutonyum-239'un yakıt karışımından ayrılması gerekir. Üretken reaktör teknolojisinin benimsenmesi halinde kimyasal ayırma, nükleer yakıt çevriminin vazgeçilmez bir parçası olacak ve nükleer reaktörlerden elektrik enerjisi üretiminde asıl rolü, uranyum-235 yerine plutonyum-239 üstlenmeye başlayacaktır.

Plutonyum, elektrik enerjisi üretimi için ve nükleer bomba malzemesi olarak kullanılmasının yanı sıra, ısı kaynağı olarak da kullanılabilir. Bu uygulama için plutonyum-238 izotopundan yararlanılır. Saf plutonyum-238 izotopu, nükleer reaktörlerden çıkan kullanılmış yakıttan kimyasal ayırma yolu ile geri kazanılabilen neptunium-237'nin ısılanması (radyasyona maruz bırakılması) ile elde edilebilir. Plutonyum-238, uzay programlarında (Apollo gibi), iletişim uydularında kullanılan termoelektrik güç üreteçlerinde ve kalp pillerinde, ısı kaynağı olarak kullanım alanı bulmuştur.

cim başına en az yüzeye sahip olanıdır. Tümleyle fisil maddeden oluşan bir kürenin çapı büyüdükçe, sızan nötronların oranı azalmaktadır. Kullanılan fisil malzemeye bağlı olarak değişen, belli çaptaki bir kürede her bir fisyon olayından doğan nötronlardan en az biri, yeni bir fisyon tepkimesine yol açarak, zincirleme tepkimelerin oluşmasını sağlar. Böyle bir sisteme kritik kütle adı verilir. Kürenin çapı, kritik çaptan büyük ise, her bir fisyon olayı, birden fazla fisyon tepkimesine yol açar. Bu durumda zincirleme tepkimeler artarak devam eder. Bu tip sistemlere kritik-üstü adı verilir. Kürenin çapı kritik değerin altındaysa, zincirleme tepkimeler oluşmaz ve böyle sistemler kritik-altı sistemler adı ile anılır.

Nükleer bir bombanın yapımı sırasında kritik kütle oluşturacak kadar fisil maddeyi bir küre halinde bir araya getirmeye çalışmak, patlamaya yol açar. Bu nedenle, nükleer silahların içine konan fisil madde, normal koşullardaki yoğunluğunda zincirleme tepkimeye izin vermeyecek kadar küçük bir metal küre halindedir. Bu metal küre, bombanın patlaması için, kimyasal patlayıcılar yardımı ile sıkıştırılarak, çok daha yoğun; ancak daha küçük bir küre haline getirilir. Kürenin yoğunluğunun artması ile nötron sızıntısı azalır ve çok hızlı gelişen zincirleme tepkimeler, nükleer patlamaya neden olur.

Bir nükleer bombanın yapımı için, yalnızca fisil malzemeye sahip olmak yeterli değildir. Fisil maddeden yapılmış kürenin sıkıştırılabilmesi için, kimyasal patlayıcıları

senkronize olarak ateşleyecek düzeneklerin yapımı, bu alanda ileri bir teknolojiye sahip olmayı gerektirmektedir.

Fisil Madde

Nükleer bombalarda kullanılacak fisil maddelerden günümüzde en çok tercih edileni, plutonyumdur. Nükleer silahlara sahip olan bütün ülkelerin bombaları plutonyumdan yapılmıştır. Plutonyumun (daha doğru kullanımı ile Pu^{239} 'un) fisyon başına ürettiği nötron sayısı, diğer fisil maddelere oranla daha fazladır. Bu da, daha az malzeme ile kritik kütle elde edilebilmesine olanak verir. Pu^{239} , yarı ömrü 24 000 yıl olan kararsız bir çekirdek olması nedeniyle, doğada bulunmaz. Doğal uranyumun % 99,3'ünü oluşturan ve fisil olmayan bir izotop olan U^{238} 'in nükleer reaktörlerde nötronlarla ışınlanması ile elde edilir. Pu^{239} üre-

Plutonyumun Sağlık Etkileri

Sinan Göktepeli
H Ü Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

Plutonyum (Pu), gümüş renginde, ağır bir metaldir. Bilinen 16 izotopu vardır. Bunlardan en uzun yarı ömre sahip olanları, sırasıyla, 24 390 yılla Pu^{239} , 6580 yılla Pu^{240} , 86,4 yılla Pu^{238} ve 13,2 yılla Pu^{241} 'dir. Plutonyumun biyolojik etkileri konusundaki tahminler, kimyasal, fiziksel veya biyolojik özellikleri konusundaki bilgilere, işleme sırasında ve nükleer silahların yol açtığı serpintilerden elde edilen verilere ve meydana gelen kazalar sırasında maruz kalan kişilerde gözlenen etkilerden elde edilen verilere dayanır. Plutonyumun fizyokimyasal özellikleri, zehirlilik ve zararlılık miktarını belirler. Kimyasal aktivitesi yüksektir.

İnsan vücuduna iki ana yolla girebilir: besin yoluyla ve havadan solunma yoluyla. Plutonyum saf ve toz halinde solunduğunda, %25'i akciğerlerde, %38'i üst solunum yollarında birikir ve geri kalanı da dışarı atılır. Bir kaç saat içinde, üst solunum yollarında birikmiş olanın tamamı, akciğerlerde birikmiş olanın da %40'ı temizlenir. Solunum yoluyla alınan toplam miktarın %15'i kadar plutonyum, iki yıl kadar bir süre akciğerlerde kalır. Bu bölgede biriken plutonyum, 2000 rem/ μ Ci miktarında maruziyete yol açar. Japonya'da atom bombasından sonra hayatta kalanlar, radon gazına maruz kalmış ma-



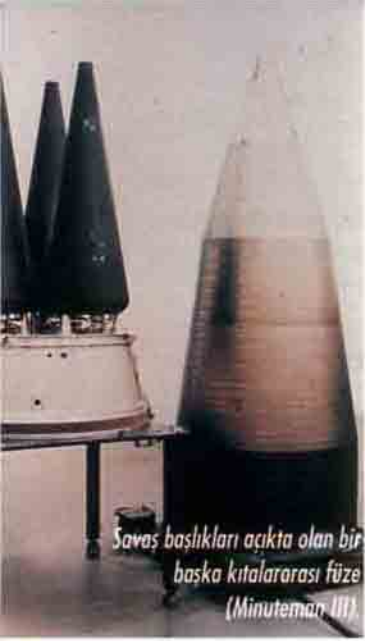
denciler ve maruziyet görmüş diğer insanlar üzerinde yapılan çalışmalardan yola çıkılarak, akciğerin maruz kaldığı her milirem radyasyon için kanser riski hesaplanmıştır. Bu değere göre beklenen kanserlerin sayısı, solunan her yarım kilo plutonyum için, 2 milyon dolaylarında hesaplanmıştır. Bu rakam, plutonyumun bir çok diğer maddeye göre daha az zararlı olduğunu gösterir. Besin yoluyla alındığında, çok az bir miktarı bağırsaklar tarafından emilebilir, çoğu dışkı aracılığı ile vücuttan atılır. Genellikle alfa ışınları yaydığından, bağırsaklarda küçük bir alan radyasyona maruz kalır. Bu nedenle plutonyumun vücuda besin yoluyla girmesi, solunmasından 5000 kat daha az tehlikelidir. Bir miktar plutonyum yiyen bir insanla, aynı miktar kafein yiyen bir diğeri, eşit miktarda tehlikeye maruz kalırlar.

Olasılığı düşük olmasına karşın, plutonyumun açık bir yara yoluyla doğrudan kana karışması konusuna da değinmek gerekir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre, damardan enjekte edilen plutonyum bileşikler, genellikle damarlarda birirmektedir. Bu deneylerden elde edilen veriler, doğrusal bir doz-tepki modeli kullanılarak değerlendirildiğinde, iskelet sistemi plutonyum kaynaklı 1 rad'lık maruziyet gören 1.000.000 insan arasında, 200 ke-

mik kanseri görüleceği tahmin edilmiştir.

Plutonyumun insan vücuduna girebilmesi için çeşitli fiziksel koşulların sağlanması gerekmektedir. Yarım kilo plutonyum tozu havaya saçıldığında yere çöker ve insanların çoklukla bulunduğu bir yerde (örneğin şehir merkezinde) bile, ancak 100 000'de biri kadarı solunabilir. Bu da 19 kanser vakası için yeterli bir miktardır. Eğer insanlar bu serpintiden haberdar edilmişlerse, yüzlerini bir parça katlanmış bezle örttükleri takdirde, bu sayı 19'dan 3'e düşer. Rüzgar nedeniyle plutonyum tozunun tekrar havalanması durumunda, plutonyumun sebep olacağı 7 kanser vakası daha beklenebilir. Toprağa karışan plutonyum ise, toprak üzerinde yapılan tarım, inşaat gibi faaliyetler nedeniyle yeniden havaya karışacaktır. Bunun, serpintiden sonraki yıllarda bir tek kansere yol açma olasılığı %20'dir. Topraktaki plutonyumun, bitki kökleri tarafından emilerek insan besinlerine karışması sonucu 1 kansere daha yol açması beklenebilir. Tüm bu rakamların toplamı, yarım kilo plutonyumun serpinti halinde yayılması durumunda, en fazla 27 ölüme yol açacağını göstermektedir.

Bir nükleer bombada bulunan plutonyumun %20'si fisyon yapar, kalanı ise saf toz olarak atmosfere yayılır. Günümüze kadar yapılan nükleer bomba deneylerinden, bu yöntemle, atmosfere 5000 kilo kadar plutonyum yayılmıştır ve bunun 4000 kadar kanser vakasına yol açması beklenmektedir. Rakamın, yukarıda belirtilenden küçük olmasının nedeni, deneylerin insanlardan uzak ve tarım yapılmayan yerlerde gerçekleştirilmesidir.



Savaş başlıkları açığa olan bir başka kıtalararası füze (Minuteman III)

tebilmek için bir nükleer reaktör ve bir kimyasal ayrıştırma tesisi gerekirken; U^{235} , ancak çok pahalı olan izotop zenginleştirme yöntemlerinin kullanılması ile elde edilebilir. Nükleer bomba hammaddesi olarak kullanılabilen diğer fisil madde U^{235} , doğada bulunmadığından, yine Pu^{239} 'a benzer yöntemlerle üretilmektedir. U^{235} üretimi için, toryumun doğada bulunan tek izotopu olan Th^{232} , bir nükleer reaktörde nötronlarla ışınlanır. Daha sonra kimyasal ayrıştırma gerektiren

bu işlem, ortaya çıkan yan ürünlerin daha fazla radyoaktif olmasından dolayı Pu^{239} üretiminden daha zordur. Bu nedenle pek kullanım alanı bulamayan bu izotop, nükleer silah sahibi devletler için cazip bir alternatif değildir. Fisil uranyum izotopları, yalnızca nükleer silah teknolojisine gizlice girme amacı taşıyan az gelişmiş ülkelerin ilgi duyabileceği maddeler olabilir.

Plutonyum

Glenn Seaborg tarafından 1940 yılında keşfedilen 94 atom numaralı bu element, yapay olarak üretilmektedir. Doğada eser miktarlarda bulunan ve saptanması bile çok güç olan plutonyum, kimyasal olarak aktinidler sınıfına dahildir. Uranyumun 238 ağırlıklı izotopunun nötron yutması sonucu oluşan kararsız U^{239} çekideği, ard arda iki beta

ışınması yaparak Pu^{239} 'a dönüşür. Bir nükleer reaktörde bulunan U^{238} çekirdeklerinin tümünün, nötron yutar yutmaz reaktörden çıkartılmasına olanak yoktur. Bunun sonucu oluşan plutonyum uzun bir süre nötron bombardımanı altında kalır. Pu^{239} , nötronlarla fisyon tepkimesine girebildiği gibi; nötron yutup gama ışıması yaparak daha ağır bir izotop olan Pu^{240} 'ı oluşturur. Pu^{239} fisil bir izotop olmadığından, reaktörde uzun süre bekleyen plutonyumun nükleer silah yapımı açısından kalitesi düşer. Pu^{240} da nötron yutarak, nükleer silah yapımı için Pu^{239} kadar elverişli olmayan daha ağır plutonyum izotoplarının (Pu^{241} ve Pu^{242}) açığa çıkmasına neden olur. Elektrik üretiminde kullanılan nükleer santrallerde, yakıtlar uzun süre reaktörde kaldığı için, bu santrallerden elde edilecek plutonyum, nükleer silah yapımı için uygun değildir. Askeri amaçlı pluton-

Kritik Kütle Hesabı

Mehmet Tombakoğlu
HÜ Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

Nükleer bir bombanın yapımında kullanılan fisil malzemenin miktarı, bombanın tasarımına bağlı olmakla birlikte; minimum oranda kullanılması gerekli olan fisil malzeme miktarını basit bir hesaplama bulmak mümkündür. Bu yazıda basit olarak kritik kütle hesabının nasıl yapıldığı anlatılacaktır.

Temelde, kritik kütle hesabı, zincirleme fisyon tepkimesinin başladığı andan itibaren sürekli devam ettiği bir sistemde bulunması gereken minimum fisil madde miktarı, şeklinde yapmak uygun olacaktır. Fisil maddeden anladığımız, fisyon yapabilen izotoplardır. U^{235} , U^{233} , Pu^{239} ve Pu^{241} örnek olarak verilebilir. U^{235} ve Pu^{239} izotopları saf olarak bulunmadıkları için pek fazla önem taşımazlar.

İlk atom bombasının yapımı sırasında kritik kütle hesabı konusunda yapılan tahminler sürekli olarak değişmiş ve sorun yaratmıştı. Sorun temelde bu izotopların nötronlara ne denli büyük göründüklerinin bir ölçüsü olan etkin tesir kesitleri ve fisyonundan açığa çıkan ortalama nötron sayısı ile ilgili verilerin yetersizliğinden kaynaklanmaktaydı. Bir diğer sorun ise, bu izotopların kendiliğinden fisyon yapmasından dolayı, kof patlama olasılığının bulunmasıydı. Sonuç olarak, bir bomba için gerekli kritik kütle hesabını saptamasını belirleyen unsurlar şunlardır:

- Fisil malzemenin nötronik özellikleri,
- Fisil malzemenin kimyasal formu,
- Fisil malzeme içindeki izotopların miktarı,
- Fisil malzemenin yoğunluğu,
- Geometri,
- Reflektör malzemesinin çeşidi ve kalınlığı,
- Kimyasal patlayıcının kalınlığı.

Tüm bu unsurlar kritik kütle hesabında önemli rol oynamakla birlikte; etkili bir bomba'nın yapımında, tasarım aşaması ile ilgili diğer unsurlar daha fazla önem kazanmaktadır.

Kritik kütle hesabı bulunması için üretilen nötron sayısının, tüketilen nötron sayısına eşit olması gerekmektedir. Bu sayede zincirleme tepkime oluşur. Bunun anlamı, fisyonundan açığa çıkan nötron sayısının yutulanlara ve sistemden sızanlara eşit olmasıdır.

$$\text{Kısaca } k_{\text{eff}} = \frac{\text{Üretilen nötron sayısı}}{\text{Tüketilen nötron sayısı}} = \frac{\nu \Sigma_f}{\Sigma_a + DB_g}$$

Bu denklemdeki ν , bir fisyon olayı olmasından sonra açığa çıkacak ortalama nötron sayısını, $\Sigma_f = n \cdot \sigma_f$, nötronlarının fisyon yapma olasılığını ve $\Sigma_a + DB_g$ ise nötronların sistemde yutulma ve sistemden sızma olasılığını ifade etmektedir. Bu denklem kullanılarak belli bir fisil malzeme için kritik kütle hesabı yapılabilir.

Geometrinin tanımlanması da gereklidir. Bunun için de minimum yüzey ve maksimum hacime sahip bir geometri seçilerek, DB_g terimi ile hacim minimize edilebilir. Bu hesap yapıldığında optimum geometrinin küre olduğu bulunur. Homojen bir sıkıştırma yapmak için uygunluğu da düşünüldüğünde bu, bom-

banın şekli hakkında da bize bilgi verecektir. Optimizasyonun sonucu olarak çıplak yani reflektörsüz bir bombanın hesabını yapacak olursak

$$R_{\text{kritik}} = \sqrt{\frac{3 \sigma_a \sigma_f}{\pi} \left(\frac{\nu \sigma_f}{\sigma_a} - 1 \right)}$$

bulunur.

Yukarıdaki denklemin sağ tarafı bütünüyle fisil malzemenin nötronik özelliklerine bağlı olup; bize kürenin yarıçapı ile malzemenin atom yoğunluğunun çarpımını vermektedir. Ancak bu hesaplar sonucu bulunacak kritik kütle hesabı nükleer silah yapımı için gerekli olan kritik kütle gibi düşünülmeli, yanlış olacaktır. İleri teknolojiye sahip ülkelerin bomba yapımı için gerekli olan kritik kütle hesabı ya da daha azı ile bomba yapımını gerçekleştirmeleri atom yoğunluğunu artırarak olası hale gelebilir.

Ne var ki teknoloji gelişmemiş ülkelerin bunu yapması mümkün gözükmemektedir. %5 zenginlikte plutonyum Pu^{239} içeren bir malzeme küresel hale getirilerek, çevresine 10 cm'lik bir uranyum reflektör konursa 60 ± 6 kg malzeme kritiklik içinde yeterli olacaktır. Alfa fazında saf Pu^{239} kullanılacak olursa; 4.5 ± 0.1 kg malzeme, aynı şekilde saf U^{235} kullanılırsa yaklaşık 16 kg malzeme gerekli olacaktır.

Berilyum reflektör kullanılırsa yaklaşık 16 kg malzeme gerekli olacaktır. Bu durumda kritik kütle miktarı ile birlikte bombanın tesir gücü de azalmakta (2.47 kg); bu nedenle de berilyum reflektör tercih edilmemektedir.

yum (Pu^{239} bakımından zengin), özel olarak tasarlanmış reaktörlerde, U^{235} 'in ısıtılması ile üretilir.

Ele geçirilen plutonyumun analizi, izotop üretim reaktörlerinin yapısı ve kimyasal süreçlere ilişkin verilerle birleştirildiğinde, plutonyumun kaynağı ile ilgili çıkarımlar yapılabilir. Nükleer silah üretiminde, genellikle % 90'ın üzerinde Pu^{239} içeren plutonyum kullanılır. Bu zenginlikte plutonyumdan yapılacak en ilkel bomba için en az 10 kg plutonyuma gereksinim vardır. Daha gelişmiş bir tasarım ile bu miktar, 4 kg'a kadar indirilebilir. Bir nükleer bomba yapımı için gerekli fisil malzeme miktarını azaltmak, ancak teknolojiye deneyim ve ilerleme ile olasıdır. Başka bir deyişle, nükleer bomba yapmak için plutonyum elde eden tarafın, çok geniş teknolojik olanakların yanı sıra deneyime de sahip olması gerekmektedir. Terör örgütlerinin, ele geçirecekleri bir kaç kilo plutonyum ile nükleer bir silah yapmaları son derece zor olacaktır. Yine de kaçak olarak elde edilebilecek plutonyum, nükleer silahlar konusunda uzun süre çalışma yapmış, gelişmekte olan ülkeler için cazip olabilir.

Basında son zamanlarda yer alan, Al-



manya'da ele geçirilmiş birkaç miligram veya 300 g plutonyumun, askeri bir değeri yoktur. Bu miktarlarda plutonyum ile nükleer silah yapmaya olanak yoktur. 4 kg dolayındaki miktarlar ise, çok düşündürücü olabilir. Gerekli teknolojiye sahip ülkeler için bu miktarlar, nükleer silah yapmaya yeterli olabilecektir. Ne var ki nükleer silah konusunda düzenli bir program yürütme şansı olmayan terör örgütleri için, çok daha büyük miktarlar gerekmektedir.

Zehirli Plutonyum

Ne yazık ki sansasyon yaratma amacı güden bazı basın kurumlarının gerçekle bağdaşmayan telkinleri ve konunun uzmanı olmayan kişileri kaynak göstererek verdikleri bilgiler doğrultusunda, kamuoyunda plutonyumun nükleer silah yapımının yanı sıra zehir olarak da kullanılabileceği yolunda genel bir kanı oluştu. Gerçekten de zehirli bileşikler oluşturabilen bu elementin, zehirlilik boyutunu incelemekte yarar vardır.

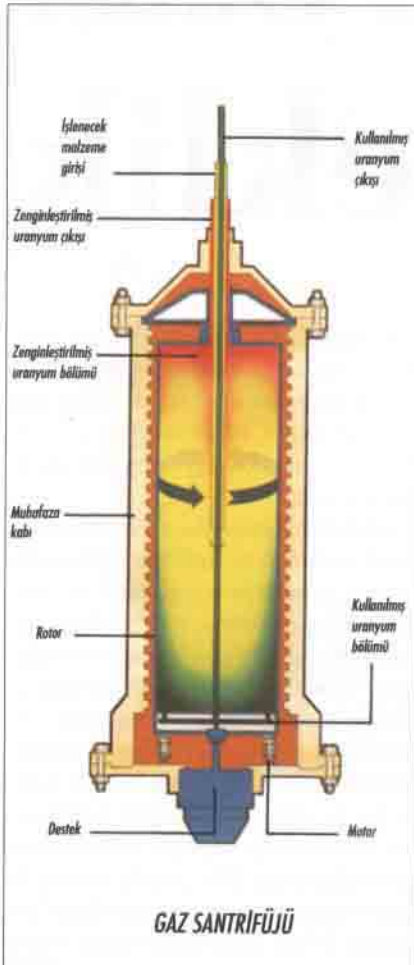
Plutonyumun zehirleyici özelliği, insan vücuduna hangi yolla ve hangi kimyasal bileşik halinde girdiğinde bağlıdır.

Dünya atmosferinde halen, nükleer patlamalar sonucunda buharlaşarak, kullanılmayarak açığa çıkan beş ton kadar plutonyum bulunduğu tahmin edilmektedir.

Nükleer silahlar geliştikçe, içlerine konan plutonyumun daha büyük bir çoğunluğunun fisyon tepkimesinde kullanılmaya karşın, geçmişteki nükleer denemeler de göz önüne alınırsa, ortalama olarak nükleer bombalardaki plutonyumun yaklaşık % 20'sinin kullanıldığını söylemek olasıdır.

Dünya atmosferinde böylesine çok miktarda bulunduğu tahmin edilen plutonyumdan, bugüne kadar hiçbir insanın zehirlendiği bildirilmemiştir. Yinelemek gerekirse plutonyumun zehirleyici özelliği, insan vücuduna hangi yolla, hangi kimyasal bileşik halinde girdiğine bağlıdır. Madeni haldeki plutonyumun zehirleyici özelliği çok düşük olduğundan, birkaç kg plutonyum, terör örgütlerinin amaçladıkları toplu ölümleri sağlamaya yeterli olmamaktadır. Solunum dışı yollarla vücuda giren plutonyum, çok daha zehirli olabilir. Öte yandan piyasada çok daha ucuza, çok daha etkili zehirli kimyasal bileşikler elde etmenin olası olduğunu vurgulamak gerekir.

Hiçbir terör örgütü, zehir olarak kullanma amacı ile plutonyum elde etmeye çalışmayacaktır. Terör örgütlerinin ilgisini çeken, akut ölümlere yol açan, çabuk etki gösteren silahlardır. Bu tür kimyasal bileşikler elde etmek veya küçük atölyelerde birkaç kişiden oluşan gruplarla üretmek, plutonyumdan zehir üretmeye oranla çok daha ucuz ve kolaydır.



Kaynaklar
Adaman Plades A.G., Braun C., Kenton J.E., Rahn F.J., A Guide to Nuclear Power Technology.
Cohen Bernard L., Before It's Too Late.
de Voloy A.D., Proliferation of Plutonium and Policy, 1979.
Duderstadt J.J., Hamilton L.J., Nuclear Reactor Analysis, 1976.

Plutonyum

Ne Kadar Tehlikeli?



İkinci Dünya Savaşından sonra ortaya çıkan iki süper güç, nükleer silahlar sayesinde, nerede ise yarım yüzyıla yakın bir süre boyunca dünya barışını ve kendi çıkarlarını korudular. Sovyetler Birliğinin ekonomik ve sonra da politik olarak çökmesi, nükleer silahlar ile sağlanan ve hiç de sağlam olmayan Dünya barışını, umulmadık bir şekilde olumsuz yönde etkilemeye başladı.

Erol Çubukçu
Osman Kadiroğlu
H Ü Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

SON zamanlarda radyoaktif madde kaçakçılığı ile ilgili haberler, basında artan bir sıklıkla yer almaya başladı. Önceleri, ne olduğu ve ne için kullanıldığı bir türlü saptanamayan, kırmızı civa pazarlandığı haberleri yer aldı. Bu malzemenin, nükleer teknolojiye yeri olmamasına karşın, nükleer silah yapımında kullanıldığı öne sürülerek astronomik fiyatlarla satıldığı belirlendi. Ardından, metal uranyum çubuklarının pazarlandığı haberleri basında yer aldı. Kırmızı civa olayında olduğu gibi, asılsız iddialar ortaya atılarak; bu malzemeler için de astronomik fiyatların talep edildiği öğrenildi. Son olarak da, yasadışı bir plutonyum piyasasının varlığı haberleri, hemen herkesi rahatsız etmeye başladı. Önce miligramlar mertebesinde, daha sonra da 300 g kadar plutonyum, Almanya'da ele geçirildi. Gazelerde yer alan haberlere göre kaçakçılar, 4 kg kadar plutonyumu pazarlamayı planlıyorlardı. Alman ve Avrupa basını, Ruslar'ın tüm itirazlarına karşın, nükleer araştırma merkezlerinin sonuçlarına dayanarak bu plutonyumun kaynağını, Rusya olarak belirlediler. Bunun üzerine Ruslar, nükleer silah depolarında ve nükleer mad-

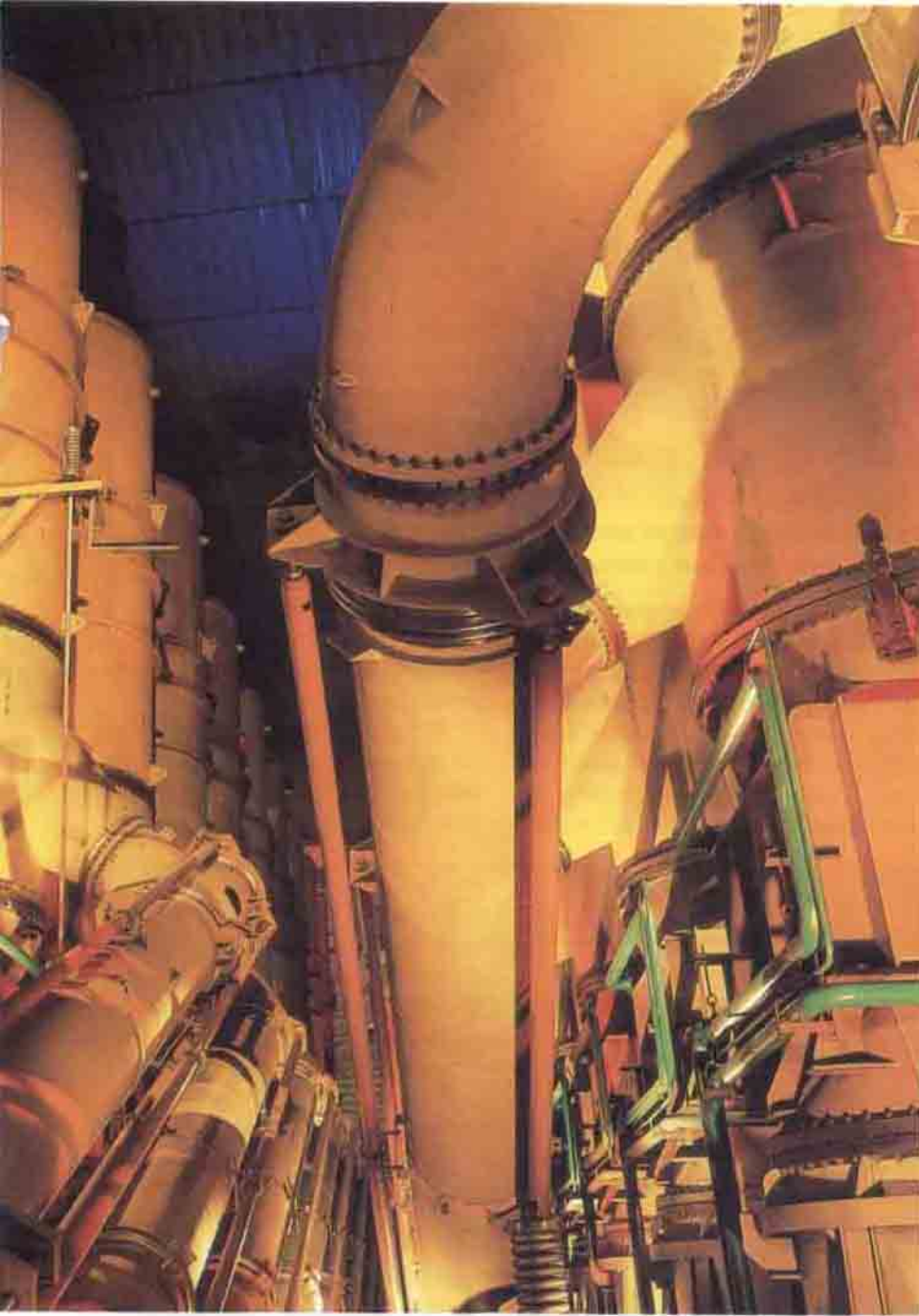


de kasalarında herhangi bir eksiklik olmadığını ısrarla belirtmekle beraber, kaçakçılık olayının sonuçlandırılmasında işbirliğine yanaştılar.

Kısaca hatırlattığımız bu radyoaktif madde kaçakçılığı haberlerinden sonra akla gelen ilk soru, sözü edilen bu radyoaktif maddelerin gerçekten ne denli tehlikeli olduklarıdır. İkinci önemli soru ise, bu maddelerin ne kadarının, kimlerin elinde, toplu katliamlara yönelik nükleer silahlara dönüştürülebileceğidir.

Nükleer Silahlar

Nükleer silahları askeri açıdan çok çekici kılan, bu silahların birim ağırlıkları başına, patlama sırasında ortaya çıkarttıkları enerjidir. Bir bombanın patlaması sonucunda ortaya çıkan enerji, çok kısa bir süre içinde, yakın çevresindeki ortamı ısıtarak bir şok dalgası yaratır. Bu şok dalgası, çevreye, dolayısıyla da hedefe zarar verir. Bir bombanın tahrir gücü, patlama sonucu çevreye eşit derecede zarar verecek kimyasal bir patlayıcı olan trinitro-toluen'in (TNT) ağırlığı cinsinden verilir. Kimyasal patlayıcıların çevreye vereceği zarar ile nükleer bir patlayıcının verece-



patlayıcı vardır ve füze siloları yerine kentleri hedef alırlar. Kısacası nükleer güçler, karşı tarafın sivil halkını rehin almaktadırlar. Üçüncü sistem ise, KABF ve DABF sistemlerinin arasında devreye girebilen, insan kumandası ile çalışan ve gerektiğinde geri çağrılabilir nükleer silahlar taşıyabilen bombardıman uçaklarıdır.

Nükleer Bomba Nedir?

Nükleer bombaların çalışma ilkesi, iki ayrı tür çekirdek tepkimesine dayanır. Ağır çekirdeklerin parçalanması, yani fisyon olayı ile enerji üreten nükleer bombalara, yanlış bir terim olmasına karşın, Atom Bombası denilmektedir. Diğer bir bomba tipi ise, açığa çıkardığı enerjinin çoğunluğu hafif çekirdeklerin kaynaşmasına; yani füzyon tepkimesine dayanan, termonükleer bomba ya da Hidrojen Bombasıdır. Henüz geliştirilme aşamasındaki çok yeni tasarımlar dışında, termonükleer bombaların ateşlenmesinde fisyon tepkimesinden yararlanılır. Diğer bir deyişle hidrojen bombasının tetik mekanizması bir atom bombasıdır. Dolayısıyla nükleer silahların yapılabilirliğini incelemeye, atom bombası yapımı için gerekli malzeme ve teknolojinin neler olduğunun belirlenmesi yeterlidir. Fisil, yani bölünebilir madde adını verdiğimiz uranyum izotoplarından U^{235} ve U^{238} ile insan yapısı olan plutonyum izotopu Pu^{239} , nükleer silahların ham maddeleridir. Uygun miktar ve geometride bir araya getirilen bu malze-

ği zarar arasında binler veya milyon mertebesinde bir fark vardır. Örneğin, Amerikan Minuteman-III Kıtalar Arası Balistik Füzesi içinde bulunan, her biri 170 kt gücünde, ağırlığı yaklaşık 400 kg'dan az olan W62 nükleer başlıkları, patlama sonucu 170,000 ton TNT'e eşdeğer bir enerji açığa çıkarırlar. Diğer yandan, dünyadaki en güçlü nükleer bombalar, Çinlilerin CSS-4 sistemleri olup; güçleri 5-10 Mt (5-10 milyon ton TNT'ye eşdeğer) dolayında, ağırlıkları ise 5 tondan azdır.

Nükleer silahları, güç-ağırlık oranları çekiçi yapmaktadır. Askeri dilde taşıma platformları olarak anılan, uçak veya füze teknolojilerine sahip uluslar için nükleer patlayıcılar, çok uzaktaki hedefleri vurabilme olanağı vermeleri açısından büyük önem taşımaktadırlar.

Nükleer silahların caydırıcı rolünün bir göstergesi, yarım yüzyıla yakın bir süredir bozulmayan Dünya barışıdır. Nükleer si-

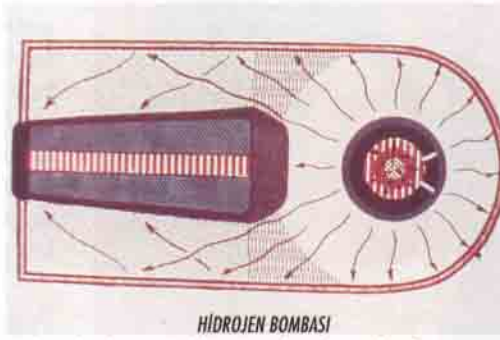
lahlara sahip bir ülke, benzer bir saldırının kendisine de yapılacağı kabusu ile yaşamak zorundadır. Bu nedenle nükleer silah sistemleri, "sac ayağı" olarak tanımlanan, bir üçlü sistemden oluşur. İlk sistem, düşmanın Kıtalar Arası Balistik Füze (KABF) silolarını hedef alan KABF sistemidir. Bu sistem, planlanmış bir saldırıda ya da saldırı karşısında savunma amacı ile kullanılabilir. ABD ve eski SSCB, karşılıklı olarak ilk saldırıda bulunmama garantisi vermiş ve KABF sistemlerini salt kendilerine yapılacak bir saldırı karşısında kullanma kararını benimsemişlerdir. Bir nükleer savaşın ilk yirmi dakikasında, KABF'lerin çoğunluğunun imha edilmesi ve bunların çevreye çok büyük zararlar vermesi olasılığına karşılık, daha çok intikam alma amacına yönelik olan Denizaltından Atılan Balistik Füze (DABF) sistemi geliştirilmiştir. Bu füzelerde, KABF başlıklarına oranla daha güçlü olan çok sayıda nükleer

Titon II Füzerleri:
Bu sıvı yakıtlı füzelerden her biri ayrı bir başlık taşır. Ağırlıkları 150 t., uzunlukları 30 m. dir.





PLUTONYUM BOMBASI
Plutonyumun küresel merkezi çevresinde bulunan kimyasal patlayıcılar aynı anda patlarlar.



HİDROJEN BOMBASI
Hidrojen bombasının içindeki enerji üç kaynaktan gelir: plutonyum bombasının patlaması, döteryum-trityum füzyonu ve uranyum fisyonu.

melerde fisyon tepkimesi, bir nötron kaynağı yardımı ile başlatılır. Kaynaktan çıkan bir nötron, fisil madde ile fisyon tepkimesine girerek, fisil maddenin çekirdeğinin parçalanmasına yol açar. Bu tepkime sonunda, yüksek kinetik enerjiye sahip (fisil maddenin çekirdeğine göre) iki hafif çekirdekten başka, iki veya üç tane de

nötron ortaya çıkar. Ortaya çıkan bu nötronlardan bazıları, sistemdeki diğer fisil çekirdeklerle fisyon tepkimesine girmek için sistemi terk ederler. Sistemden kaçan nötronların fisyon tepkimesine girenlere oranı, sistemin fiziksel büyüklüğü ile ters orantılıdır. Fisyon tepkimesinden çıkan nötronlardan bir kısmı ise, fisil madde-

de veya sistemdeki diğer maddelerde fisyon yapmayacak tepkimelerle yutulurlar. Sızma ve yutulma kayıplarından artı kalan nötronlar yeniden fisyon tepkimesi yaratırlar. Eğer sistemde yeterli fisil madde varsa ve seçilen geometri uygunsa, ard arda gelişen (zincirleme) fisyon tepkimeleri sonucu, sistemdeki nötron sayısı zamanla artar. Hızla oluşan bu zincir tepkimeleri sonucu, çok büyük bir ısı açığa çıkar. Sıcaklığı artan sistem genişleme eğilimi gösterir ve sistemden sızan nötronların oranı artar; bunun sonucu olarak da zincirleme tepkimeleri sona erer. Dolayısı ile, nükleer bomba tasarımında en önemli konu, malzeme ve geometri seçiminin, zincirleme tepkimeyi mümkün olduğunca uzun süre devam ettirecek şekilde yapılmasıdır.

Nükleer sistemler tasarlanırken, nötron sızıntısının en aza indirilebilmesi amacıyla genelde küresel geometri yeğlenir. Küre, bütün geometrik cisimler içinde, ha-

Plutonyum Üretimi ve Kullanımı

Okan Zabunoğlu
H Ü Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

Bir nükleer reaktörde uranyum-238'in nötron yutması sonucu plutonyum-239 oluşur. Oluşan plutonyum-239, bir yandan fisyon yaparak enerji üretimine katkıda bulunurken bir yandan da nötron yutmaya devam ederek plutonyum-240, plutonyum-241 ve plutonyum-242 izotoplarına dönüşür. 1000 MW-elektrik gücündeki tipik bir hafif su soğutmalı nükleer reaktörden çıkan kullanılmış yakıt yaklaşık %95.5 Uranyum, %3.5 fisyon sonucu oluşan hafif elementler, %0.1 uranyum ötesi ağır elementler ve yalnızca %0.9 oranında plutonyum içerir. Bu plutonyumun %59'u Pu-239, gerisi diğer plutonyum izotoplarıdır. Bu izotoplardan yalnızca plutonyum-239 enerji üretiminde ya da bomba malzemesi olarak kullanılabilir. Bomba malzemesi olarak kullanılacak plutonyumun %90'dan fazla plutonyum-239 içermesi gerektiğinden, yüksek izotopik saflıkta plutonyum-239 (bomba malzemesi) elde etmek için özel üretim reaktörleri geliştirilmiştir. İlk plutonyum üretim reaktörü, 2. Dünya Savaşı sırasında tasarlanmış ve Şubat 1945'de Hanford'da (A.B.D.) günde 1 kg plutonyum üretmek üzere çalışmaya başlamıştır. Plutonyum üretim reaktöründen elde edilen malzeme de önemli miktarda uranyum, fisyon ürünü hafif elementler ve uranyum ötesi ağır elementler içerir. Bu karışımın içinden son derece yüksek saflıkta plutonyum elde edilmesi kimyasal ayrıştırma yöntemlerini gerektirir. Bu amaçla uygulanan ilk

yöntem, bizmut fosfat (BiPO₄) ile çöktürme yöntemi olmuştur. Hanford'da üretilen karışımdan saf plutonyum eldesi, yine aynı yörede kurulan bir bizmut-fosfat ile çöktürme tesisinde gerçekleştirilmiştir. Bizmut-fosfat ile çöktürme yöntemi, çeşitli dezavantajlara (düşük verim, fazla kimyasal madde tüketimi, fazla atık üretimi ve uranyumun geri kazanılamaması) sahip olduğundan, daha sonraları bu yöntemden vazgeçilmiş ve "Çözücü (solvent) Ekstraksiyonu" yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır.

Günümüzde Purex adı verilen ve çözücü olarak tri-bütül-fosfat kullanan solvent ekstraksiyonu yöntemi plutonyum üretim reaktörlerinden elde edilen karışımın ve kullanılmış nükleer yakıtların işlenmesinde (reprocess) rakipsiz olarak uygulanmaktadır. Purex yönteminde kullanılmış nükleer yakıtlar, önce nitrik asit (HNO₃) ile çözülür; daha sonra organik tri-bütül-fosfat çözeltisi ile temasa geçirilerek nitrik asit fazındaki uranyum ve plutonyum organik faza çekilir (ekstraksiyon). Bu şekilde hafif elementlerden (ve aktiviteden) annan uranyum ve plutonyum karışımına bir indirgeyici madde eklenerek uranyum ve plutonyumun birbirlerinden ayrılması sağlanır. Sonuçta temiz ve saf uranyum ile plutonyum ayrı ayrı çözeltiler halinde elde edilir. Böylece geri kazanılan uranyum ve plutonyum, gerekli kimyasal dönüştürme ve fabrikasyon işlemlerinden sonra tekrar nükleer reaktörlere yüklenerek enerji üretimine önemli ölçüde katkı sağlanabilir.

Nükleer reaktörler bir yandan enerji üretirken bir yandan da tükettiklerinden daha fazla

yakıtı; uranyum-238'in plutonyum-239'a dönüşmesinden yararlanarak üretecek şekilde de tasarlanabilirler. Bu tür reaktörlere "üretken reaktörler" adı verilir. Normal reaktörler uranyum-235 tüketirken, üretken reaktörler, yalnızca uranyum-238 tüketirler. Doğal uranyumun %99'dan fazlasını fisil olmayan uranyum-238'in ve yalnızca binde 7 kadını fisil uranyum-235'in oluşturduğu hatırlanırsa, üretken reaktörlerin son derece değerli nükleer hammadde (fisil malzeme) en verimli şekilde kullanılması yolunu olası kılacağı görülebilir. Üretken reaktörlerde üretilen plutonyum-239'un, enerji üretmek üzere tekrar kullanılabilmesi için, reaktörden çıkan yakıtın yine bir kimyasal ayırma (Purex) tesisinde işlenerek, plutonyum-239'un yakıt karışımından ayrılması gerekir. Üretken reaktör teknolojisinin benimsenmesi halinde kimyasal ayırma, nükleer yakıt çevriminin vazgeçilemez bir parçası olacak ve nükleer reaktörlerden elektrik enerjisi üretiminde asıl rolü, uranyum-235 yerine plutonyum-239 üstlenmeye başlayacaktır.

Plutonyum, elektrik enerjisi üretimi için ve nükleer bomba malzemesi olarak kullanılmasının yanı sıra, ısı kaynağı olarak da kullanılabilir. Bu uygulama için plutonyum-238 izotopundan yararlanılır. Saf plutonyum-238 izotopu, nükleer reaktörlerden çıkan kullanılmış yakıttan kimyasal ayırma yolu ile geri kazanılabilen neptunium-237'nin ısılanması (radyasyona maruz bırakılması) ile elde edilebilir. Plutonyum-238, uzay programlarında (Apollo gibi), iletişim uydularında kullanılan termoelektrik güç üreteçlerinde ve kalp pillerinde, ısı kaynağı olarak kullanım alanı bulmuştur.

cim başına en az yüzeye sahip olanıdır. Tümleyle fisil maddeden oluşan bir kürenin çapı büyüdükçe, sızan nötronların oranı azalmaktadır. Kullanılan fisil malzemeye bağlı olarak değişen, belli çaptaki bir kürede her bir fisyon olayından doğan nötronlardan en az biri, yeni bir fisyon tepkimesine yol açarak, zincirleme tepkimelerin oluşmasını sağlar. Böyle bir sisteme kritik kütle adı verilir. Kürenin çapı, kritik çaptan büyük ise, her bir fisyon olayı, birden fazla fisyon tepkimesine yol açar. Bu durumda zincirleme tepkimeler artarak devam eder. Bu tip sistemlere kritik-üstü adı verilir. Kürenin çapı kritik değerin altındaysa, zincirleme tepkimeler oluşamaz ve böyle sistemler kritik-altı sistemler adı ile anılır.

Nükleer bir bombanın yapımı sırasında kritik kütle oluşturacak kadar fisil maddeyi bir küre halinde bir araya getirmeye çalışmak, patlamaya yol açar. Bu nedenle, nükleer silahların içine konan fisil madde, normal koşullardaki yoğunluğunda zincirleme tepkimeye izin vermeyecek kadar küçük bir metal küre halindedir. Bu metal küre, bombanın patlaması için, kimyasal patlayıcılar yardımı ile sıkıştırılarak, çok daha yoğun; ancak daha küçük bir küre haline getirilir. Kürenin yoğunluğunun artması ile nötron sızıntısı azalır ve çok hızlı gelişen zincirleme tepkimeler, nükleer patlamaya neden olur.

Bir nükleer bombanın yapımı için, yalnızca fisil malzemeye sahip olmak yeterli değildir. Fisil maddeden yapılmış kürenin sıkıştırılabilmesi için, kimyasal patlayıcıları

senkronize olarak ateşleyecek düzeneklerin yapımı, bu alanda ileri bir teknolojiye sahip olmayı gerektirmektedir.

Fisil Madde

Nükleer bombalarda kullanılacak fisil maddelerden günümüzde en çok tercih edileni, plutonyumdur. Nükleer silahlara sahip olan bütün ülkelerin bombaları plutonyumdan yapılmıştır. Plutonyumun (daha doğru kullanımı ile Pu^{239} 'un) fisyon başına ürettiği nötron sayısı, diğer fisil maddelere oranla daha fazladır. Bu da, daha az malzeme ile kritik kütle elde edilebilmesine olanak verir. Pu^{239} , yarı ömrü 24 000 yıl olan kararsız bir çekirdek olması nedeniyle, doğada bulunmaz. Doğal uranyumun % 99,3'ünü oluşturan ve fisil olmayan bir izotop olan U^{238} 'in nükleer reaktörlerde nötronlarla ışınlanması ile elde edilir. Pu^{239} üre-

Plutonyumun Sağlık Etkileri

Sinan Göktepeli
H Ü Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

Plutonyum (Pu), gümüş renginde, ağır bir metaldir. Bilinen 16 izotopu vardır. Bunlardan en uzun yarı ömre sahip olanları, sırasıyla, 24 390 yıllı Pu^{239} , 6580 yıllı Pu^{240} , 86,4 yıllı Pu^{241} ve 13,2 yıllı Pu^{242} 'dir. Plutonyumun biyolojik etkileri konusundaki tahminler, kimyasal, fiziksel veya biyolojik özellikleri konusundaki bilgilere, işleme sırasında ve nükleer silahların yol açtığı serpintilerden elde edilen verilere ve meydana gelen kazalar sırasında maruz kalan kişilerde gözlenen etkilerden elde edilen verilere dayanır. Plutonyumun fizyokimyasal özellikleri, zehirlilik ve zararlılık miktarını belirler. Kimyasal aktivitesi yüksektir.

İnsan vücuduna iki ana yolla girebilir: besin yoluyla ve havadan solunma yoluyla. Plutonyum saf ve toz halinde solunduğunda, %25'i akciğerlerde, %38'i üst solunum yollarında birikir ve geri kalanı da dışarı atılır. Bir kaç saat içinde, üst solunum yollarında birikmiş olanın tamamı, akciğerlerde birikmiş olanın da %40'ı temizlenir. Solunum yoluyla alınan toplam miktarın %15'i kadar plutonyum, iki yıl kadar bir süre akciğerlerde kalır. Bu bölgede biriken plutonyum, 2000 rem/ μ Ci miktarında maruziyete yol açar. Japonya'da atom bombasından sonra hayatta kalanlar, radon gazına maruz kalmış ma-



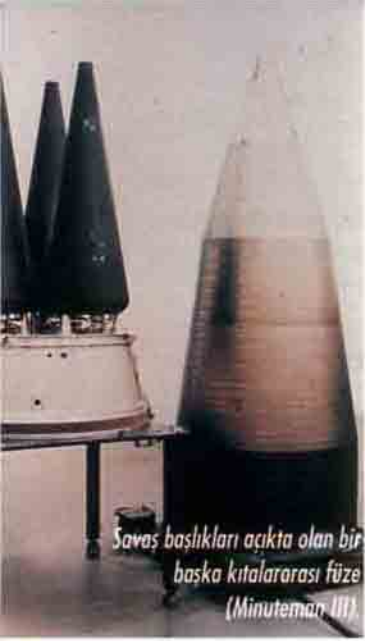
denciler ve maruziyet görmüş diğer insanlar üzerinde yapılan çalışmalardan yola çıkılarak, akciğerin maruz kaldığı her milirem radyasyon için kanser riski hesaplanmıştır. Bu değere göre beklenen kanserlerin sayısı, solunan her yarım kilo plutonyum için, 2 milyon dolaylarında hesaplanmıştır. Bu rakam, plutonyumun bir çok diğer maddeye göre daha az zararlı olduğunu gösterir. Besin yoluyla alındığında, çok az bir miktarı bağırsaklar tarafından emilebilir, çoğu dışkı aracılığı ile vücuttan atılır. Genellikle alfa ışınları yaydığından, bağırsaklarda küçük bir alan radyasyona maruz kalır. Bu nedenle plutonyumun vücuda besin yoluyla girmesi, solunmasından 5000 kat daha az tehlikelidir. Bir miktar plutonyum yiyen bir insanla, aynı miktar kafein yiyen bir diğeri, eşit miktarda tehlikeye maruz kalırlar.

Olasılığı düşük olmasına karşın, plutonyumun açık bir yara yoluyla doğrudan kana karışması konusuna da değinmek gerekir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre, damardan enjekte edilen plutonyum bileşikler, genellikle damarlarda birirmektedir. Bu deneylerden elde edilen veriler, doğrusal bir doz-tepki modeli kullanılarak değerlendirildiğinde, iskelet sistemi plutonyum kaynaklı 1 rad'lık maruziyet gören 1.000.000 insan arasında, 200 ke-

mik kanseri görüleceği tahmin edilmiştir.

Plutonyumun insan vücuduna girebilmesi için çeşitli fiziksel koşulların sağlanması gerekmektedir. Yarım kilo plutonyum tozu havaya saçıldığında yere çöker ve insanların çoklukla bulunduğu bir yerde (örneğin şehir merkezinde) bile, ancak 100 000'de biri kadarı solunabilir. Bu da 19 kanser vakası için yeterli bir miktardır. Eğer insanlar bu serpintiden haberdar edilmişlerse, yüzlerini bir parça katlanmış bezle örttükleri takdirde, bu sayı 19'dan 3'e düşer. Rüzgar nedeniyle plutonyum tozunun tekrar havalanması durumunda, plutonyumun sebep olacağı 7 kanser vakası daha beklenebilir. Toprağa karışan plutonyum ise, toprak üzerinde yapılan tarım, inşaat gibi faaliyetler nedeniyle yeniden havaya karışacaktır. Bunun, serpintiden sonraki yıllarda bir tek kansere yol açma olasılığı %20'dir. Topraktaki plutonyumun, bitki kökleri tarafından emilerek insan besinlerine karışması sonucu 1 kansere daha yol açması beklenebilir. Tüm bu rakamların toplamı, yarım kilo plutonyumun serpinti halinde yayılması durumunda, en fazla 27 ölüme yol açacağını göstermektedir.

Bir nükleer bombada bulunan plutonyumun %20'si fisyon yapar, kalanı ise saf toz olarak atmosfere yayılır. Günümüze kadar yapılan nükleer bomba deneylerinden, bu yöntemle, atmosfere 5000 kilo kadar plutonyum yayılmıştır ve bunun 4000 kadar kanser vakasına yol açması beklenmektedir. Rakamın, yukarıda belirtilenden küçük olmasının nedeni, deneylerin insanlardan uzak ve tarım yapılmayan yerlerde gerçekleştirilmesidir.



tebilmek için bir nükleer reaktör ve bir kimyasal ayrıştırma tesisi gerekirken; U^{235} , ancak çok pahalı olan izotop zenginleştirme yöntemlerinin kullanılması ile elde edilebilir. Nükleer bomba hammaddesi olarak kullanılabilen diğer

fisil madde U^{233} , doğada bulunmadığından, yine Pu^{239} 'a benzer yöntemlerle üretilmektedir. U^{235} üretimi için, toryumun doğada bulunan tek izotopu olan Th^{232} , bir nükleer reaktörde nötronlarla ısıtılır. Daha sonra kimyasal ayrıştırma gerektiren

bu işlem, ortaya çıkan yan ürünlerin daha fazla radyoaktif olmasından dolayı Pu^{239} üretiminden daha zordur. Bu nedenle pek kullanım alanı bulamayan bu izotop, nükleer silah sahibi devletler için cazip bir alternatif değildir. Fisil uranyum izotopları, yalnızca nükleer silah teknolojisine gizlice girme amacı taşıyan az gelişmiş ülkelerin ilgi duyabileceği maddeler olabilir.

Plutonyum

Glenn Seaborg tarafından 1940 yılında keşfedilen 94 atom numaralı bu element, yapay olarak üretilmektedir. Doğada eser miktarlarda bulunan ve saptanması bile çok güç olan plutonyum, kimyasal olarak aktinidler sınıfına dahildir. Uranyumun 238 ağırlıklı izotopunun nötron yutması sonucu oluşan kararsız U^{239} çekideği, ard arda iki beta

ışınması yaparak Pu^{239} 'a dönüşür. Bir nükleer reaktörde bulunan U^{238} çekirdeklerinin tümünün, nötron yutar yutmaz reaktörden çıkartılmasına olanak yoktur. Bunun sonucu oluşan plutonyum uzun bir süre nötron bombardımanı altında kalır. Pu^{239} , nötronlarla fisyon tepkimesine girebildiği gibi; nötron yutup gama ışıması yaparak daha ağır bir izotop olan Pu^{240} 'ı oluşturur. Pu^{239} fisil bir izotop olmadığından, reaktörde uzun süre bekleyen plutonyumun nükleer silah yapımı açısından kalitesi düşer. Pu^{240} da nötron yutarak, nükleer silah yapımı için Pu^{239} kadar elverişli olmayan daha ağır plutonyum izotoplarının (Pu^{241} ve Pu^{242}) açığa çıkmasına neden olur. Elektrik üretiminde kullanılan nükleer santrallerde, yakıtlar uzun süre reaktörde kaldığı için, bu santrallerden elde edilecek plutonyum, nükleer silah yapımı için uygun değildir. Askeri amaçlı pluton-

Kritik Kütle Hesabı

Mehmet Tombakoğlu
HÜ Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

Nükleer bir bombanın yapımında kullanılan fisil malzemenin miktarı, bombanın tasarımına bağlı olmakla birlikte; minimum oranda kullanılması gerekli olan fisil malzeme miktarını basit bir hesaplama bulmak mümkündür. Bu yazıda basit olarak kritik kütle hesabının nasıl yapıldığı anlatılacaktır.

Temelde, kritik kütle hesabı, zincirleme fisyon tepkimesinin başladığı andan itibaren sürekli devam ettiği bir sistemde bulunması gereken minimum fisil madde miktarı, şeklinde yapmak uygun olacaktır. Fisil maddeden anladığımız, fisyon yapabilen izotoplardır. U^{235} , U^{233} , Pu^{239} ve Pu^{241} örnek olarak verilebilir. U^{235} ve Pu^{239} izotopları saf olarak bulunmadıkları için pek fazla önem taşımazlar.

İlk atom bombasının yapımı sırasında kritik kütle hesabı konusunda yapılan tahminler sürekli olarak değişmiş ve sorun yaratmıştı. Sorun temelde bu izotopların nötronlara ne denli büyük göründüklerinin bir ölçüsü olan etkin tesir kesitleri ve fisyonundan açığa çıkan ortalama nötron sayısı ile ilgili verilerin yetersizliğinden kaynaklanmaktaydı. Bir diğer sorun ise, bu izotopların kendiliğinden fisyon yapmasından dolayı, kof patlama olasılığının bulunmasıydı. Sonuç olarak, bir bomba için gerekli kritik kütle hesabını saptamasını belirleyen unsurlar şunlardır:

- Fisil malzemenin nötronik özellikleri,
- Fisil malzemenin kimyasal formu,
- Fisil malzeme içindeki izotopların miktarı,
- Fisil malzemenin yoğunluğu,
- Geometri,
- Reflektör malzemesinin çeşidi ve kalınlığı,
- Kimyasal patlayıcının kalınlığı.

Tüm bu unsurlar kritik kütle hesabında önemli rol oynamakla birlikte; etkili bir bomba'nın yapımında, tasarım aşaması ile ilgili diğer unsurlar daha fazla önem kazanmaktadır.

Kritik kütle hesabı bulunması için üretilen nötron sayısının, tüketilen nötron sayısına eşit olması gerekmektedir. Bu sayede zincirleme tepkime oluşur. Bunun anlamı, fisyonundan açığa çıkan nötron sayısının yutulanlara ve sistemden sızanlara eşit olmasıdır.

$$\text{Kısaca } k_{\text{eff}} = \frac{\text{Üretilen nötron sayısı}}{\text{Tüketilen nötron sayısı}} = \frac{\nu \Sigma_f}{\Sigma_a + DB_g}$$

Bu denklemdeki ν , bir fisyon olayı olmasından sonra açığa çıkacak ortalama nötron sayısını, $\Sigma_f = n_{\text{fisil}} \sigma_f$ nötronlarının fisyon yapma olasılığını ve $\Sigma_a + DB_g$ ise nötronların sistemde yutulma ve sistemden sızma olasılığını ifade etmektedir. Bu denklem kullanılarak belli bir fisil malzeme için kritik kütle hesabı yapılabilir.

Geometrinin tanımlanması da gereklidir. Bunun için de minimum yüzey ve maksimum hacime sahip bir geometri seçilerek, DB_g terimi ile hacim minimize edilebilir. Bu hesap yapıldığında optimum geometrinin küre olduğu bulunur. Homojen bir sıkıştırma yapmak için uygunluğu da düşünüldüğünde bu, bom-

banın şekli hakkında da bize bilgi verecektir. Optimizasyonun sonucu olarak çıplak yani reflektörsüz bir bombanın hesabını yapacak olursak

$$R_{\text{kritik}} = \sqrt{\frac{3\sigma_a \sigma_f}{\pi} \left(\frac{\nu \sigma_f}{\sigma_a} - 1 \right)}$$

bulunur.

Yukarıdaki denklemin sağ tarafı bütünüyle fisil malzemenin nötronik özelliklerine bağlı olup; bize kürenin yarıçapı ile malzemenin atom yoğunluğunun çarpımını vermektedir. Ancak bu hesaplar sonucu bulunacak kritik kütle hesabı nükleer silah yapımı için gerekli olan kritik kütle gibi düşünülmeli, yanlış olacaktır. İleri teknolojiye sahip ülkelerin bomba yapımı için gerekli olan kritik kütle hesabı ya da daha azı ile bomba yapımını gerçekleştirmeleri atom yoğunluğunu artırarak olası hale gelebilir.

Ne var ki teknoloji gelişmemiş ülkelerin bunu yapması mümkün gözükmemektedir. %5 zenginlikte plutonyum Pu^{239} içeren bir malzeme küresel hale getirilerek, çevresine 10 cm'lik bir uranyum reflektör konursa 60 ± 6 kg malzeme kritiklik içinde yeterli olacaktır. Alfa fazında saf Pu^{239} kullanılacak olursa; 4.5 ± 0.1 kg malzeme, aynı şekilde saf U^{235} kullanılırsa yaklaşık 16 kg malzeme gerekli olacaktır.

Berilyum reflektör kullanılırsa yaklaşık 16 kg malzeme gerekli olacaktır. Bu durumda kritik kütle miktarı ile birlikte bombanın tesir gücü de azalmakta (2.47 kg); bu nedenle de berilyum reflektör tercih edilmemektedir.

yum (Pu^{239} bakımından zengin), özel olarak tasarlanmış reaktörlerde, U^{235} 'in ışınlaması ile üretilir.

Ele geçirilen plutonyumun analizi, izotop üretim reaktörlerinin yapısı ve kimyasal süreçlere ilişkin verilerle birleştirildiğinde, plutonyumun kaynağı ile ilgili çıkarımlar yapılabilir. Nükleer silah üretiminde, genellikle % 90'ın üzerinde Pu^{239} içeren plutonyum kullanılır. Bu zenginlikte plutonyumdan yapılacak en ilkel bomba için en az 10 kg plutonyuma gereksinim vardır. Daha gelişmiş bir tasarım ile bu miktar, 4 kg'a kadar indirilebilir. Bir nükleer bomba yapımı için gerekli fisil malzeme miktarını azaltmak, ancak teknolojiye deneyim ve ilerleme ile olasıdır. Başka bir deyişle, nükleer bomba yapmak için plutonyum elde eden tarafın, çok geniş teknolojik olanakların yanı sıra deneyime de sahip olması gerekmektedir. Terör örgütlerinin, ele geçirecekleri bir kaç kilo plutonyum ile nükleer bir silah yapmaları son derece zor olacaktır. Yine de kaçak olarak elde edilebilecek plutonyum, nükleer silahlar konusunda uzun süre çalışma yapmış, gelişmekte olan ülkeler için cazip olabilir.

Basında son zamanlarda yer alan, Al-



manya'da ele geçirilmiş birkaç miligram veya 300 g plutonyumun, askeri bir değeri yoktur. Bu miktarlarda plutonyum ile nükleer silah yapmaya olanak yoktur. 4 kg dolayındaki miktarlar ise, çok düşündürücü olabilir. Gerekli teknolojiye sahip ülkeler için bu miktarlar, nükleer silah yapmaya yeterli olabilecektir. Ne var ki nükleer silah konusunda düzenli bir program yürütme şansı olmayan terör örgütleri için, çok daha büyük miktarlar gerekmektedir.

Zehirli Plutonyum

Ne yazık ki sansasyon yaratma amacı güden bazı basın kurumlarının gerçekle bağdaşmayan telkinleri ve konunun uzmanı olmayan kişileri kaynak göstererek verdikleri bilgiler doğrultusunda, kamuoyunda plutonyumun nükleer silah yapımının yanı sıra zehir olarak da kullanılabileceği yolunda genel bir kanı oluştu. Gerçekten de zehirli bileşikler oluşturabilen bu elementin, zehirlilik boyutunu incelemekte yarar vardır.

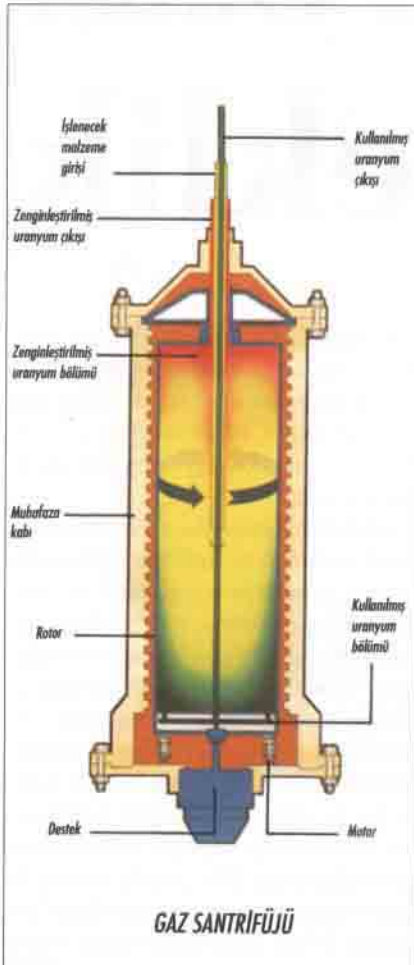
Plutonyumun zehirleyici özelliği, insan vücuduna hangi yolla ve hangi kimyasal bileşik halinde girdiğinde bağlıdır.

Dünya atmosferinde halen, nükleer patlamalar sonucunda buharlaşarak, kullanılmayarak açığa çıkan beş ton kadar plutonyum bulunduğu tahmin edilmektedir.

Nükleer silahlar geliştikçe, içlerine konan plutonyumun daha büyük bir çoğunluğunun fisyon tepkimesinde kullanılmaya karşın, geçmişteki nükleer denemeler de göz önüne alınırsa, ortalama olarak nükleer bombalardaki plutonyumun yaklaşık % 20'sinin kullanıldığını söylemek olasıdır.

Dünya atmosferinde böylesine çok miktarda bulunduğu tahmin edilen plutonyumdan, bugüne kadar hiçbir insanın zehirlendiği bildirilmemiştir. Yinelemek gerekirse plutonyumun zehirleyici özelliği, insan vücuduna hangi yolla, hangi kimyasal bileşik halinde girdiğine bağlıdır. Madeni haldeki plutonyumun zehirleyici özelliği çok düşük olduğundan, birkaç kg plutonyum, terör örgütlerinin amaçladıkları toplu ölümleri sağlamaya yeterli olmamaktadır. Solunum dışı yollarla vücuda giren plutonyum, çok daha zehirli olabilir. Öte yandan piyasada çok daha ucuza, çok daha etkili zehirli kimyasal bileşikler elde etmenin olası olduğunu vurgulamak gerekir.

Hiçbir terör örgütü, zehir olarak kullanma amacı ile plutonyum elde etmeye çalışmayacaktır. Terör örgütlerinin ilgisini çeken, akut ölümlere yol açan, çabuk etki gösteren silahlardır. Bu tür kimyasal bileşikler elde etmek veya küçük atölyelerde birkaç kişiden oluşan gruplarla üretmek, plutonyumdan zehir üretmeye oranla çok daha ucuz ve kolaydır.



Kaynaklar
Adaman Plades A.G., Braun C., Kenton J.E., Rahn F.J., A Guide to Nuclear Power Technology.
Cohen Bernard L., Before It's Too Late.
de Voloy A.Dy., Proliferation of Plutonium and Policy, 1979.
Duderstadt J.J., Hamilton L.J., Nuclear Reactor Analysis, 1976.

Plutonyum

Ne Kadar Tehlikeli?



İkinci Dünya Savaşından sonra ortaya çıkan iki süper güç, nükleer silahlar sayesinde, nerede ise yarım yüzyıla yakın bir süre boyunca dünya barışını ve kendi çıkarlarını korudular. Sovyetler Birliğinin ekonomik ve sonra da politik olarak çökmesi, nükleer silahlar ile sağlanan ve hiç de sağlam olmayan Dünya barışını, umulmadık bir şekilde olumsuz yönde etkilemeye başladı.

Erol Çubukçu
Osman Kadiroğlu
H Ü Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

SON zamanlarda radyoaktif madde kaçakçılığı ile ilgili haberler, basında artan bir sıklıkla yer almaya başladı. Önceleri, ne olduğu ve ne için kullanıldığı bir türlü saptanamayan, kırmızı civa pazarlandığı haberleri yer aldı. Bu malzemenin, nükleer teknolojiye yeri olmamasına karşın, nükleer silah yapımında kullanıldığı öne sürülerek astronomik fiyatlarla satıldığı belirlendi. Ardından, metal uranyum çubuklarının pazarlandığı haberleri basında yer aldı. Kırmızı civa olayında olduğu gibi, asılsız iddialar ortaya atılarak; bu malzemeler için de astronomik fiyatların talep edildiği öğrenildi. Son olarak da, yasadışı bir plutonyum piyasasının varlığı haberleri, hemen herkesi rahatsız etmeye başladı. Önce miligramlar mertebesinde, daha sonra da 300 g kadar plutonyum, Almanya'da ele geçirildi. Gazelerde yer alan haberlere göre kaçakçılar, 4 kg kadar plutonyumu pazarlamayı planlıyorlardı. Alman ve Avrupa basını, Ruslar'ın tüm itirazlarına karşın, nükleer araştırma merkezlerinin sonuçlarına dayanarak bu plutonyumun kaynağını, Rusya olarak belirlediler. Bunun üzerine Ruslar, nükleer silah depolarında ve nükleer mad-

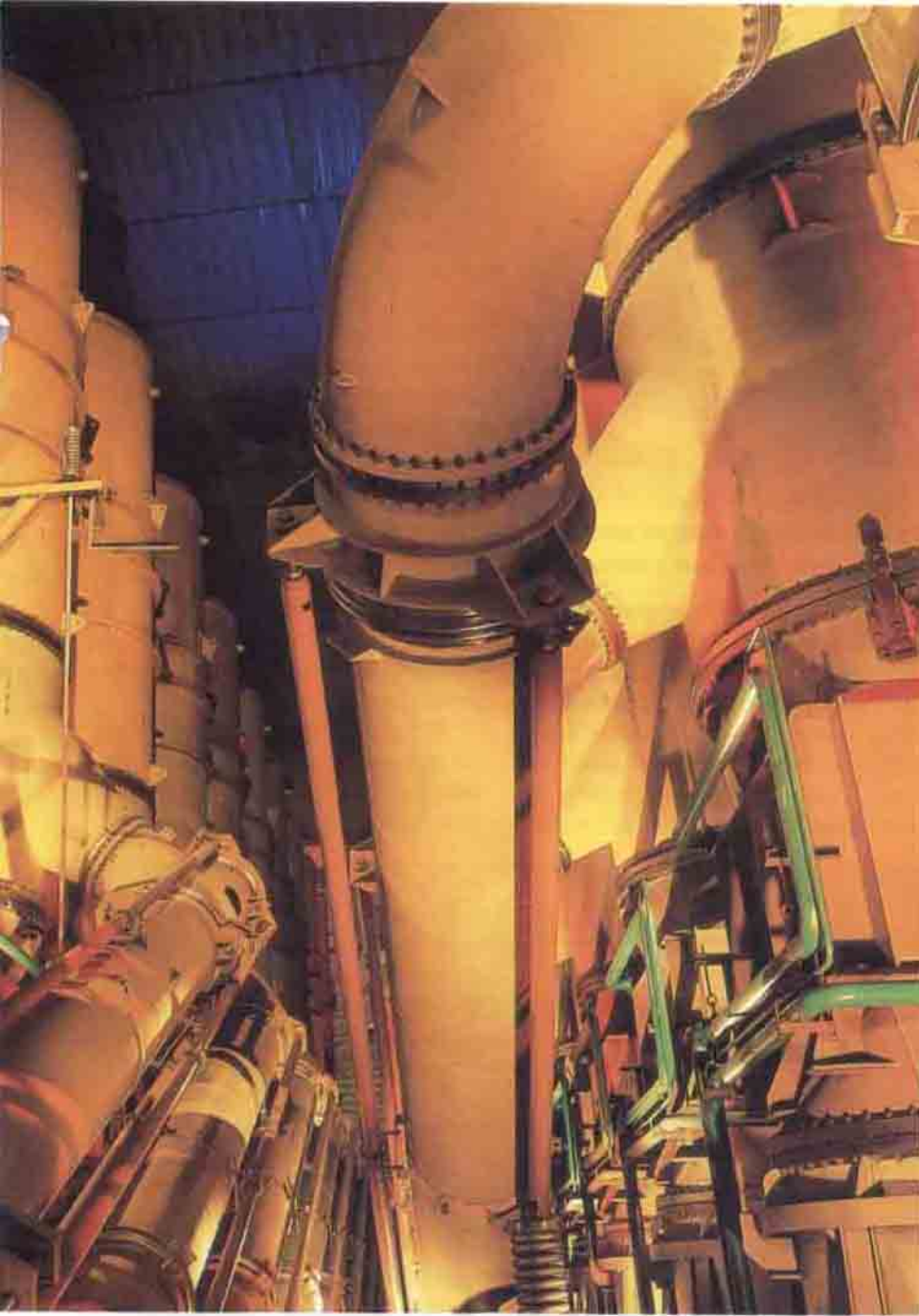


de kasalarında herhangi bir eksiklik olmadığını ısrarla belirtmekle beraber, kaçakçılık olayının sonuçlandırılmasında işbirliğine yanaştılar.

Kısaca hatırlattığımız bu radyoaktif madde kaçakçılığı haberlerinden sonra akla gelen ilk soru, sözü edilen bu radyoaktif maddelerin gerçekten ne denli tehlikeli olduklarıdır. İkinci önemli soru ise, bu maddelerin ne kadarının, kimlerin elinde, toplu katliamlara yönelik nükleer silahlara dönüştürülebileceğidir.

Nükleer Silahlar

Nükleer silahları askeri açıdan çok çekici kılan, bu silahların birim ağırlıkları başına, patlama sırasında ortaya çıkarttıkları enerjidir. Bir bombanın patlaması sonucunda ortaya çıkan enerji, çok kısa bir süre içinde, yakın çevresindeki ortamı ısıtarak bir şok dalgası yaratır. Bu şok dalgası, çevreye, dolayısıyla da hedefe zarar verir. Bir bombanın tahrir gücü, patlama sonucu çevreye eşit derecede zarar verecek kimyasal bir patlayıcı olan trinitro-toluen'in (TNT) ağırlığı cinsinden verilir. Kimyasal patlayıcıların çevreye vereceği zarar ile nükleer bir patlayıcının verece-



patlayıcı vardır ve füze siloları yerine kentleri hedef alırlar. Kısacası nükleer güçler, karşı tarafın sivil halkını rehin almaktadırlar. Üçüncü sistem ise, KABF ve DABF sistemlerinin arasında devreye girebilen, insan kumandası ile çalışan ve gerektiğinde geri çağrılabilir nükleer silahlar taşıyabilen bombardıman uçaklarıdır.

Nükleer Bomba Nedir?

Nükleer bombaların çalışma ilkesi, iki ayrı tür çekirdek tepkimesine dayanır. Ağır çekirdeklerin parçalanması, yani fisyon olayı ile enerji üreten nükleer bombalara, yanlış bir terim olmasına karşın, Atom Bombası denilmektedir. Diğer bir bomba tipi ise, açığa çıkardığı enerjinin çoğunluğu hafif çekirdeklerin kaynaşmasına; yani füzyon tepkimesine dayanan, termonükleer bomba ya da Hidrojen Bombasıdır. Henüz geliştirilme aşamasındaki çok yeni tasarımlar dışında, termonükleer bombaların ateşlenmesinde fisyon tepkimesinden yararlanılır. Diğer bir deyişle hidrojen bombasının tetik mekanizması bir atom bombasıdır. Dolayısıyla nükleer silahların yapılabilirliğini incelemeye, atom bombası yapımı için gerekli malzeme ve teknolojinin neler olduğunun belirlenmesi yeterlidir. Fisil, yani bölünebilir madde adını verdiğimiz uranyum izotoplarından U^{235} ve U^{238} ile insan yapısı olan plutonyum izotopu Pu^{239} , nükleer silahların ham maddeleridir. Uygun miktar ve geometride bir araya getirilen bu malze-

ği zarar arasında binler veya milyon mertebesinde bir fark vardır. Örneğin, Amerikan Minuteman-III Kıtalar Arası Balistik Füzesi içinde bulunan, her biri 170 kt gücünde, ağırlığı yaklaşık 400 kg'dan az olan W62 nükleer başlıkları, patlama sonucu 170,000 ton TNT'e eşdeğer bir enerji açığa çıkarırlar. Diğer yandan, dünyadaki en güçlü nükleer bombalar, Çinlilerin CSS-4 sistemleri olup; güçleri 5-10 Mt (5-10 milyon ton TNT'ye eşdeğer) dolayında, ağırlıkları ise 5 tondan azdır.

Nükleer silahları, güç-ağırlık oranları çekiçi yapmaktadır. Askeri dilde taşıma platformları olarak anılan, uçak veya füze teknolojisine sahip uluslar için nükleer patlayıcılar, çok uzaktaki hedefleri vurabilme olanağı vermeleri açısından büyük önem taşımaktadırlar.

Nükleer silahların caydırıcı rolünün bir göstergesi, yarım yüzyıla yakın bir süredir bozulmayan Dünya barışıdır. Nükleer si-

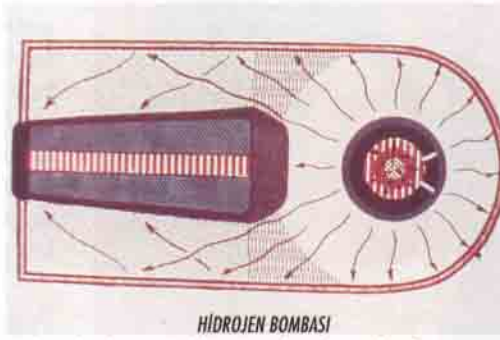
lahlara sahip bir ülke, benzer bir saldırının kendisine de yapılacağı kabusu ile yaşamak zorundadır. Bu nedenle nükleer silah sistemleri, "sac ayağı" olarak tanımlanan, bir üçlü sistemden oluşur. İlk sistem, düşmanın Kıtalar Arası Balistik Füze (KABF) silolarını hedef alan KABF sistemidir. Bu sistem, planlanmış bir saldırıda ya da saldırı karşısında savunma amacı ile kullanılabilir. ABD ve eski SSCB, karşılıklı olarak ilk saldırıda bulunmama garantisi vermiş ve KABF sistemlerini salt kendilerine yapılacak bir saldırı karşısında kullanma kararını benimsemişlerdir. Bir nükleer savaşın ilk yirmi dakikasında, KABF'lerin çoğunluğunun imha edilmesi ve bunların çevreye çok büyük zararlar vermesi olasılığına karşılık, daha çok intikam alma amacına yönelik olan Denizaltından Atılan Balistik Füze (DABF) sistemi geliştirilmiştir. Bu füzelede, KABF başlıklarına oranla daha güçlü olan çok sayıda nükleer

Titon II Füzele:
Bu sıvı yakıtlı füzelelerden her biri ayrı bir başlık taşır. Ağırlıkları 150 t., uzunlukları 30 m. dir.





PLUTONYUM BOMBASI
Plutonyumun küresel merkezi çevresinde bulunan kimyasal patlayıcılar aynı anda patlarlar.



HİDROJEN BOMBASI
Hidrojen bombasının içindeki enerji üç kaynaktan gelir: plutonyum bombasının patlaması, döteryum-trityum füzyonu ve uranyum fisyonu.

melerde fisyon tepkimesi, bir nötron kaynağı yardımı ile başlatılır. Kaynaktan çıkan bir nötron, fisil madde ile fisyon tepkimesine girerek, fisil maddenin çekirdeğinin parçalanmasına yol açar. Bu tepkime sonunda, yüksek kinetik enerjiye sahip (fisil maddenin çekirdeğine göre) iki hafif çekirdekten başka, iki veya üç tane de

nötron ortaya çıkar. Ortaya çıkan bu nötronlardan bazıları, sistemdeki diğer fisil çekirdeklerle fisyon tepkimesine girmek için sistemi terk ederler. Sistemden kaçan nötronların fisyon tepkimesine girenlere oranı, sistemin fiziksel büyüklüğü ile ters orantılıdır. Fisyon tepkimesinden çıkan nötronlardan bir kısmı ise, fisil madde-

de veya sistemdeki diğer maddelerde fisyon yapmayacak tepkimelerle yutulurlar. Sızma ve yutulma kayıplarından artı kalan nötronlar yeniden fisyon tepkimesi yaratırlar. Eğer sistemde yeterli fisil madde varsa ve seçilen geometri uygunsa, ard arda gelişen (zincirleme) fisyon tepkimeleri sonucu, sistemdeki nötron sayısı zamanla artar. Hızla oluşan bu zincir tepkimeleri sonucu, çok büyük bir ısı açığa çıkar. Sıcaklığı artan sistem genişleme eğilimi gösterir ve sistemden sızan nötronların oranı artar; bunun sonucu olarak da zincirleme tepkimeleri sona erer. Dolayısı ile, nükleer bomba tasarımında en önemli konu, malzeme ve geometri seçiminin, zincirleme tepkimeyi mümkün olduğunca uzun süre devam ettirecek şekilde yapılmasıdır.

Nükleer sistemler tasarlanırken, nötron sızıntısının en aza indirilebilmesi amacıyla genelde küresel geometri yeğlenir. Küre, bütün geometrik cisimler içinde, ha-

Plutonyum Üretimi ve Kullanımı

Okan Zabunoğlu
H Ü Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

Bir nükleer reaktörde uranyum-238'in nötron yutması sonucu plutonyum-239 oluşur. Oluşan plutonyum-239, bir yandan fisyon yaparak enerji üretimine katkıda bulunurken bir yandan da nötron yutmaya devam ederek plutonyum-240, plutonyum-241 ve plutonyum-242 izotoplarına dönüşür. 1000 MW-elektrik gücündeki tipik bir hafif su soğutmalı nükleer reaktörden çıkan kullanılmış yakıt yaklaşık %95.5 Uranyum, %3.5 fisyon sonucu oluşan hafif elementler, %0.1 uranyum ötesi ağır elementler ve yalnızca %0.9 oranında plutonyum içerir. Bu plutonyumun %59'u Pu-239, gerisi diğer plutonyum izotoplarıdır. Bu izotoplardan yalnızca plutonyum-239 enerji üretiminde ya da bomba malzemesi olarak kullanılabilir. Bomba malzemesi olarak kullanılacak plutonyumun %90'dan fazla plutonyum-239 içermesi gerektiğinden, yüksek izotopik saflıkta plutonyum-239 (bomba malzemesi) elde etmek için özel üretim reaktörleri geliştirilmiştir. İlk plutonyum üretim reaktörü, 2. Dünya Savaşı sırasında tasarlanmış ve Şubat 1945'de Hanford'da (A.B.D.) günde 1 kg plutonyum üretmek üzere çalışmaya başlamıştır. Plutonyum üretim reaktöründen elde edilen malzeme de önemli miktarlarda uranyum, fisyon ürünü hafif elementler ve uranyum ötesi ağır elementler içerir. Bu karışımın içinden son derece yüksek saflıkta plutonyum elde edilmesi kimyasal ayrıştırma yöntemlerini gerektirir. Bu amaçla uygulanan ilk

yöntem, bizmut fosfat (BiPO₄) ile çöktürme yöntemi olmuştur. Hanford'da üretilen karışımdan saf plutonyum eldesi, yine aynı yörede kurulan bir bizmut-fosfat ile çöktürme tesisinde gerçekleştirilmiştir. Bizmut-fosfat ile çöktürme yöntemi, çeşitli dezavantajlara (düşük verim, fazla kimyasal madde tüketimi, fazla atık üretimi ve uranyumun geri kazanılamaması) sahip olduğundan, daha sonraları bu yöntemden vazgeçilmiş ve "Çözücü (solvent) Ekstraksiyonu" yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır.

Günümüzde Purex adı verilen ve çözücü olarak tri-bütül-fosfat kullanan solvent ekstraksiyonu yöntemi plutonyum üretim reaktörlerinden elde edilen karışımın ve kullanılmış nükleer yakıtların işlenmesinde (reprocess) rakipsiz olarak uygulanmaktadır. Purex yönteminde kullanılmış nükleer yakıtlar, önce nitrik asit (HNO₃) ile çözülür; daha sonra organik tri-bütül-fosfat çözeltisi ile temasa geçirilerek nitrik asit fazındaki uranyum ve plutonyum organik faza çekilir (ekstraksiyon). Bu şekilde hafif elementlerden (ve aktiviteden) annan uranyum ve plutonyum karışımına bir indirgeyici madde eklenerek uranyum ve plutonyumun birbirlerinden ayrılması sağlanır. Sonuçta temiz ve saf uranyum ile plutonyum ayrı ayrı çözeltiler halinde elde edilir. Böylece geri kazanılan uranyum ve plutonyum, gerekli kimyasal dönüştürme ve fabrikasyon işlemlerinden sonra tekrar nükleer reaktörlere yüklenerek enerji üretimine önemli ölçüde katkı sağlanabilir.

Nükleer reaktörler bir yandan enerji üretirken bir yandan da tükettiklerinden daha fazla

yakıtı; uranyum-238'in plutonyum-239'a dönüşmesinden yararlanarak üretecek şekilde de tasarlanabilirler. Bu tür reaktörlere "üretken reaktörler" adı verilir. Normal reaktörler uranyum-235 tüketirken, üretken reaktörler, yalnızca uranyum-238 tüketirler. Doğal uranyumun %99'dan fazlasını fisil olmayan uranyum-238'in ve yalnızca binde 7 kadını fisil uranyum-235'in oluşturduğu hatırlanırsa, üretken reaktörlerin son derece değerli nükleer hammadde (fisil malzeme) en verimli şekilde kullanılması yolunu olası kılacağı görülebilir. Üretken reaktörlerde üretilen plutonyum-239'un, enerji üretmek üzere tekrar kullanılabilmesi için, reaktörden çıkan yakıtın yine bir kimyasal ayırma (Purex) tesisinde işlenerek, plutonyum-239'un yakıt karışımından ayrılması gerekir. Üretken reaktör teknolojisinin benimsenmesi halinde kimyasal ayırma, nükleer yakıt çevriminin vazgeçilmez bir parçası olacak ve nükleer reaktörlerden elektrik enerjisi üretiminde asıl rolü, uranyum-235 yerine plutonyum-239 üstlenmeye başlayacaktır.

Plutonyum, elektrik enerjisi üretimi için ve nükleer bomba malzemesi olarak kullanılmasının yanı sıra, ısı kaynağı olarak da kullanılabilir. Bu uygulama için plutonyum-238 izotopundan yararlanılır. Saf plutonyum-238 izotopu, nükleer reaktörlerden çıkan kullanılmış yakıttan kimyasal ayırma yolu ile geri kazanılabilen neptunium-237'nin ısılanması (radyasyona maruz bırakılması) ile elde edilebilir. Plutonyum-238, uzay programlarında (Apollo gibi), iletişim uydularında kullanılan termoelektrik güç üreteçlerinde ve kalp pillerinde, ısı kaynağı olarak kullanım alanı bulmuştur.

cim başına en az yüzeye sahip olanıdır. Tümleyle fisil maddeden oluşan bir kürenin çapı büyüdükçe, sızan nötronların oranı azalmaktadır. Kullanılan fisil malzemeye bağlı olarak değişen, belli çaptaki bir kürede her bir fisyon olayından doğan nötronlardan en az biri, yeni bir fisyon tepkimesine yol açarak, zincirleme tepkimelerin oluşmasını sağlar. Böyle bir sisteme kritik kütle adı verilir. Kürenin çapı, kritik çaptan büyük ise, her bir fisyon olayı, birden fazla fisyon tepkimesine yol açar. Bu durumda zincirleme tepkimeler artarak devam eder. Bu tip sistemlere kritik-üstü adı verilir. Kürenin çapı kritik değerin altındaysa, zincirleme tepkimeler oluşmaz ve böyle sistemler kritik-altı sistemler adı ile anılır.

Nükleer bir bombanın yapımı sırasında kritik kütle oluşturacak kadar fisil maddeyi bir küre halinde bir araya getirmeye çalışmak, patlamaya yol açar. Bu nedenle, nükleer silahların içine konan fisil madde, normal koşullardaki yoğunluğunda zincirleme tepkimeye izin vermeyecek kadar küçük bir metal küre halindedir. Bu metal küre, bombanın patlaması için, kimyasal patlayıcılar yardımı ile sıkıştırılarak, çok daha yoğun; ancak daha küçük bir küre haline getirilir. Kürenin yoğunluğunun artması ile nötron sızıntısı azalır ve çok hızlı gelişen zincirleme tepkimeler, nükleer patlamaya neden olur.

Bir nükleer bombanın yapımı için, yalnızca fisil malzemeye sahip olmak yeterli değildir. Fisil maddeden yapılmış kürenin sıkıştırılabilmesi için, kimyasal patlayıcıları

senkronize olarak ateşleyecek düzeneklerin yapımı, bu alanda ileri bir teknolojiye sahip olmayı gerektirmektedir.

Fisil Madde

Nükleer bombalarda kullanılacak fisil maddelerden günümüzde en çok tercih edileni, plutonyumdur. Nükleer silahlara sahip olan bütün ülkelerin bombaları plutonyumdan yapılmıştır. Plutonyumun (daha doğru kullanımı ile Pu^{239} 'un) fisyon başına ürettiği nötron sayısı, diğer fisil maddelere oranla daha fazladır. Bu da, daha az malzeme ile kritik kütle elde edilebilmesine olanak verir. Pu^{239} , yarı ömrü 24 000 yıl olan kararsız bir çekirdek olması nedeniyle, doğada bulunmaz. Doğal uranyumun % 99,3'ünü oluşturan ve fisil olmayan bir izotop olan U^{238} 'in nükleer reaktörlerde nötronlarla ışınlanması ile elde edilir. Pu^{239} üre-

Plutonyumun Sağlık Etkileri

Sinan Göktepeli
H Ü Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

Plutonyum (Pu), gümüş renginde, ağır bir metaldir. Bilinen 16 izotopu vardır. Bunlardan en uzun yarı ömre sahip olanları, sırasıyla, 24 390 yıllı Pu^{239} , 6580 yıllı Pu^{240} , 86,4 yıllı Pu^{241} ve 13,2 yıllı Pu^{242} 'dir. Plutonyumun biyolojik etkileri konusundaki tahminler, kimyasal, fiziksel veya biyolojik özellikleri konusundaki bilgilere, işleme sırasında ve nükleer silahların yol açtığı serpintilerden elde edilen verilere ve meydana gelen kazalar sırasında maruz kalan kişilerde gözlenen etkilerden elde edilen verilere dayanır. Plutonyumun fizyokimyasal özellikleri, zehirlilik ve zararlılık miktarını belirler. Kimyasal aktivitesi yüksektir.

İnsan vücuduna iki ana yolla girebilir: besin yoluyla ve havadan solunma yoluyla. Plutonyum saf ve toz halinde solunduğunda, %25'i akciğerlerde, %38'i üst solunum yollarında birikir ve geri kalanı da dışarı atılır. Bir kaç saat içinde, üst solunum yollarında birikmiş olanın tamamı, akciğerlerde birikmiş olanın da %40'ı temizlenir. Solunum yoluyla alınan toplam miktarın %15'i kadar plutonyum, iki yıl kadar bir süre akciğerlerde kalır. Bu bölgede biriken plutonyum, 2000 rem/ μ Ci miktarında maruziyete yol açar. Japonya'da atom bombasından sonra hayatta kalanlar, radon gazına maruz kalmış ma-



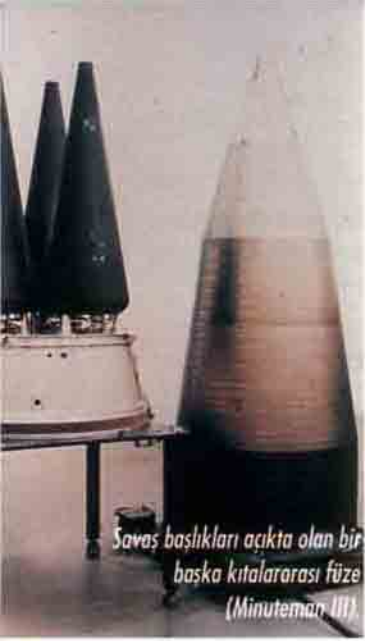
denciler ve maruziyet görmüş diğer insanlar üzerinde yapılan çalışmalardan yola çıkılarak, akciğerin maruz kaldığı her milirem radyasyon için kanser riski hesaplanmıştır. Bu değere göre beklenen kanserlerin sayısı, solunan her yarım kilo plutonyum için, 2 milyon dolaylarında hesaplanmıştır. Bu rakam, plutonyumun bir çok diğer maddeye göre daha az zararlı olduğunu gösterir. Besin yoluyla alındığında, çok az bir miktarı bağırsaklar tarafından emilebilir, çoğu dışkı aracılığı ile vücuttan atılır. Genellikle alfa ışınları yaydığından, bağırsaklarda küçük bir alan radyasyona maruz kalır. Bu nedenle plutonyumun vücuda besin yoluyla girmesi, solunmasından 5000 kat daha az tehlikelidir. Bir miktar plutonyum yiyen bir insanla, aynı miktar kafein yiyen bir diğeri, eşit miktarda tehlikeye maruz kalırlar.

Olasılığı düşük olmasına karşın, plutonyumun açık bir yara yoluyla doğrudan kana karışması konusuna da değinmek gerekir. Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre, damardan enjekte edilen plutonyum bileşikler, genellikle damarlarda birirmektedir. Bu deneylerden elde edilen veriler, doğrusal bir doz-tepki modeli kullanılarak değerlendirildiğinde, iskelet sistemi plutonyum kaynaklı 1 rad'lık maruziyet gören 1.000.000 insan arasında, 200 ke-

mik kanseri görüleceği tahmin edilmiştir.

Plutonyumun insan vücuduna girebilmesi için çeşitli fiziksel koşulların sağlanması gerekmektedir. Yarım kilo plutonyum tozu havaya saçıldığında yere çöker ve insanların çoklukla bulunduğu bir yerde (örneğin şehir merkezinde) bile, ancak 100 000'de biri kadarı solunabilir. Bu da 19 kanser vakası için yeterli bir miktardır. Eğer insanlar bu serpintiden haberdar edilmişlerse, yüzlerini bir parça katlanmış bezle örttükleri takdirde, bu sayı 19'dan 3'e düşer. Rüzgar nedeniyle plutonyum tozunun tekrar havalanması durumunda, plutonyumun sebep olacağı 7 kanser vakası daha beklenebilir. Toprağa karışan plutonyum ise, toprak üzerinde yapılan tarım, inşaat gibi faaliyetler nedeniyle yeniden havaya karışacaktır. Bunun, serpintiden sonraki yıllarda bir tek kansere yol açma olasılığı %20'dir. Topraktaki plutonyumun, bitki kökleri tarafından emilerek insan besinlerine karışması sonucu 1 kansere daha yol açması beklenebilir. Tüm bu rakamların toplamı, yarım kilo plutonyumun serpinti halinde yayılması durumunda, en fazla 27 ölüme yol açacağını göstermektedir.

Bir nükleer bombada bulunan plutonyumun %20'si fisyon yapar, kalanı ise saf toz olarak atmosfere yayılır. Günümüze kadar yapılan nükleer bomba deneylerinden, bu yöntemle, atmosfere 5000 kilo kadar plutonyum yayılmıştır ve bunun 4000 kadar kanser vakasına yol açması beklenmektedir. Rakamın, yukarıda belirtilenden küçük olmasının nedeni, deneylerin insanlardan uzak ve tarım yapılmayan yerlerde gerçekleştirilmesidir.



tebilmek için bir nükleer reaktör ve bir kimyasal ayırıştırma tesisi gerekirken; U^{235} , ancak çok pahalı olan izotop zenginleştirme yöntemlerinin kullanılması ile elde edilebilir. Nükleer bomba hammaddesi olarak kullanılabilen diğer

fisil madde U^{238} , doğada bulunmadığından, yine Pu^{239} 'a benzer yöntemlerle üretilmektedir. U^{235} üretimi için, toryumun doğada bulunan tek izotopu olan Th^{232} , bir nükleer reaktörde nötronlarla ısıtılır. Daha sonra kimyasal ayırıştırma gerektiren

bu işlem, ortaya çıkan yan ürünlerin daha fazla radyoaktif olmasından dolayı Pu^{239} üretiminden daha zordur. Bu nedenle pek kullanım alanı bulamayan bu izotop, nükleer silah sahibi devletler için cazip bir alternatif değildir. Fisil uranyum izotopları, yalnızca nükleer silah teknolojisine gizlice girme amacı taşıyan az gelişmiş ülkelerin ilgi duyabileceği maddeler olabilir.

Plutonyum

Glenn Seaborg tarafından 1940 yılında keşfedilen 94 atom numaralı bu element, yapay olarak üretilmektedir. Doğada eser miktarlarda bulunan ve saptanması bile çok güç olan plutonyum, kimyasal olarak aktinidler sınıfına dahildir. Uranyumun 238 ağırlıklı izotopunun nötron yutması sonucu oluşan kararsız U^{239} çekideği, ard arda iki beta

ışınması yaparak Pu^{239} 'a dönüşür. Bir nükleer reaktörde bulunan U^{238} çekirdeklerinin tümünün, nötron yutar yutmaz reaktörden çıkartılmasına olanak yoktur. Bunun sonucu oluşan plutonyum uzun bir süre nötron bombardımanı altında kalır. Pu^{239} , nötronlarla fisyon tepkimesine girebildiği gibi; nötron yutup gama ışıması yaparak daha ağır bir izotop olan Pu^{240} 'ı oluşturur. Pu^{239} fisil bir izotop olmadığından, reaktörde uzun süre bekleyen plutonyumun nükleer silah yapımı açısından kalitesi düşer. Pu^{240} da nötron yutarak, nükleer silah yapımı için Pu^{239} kadar elverişli olmayan daha ağır plutonyum izotoplarının (Pu^{241} ve Pu^{242}) açığa çıkmasına neden olur. Elektrik üretiminde kullanılan nükleer santrallerde, yakıtlar uzun süre reaktörde kaldığı için, bu santrallerden elde edilecek plutonyum, nükleer silah yapımı için uygun değildir. Askeri amaçlı pluton-

Kritik Kütle Hesabı

Mehmet Tombakoğlu
HÜ Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü

Nükleer bir bombanın yapımında kullanılan fisil malzemenin miktarı, bombanın tasarımına bağlı olmakla birlikte; minimum oranda kullanılması gerekli olan fisil malzeme miktarını basit bir hesaplama bulmak mümkündür. Bu yazıda basit olarak kritik kütle hesabının nasıl yapıldığı anlatılacaktır.

Temelde, kritik kütle hesabı, zincirleme fisyon tepkimesinin başladığı andan itibaren sürekli devam ettiği bir sistemde bulunması gereken minimum fisil madde miktarı, şeklinde yapmak uygun olacaktır. Fisil maddeden anladığımız, fisyon yapabilen izotoplardır. U^{235} , U^{233} , Pu^{239} ve Pu^{241} örnek olarak verilebilir. U^{235} ve Pu^{239} izotopları saf olarak bulunmadıkları için pek fazla önem taşımazlar.

İlk atom bombasının yapımı sırasında kritik kütle hesabı konusunda yapılan tahminler sürekli olarak değişmiş ve sorun yaratmıştı. Sorun temelde bu izotopların nötronlara ne denli büyük görünümlerinin bir ölçüsü olan etkin kesitleri ve fisyonundan açığa çıkan ortalama nötron sayısı ile ilgili verilerin yetersizliğinden kaynaklanmaktaydı. Bir diğer sorun ise, bu izotopların kendiliğinden fisyon yapmasından dolayı, kof patlama olasılığının bulunmasıydı. Sonuç olarak, bir bomba için gerekli kritik kütle hesabını belirleyen unsurlar şunlardır:

- Fisil malzemenin nötronik özellikleri,
- Fisil malzemenin kimyasal formu,
- Fisil malzeme içindeki izotopların miktarı,
- Fisil malzemenin yoğunluğu,
- Geometri,
- Reflektör malzemesinin çeşidi ve kalınlığı,
- Kimyasal patlayıcının kalınlığı.

Tüm bu unsurlar kritik kütle hesabında önemli rol oynamakla birlikte; etkili bir bomba'nın yapımında, tasarım aşaması ile ilgili diğer unsurlar daha fazla önem kazanmaktadır.

Kritik kütle hesabı bulunması için üretilen nötron sayısının, tüketilen nötron sayısına eşit olması gerekmektedir. Bu sayede zincirleme tepkime oluşur. Bunun anlamı, fisyonundan açığa çıkan nötron sayısının yutulanlara ve sistemden sızanlara eşit olmasıdır.

$$\text{Kısaca } k_{\text{eff}} = \frac{\text{üretilen nötron sayısı}}{\text{tüketilen nötron sayısı}} = \frac{\nu \Sigma_f}{\Sigma_a + DB_g}$$

Bu denklemdeki ν , bir fisyon olayı olmasından sonra açığa çıkacak ortalama nötron sayısını, $\Sigma_f = n_{\text{fisil}} \sigma_f$ nötronlarının fisyon yapma olasılığını ve $\Sigma_a + DB_g$ ise nötronların sistemde yutulma ve sistemden sızma olasılığını ifade etmektedir. Bu denklem kullanılarak belli bir fisil malzeme için kritik kütle hesabı yapılabilir.

Geometrinin tanımlanması da gereklidir. Bunun için de minimum yüzey ve maksimum hacime sahip bir geometri seçilerek, DB_g terimi ile hacim minimize edilebilir. Bu hesap yapıldığında optimum geometrinin küre olduğu bulunur. Homojen bir sıkıştırma yapmak için uygunluğu da düşünüldüğünde bu, bom-

banın şekli hakkında da bize bilgi verecektir. Optimizasyonun sonucu olarak çıplak yani reflektörsüz bir bombanın hesabını yapacak olursak

$$R_{\text{kritik}} = \sqrt{\frac{3 \sigma_a \sigma_f}{\pi} \left(\frac{\nu \sigma_f}{\sigma_a} - 1 \right)}$$

bulunur.

Yukarıdaki denklemin sağ tarafı bütünüyle fisil malzemenin nötronik özelliklerine bağlı olup; bize kürenin yarıçapı ile malzemenin atom yoğunluğunun çarpımını vermektedir. Ancak bu hesaplar sonucu bulunacak kritik kütle hesabı nükleer silah yapımı için gerekli olan kritik kütle gibi düşünülmeli, yanlış olacaktır. İleri teknolojiye sahip ülkelerin bomba yapımı için gerekli olan kritik kütle hesabı ya da daha azı ile bomba yapımını gerçekleştirmeleri atom yoğunluğunu artırarak olası hale gelebilir.

Ne var ki teknoloji gelişmemiş ülkelerin bunu yapması mümkün gözükmemektedir. %5 zenginlikte plutonyum Pu^{239} içeren bir malzeme küresel hale getirilerek, çevresine 10 cm'lik bir uranyum reflektör konursa 60 ± 6 kg malzeme kritiklik içinde yeterli olacaktır. Alfa fazında saf Pu^{239} kullanılacak olursa; 4.5 ± 0.1 kg malzeme, aynı şekilde saf U^{235} kullanılırsa yaklaşık 16 kg malzeme gerekli olacaktır.

Berilyum reflektör kullanılırsa yaklaşık 16 kg malzeme gerekli olacaktır. Bu durumda kritik kütle miktarı ile birlikte bombanın tesir gücü de azalmakta (2.47 kg); bu nedenle de berilyum reflektör tercih edilmemektedir.

yum (Pu^{239} bakımından zengin), özel olarak tasarlanmış reaktörlerde, U^{235} 'in ısıtılması ile üretilir.

Ele geçirilen plutonyumun analizi, izotop üretim reaktörlerinin yapısı ve kimyasal süreçlere ilişkin verilerle birleştirildiğinde, plutonyumun kaynağı ile ilgili çıkarımlar yapılabilir. Nükleer silah üretiminde, genellikle % 90'ın üzerinde Pu^{239} içeren plutonyum kullanılır. Bu zenginlikte plutonyumdan yapılacak en ilkel bomba için en az 10 kg plutonyuma gereksinim vardır. Daha gelişmiş bir tasarım ile bu miktar, 4 kg'a kadar indirilebilir. Bir nükleer bomba yapımı için gerekli fisil malzeme miktarını azaltmak, ancak teknolojiye deneyim ve ilerleme ile olasıdır. Başka bir deyişle, nükleer bomba yapmak için plutonyum elde eden tarafın, çok geniş teknolojik olanakların yanı sıra deneyime de sahip olması gerekmektedir. Terör örgütlerinin, ele geçirecekleri bir kaç kilo plutonyum ile nükleer bir silah yapmaları son derece zor olacaktır. Yine de kaçak olarak elde edilebilecek plutonyum, nükleer silahlar konusunda uzun süre çalışma yapmış, gelişmekte olan ülkeler için cazip olabilir.

Basında son zamanlarda yer alan, Al-



manya'da ele geçirilmiş birkaç miligram veya 300 g plutonyumun, askeri bir değeri yoktur. Bu miktarlarda plutonyum ile nükleer silah yapmaya olanak yoktur. 4 kg dolayındaki miktarlar ise, çok düşündürücü olabilir. Gerekli teknolojiye sahip ülkeler için bu miktarlar, nükleer silah yapmaya yeterli olabilecektir. Ne var ki nükleer silah konusunda düzenli bir program yürütme şansı olmayan terör örgütleri için, çok daha büyük miktarlar gerekmektedir.

Zehirli Plutonyum

Ne yazık ki sansasyon yaratma amacı güden bazı basın kurumlarının gerçekle bağdaşmayan telkinleri ve konunun uzmanı olmayan kişileri kaynak göstererek verdikleri bilgiler doğrultusunda, kamuoyunda plutonyumun nükleer silah yapımının yanı sıra zehir olarak da kullanılabileceği yolunda genel bir kanı oluştu. Gerçekten de zehirli bileşikler oluşturabilen bu elementin, zehirlilik boyutunu incelemekte yarar vardır.

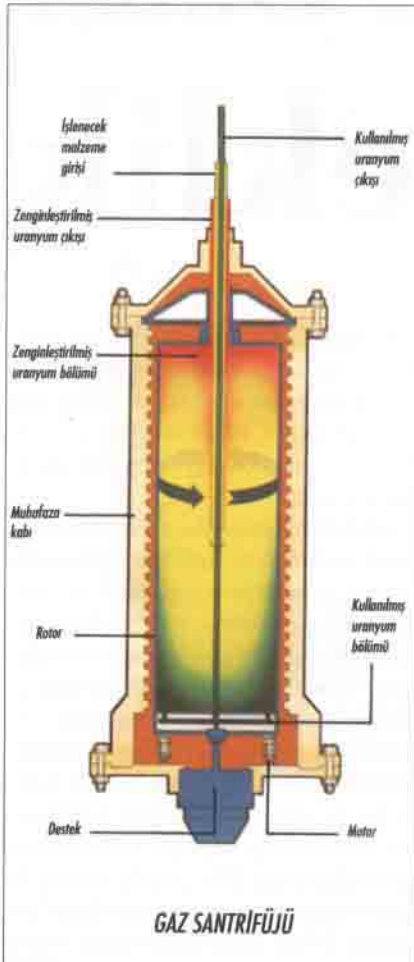
Plutonyumun zehirleyici özelliği, insan vücuduna hangi yolla ve hangi kimyasal bileşik halinde girdiğinde bağlıdır.

Dünya atmosferinde halen, nükleer patlamalar sonucunda buharlaşarak, kullanılmayarak açığa çıkan beş ton kadar plutonyum bulunduğu tahmin edilmektedir.

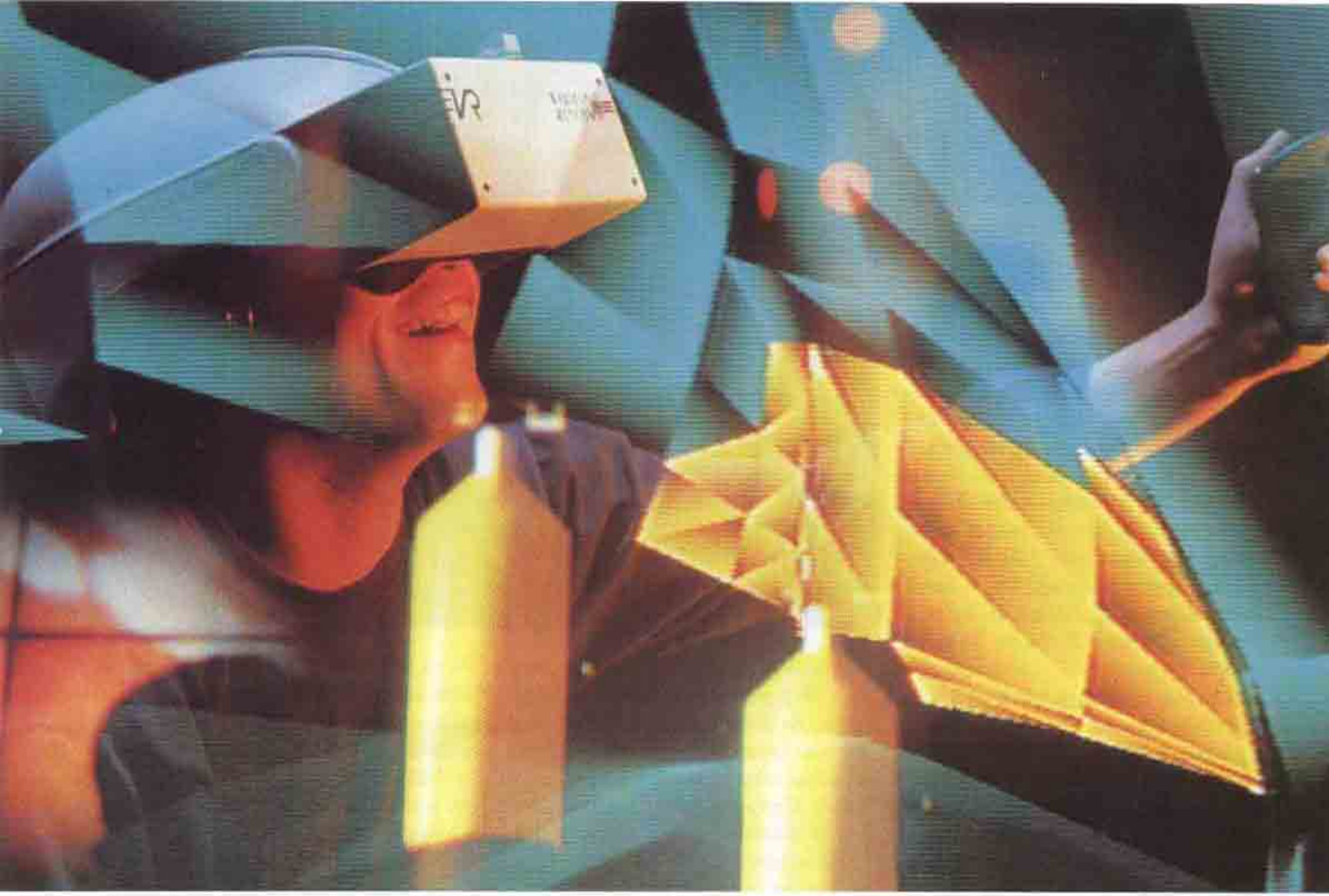
Nükleer silahlar geliştikçe, içlerine konan plutonyumun daha büyük bir çoğunluğunun fisyon tepkimesinde kullanılmaya karşın, geçmişteki nükleer denemeler de göz önüne alınırsa, ortalama olarak nükleer bombalardaki plutonyumun yaklaşık % 20'sinin kullanıldığını söylemek olasıdır.

Dünya atmosferinde böylesine çok miktarda bulunduğu tahmin edilen plutonyumdan, bugüne kadar hiçbir insanın zehirlendiği bildirilmemiştir. Yinelemek gerekirse plutonyumun zehirleyici özelliği, insan vücuduna hangi yolla, hangi kimyasal bileşik halinde girdiğine bağlıdır. Madeni haldeki plutonyumun zehirleyici özelliği çok düşük olduğundan, birkaç kg plutonyum, terör örgütlerinin amaçladıkları toplu ölümleri sağlamaya yeterli olmamaktadır. Solunum dışı yollarla vücuda giren plutonyum, çok daha zehirli olabilir. Öte yandan piyasada çok daha ucuza, çok daha etkili zehirli kimyasal bileşikler elde etmenin olası olduğunu vurgulamak gerekir.

Hiçbir terör örgütü, zehir olarak kullanma amacı ile plutonyum elde etmeye çalışmayacaktır. Terör örgütlerinin ilgisini çeken, akut ölümlere yol açan, çabuk etki gösteren silahlardır. Bu tür kimyasal bileşikler elde etmek veya küçük atölyelerde birkaç kişiden oluşan gruplarla üretmek, plutonyumdan zehir üretmeye oranla çok daha ucuz ve kolaydır.



Kaynaklar
Adaman Plades A.G., Braun C., Kenton J.E., Rahn F.J., A Guide to Nuclear Power Technology.
Cohen Bernard L., Before It's Too Late.
de Voloy A.Dy., Proliferation of Plutonium and Policy, 1979.
Duderstadt J.J., Hamilton L.J., Nuclear Reactor Analysis, 1976.



Hayalle Gerçeğin Dansı Sanal Gerçeklik

BUGÜNLERDE bütünüyle yapay bir ortamda, bilgisayar grafikleri arasında, ister bilimsel bir amaç için olsun ister fantastik bir macera yaşamak için, yepyeni bir dünya yaratılmaya çalışılıyor. Bilgisayar teknolojisini grafik tasarımlarla birleştiren ve kişileri bilmedikleri bir dünyanın parçası yapan bu kavram, sanal gerçeklikten başka bir şey değil.

Günümüzde bilgisayarlar, hassas ve hızlı kontrol gerektiren birçok teknoloji alanında kullanılıyor. Araştırmalar, daha verimli, kendi kendine karar verebilen süper bilgisayarlar geliştirmek üzerinde yoğunlaştırılıyor. Bilgisayarların, hayatın hemen her alanına girdiği şu sıralarda, başta Amerika olmak üzere dünyanın birçok gelişmiş ülkesinde bilgisayar araştırmacıları yepyeni bir teknolojik buluşla akılları karıştırıyorlar. Sanal gerçeklik!...

İngilizcedeki "Virtual Reality" kavramının karşılığı olan ve henüz yeni yeni tanınan bu teknoloji, büyük bir çığır açacağı benziyor.

Aslında teknolojinin çıkış noktası, 1920'lerde yapılmış bir çalışmaya dayanıyor. 1920 sonlarında Edwin Link; fazla yer kaplayan taşıt simülatörleri yerine, başa takılan ve aracın içindeyken sözkonusu görüş durumunu yansıtan "Head Mounted Display", yani başa takılan gösterici fikrini ortaya attı.

1940'lı yıllarla birlikte geliştirilmeye başlanan teleoperasyon teknolojisi (belirli bir uzaklıkta algılanan görüntüleri elektronik sinyaller ile taşıyıp, ekran üzerinde tekrar oluşturma teknolojisi), ancak 1960'lı yılların başlarında meyvasını vermiştir. "Philco" şirket mühendislerinin "Argonne National Laboratory" ile yürüttüğü ortak çalışma sonucu, kapalı devre televizyon yayını yardımıyla, ilk başa takılı gösterici'nin denemesi yapıldı. Ne var ki o günün teknolojisi ölçütünde, en ileri denemelerden biri olsa da, elde edilen görüntü kalitesi yetersiz olmuş ve bu yetersizlik büyütücü optik elementlerle giderilmeye çalışılmıştır. Günümüzde, konuyla ilgili bilimsel araştırmalar ve deneyler Amerikan Uzay Araştırma Merkezi NASA başta olmak üzere, birçok



araştırma merkezinde ve akademik düzeylerde birçok üniversitede lisans, lisansüstü, doktora ve sonrası düzeyde sürdürülmektedir.

Ülkemizde hemen hemen hiç bilinmeyen sanal gerçeklik, isminden de anlaşılacağı gibi gerçekte olmayan bir ortamdır. 1960'lı yıllarda televizyon yayını olarak denenilen sistem, günümüzde üç boyutlu bilgisayar animasyonlarının yardımıyla gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır. Amerika'daki, Kuzey Carolina Üniversitesi, bu konuda oldukça ileri düzeydedir. Sanal gerçeklik, bilgisayar grafikleri ile yaratılan bir ortamın, insan duyuları ile birleştirilerek, kişinin kendisini o ortamın bir parçası gibi hissetmesi yaklaşımı üzerine yapılandırılmıştır. Uçuş simülörleri, sanal gerçeklik olayının ilk örnekleridir. Eğitim aşamasındaki pilot adayları, bilgisayar aracılığı ile yaratılan ve yine bilgisayar aracılığı ile kontrol edilen, pilot kabinine benzer, hareketli bir mekanda fiziksel olarak hissederek, uçuş deneyimlerini geliştirmektedirler. Burada uçuş sırasında meydana gelen aç ve durum değişiklikleri, hareketli mekana yansıtılmakta; böylece pilot adayları, gerçek uçuş sırasında karşılaşılabilecekleri olayları uçuş öncesinde yaşamakta ve öğrenmektedirler. Ne var ki bu tür simülörlerin iki büyük dezavantajı vardır. Bunlardan birincisi maliyetlerinin ve işletim giderlerinin çok yüksek olması, ikincisi ise uçuş sırasında olabilecek olayların, operatörler tarafından bilgisayara yükleniyor olmasıdır. Diğer bir deyişle pilotlar, operatörlerin tasarımıyla ilgili olaylara tepki göstermektedirler. Bu da bir bakıma gerçeklik olgusunu zedelemektedir. Ayrıca görüntülerin gerçeğe yakın olabilmesi için, birden çok bilgisayar biriminin bir arada kullanılması zorunluluğu vardır. Tüm bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla sanal gerçeklik, ilk olarak uçuş simülörlerine yönelik kullanılmaya başlamıştır. Sanal gerçekliğin simülörlere tercih edilmesinin nedenleri arasında simülörlerden daha ucuz olması, genellikle tek bir süper bilgisayarla ortamın oluşturulabilmesi ve uçuş senaryolarının, pilotun verdiği tepkilere göre otomatik olarak oluşması sayılabilir. Ancak sistem emekle-



me aşamasında olduğu için, henüz kullanımı yaygın değildir.

Sanal gerçeklikte en önemli hedeflerden biri kullanıcının ortama tam anlamıyla hakimiyet sağlaması ve her yönüyle ortamın bir parçası olmasıdır. Bunu sağlayabilmek üzere geliştirilmiş iki önemli eleman vardır. Bunlardan biri data eldiveni (bazı kaynaklarda hiper eldiven olarak da geçebiliyor), diğeri de başa takılan göstericidir. Data eldiveni, fare (mouse) ya da joystick gibi bilgisayar ortamındaki hareketleri kontrol etmeye yarar. Bilinen sistemlerden ayrılan en önemli noktası, çıkış noktasındaki düşüncedir. Bilindiği gibi fare ya da joystick, ekran üzerinde yapmak istediğimiz hareketleri klavyeden daha seri bir şekilde yapmamızı; dolayısıyla daha kısa sürede sonu-

nucaya ulaşmamızı sağlar. Veri girişi gibi teknik bir konuda olsun, oyun oynamak için yazılmış bir programın kontrolünde olsun, amaç hemen her

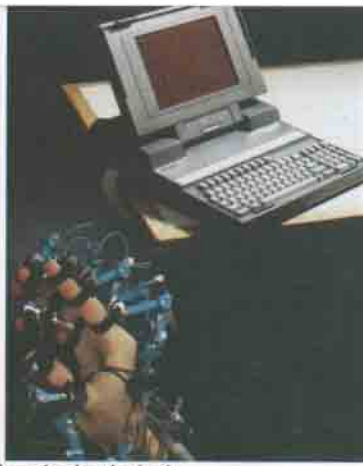


Seyrettikleri üç boyutlu filmi, çocukların üzerinde yarattığı etki izlenmeye değer.

zaman aynıdır. Data eldiveni ise, insanın iş yapmak için doğal olarak ellerini ve parmaklarını kullanması fikrinden ortaya çıkmış bir üründür. Sistem, bir eldivene benzediği için, data eldiveni adını almıştır. Eldiven, bir seri algılayıcı içerir. Eldeki ya da parmaklardaki hareketler, elektrik sinyallerine, daha sonrada dijital bilgiye dönüştürülerek, bilgisayar ortamına aktarılırlar. Daha sonra aktarılan bilgiler, farenin ya da joystickin hareketlerini değerlendiren program benzeri bir sistemle, yapılması gereken işe dönüştürülürler. Böylece kullanıcı, bilgisayar ile neredeyse birebir iletişime geçer.

Data eldivenlerinin çok farklı türleri vardır. Birçok araştırma kurumu, kendi amaçlarına en iyi hizmet edeceğine inandığı bir sistem geliştirmeye çalışmıştır. 1976 yılından bu yana geliştirilen data eldivenlerinin en önemli ortak özelliği, el ya da parmak hareketlerini algılayan sensör (algılayıcı) sistemlerine sahip olmalarıdır. Bir süre alıştırma yaptıktan sonra eldiveni kullanmak oldukça kolaydır. Örneğin bilgisayar görüntüsünde ileri gitmek için, işaret parmağını ileri uzatmak, işlemi yapmak için yeterlidir. Bu eldivenlerden bir kısmı da, bütünüyle özel bir amaç için geliştirilmiştir. 1990 yılında "Virtual Technologies" firmasının geliştirdiği "Cyberglove" adı verilen 18 algılayıcı eldiven, sağır-dilsizlerin iletişim için kullandıkları alfabeği çözümlmek için tasarlanmış örneklerden sadece biridir. Geliştirilen programın da yardımıyla her geçen gün daha fazla işareti ayırt edebilen bu özel eldiven, bir çok benzeri gibi henüz prototip aşamasındadır.

Sanal gerçeklik olgusunda diğer bir önemli gereksinim de, başa takılan göstericilerdir. Bu göstericiler aslında, stereoskopik görüntüleme adı verilen ve insanda üçüncü boyut hissini doğuran sistemlerdir. İnsan, iki gözü sayesinde,



Data eldivenlerinin, farklı amaçlar için birçok çeşidi geliştirilmektedir.

bulunduğu ortamı üç boyutlu algılayabilmesi gibi, sanal gerçeklikte oluşturulan görüntüler de bu sistemler yardımıyla üç boyutluymuşçasına algılanır. Üç boyutlu görüntü oluşturma fikri, yeni bir fikir değildir. Bir aralar özel yöntemlerle çekilmiş olan ve sağda başka solda başka olmak üzere, özel filtreleri olan gözlüklerle seyredildiğinde üç boyutlu gibi algılanan filmlere, sinemalarda sıkça rastlanıyordu. Özel yöntemle kaydedilmiş ses düzeni de eklenince filmi seyreden kişiler, kendilerini filmin içinde gibi hissediyorlardı. Bilgisayar ortamında oluşan

görüntüler, ekranda olduğu gibi elektronik sinyallere dönüşür ve genellikle likit kristalden imal edilen gösterciler (aslında bu gösterciler gözlük camları büyüklüğünde küçük monitörlerdir) aracılığıyla tekrar oluşur. Bu gösterciler, gözlük gibi kullanıcının görüş alanının her yönünü kaplarlar. Kullanıcı, bu sistem aracılığı ile görsel olarak bilgisayar ortamının bir parçası haline gelir.

Göstercilerin ileri modellerinde geliştirilen ek bir sistem, sadece özel araştırma kurumlarında bulunmaktadır. Buna göre gösterici, gözlük değil başa takılan koruyucu kask

görünümündedir. Bu kaskın özelliği, başın hareketlerini algılayan bir sisteme sahip olmasıdır. Buna göre kullanıcı başını çevirdiğinde ya da yukarı-aşağı hareket ettirdiğinde görsel ortamdaki görüntü değişmektedir. Böyle bir sistemin benzeri, NASA'da henüz üzerinde çalışılmakta olan bir prototiptir. Kask benzeri bu sistemin en büyük sorunu, sistemin hissedilir derecede ağır olmasıdır. Bu sorunu çözmek için, başta meydana gelen hareketleri algılayan; ışık, lazer ışını ya da elektromanyetik dalgaları kullanan sistemler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bunun dışında teknolojinin ilerlemesi ile, daha hafif ve daha az yer kaplayan sistemler de geliştirilmektedir. Bu sistemlerin bir başka sorunu, insanın farkına varmadan doğal olarak yaptığı küçük göz hareketlerini algılayamamasıdır. Bu tür algılamayı sağlamak ve aynı zamanda kullanıcının gözündeki bozukluk oranına göre sistemi otomatik olarak ayarlayabilmek amacıyla yürütülen çalışmalar, henüz deneme aşamasındadır.

Yoldaki Çukurlara Sanal Tamirler

Bu yıl içinde, İngiltere'de faaliyet gösteren bir kamu şirketi, yoğun kullanımı olan bazı yolların, neden kapatılıp kazılması gerektiğini, sanal gerçekliği kullanarak göstermeye çalışacak. Özelleştirilmiş atık su şirketi "Welsh Su", Kuzey Wales bölgesinde bulunan Wrexham'da yapılacak bir toplantı sırasında, kanalizasyon hatını iyileştirme projesinin, bölgede yaşayan halkı nasıl etkileyeceğini, kişisel bilgisayar tabanında geliştirilmiş bir sanal gerçeklik sistemi ile açıklamaya çalışacak. Öngörülen sistemin, "pahalı" ve "esnekliği az" olan modellerin yerini alacağına inanılıyor.

Welsh Su şirketinin gerçekleştirmeyi planladığı bir diğer yenilik ise, kişisel bilgisayar tabanlı bire bir etkileşim sağlayan sistemin video uyarlamasını oluşturmak. Böylece, video ile kaydedilen gerçek sokak ve bina görüntüleri, Amerikan orijinli "Silikon Grafik" ait gerçeklik makinesi adı verilen bir sistemin de yardımıyla, sanal gerçeklik senaryosunun daha gerçekçi hale getirilmesine çalışılacak.

Projeye ait araştırmaların çoğu, merkezi Salford'da olan "Akıllı Sistem Çözümleri" adlı kuruluştadır. Şirket, para tasarrufu yapabilmek amacıyla merkezi Cheshire'da olan N. W. Barber isimli bir grupla birlikte çalışmaktadır. Bu çalışma ile öngörülen, sanal gerçeklik tekniklerini kişisel bilgisayarlarda oluşturduktan sonra, geniş kitlelere hitap edebilecek şekilde uyarlama yapabilen yüksek seviyeli makine sistemlerini kullanacaktır.

Welsh Su şirketi ile birlikte planlama yöneticisi olarak çalışan Roger Moore'a göre lağım hattındaki bozukluğu göstermenin oldukça önemli olmasının nedeni, kanalizasyon hatlarının diğer tür hatlardan daha derinde ve büyük olmasıdır. Sonuç olarak yapılacak iş sırasında, çevreye verilen rahatsızlık dikkate değer boyutlarda olacaktır.

Geliştirilmesine çalışılan sanal gerçeklik ile bölgede yaşayan halk, 600 metrelik yol boyunca, kendi ev ve dükkanlarının arasında uçabilecek, hatta istediği takdirde, kanalizasyon sisteminin içine görsel olarak girip, hat boyunca oluşan çürümeleri inceleyebilecektir. Sanal gösterim sırasında kullanıcı, özel hazırlanmış simgelerden birini bilgisayar yardımıyla uyarıp, kanalizasyon sisteminde meydana gelebilecek bir taşkın sırasında ortaya çıkabilecek sorunları gerçek zamanlı bir sistemin oluşturduğu görüntülerde izleyebilecektir. Ayrıca Moore, sistemin, kullanıcıların yani müşterilerin, yapılması planlanan kazının aşamalarına müdahale ederek gerekli değişiklikleri yapabileceği şekilde tasarlandığını ekliyor.

Harcamayı düşük tutabilmek için, sanal dünyayı oluşturma işinin çoğu kişisel bilgisayarda yapılmaktadır. Ancak görsel malzemeyi oluşturan grafikler, pahalı makinelerde oluşturulanlar kadar yüksek kalitede olamayacaktır. Bu sorunu çözümlenebilmek için, tasarlanan grafikler gerçek dünyanın karmaşık yapısı ile birlikte, kişisel bilgisayardan gerçeklik makinasına yüklenebilmektedir. Akıllı Sistem çözümleri kuruluşundaki sanal gerçeklik araştırma grubunu yöneticisi Andy Connell'in açıklamasına göre; merkezde kişisel bilgisayardan gelen bilgiler, gerçek dünyaya ait fotoğraflar ve gerekli geometrik çizimlerle yeniden işlenebilmektedir.

Bu gelişen teknik sayesinde, işin %90'ı, 1000 sterlinlik sistemler yardımıyla yapılabilecek ve N. W. Barber benzeri şirketlerin rahatlıkla finanse edilebileceği hale gelebilecektir.

Welsh Su şirketinde sanal dünyayı oluşturabilmek için, "Akıllı Sistem Çözümleri"nin kullandığı özel bir teknik, bölgenin toprak üstü görüntüsü yaratılacaktır. Öncelikle sanal evler, iş merkezleri, yoldaki araçlar ve sokak teferuatları (telefon kulübeletleri, yol şekilleri ve sokak işaretleri) gibi bireysel öğeler kişisel bilgisayarlarda özel kütüklerde saklanacak ve daha sonra bu öğeler yardımıyla, sanal sokak inşa edilebilecektir.

Moore, halk her ne kadar etkilenmemiş görünse de, bazı durumlarda olayı yorumlayamıyor ve hatırlan plan ya da çizimlerden kafası karışmış olsa da, sununun basarılı olması halinde halkın danışma toplantılarındaki tutumunun, sonucu kolaylaştıracağına inanmaktadır. Ayrıca Moore'a göre sanal gerçekliğin sunuya getireceği açıklık sayesinde, işin yaratacağı etki yerel halka en iyi şekilde aktarılabilecektir.

Araştırma ve teknik gelişmeye N. W. Barber'den ortak olan Dave Walters'e göre, diğer su şirketleri de sanal gerçeklik sistemlerini şimdiden keşfetmeye başlamışlardır. Buna göre, Güney-Batı Su şirketi, eskiden kalma bir anıt olan "Exeter Cathedral" yolunun, neden kazılması gerektiğini benzeri bir teknikte göstermeye ihtiyaç duymaktadır. Thames Su şirketi de, yeni atık pompalama istasyonunun güney-doğu Londra'da nasıl bir karışıklık yaratacağını göstermek için benzeri yollar aramaktadır.

David Traherne
Financial Times, 23 Ağustos 1994
Çeviri: Babür Eryalçın

Gün geçtikçe kullanım alanları fazlalaşan sanal gerçeklik, ticari amaçlı olarak en çok bilgisayar oyunlarında kullanılmaktadır. Başlangıçta standart sistemlere ek donanım gerektirmeyen; hemen her bilgisayarın kullanılabileceği oyunlar tasarlanmıştır. Günümüzde, başta Disneyland olmak üzere birçok eğlence merkezinde boy göstermeye başlayan özel donanımlı sistemler ise, maliyetleri yüksek olmasına karşın pazar paylarını giderek artırmaktadırlar. Birçok bilgisayar oyunu meraklısının, en azından adlarını duyduğu Wolfenstein ve Doom gibi savaş oyunları ile, X-Wing benzeri uzay oyunları, sanal gerçekliğin standard bilgisayar elemanları ile oluşturulmuş örneklerinden bir kaçıdır. Eğlence merkezlerindeki oyunlar da, başa takılan göstericiler ve hareketli mekanları ile oyunseverlerin ilgisini çekmektedir. Örneğin Disneyland'da bulunan bir simülör, kullanıcının gözüne takılan gösterici ile sanki bir uzay macerasının ortasındaymiş hissini uyandırmaktadır. Ülkemizde de Dreamland benzeri yerlerde, bu sistemlerin ilkel örnekleri mevcuttur.

Uçuş simülörleri ile başlayan sürecin içinde, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde askeri eğitimin bir parçası olma yolundaki sanal gerçeklik, farklı yerlerde bulunan kişileri, özel bir bilgisayar ağı yardımıyla birleştirmekte ve kişisel becerileri geliştirmeyi hedeflemektedir. Sistemin geliştirilme nedenlerinden belki de en önemli ikisi; askeri tatbikat alanlarının süreç içinde küçülmesi ve tatbikat maliyetlerinin giderek yükselmesidir. Uçuş simülörlerinde yapılan tatbikat operatörlerin kontrolünde olduğundan, insan unsuru sınırlanmakta ve bu yüzden verilen eğitim yeterli olmamaktadır. Bilgisayar

ağı ile birbirine bağlanan simülörlerde ise kullanıcılar, teke tek karşılaşabilmekte ve kişisel becerilerini geliştirebilmektedirler. Örneğin iki pilot, sistem yardımıyla sanal bir ortamda savaşılabılır; hatta birbirlerini yok edebilirler. Ayrıca sanal ortam istenildiği kadar büyütülebilmekte, taarruz yapılacak bölge en ince ayrıntılarına kadar işlenebilmekte, dünyanın istenen hemen her bölgesinde tatbikat yapılabilen ve en önemlisi bir tatbikat defalarca tekrarlanabilmektedir.

Sistemin bir başka üstünlüğü de, uçaklar dışında, yer taarruz araçlarının ve kullanıcı personelin de tatbikata katılabilesidir. Örneğin hiçbir riske girmeden ve iletişim dışında para harcamadan büyük bir tank savaşını, farklı yerlerde görevli personeli kullanarak yapmak olası. Ancak sistemin çok önemli iki sorunu var: Kullanıcı sayısı ve iletişim mesafesi. Kullanıcıların sayısının artması, oluşturulan görüntülerin akış açısından gerçekliğini yitirmesine (görüntü akışı sırasında basamaklamanın oluşması yani gerçek zaman olgusunun kaybolması) neden olmaktadır. Bu sorun, kullanıcı sayısını sınırlamak yoluyla büyük ölçüde kontrol altına alınmıştır. İkinci büyük sorun, iletişim sırasında kullanılan hatların veri iletiminde yol açtığı gecikmedir. Gecikme açısından gelen bilgide gerçeklik olgusunu bozan en büyük sorun, kullanılan araç görüntüsünün konumunu değiştiren bir emir gelmesidir. Sorun, aracı gözü rahatsız etmeyecek bir hızla yeni konumuna taşıyan bir yardımcı programlama ile büyük oranda çözülmüştür. Ancak sistemin gelişmesi henüz devam etmekte olduğundan geleceğin savaşlarının bilgisayar ortamında gerçekleşeceği bile söylenebilir.

Sanal gerçekliği geliştiren ve aynı zamanda kullanmayı hedefleyen NASA ise, çok farklı bir amaca hizmet etmektedir. Uzay çalışmaları sırasında sayısız deneye ve fiziksel olarak zor yaşam şartlarına tabi tutulan astronot adaylarının eğitiminde kullanılmak üzere geliştirilmesi sürdürülen sanal gerçeklik, astronot adaylarının gide-



Tıp alanında eğitim sırasında sanal gerçekliğin kullanılması planlanmaktadır.



Geleceğin kompozitörleri, düzenlemelerini yaparken sanal orkestralardan yararlanabileceklerdir.

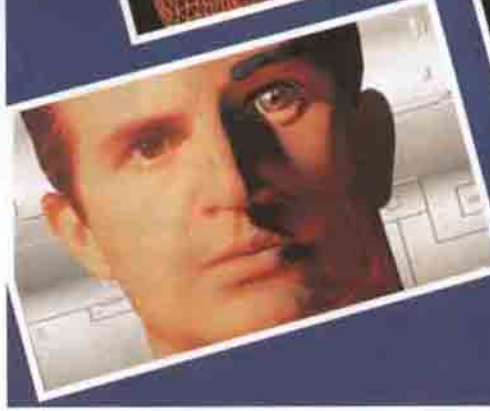
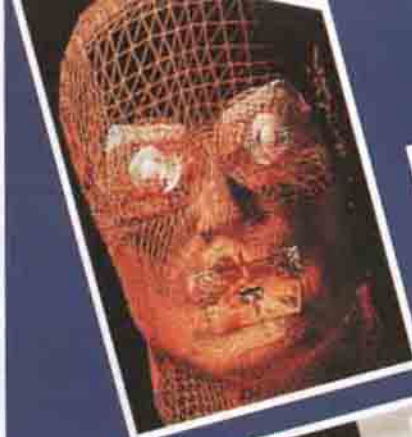
cekleri görevden önce, özellikle ve öncelikle görsel olarak sözkonusu ortamda bulundurulmalarını hedeflemektedir. Örneğin başka bir gezegene yapılacak insanlı ilk uçuştan önce astronot adayı, ineceği ve araştıracağı bölgeyi tanımak için önceden elde edilmiş verileri analiz eden bir programın da yardımı ile, sanal gerçekliğin oluşturduğu görüntülerden yararlanabilecektir. İnsanın teknik olarak varlığını sürdürmeyeceği bir ortama gönderilecek robot benzeri araçlar da, sanal gerçekliğin oluşturduğu bire bir iletişim olanağı ile, tehlikeli görevleri başarabileceklerdir. Sonsuz uzay boşluğunda, bir kaza sonucu arızalanan nükleer bir reaktörde, okyanusların erişilmesi olanaksız derinliklerinde ya da insanın fiziksel olarak ulaşamayacağı küçük ortamlarda, mekanik olarak insanın sahip olduğu hareket yetisine sahip robot araçlar, sanal gerçeklik ile çalışan insan faktörü ile birleştirildiğinde, neredeyse imkansız deneyler rahatlıkla gerçekleştirilebilecektir.

Sanal gerçeklik, son yıllarda sağlık sektöründe de kullanım alanı bulmaktadır. Ameliyatların daha güvenli yapılabilmesi, en büyük hedefidir. Bu anlamda ameliyat sırasında uzman doktorun, ameliyat başlamadan önce hastanın içine bakarak fizyolojik bozuklukları görmesi ve ameliyat yöntemine karar vermesi amaçlanmaktadır. Buna



göre her insanın doğal olarak birbirinden farklı olması nedeniyle, yardımcı teknolojiler kullanılarak, önce hastanın iç anatomisi incelenecektir. Daha sonra elde edilen veriler işlenerek üç boyutlu görüntü haline dönüştürülecek; sonuç olarak uzman, gerekenden fazla bölgeye zarar vermeden ameliyatı kısa sürede tamamlayacak bir ameliyat programı oluşturacaktır. Bilgisayar görüntüleri yardımıyla, pratik kazanmak amacıyla istediği kadar sanal ameliyat gerçekleştirebilecek olan uzman, böylelikle gerçek ameliyat sırasında oluşabilecek risk faktörünü en aza indirecektir.

Ameliyatlara için düşünülen ikinci bir gelişme ise, mikro robotların sanal gerçeklik ile birlikte kullanılmasıdır. Henüz gelişmekte olan mikro robot teknolojisiyle üretilen özel robotların, gelecekte yapılacak ameliyatlarda kullanılması düşünülmektedir. Mikromühendislik ürünü olan bu mekanizmalar, silikon kristalleri üzerine özenle işlenmiş çark, kaldıraç gibi mekanizmaların oluşturduğu, 1 mm'den daha küçük mikroskopik elektrik motorlarının sürülmesi ile çalışan mekanizmalardır. Bu motorlar, 1 mikrometre veya daha küçük boyuttaki makas, neşter benzeri aletleri rahatlıkla kullanabilecek güçtedir. Hatta bu makas,



neşter benzeri aletlerin, ısıtıldıklarında şekillerini değiştirebilen hafızalı metallerden yapılması planlanmaktadır. Böylece az sayıda alet ile çok iş yapılması hedeflenmektedir. Bu mekanizmalar, açılan küçük bir noktadan rahatlıkla vücudun, belirli bölgelerine girebilecek şekilde tasarlanmaya çalışılmaktadır. Açılan yaranın küçük olması sayesinde enfeksiyon riski ve nekahat süresi azalacaktır. Sistem, dışarıdan uzaktan kumanda ile kontrol edilebilecektir. İşte bu sistemler, mikro robotların üzerine monte edilmiş mikro kameraların çektiği görüntülerin, bilgisayar ortamı ile işlenerek üç boyutlu hale gelmesini ve sanal gerçeklik yardımıyla ameliyatı yapan uzman doktorun; hatta bu konuda uzmanlaşmak isteyenlerin ameliyat evrelerini rahatlıkla takip edebileceği sanal teknolojinin kullanıldığı ameliyathanelerin ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Sistemin geliştirilmesi halinde ameliyatı gerçekleştiren uzmanın,

ameliyat ortamında bulunmasına bile gerek kalmayacaktır. Özel iletişim hatları sayesinde uzman, kilometrelerce uzaklardaki bir hastayı rahatlıkla ameliyat edebilecektir. Bu gelişmeler, klasik hastanelerin yerini özel otellere bırakması; aynı zamanda nekahat devresinin kısalması ile özel bakım hemşirelerine olan ihtiyacın azalması olasılığını da beraberinde getirmektedir. Öte yandan gelişmelerin hızı ve mevcut teknoloji göz önüne alındığında, böylesi ameliyatlara 2000'li yıllardan önce yapılabilmesi henüz olanaksız gözüküyor.

Sanal gerçekliğin sağlık alanında kullanımına yönelik diğer bir düşünce ise, eğitim aşamasında öngörülmektedir. Doktor adaylarının, insan vücudunu anatomik açıdan yeterince tanıyabilmeleri için kadvralara, yani insan cesetlerine gereksinimleri vardır. Bu da, objenin insan olması nedeniyle, bazen büyük zorluklar çıkarmaktadır. İşte bu noktada sanal gerçeklik düşüncesi gündeme gelmektedir. Özel olarak programlanmış bir bilgisayar yardımı ile, gerçek bir kadvra olmaksızın; insan vücudu, üç boyutlu olarak incelenebilecek; hatta sanal gerçeklikteki data eldiveni benzeri bir iletişim sağlayan aletlerle, kadvra (bilgisayar tarafından sayısal olarak oluşturulan kadvra görüntüsü) üzerinde istenen deney defalarca gerçekleştirilebilecektir. Görüntünün bilgisayar ortamında oluşturulmasından dolayı, istenen bölge ya da organ daha ayrıntılı ve istenirse daha büyük olarak incelenebilecektir.

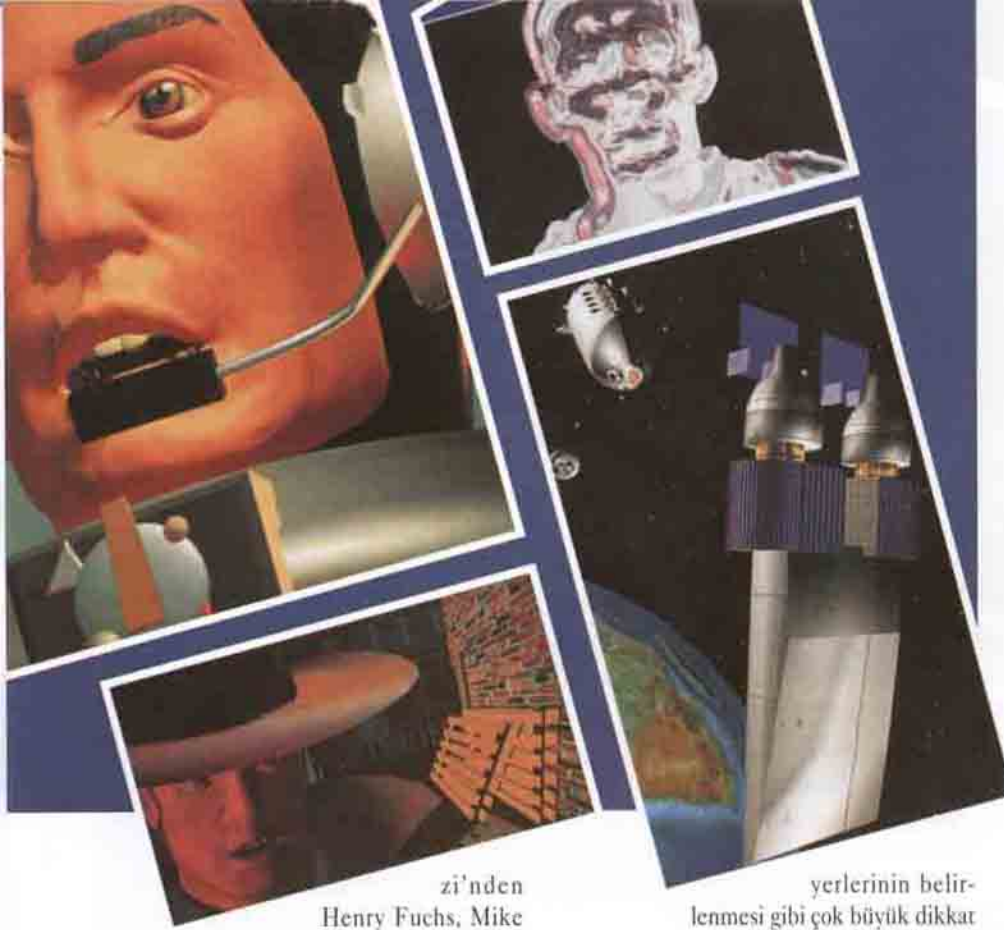
Sağlık alanında gerçekleştirilen bir atılım ise, artık hayal olmanın ötesindedir. Kuzey Carolina Üniversitesi'nin Bilgisayar Grafisi ve Bilimsel Görüntüleme Merke-



Tasarım sırasında, sanal gerçekliği kullanmak süreci hızlandıracaktır.



Sanal gerçeklik, inşaat sektöründe kullanıma oranını artırmaktadır.



zi'nden

Henry Fuchs, Mike

Bajura ve Ryutaran Ohbuchi adlı üç araştırmacı, iki farklı disiplini birleştirerek, hamile bir kadının bebeğini üç boyutlu olarak görüntülemeyi başardılar. Henüz prototip aşamasında olan sistemle, ultrason teknolojisi kullanılarak elde edilen iki boyutlu görüntü verisi, özel bir sistemle analiz edilerek üç boyutlu görüntü haline dönüştürülüyor. Daha sonra elde edilen görüntü, başa takılan gösterici yardımıyla sanal gerçeklik görüntüsü haline geliyor. Basit cisimleri görüntülemek amacıyla ilk denemesi Ekim 1991'de gerçekleştirilen sistem, üç ay sonra hamile bir kadının iç organlarını ve karnındaki bebeği görüntüleyecek kadar geliştirilmiştir. Hatta gözlemci, başa takılan gösterici ile ultrason sinyalleri altında başını hareket ettirdiğinde, sanal görüntü de harekete göre değişmektedir. Bu da sanal gerçekliğin sağlık alanında, hiç de küçümsenmeyecek bir hızla geliştiğini göstermektedir. İki farklı disiplinin birleşmesi, sanal gerçekliğin yakın gelecekte, başta kanserli dokuların

yerlerinin belirlenmesi gibi çok büyük dikkat

gerektiren sağlık sorunları olmak üzere, daha birçok alanda kullanılacağını da bir göstericidir.

Sanal gerçekliğin başka bir kullanım alanı da, mimari, inşaat ve reklamcılıktır. Aslında her biri ayrı ayrı bu teknolojiyi kullanabileceği gibi; bir bütün olarak da sanal gerçeklikten yararlanabilecekleri düşünülmekte ve bu yönde çalışmalar sürdürülmektedir. Mimarlıkta, çizim aşamasında bilgisayar kullanımı oldukça yaygındır. Ne var ki, elle çizimden kat kat hızlı olsa da, çizim için vakit gerekmektedir. Sanal gerçekliği kullanan bir mimarın, çizim yapmak yerine binayı, bire bir iletişim sağlayan data eldiveni gibi mekanizmalarla tasarlayabileceği, görüntüyü üç boyutlu olarak inceleyebileceği ve gerekli düzeltmeleri bu yolla yapabileceği olgusu düşünülmektedir. Aynı şekilde bir inşaat mühendisi, binayı önce üç boyutlu olarak bilgisayar ortamında inşa edebilecek; sonuçlara göre nerede kaç işçi veya iş makinası kullanacağını, inşaat aşamasında hangi sırayı izleyeceğini önceden tasarlayabilecektir. Reklam alanında da, inşaat henüz bitmeden; hatta başlamadan önce, üç boyutlu görüntüleme yoluyla, bina alıcıya gezdirilebilecek; hatta satılabilecektir. Sanal gerçeklik olgusu ile yapılan reklam, yalnızca inşaat alanıyla sı-

nırlı kalmayacaktır. Özellikle otomotiv sektöründe, tüketicinin ihtiyacı olan araçları üretebilmek amacıyla sanal gerçeklik olgusunun kullanılması planlanmaktadır.

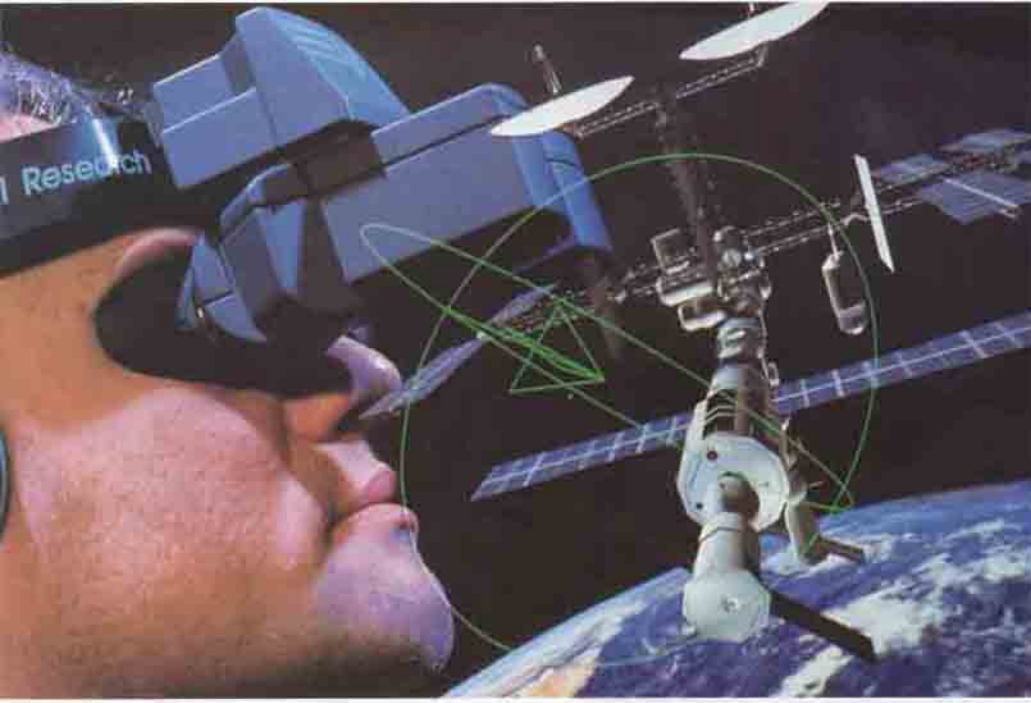
Turizm alanında da kullanılması düşünülen sanal gerçeklik, kişiye bulunduğu yerden dünyanın herhangi bir yerindeki şehri ya da müzeyi gezme kolaylığı sağlayacaktır. Örneğin Amerika'da yaşayan bir kişi, kendi kişisel bilgisayarı ve gerekli donanımlar sayesinde, İngiltere'deki bir turizm bürosunda görev yapan bir rehberin de yardımıyla Paris ya da Mısır'a bir gezi yapabilecektir. Sistemin iki kişiyle kullanımı da mümkün olduğundan sesli ya da fiziksel etkileşimleri sanal gerçeklik ortamına yansıtacaktır. Özel kameralar yardımıyla çekilen kullanıcı imajları, sayısal olarak sanal ortamda karşılıklı olarak tekrar yaratılacaktır. Örneğin, kullanıcılardan biri, bir cisme dokunduğunda, sistem diğerinin gerçek hayatta algılayabileceği gibi bir görüş açısı yaratacak ve cisim üzerinde aynı işin yapılmasını önleyecektir. Kullanıcılar, sistemlerinde bulunan mikrofon ve kulaklıklar yardımıyla rahatlıkla iletişim kurabilecek ve geliştirilmiş data eldivenleri yardımıyla gezi sonunda tokalaşarak ayrılacaklardır. Şimdilik araştırmacılar için yalnızca bir hayal olan bu sistem, geliştirilmeyi beklemektedir.

Sanal gerçekliği üretimde kullanmak şeklinde planlar yapan diğer bir sektöre, uçak üretim sektörüdür. Bir uçağın üretiminden önce yapılan rüzgar tüneli deneyleri, can güvenliği ve uçağın performansı açısından çok önemlidir. Eskiden çok pahalıya mal olan rüzgar tüneli deneyleri, günümüzde bir çok uçak üretim firmasında yerini, bilgisayarda yapılan sayısal deneylere bırakmıştır. Maliyeti düşüren ve araştırma süre-



Eğlenmek
kadar, sporda da
sanal gerçeklik
kullanılabilir.





Bilgisayar Grafiğinden Sanal Gerçekliğe

Bülent Özgür
Mühendislik Fakültesi Bilkent Üniversitesi

Ünlü Kanadalı bilim adamı Alain Fournier, bir konuşma sırasında bilgisayar grafiği tarihinin taş devrine kadar uzandığını söylemişti. Bilgisayar grafiğini, çizim işlemini mekanik bir aygıt aracılığı ile yapmak şeklinde, çok basit olarak tanımlayacak olursak, bu yaklaşım doğrudur. O devirde, bir korkuyu, sevinci, özlemi ya da düşüncüyü, taş, değişik renkler veren sopalat, kemik parçacıkları ile duvara kazıyan insan, aynı işlemi elektronik bir bilgisayar desteği ile yapıyor olsa idi, bilgisayar grafiği yapıyor olurdu. Ancak, bilgisayar grafiği bilim dalının - ki bu son günlerde bir sanat dalı olarak da gelişmeye başladı - bu kadar dar bir tanıma sığabileceğini zannetmiyorum. Mikroskop bulunmadan önce tıp, biyoloji, kimya ile diğer birçok mikro nesnelerle uğraşabilen bilim dalları yapılageliyordu. Ancak bu buluş, böylece uğraşlara yeni bir boyut ekledi ve yeni bir dünyanın kapılarını açtı. Aynı şekilde röntgen ışınlarının bulunması, genlerin varlığının anlaşılması ve uzaya açılmak; birçok bilim dalının akış yön ve şekli çok değiştirdi. Bilgisayar grafiği bilim dalı da, matematiğin, geometrinin daha önce bilinmeyen, ya da görülemeyen güzelliklerini yeni bir ortamda araştırmacıların, uygulayıcıların kullanımına sundu; yepyeni bir düşünce yöntemini bilim adamlarının hizmetine açtı. Bugün, bilgisayarlarda oynanan oyunlarda kullanılan çok alışık olduğumuz tür uygulamalardan, belki de nasıl üretildiğini farketmeden seyrettiğimiz televizyon reklamları, çizgi filmlere kadar bilgisayar grafiği yaşamımıza girmiş durumdur. Daha az gördüğümüz tıbbi uygulamalar, bilgisayar destekli tasarım uygulamaları, uçuş simülasyonları ve benzeri daha birçok uy-

gulama, bilgisayar grafiği alanında gelişmeler ile gerçekleşmiştir. Gerek bilimsel ilerlemeler, gerekse teknolojik gelişmeler, bilgisayar grafiğine yeni boyutlar getirmeye başladı. Sanal gerçek de bu gelişmelerden biri. Sanal gerçek ile ilgili ayrıntılara girmeden önce, bazı temel konular üzerinde yüzeysel de olsa, bir kaç saptama yapmakta fayda var.

Bilmediğimiz, ancak bulmaya ya da tasarlamaya çalıştıklarımızı bir şekilde tanımlamak, en azından anlatmak durumundayız. Bu da uygun bir model seçerek yapılabilir. Model, çok geniş bir kavramdır ve özellikle mühendislik konularının kaçınılmaz bir parçasıdır. Birçok şeyi düşündüğümüz biçimde, bire bir yaparak sınamak olası olamamaktadır. İşleyeceğine emin olduğumuz bir şeyin, daha iyisi de olabileceği düşüncesi, bizi o konu üzerinde daha çok araştırmaya ve deneme yapmaya zorlamaktadır. Bu da model olgusunu daha ön plana çıkarmakta; düşünceleri kısa sürede, gerçeklere yakın bir biçimde denememize olanak tanımaktadır. Bilgisayar grafiği ile bağlayan çalışmalar, modelleme yöntemleri üzerinde büyük aşamaların oluşmasını sağlamış; yapılan araştırmaların gerçeklerle uyumluluğunu, sonuçların öncelikle görsel olarak ve sanal gerçeklikle neredeyse tüm algılama yeteneklerimize cevap verir düzeyde izlenebileceği bir ortam oluşmasını sağlamıştır. Klasik modelleme yöntemlerinde, modeli kuran ve/veya kullanan, hep dışarıdaki bir ikinci kişi olarak kalmıştır. Sanal gerçeğin en büyük özelliklerinden biri, kullanıcının da modelin bir parçası olmasını, kendi kurduğu model içinde yer almasını sağlayabilmesidir. "Alice Harikalar Diyarında" masalında olduğu gibi, oyun kuralarına, oyun sırasında değiştirme potansiyeli bile, içinde bulunduğumuz "model" dünyasını daha güçlü, ancak daha karmaşık kılmaktadır. Devingen modellemenin gerçek zamanlı bir uygulaması olarak da nitelendirilebileceğimiz sanal gerçeklik, büyük bir atılım göstermekle beraber, henüz gelişmeye aşamasında bir konudur.

Bilgisayar grafiği ile başlayan ve çok hızlı bir şekilde gelişen bilim ve uygulama dallarının, bu alan-

sini kısaltan bu deneyler, yakın gelecekte yerlerini sanal gerçekliğe bırakacağı benziyorlar. Özel olarak bu iş için programlanmış bir sanal gerçeklik ünitesinde, üç boyutlu olarak gerçekleştirilebilecek rüzgar tüneli deneyleri, bire bir iletişim araçları sayesinde çok daha hızlı olacaktır. Rüzgar tünelinde, uçağın çevresinde oluşan hava akımlarının üç boyutlu görüntüler haline dönüşmesi ve uçağın konumunun data eldiveni yardımı ile değiştirilmesi sonucu oluşacak farklılıklar, anında algılanabilecektir. Bu da zaman tasarrufu demektir. Sansasyonel uçak modellerinin rahatlıkla denebilmesi ve geliştirilmesi de olasıdır.

da çalışan kişilerce resmen tanınan başlangıcı, taş devrinden oldukça sonra, gerçekleşen bir buluşa atfen, 1960 yılı olarak kabul edilir. E. Sutherland isimli bir doktora öğrencisinin, Massachusetts Institute of Technology'de bir radar sisteminde yararlanarak yaptığı olduğu bilgisayar grafiği terminali, etkileşimli iletişim ortamını grafiksel anlatım biçimine dayayarak geliştirilmiş ilk yazılım-donanım uygulaması olarak kendisini dünyaya tanıttı. Aslında, bilgisayarlı grafik uygulamaları 1960 öncesi yıllara uzanıyor. Örneğin, FORTRAN dilindeki ünlü "IH" yazıcı denetleme komutunun delgili kartlardaki birinci format kolonuna basılması veya benzeri yöntemlerle, üst üste yazma yeteneği olan yazıcılar, değişik resimlerle süslenmiş takvimlerden, zamanında çok ün kazanmış SYMAP gibi harita çizim programlarının çıktılarına kadar, grafik amaçlı çıktılar üretilebiliyorlardı. Tüm bu gelişmeler, 1970'li yılların sonlarına kadar, donanım yeteneğinin rekabet ortamında gelişti. Ancak, gelişmeleri kamçılayan gereksinimlerin temel tanımlarda açıkça ortaya konulması sonucu, yazılım ve bilimsel araştırmanın önemi daha kuvvetle vurgulanarak, bilgisayar grafiğinin bir amaçtan çok araç özelliği ile benimsenmesi sağlandı. Bu gelişmelerden sonra, kendi çerçevesi içinde hızla büyüyen bu bilim dalı, sanal gerçeklik gibi kuvvetli araştırma ve uygulama potansiyeli olan alanların temel taşı oluşturdur.

Ülkemizde, bilgisayar ve bilişim konularında yoğun hizmet veren çeşitli dergiler, belki de uygulama alanı en fazla olan bilgisayar grafiği konusunda çok az bilimsel yazı yayınladılar. Bilim ve Teknik Dergisi, Bilgisayar Grafiği, Multi-Medya ve Sanal Gerçek üzerine tanıtıcı bir dizi yayın hazırlamayı üstlenmiş durumda. Hemen hergün karşımıza çıkan bilgisayar teknolojisinin bir türü olan grafik uygulamalarından, sanal gerçek gibi daha kavramsal konuları bilimsel yönleri ile tanıtmayı amaçlayan bu dizininin gerçekleşmesi, konuya duyulan ilginin daha geniş bir boyut kazanacağını şimdiden müjdeliyor.

Gelişmekte olan ya da plan aşamasında bulunan sanal gerçeklik olgularına ilişkin araştırmalarda, henüz aşılamayan bazı sorunlar vardır. En önemli sorunlardan biri olan gerçek zamanlama sorunu, görüntünün gerçekliği ile doğrudan bağlantılıdır. Buna göre, bir görüntüdeki ayrıntılar ne kadar hassaslaştırılırsa, görüntünün hareketi anında oluşan gerçek zamanlama o derece bozulmaktadır. Görüntü akışının iyileştirilmesi için daha kırık kıvrımlı görüntülerin oluşturulması gerekmektedir. Bunun nedeni, hızları ne kadar yüksek olursa olsun günümüz bilgisayarlarının, yüklü bir veriyi analiz etmek için zamana gereksinim duymalarıdır. Veri analizinde kullanılan programlamada, görüntü akışını ve hassasiyetini etkilemektedir. Sonuç olarak programlama açısından, sisteme en uygun programlama yapısını geliştirmek, en önemli hedeflerden biridir. Bir başka sorun da, teknolojinin hayal gücünün gerisinde kalması ve gelişmeyi yavaşlatmasıdır. Herşeye karşın kısa bir süre içinde katedilen yol, çok fazladır.

Sanal gerçekliğin, bilim ve teknolojinin ilerlemesi ile çok büyük gelişmeler göstereceği kesindir. Bu noktaya gelinmesi halinde, bazı psikoloji uzmanlarını rahatsız eden bir olgunun gerçekleşmesi gündeme gelmektedir. Sanal gerçeklikle, insanın, bilgisayar ile bire bir iletişime geçmesi hedeflenmektedir. Bu da insanın bazı fantazilerini, bilgisayar yardımı ile, rahatlıkla gerçek-



leştirilmesi olanağını yaratacaktır. Bilgisayar ortamında oluşan olayların yaratacağı duygulanımların, teknoloji yardımıyla yine insana aktarılması planlanmaktadır. Uzmanların korkusu, bu noktada başlamaktadır. Hedeflenen sistem, bilgisayarın insan ile başta görsellik olmak üzere tüm duyar alanında bire bir iletişime girmesidir. Uzmanlara göre, buna hazır olmayan kişiler, böyle bir ortamla karşılaşınca gerçekle hayal arasında sıkışabilirler. Bu da kişide, psikolojik olarak onarılması imkansız sorunlar yaratabilir. Bu kişiler, aynı ilk film perdesinde üzerlerine gelen tren görüntüsünden korkup kaçan kişilerinine benzer bir tepki verebilirler. Hatta, sanal gerçeklikte oluşturulan olayın etkisinde kalarak, gerçek yaşama dönmeyi reddedebilirler. Böyle bir konuyu işleyen ve bir bilim kurgu yapıtı olan "Bahçıvan" filmi, bu konuda olabilecekleri güzel bir örnektir. Olası görülen tüm tehlikelerine karşın sanal gerçekliğin, beyin bozukluklarına iyi bir terapi olarak kullanılabileceği de düşünülmektedir. Sistemi kullanan uzmanlar, hastaları kontrollü olarak sanal ortamla karşılaştırarak, ruhsal bozuklukları düzeltebileceklerini ya da kontrol altına alabileceklerini düşünmektedirler. Düşüncenin doğruluğunu, zaman gösterecektir.

Herşeye karşın sanal gerçekliğin yavaş yavaş yaşama girmesi olası gözükmemektedir. Ülkemizde hemen hiç bilinmeyen bu olgu alanında Amerika, Avrupa ve Japon-

ya'da büyük ilerlemeler kaydedilmektedir. Herşeyin ötesinde, akademik düzeyde bir çalışma olma yolunda ilerleyen bu olgunun, ülkemizde de en kısa sürede tanınması, gerekli ve kaçınılmazdır. Ancak bu olgu, genelde olduğu gibi eğlence aracı olarak değil; bilimsel gelişme için var olmalıdır. Eğlence yanı, ikincil öneme sahip olmalıdır. Özellikle batı ülkelerinde basın, bu konuyu eline geçen her fırsatta işlemekte, teknolojiyi evlere taşımak için büyük çaba harcamaktadır. Örneğin, IBM bilgisayarlar için çıkan bir dergi, yalnızca bu konuyu işlemekte ve kişisel çabalarla sanal gerçekliği olgunlaştırmaya çalışan araştırmacılara yol göstermektedir. Benzeri araştırmacılara bizlerin de gereksinimi vardır. Ancak bu yolla bilimsel ve teknolojik açıdan ilerleyebilir, teknoloji ithal etmekten kurtulabiliriz.

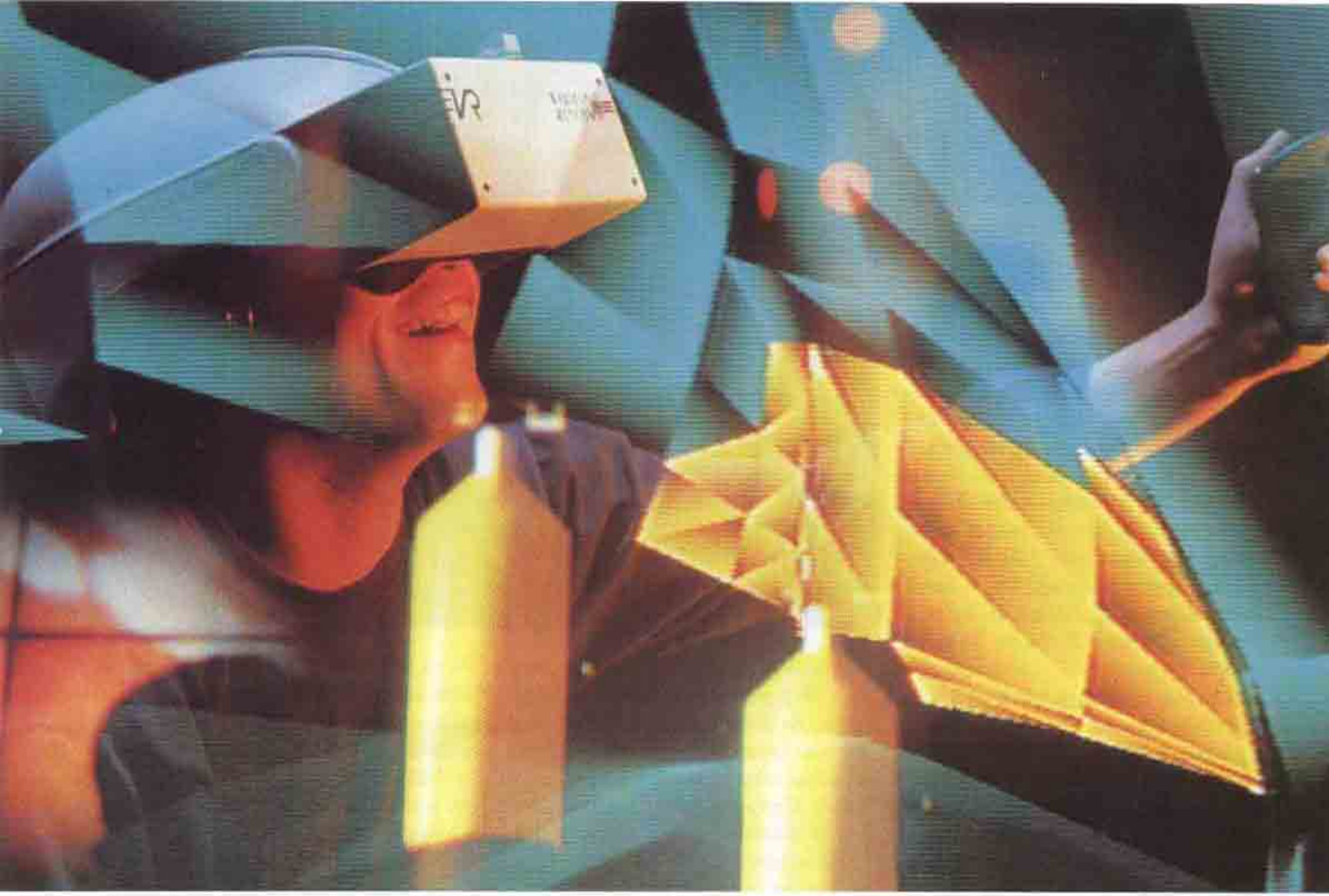
Şu ana kadar henüz gerçekleşmemiş ya da gerçekleşmiş fakat emekleme aşamasındaki bir teknolojiden söz ettik. Aslında Multi-Media'nın bir uzantısı olan sanal gerçeklik üzerinde, ülkemizde ciddi çalışmalar yok. Buna karşın TÜBİTAK'ta çalışmalarını sürdüren bir laboratuvarla Multi-Medya üzerinde çok ciddi ve diğer ülkelerdeki benzeri laboratuvarlarla karşılaştırılabilecek düzeyde çalışmalar yapılmakta. Bilim ve Teknik'in gelecek sayısında Multi-Medya konusunda çalışmalarını sürdüren laboratuvarı tanıtmaya ve kısaca Multi-Medya'yı araştırmaya çalışacağız.

Babür Eryalçın



Kaynaklar

- Antonoff, M., "Living In A Virtual World", Popular Science, Haziran 1993.
- Carnett, J. B., "Now Playing In The Virtual World", Popular Science, Nisan 1994.
- Carwright, G. F., "Virtual Or Real?", The Futurist, Mart-Hazan 1994.
- Gale, D., "Meeting In A Virtual World", New Scientist, 13 Mart 1993.
- Hart, "Quality As A (Virtual) Reality", British Medical Journal, Kasım 1993.
- Internet Bilgisayar Abi, NSF HPCC Science Highlights, 1993.
- Lee, M., "Virtual Reality: Toy Or Tool?", Chemistry In Britain, Haziran 1993.
- Kallenborn, K. F., Riemhoff, D., "Virtual Reality In Medicine", McGovern, K. T., "Applications Of Virtual Reality To Surgery", British Medical Journal, Nisan 1994.
- Methods Of Information In Medicine, Cilt 32, sayı 5, 1993.
- Silberbach, M., Sahin, D., J., "Three-Dimensional Echocardiographic Reconstruction: From 'Ice-Pick' View To Virtual Reality", Mayo Clin. Proc., sayı 68, 1993.
- Taylor II, R. M., Chi, V. L., "Take A Walk On The Image With Virtual Reality Microscope Display", Laser Focus World, Mayıs 1994.
- "Virtual Reality özel sayısı", IEEE Computer Graphics And Applications, Ocak 1994.
- Wickham, J. E., A., "Future Developments", British Medical Journal, Ocak 1994.
- Williams, R. D., "Hot Topics", Computer, Şubat 1993.



Hayalle Gerçeğin Dansı Sanal Gerçeklik

BUGÜNLERDE bütünüyle yapay bir ortamda, bilgisayar grafikleri arasında, ister bilimsel bir amaç için olsun ister fantastik bir macera yaşamak için, yepyeni bir dünya yaratılmaya çalışılıyor. Bilgisayar teknolojisini grafik tasarımlarla birleştiren ve kişileri bilmedikleri bir dünyanın parçası yapan bu kavram, sanal gerçeklikten başka bir şey değil.

Günümüzde bilgisayarlar, hassas ve hızlı kontrol gerektiren birçok teknoloji alanında kullanılıyor. Araştırmalar, daha verimli, kendi kendine karar verebilen süper bilgisayarlar geliştirmek üzerinde yoğunlaştırılıyor. Bilgisayarların, hayatın hemen her alanına girdiği şu sıralarda, başta Amerika olmak üzere dünyanın birçok gelişmiş ülkesinde bilgisayar araştırmacıları yepyeni bir teknolojik buluşla akılları karıştırıyorlar. Sanal gerçeklik!...

İngilizcedeki "Virtual Reality" kavramının karşılığı olan ve henüz yeni yeni tanınan bu teknoloji, büyük bir çığır açacağı benziyor.

Aslında teknolojinin çıkış noktası, 1920'lerde yapılmış bir çalışmaya dayanıyor. 1920 sonlarında Edwin Link; fazla yer kaplayan taşıt simülatörleri yerine, başa takılan ve aracın içindeyken sözkonusu görüş durumunu yansıtan "Head Mounted Display", yani başa takılan gösterici fikrini ortaya attı.

1940'lı yıllarla birlikte geliştirilmeye başlanan teleoperasyon teknolojisi (belirli bir uzaklıkta algılanan görüntüleri elektronik sinyaller ile taşıyıp, ekran üzerinde tekrar oluşturma teknolojisi), ancak 1960'lı yılların başlarında meyvasını vermiştir. "Philco" şirket mühendislerinin "Argonne National Laboratory" ile yürüttüğü ortak çalışma sonucu, kapalı devre televizyon yayını yardımıyla, ilk başa takılı gösterici'nin denemesi yapıldı. Ne var ki o günün teknolojisi ölçütünde, en ileri denemelerden biri olsa da, elde edilen görüntü kalitesi yetersiz olmuş ve bu yetersizlik büyütücü optik elementlerle giderilmeye çalışılmıştır. Günümüzde, konuyla ilgili bilimsel araştırmalar ve deneyler Amerikan Uzay Araştırma Merkezi NASA başta olmak üzere, birçok



araştırma merkezinde ve akademik düzeylerde birçok üniversitede lisans, lisansüstü, doktora ve sonrası düzeyde sürdürülmektedir.

Ülkemizde hemen hemen hiç bilinmeyen sanal gerçeklik, isminden de anlaşılacağı gibi gerçekte olmayan bir ortamdır. 1960'lı yıllarda televizyon yayını olarak denenilen sistem, günümüzde üç boyutlu bilgisayar animasyonlarının yardımıyla gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır. Amerika'daki, Kuzey Carolina Üniversitesi, bu konuda oldukça ileri düzeydedir. Sanal gerçeklik, bilgisayar grafikleri ile yaratılan bir ortamın, insan duyuları ile birleştirilerek, kişinin kendisini o ortamın bir parçası gibi hissetmesi yaklaşımı üzerine yapılandırılmıştır. Uçuş simülörleri, sanal gerçeklik olayının ilk örnekleridir. Eğitim aşamasındaki pilot adayları, bilgisayar aracılığı ile yaratılan ve yine bilgisayar aracılığı ile kontrol edilen, pilot kabinine benzer, hareketli bir mekanda fiziksel olarak hissederek, uçuş deneyimlerini geliştirmektedirler. Burada uçuş sırasında meydana gelen aç ve durum değişiklikleri, hareketli mekana yansıtılmakta; böylece pilot adayları, gerçek uçuş sırasında karşılaşılabilecekleri olayları uçuş öncesinde yaşamakta ve öğrenmektedirler. Ne var ki bu tür simülörlerin iki büyük dezavantajı vardır. Bunlardan birincisi maliyetlerinin ve işletim giderlerinin çok yüksek olması, ikincisi ise uçuş sırasında olabilecek olayların, operatörler tarafından bilgisayara yükleniyor olmasıdır. Diğer bir deyişle pilotlar, operatörlerin tasarımıyla ilgili olaylara tepki göstermektedirler. Bu da bir bakıma gerçeklik olgusunu zedelemektedir. Ayrıca görüntülerin gerçeğe yakın olabilmesi için, birden çok bilgisayar biriminin bir arada kullanılması zorunluluğu vardır. Tüm bu olumsuzlukları ortadan kaldıracı bir amaçla sanal gerçeklik, ilk olarak uçuş simülörlerine yönelik kullanılmaya başlamıştır. Sanal gerçekliğin simülörlere tercih edilmesinin nedenleri arasında simülörlerden daha ucuz olması, genellikle tek bir süper bilgisayarla ortamın oluşturulabilmesi ve uçuş senaryolarının, pilotun verdiği tepkilere göre otomatik olarak oluşması sayılabilir. Ancak sistem emekle-



Seyrettikleri üç boyutlu filmi, çocukların üzerinde yarattığı etki izlenmeye değer.

me aşamasında olduğu için, henüz kullanımı yaygın değildir.

Sanal gerçeklikte en önemli hedeflerden biri kullanıcının ortama tam anlamıyla hakimiyet sağlaması ve her yönüyle ortamın bir parçası olmasıdır. Bunu sağlayabilmek üzere geliştirilmiş iki önemli eleman vardır. Bunlardan biri data eldiveni (bazı kaynaklarda hiper eldiven olarak da geçebiliyor), diğeri de başa takılan göstericidir. Data eldiveni, fare (mouse) ya da joystick gibi bilgisayar ortamındaki hareketleri kontrol etmeye yarar. Bilinen sistemlerden ayrılan en önemli noktası, çıkış noktasındaki düşüncedir. Bilindiği gibi fare ya da joystick, ekran üzerinde yapmak istediğimiz hareketleri klavyeden daha seri bir şekilde yapmamızı; dolayısıyla daha kısa sürede sonu-

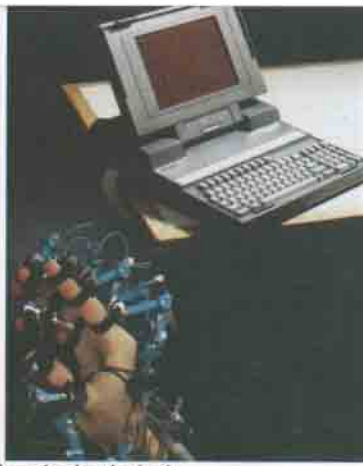
nucaya ulaşmamızı sağlar. Veri girişi gibi teknik bir konuda olsun, oyun oynamak için yazılmış bir programın kontrolünde olsun, amaç hemen her

zaman aynıdır. Data eldiveni ise, insanın iş yapmak için doğal olarak ellerini ve parmaklarını kullanması fikrinden ortaya çıkmış bir üründür. Sistem, bir eldivene benzediği için, data eldiveni adını almıştır. Eldiven, bir seri algılayıcı içerir. Eldeki ya da parmaklardaki hareketler, elektrik sinyallerine, daha sonrada dijital bilgiye dönüştürülerek, bilgisayar ortamına aktarılırlar. Daha sonra aktarılan bilgiler, farenin ya da joystickin hareketlerini değerlendiren program benzeri bir sistemle, yapılması gereken işe dönüştürülürler. Böylece kullanıcı, bilgisayar ile neredeyse birebir iletişime geçer.

Data eldivenlerinin çok farklı türleri vardır. Birçok araştırma kurumu, kendi amaçlarına en iyi hizmet edeceğine inandığı bir sistem geliştirmeye çalışmıştır. 1976 yılından bu yana geliştirilen data eldivenlerinin en önemli ortak özelliği, el ya da parmak hareketlerini algılayan sensör (algılayıcı) sistemlerine sahip olmalarıdır. Bir süre alıştırmaya yaptıktan sonra eldiveni kullanmak oldukça kolaydır. Örneğin bilgisayar görüntüsünde ileri gitmek için, işaret parmağını ileri uzatmak, işlemi yapmak için yeterlidir. Bu eldivenlerden bir kısmı da, bütünüyle özel bir amaç için geliştirilmiştir. 1990 yılında "Virtual Technologies" firmasının geliştirdiği "Cyberglove" adı verilen 18 algılayıcı eldiven, sağır-dilsizlerin iletişim için kullandıkları alfabeği çözümlmek için tasarlanmış örneklerden sadece biridir. Geliştirilen programın da yardımıyla her geçen gün daha fazla işareti ayırt edebilen bu özel eldiven, bir çok benzeri gibi henüz prototip aşamasındadır.

Sanal gerçeklik olgusunda diğer bir önemli gereksinim de, başa takılan göstericilerdir. Bu göstericiler aslında, stereoskopik görüntüleme adı verilen ve insanda üçüncü boyut hissini doğuran sistemlerdir. İnsan, iki gözü sayesinde,





Data eldivenlerinin, farklı amaçlar için birçok çeşidi geliştirilmektedir.

bulunduğu ortamı üç boyutlu algılayabilmesi gibi, sanal gerçeklikte oluşturulan görüntüler de bu sistemler yardımıyla üç boyutluymuşçasına algılanır. Üç boyutlu görüntü oluşturma fikri, yeni bir fikir değildir. Bir aralar özel yöntemlerle çekilmiş olan ve sağda başka solda başka olmak üzere, özel filtreleri olan gözlüklerle seyredildiğinde üç boyutlu gibi algılanan filmlere, sinemalarda sıkça rastlanıyordu. Özel yöntemle kaydedilmiş ses düzeni de eklenince filmi seyreden kişiler, kendilerini filmin içinde gibi hissediyorlardı. Bilgisayar ortamında oluşan

görüntüler, ekranda olduğu gibi elektronik sinyallere dönüşür ve genellikle likit kristalden imal edilen gösterciler (aslında bu gösterciler gözlük camları büyüklüğünde küçük monitörlerdir) aracılığıyla tekrar oluşur. Bu gösterciler, gözlük gibi kullanıcının görüş alanının her yönünü kaplarlar. Kullanıcı, bu sistem aracılığı ile görsel olarak bilgisayar ortamının bir parçası haline gelir.

Göstercilerin ileri modellerinde geliştirilen ek bir sistem, sadece özel araştırma kurumlarında bulunmaktadır. Buna göre göstercisi, gözlük değil başa takılan koruyucu kask

görünümündedir. Bu kaskın özelliği, başın hareketlerini algılayan bir sisteme sahip olmasıdır. Buna göre kullanıcı başını çevirdiğinde ya da yukarı-aşağı hareket ettirdiğinde görsel ortamdaki görüntü değişmektedir. Böyle bir sistemin benzeri, NASA'da henüz üzerinde çalışılmakta olan bir prototiptir. Kask benzeri bu sistemin en büyük sorunu, sistemin hissedilir derecede ağır olmasıdır. Bu sorunu çözmek için, başta meydana gelen hareketleri algılayan; ışık, lazer ışını ya da elektromanyetik dalgaları kullanan sistemler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bunun dışında teknolojinin ilerlemesi ile, daha hafif ve daha az yer kaplayan sistemler de geliştirilmektedir. Bu sistemlerin bir başka sorunu, insanın farkına varmadan doğal olarak yaptığı küçük göz hareketlerini algılayamamasıdır. Bu tür algılamayı sağlamak ve aynı zamanda kullanıcının gözündeki bozukluk oranına göre sistemi otomatik olarak ayarlayabilmek amacıyla yürütülen çalışmalar, henüz deneme aşamasındadır.

Yoldaki Çukurlara Sanal Tamirler

Bu yıl içinde, İngiltere'de faaliyet gösteren bir kamu şirketi, yoğun kullanımı olan bazı yolların, neden kapatılıp kazılması gerektiğini, sanal gerçekliği kullanarak göstermeye çalışacak. Özelleştirilmiş atık su şirketi "Welsh Su", Kuzey Wales bölgesinde bulunan Wrexham'da yapılacak bir toplantı sırasında, kanalizasyon hatını iyileştirme projesinin, bölgede yaşayan halkı nasıl etkileyeceğini, kişisel bilgisayar tabanında geliştirilmiş bir sanal gerçeklik sistemi ile açıklamaya çalışacak. Öngörülen sistemin, "pahalı" ve "esnekliği az" olan modellerin yerini alacağına inanılıyor.

Welsh Su şirketinin gerçekleştirmeyi planladığı bir diğer yenilik ise, kişisel bilgisayar tabanlı bire bir etkileşim sağlayan sistemin video uyarlamasını oluşturmak. Böylece, video ile kaydedilen gerçek sokak ve bina görüntüleri, Amerikan orijinli "Silikon Grafik" ait gerçeklik makinesi adı verilen bir sistemin de yardımıyla, sanal gerçeklik senaryosunun daha gerçekçi hale getirilmesine çalışılacak.

Projeye ait araştırmaların çoğu, merkezi Salford'da olan "Akıllı Sistem Çözümleri" adlı kuruluştadır. Şirket, para tasarrufu yapabilmek amacıyla merkezi Cheshire'da olan N. W. Barber isimli bir grupta birlikte çalışmaktadır. Bu çalışma ile öngörülen, sanal gerçeklik tekniklerini kişisel bilgisayarlarda oluşturduktan sonra, geniş kitlelere hitap edebilecek şekilde uyarlama yapabilen yüksek seviyeli makine sistemlerini kullanacaktır.

Welsh Su şirketi ile birlikte planlama yöneticisi olarak çalışan Roger Moore'a göre lağım hattındaki bozukluğu göstermenin oldukça önemli olmasının nedeni, kanalizasyon hatlarının diğer tür hatlardan daha derinde ve büyük olmasıdır. Sonuç olarak yapılacak iş sırasında, çevreye verilen rahatsızlık dikkate değer boyutlarda olacaktır.

Geliştirilmesine çalışılan sanal gerçeklik ile bölgede yaşayan halk, 600 metrelik yol boyunca, kendi ev ve dükkanlarının arasında uçabilecek, hatta istediği takdirde, kanalizasyon sisteminin içine görsel olarak girip, hat boyunca oluşan çürümeleri inceleyebilecektir. Sanal gösterim sırasında kullanıcı, özel hazırlanmış simgelerden birini bilgisayar yardımıyla uyarıp, kanalizasyon sisteminde meydana gelebilecek bir taşkın sırasında ortaya çıkabilecek sorunları gerçek zamanlı bir sistemin oluşturduğu görüntülerde izleyebilecektir. Ayrıca Moore, sistemin, kullanıcıların yani müşterilerin, yapılması planlanan kazının aşamalarına müdahale ederek gerekli değişiklikleri yapabileceği şekilde tasarlandığını ekliyor.

Harcamayı düşük tutabilmek için, sanal dünyayı oluşturma işinin çoğu kişisel bilgisayarda yapılmaktadır. Ancak görsel malzemeyi oluşturan grafikler, pahalı makinelerde oluşturulanlar kadar yüksek kalitede olamayacaktır. Bu sorunu çözümlenebilmek için, tasarlanan grafikler gerçek dünyanın karmaşık yapısı ile birlikte, kişisel bilgisayardan gerçeklik makinasına yüklenebilmektedir. Akıllı Sistem çözümleri kuruluşundaki sanal gerçeklik araştırma grubunu yöneticisi Andy Connell'in açıklamasına göre; merkezde kişisel bilgisayardan gelen bilgiler, gerçek dünyaya ait fotoğraflar ve gerekli geometrik çizimlerle yeniden işlenebilmektedir.

Bu gelişen teknik sayesinde, işin %90'ı, 1000 sterlinlik sistemler yardımıyla yapılabilecek ve N. W. Barber benzeri şirketlerin rahatlıkla finanse edilebileceği hale gelebilecektir.

Welsh Su şirketinde sanal dünyayı oluşturabilmek için, "Akıllı Sistem Çözümleri"nin kullandığı özel bir teknik, bölgenin toprak üstü görüntüsü yaratılacaktır. Öncelikle sanal evler, iş merkezleri, yoldaki araçlar ve sokak teferuatları (telefon kulübeletleri, yol şekilleri ve sokak işaretleri) gibi bireysel öğeler kişisel bilgisayarlarda özel kütüklerde saklanacak ve daha sonra bu öğeler yardımıyla, sanal sokak inşa edilebilecektir.

Moore, halk her ne kadar etkilenmemiş görünse de, bazı durumlarda olayı yorumlayamıyor ve hatırlan plan ya da çizimlerden kafası karışmış olsa da, sununun basarılı olması halinde halkın danışma toplantılarındaki tutumunun, sonucu kolaylaştıracağına inanmaktadır. Ayrıca Moore'a göre sanal gerçekliğin sunuya getireceği açıklık sayesinde, işin yaratacağı etki yerel halka en iyi şekilde aktarılabilecektir.

Araştırma ve teknik gelişmeye N. W. Barber'den ortak olan Dave Walters'e göre, diğer su şirketleri de sanal gerçeklik sistemlerini şimdiden keşfetmeye başlamışlardır. Buna göre, Güney-Batı Su şirketi, eskiden kalma bir anıt olan "Exeter Cathedral" yolunun, neden kazılması gerektiğini benzeri bir teknikte göstermeye ihtiyaç duymaktadır. Thames Su şirketi de, yeni atık pompalama istasyonunun güney-doğu Londra'da nasıl bir karışıklık yaratacağını göstermek için benzeri yollar aramaktadır.

David Traherne
Financial Times, 23 Ağustos 1994
Çeviri: Babür Eryalçın

Gün geçtikçe kullanım alanları fazlalaşan sanal gerçeklik, ticari amaçlı olarak en çok bilgisayar oyunlarında kullanılmaktadır. Başlangıçta standart sistemlere ek donanım gerektirmeyen; hemen her bilgisayarın kullanılabileceği oyunlar tasarlanmıştır. Günümüzde, başta Disneyland olmak üzere bir çok eğlence merkezinde boy göstermeye başlayan özel donanımlı sistemler ise, maliyetleri yüksek olmasına karşın pazar paylarını giderek artırmaktadırlar. Birçok bilgisayar oyunu meraklısının, en azından adlarını duyduğu Wolfenstein ve Doom gibi savaş oyunları ile, X-Wing benzeri uzay oyunları, sanal gerçekliğin standard bilgisayar elemanları ile oluşturulmuş örneklerinden bir kaçıdır. Eğlence merkezlerindeki oyunlar da, başa takılan göstericiler ve hareketli mekanları ile oyunseverlerin ilgisini çekmektedir. Örneğin Disneyland'da bulunan bir simülator, kullanıcının gözüne takılan gösterici ile sanki bir uzay macerasının ortasındaymiş hissini uyandırmaktadır. Ülkemizde de Dreamland benzeri yerlerde, bu sistemlerin ilkel örnekleri mevcuttur.

Uçuş simülatorleri ile başlayan sürecin içinde, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde askeri eğitimin bir parçası olma yolundaki sanal gerçeklik, farklı yerlerde bulunan kişileri, özel bir bilgisayar ağı yardımıyla birleştirmekte ve kişisel becerileri geliştirmeyi hedeflemektedir. Sistemin geliştirilme nedenlerinden belki de en önemli ikisi; askeri tatbikat alanlarının süreç içinde küçülmesi ve tatbikat maliyetlerinin giderek yükselmesidir. Uçuş simülatorlerinde yapılan tatbikat operatörlerin kontrolünde olduğundan, insan unsuru sınırlanmakta ve bu yüzden verilen eğitim yeterli olmamaktadır. Bilgisayar

ağı ile birbirine bağlanan simülatorlerde ise kullanıcılar, teke tek karşılaşabilmekte ve kişisel becerilerini geliştirebilmektedirler. Örneğin iki pilot, sistem yardımıyla sanal bir ortamda savaşılabir; hatta birbirlerini yok edebilirler. Ayrıca sanal ortam istenildiği kadar büyütülebilmekte, taarruz yapılacak bölge en ince ayrıntılarına kadar işlenebilmekte, dünyanın istenen hemen her bölgesinde tatbikat yapılabilen ve en önemlisi bir tatbikat defalarca tekrarlanabilmektedir.

Sistemin bir başka üstünlüğü de, uçaklar dışında, yer taarruz araçlarının ve kullanıcı personelin de tatbikata katılabilmesidir. Örneğin hiçbir riske girmeden ve iletişim dışında para harcamadan büyük bir tank savaşını, farklı yerlerde görevli personeli kullanarak yapmak olası. Ancak sistemin çok önemli iki sorunu var: Kullanıcı sayısı ve iletişim mesafesi. Kullanıcıların sayısının artması, oluşturulan görüntülerin akış açısından gerçekliğini yitirmesine (görüntü akışı sırasında basamaklamanın oluşması yani gerçek zaman olgusunun kaybolması) neden olmaktadır. Bu sorun, kullanıcı sayısını sınırlamak yoluyla büyük ölçüde kontrol altına alınmıştır. İkinci büyük sorun, iletişim sırasında kullanılan hatların veri iletiminde yol açtığı gecikmedir. Gecikme açısından gelen bilgide gerçeklik olgusunu bozan en büyük sorun, kullanılan araç görüntüsünün konumunu değiştiren bir emir gelmesidir. Sorun, aracı gözük rahatsız etmeyecek bir hızla yeni konumuna taşıyan bir yardımcı programlama ile büyük oranda çözülmüştür. Ancak sistemin gelişmesi henüz devam etmekte olduğundan geleceğin savaşlarının bilgisayar ortamında gerçekleşeceği bile söylenebilir.

Sanal gerçekliği geliştiren ve aynı zamanda kullanmayı hedefleyen NASA ise, çok farklı bir amaca hizmet etmektedir. Uzay çalışmaları sırasında sayısız deneye ve fiziksel olarak zor yaşam şartlarına tabi tutulan astronot adaylarının eğitiminde kullanılmak üzere geliştirilmesi sürdürülen sanal gerçeklik, astronot adaylarının gide-



Tıp alanında eğitim sırasında sanal gerçekliğin kullanılması planlanmaktadır.



Geleceğin kompozitörleri, düzenlemelerini yaparken sanal orkestralardan yararlanabileceklerdir.

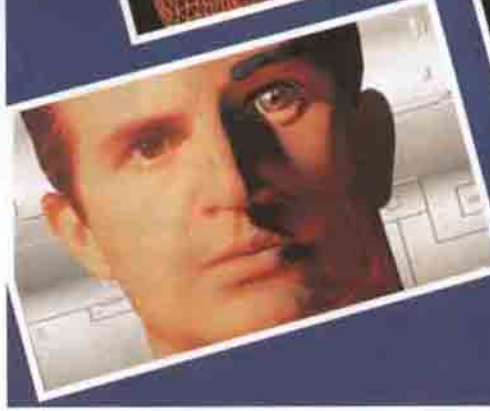
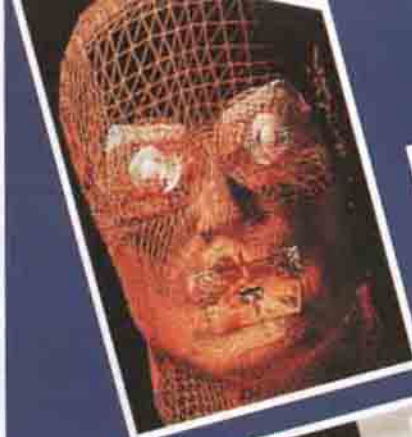
cekleri görevden önce, özellikle ve öncelikle görsel olarak sözkonusu ortamda bulundurulmalarını hedeflemektedir. Örneğin başka bir gezegene yapılacak insanlı ilk uçuştan önce astronot adayı, ineceği ve araştıracağı bölgeyi tanımak için önceden elde edilmiş verileri analiz eden bir programın da yardımı ile, sanal gerçekliğin oluşturduğu görüntülerden yararlanabilecektir. İnsanın teknik olarak varlığını sürdürmeyeceği bir ortama gönderilecek robot benzeri araçlar da, sanal gerçekliğin oluşturduğu bire bir iletişim olanağı ile, tehlikeli görevleri başarabileceklerdir. Sonsuz uzay boşluğunda, bir kaza sonucu arızalanan nükleer bir reaktörde, okyanusların erişilmesi olanaksız derinliklerinde ya da insanın fiziksel olarak ulaşamayacağı küçük ortamlarda, mekanik olarak insanın sahip olduğu hareket yetisine sahip robot araçlar, sanal gerçeklik ile çalışan insan faktörü ile birleştirildiğinde, neredeyse imkansız deneyler rahatlıkla gerçekleştirilebilecektir.

Sanal gerçeklik, son yıllarda sağlık sektöründe de kullanım alanı bulmaktadır. Ameliyatlarda daha güvenli yapılabilmesi, en büyük hedefidir. Bu anlamda ameliyat sırasında uzman doktorun, ameliyat başlamadan önce hastanın içine bakarak fizyolojik bozuklukları görmesi ve ameliyat yöntemine karar vermesi amaçlanmaktadır. Buna



göre her insanın doğal olarak birbirinden farklı olması nedeniyle, yardımcı teknolojiler kullanılarak, önce hastanın iç anatomisi incelenecektir. Daha sonra elde edilen veriler işlenerek üç boyutlu görüntü haline dönüştürülecek; sonuç olarak uzman, gerekenden fazla bölgeye zarar vermeden ameliyatı kısa sürede tamamlayacak bir ameliyat programı oluşturacaktır. Bilgisayar görüntüleri yardımıyla, pratik kazanmak amacıyla istediği kadar sanal ameliyat gerçekleştirebilecek olan uzman, böylelikle gerçek ameliyat sırasında oluşabilecek risk faktörünü en aza indirecektir.

Ameliyatlara için düşünülen ikinci bir gelişme ise, mikro robotların sanal gerçeklik ile birlikte kullanılmasıdır. Henüz gelişmekte olan mikro robot teknolojisiyle üretilen özel robotların, gelecekte yapılacak ameliyatlarda kullanılması düşünülmektedir. Mikromühendislik ürünü olan bu mekanizmalar, silikon kristalleri üzerine özenle işlenmiş çark, kaldıraç gibi mekanizmaların oluşturduğu, 1 mm'den daha küçük mikroskopik elektrik motorlarının sürülmesi ile çalışan mekanizmalardır. Bu motorlar, 1 mikrometre veya daha küçük boyuttaki makas, neşter benzeri aletleri rahatlıkla kullanabilecek güçtedir. Hatta bu makas,



neşter benzeri aletlerin, ısıtıldıklarında şekillerini değiştirebilen hafızalı metallerden yapılması planlanmaktadır. Böylece az sayıda alet ile çok iş yapılması hedeflenmektedir. Bu mekanizmalar, açılan küçük bir noktadan rahatlıkla vücudun, belirli bölgelerine girebilecek şekilde tasarlanmaya çalışılmaktadır. Açılan yaranın küçük olması sayesinde enfeksiyon riski ve nekahat süresi azalacaktır. Sistem, dışarıdan uzaktan kumanda ile kontrol edilebilecektir. İşte bu sistemler, mikro robotların üzerine monte edilmiş mikro kameraların çektiği görüntülerin, bilgisayar ortamı ile işlenerek üç boyutlu hale gelmesini ve sanal gerçeklik yardımıyla ameliyatı yapan uzman doktorun; hatta bu konuda uzmanlaşmak isteyenlerin ameliyat evrelerini rahatlıkla takip edebileceği sanal teknolojinin kullanıldığı ameliyathanelerin ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Sistemin geliştirilmesi halinde ameliyatı gerçekleştiren uzmanın,

ameliyat ortamında bulunmasına bile gerek kalmayacaktır. Özel iletişim hatları sayesinde uzman, kilometrelerce uzaklardaki bir hastayı rahatlıkla ameliyat edebilecektir. Bu gelişmeler, klasik hastanelerin yerini özel otellere bırakması; aynı zamanda nekahat devresinin kısalması ile özel bakım hemşirelerine olan ihtiyacın azalması olasılığını da beraberinde getirmektedir. Öte yandan gelişmelerin hızı ve mevcut teknoloji göz önüne alındığında, böylesi ameliyatlara 2000'li yıllardan önce yapılabilmesi henüz olanaksız gözüküyor.

Sanal gerçekliğin sağlık alanında kullanımına yönelik diğer bir düşünce ise, eğitim aşamasında öngörülmektedir. Doktor adaylarının, insan vücudunu anatomik açıdan yeterince tanıyabilmeleri için kadvralara, yani insan cesetlerine gereksinimleri vardır. Bu da, objenin insan olması nedeniyle, bazen büyük zorluklar çıkarmaktadır. İşte bu noktada sanal gerçeklik düşüncesi gündeme gelmektedir. Özel olarak programlanmış bir bilgisayar yardımı ile, gerçek bir kadvra olmaksızın; insan vücudu, üç boyutlu olarak incelenebilecek; hatta sanal gerçeklikteki data eldiveni benzeri bir iletişim sağlayan aletlerle, kadvra (bilgisayar tarafından sayısal olarak oluşturulan kadvra görüntüsü) üzerinde istenen deney defalarca gerçekleştirilebilecektir. Görüntünün bilgisayar ortamında oluşturulmasından dolayı, istenen bölge ya da organ daha ayrıntılı ve istenirse daha büyük olarak incelenebilecektir.

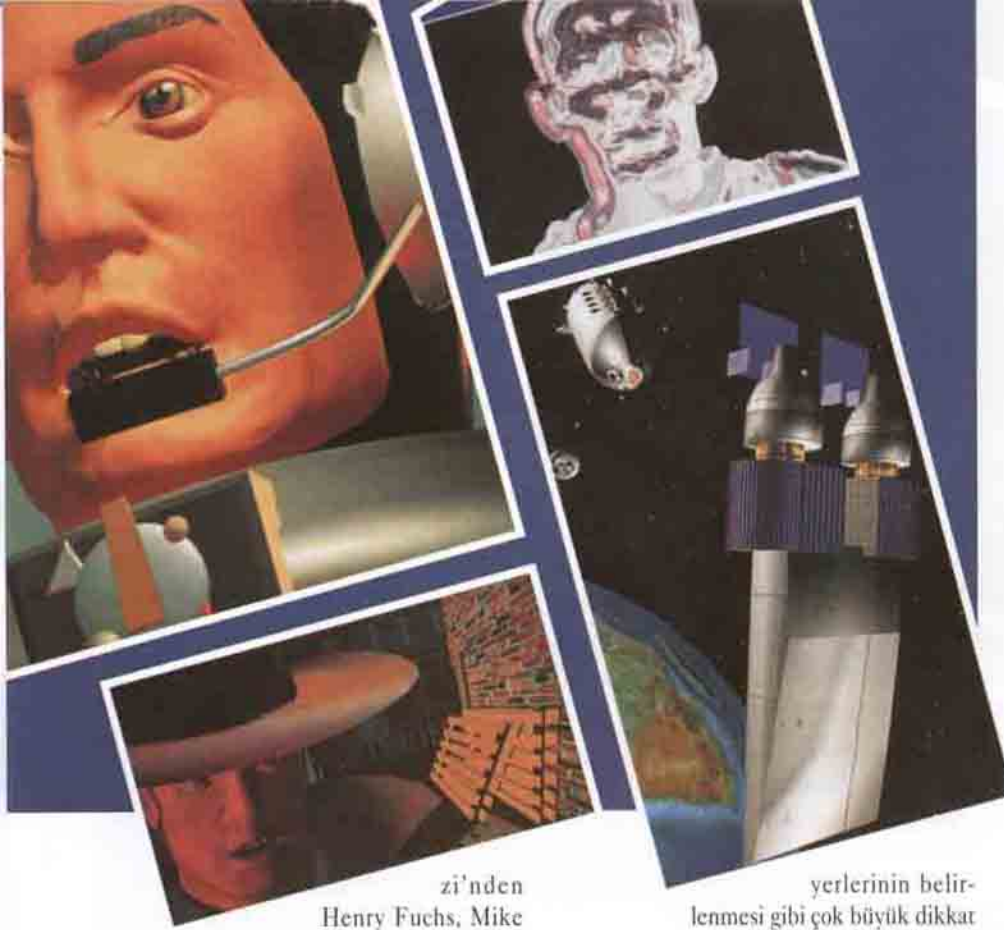
Sağlık alanında gerçekleştirilen bir atılım ise, artık hayal olmanın ötesindedir. Kuzey Carolina Üniversitesi'nin Bilgisayar Grafisi ve Bilimsel Görüntüleme Merke-



Tasarım sırasında, sanal gerçekliği kullanmak süreci hızlandıracaktır.



Sanal gerçeklik, inşaat sektöründe kullanıma oranını artırmaktadır.



zi'nden

Henry Fuchs, Mike

Bajura ve Ryutaran Ohbuchi adlı üç araştırmacı, iki farklı disiplini birleştirerek, hamile bir kadının bebeğini üç boyutlu olarak görüntülemeyi başardılar. Henüz prototip aşamasında olan sistemle, ultrason teknolojisi kullanılarak elde edilen iki boyutlu görüntü verisi, özel bir sistemle analiz edilerek üç boyutlu görüntü haline dönüştürülüyor. Daha sonra elde edilen görüntü, başa takılan gösterici yardımıyla sanal gerçeklik görüntüsü haline geliyor. Basit cisimleri görüntülemek amacıyla ilk denemesi Ekim 1991'de gerçekleştirilen sistem, üç ay sonra hamile bir kadının iç organlarını ve karnındaki bebeği görüntüleyecek kadar geliştirilmiştir. Hatta gözlemci, başa takılan gösterici ile ultrason sinyalleri altında başını hareket ettirdiğinde, sanal görüntü de harekete göre değişmektedir. Bu da sanal gerçekliğin sağlık alanında, hiç de küçümsenmeyecek bir hızla geliştiğini göstermektedir. İki farklı disiplinin birleşmesi, sanal gerçekliğin yakın gelecekte, başta kanserli dokuların

yerlerinin belirlenmesi gibi çok büyük dikkat

gerektiren sağlık sorunları olmak üzere, daha birçok alanda kullanılacağını da bir göstericidir.

Sanal gerçekliğin başka bir kullanım alanı da, mimari, inşaat ve reklamcılıktır. Aslında her biri ayrı ayrı bu teknolojiyi kullanabileceği gibi; bir bütün olarak da sanal gerçeklikten yararlanabilecekleri düşünülmekte ve bu yönde çalışmalar sürdürülmektedir. Mimarlıkta, çizim aşamasında bilgisayar kullanımı oldukça yaygındır. Ne var ki, elle çizimden kat kat hızlı olsa da, çizim için vakit gerekmektedir. Sanal gerçekliği kullanan bir mimarın, çizim yapmak yerine binayı, bire bir iletişim sağlayan data eldiveni gibi mekanizmalarla tasarlayabileceği, görüntüyü üç boyutlu olarak inceleyebileceği ve gerekli düzeltmeleri bu yolla yapabileceği olgusu düşünülmektedir. Aynı şekilde bir inşaat mühendisi, binayı önce üç boyutlu olarak bilgisayar ortamında inşa edebilecek; sonuçlara göre nerede kaç işçi veya iş makinası kullanacağını, inşaat aşamasında hangi sırayı izleyeceğini önceden tasarlayabilecektir. Reklam alanında da, inşaat henüz bitmeden; hatta başlamadan önce, üç boyutlu görüntüleme yoluyla, bina alıcıya gezdirilebilecek; hatta satılabilecektir. Sanal gerçeklik olgusu ile yapılan reklam, yalnızca inşaat alanıyla sınırlı kalmayacaktır. Özellikle otomotiv sektöründe, tüketicinin ihtiyacı olan araçları üretebilmek amacıyla sanal gerçeklik olgusunun kullanılması planlanmaktadır.

Turizm alanında da kullanılması düşünülen sanal gerçeklik, kişiye bulunduğu yerden dünyanın herhangi bir yerindeki şehri ya da müzeyi gezme kolaylığı sağlayacaktır. Örneğin Amerika'da yaşayan bir kişi, kendi kişisel bilgisayarı ve gerekli donanımlar sayesinde, İngiltere'deki bir turizm bürosunda görev yapan bir rehberin de yardımıyla Paris ya da Mısır'a bir gezi yapabilecektir. Sistemin iki kişiyle kullanımı da mümkün olduğundan sesli ya da fiziksel etkileşimleri sanal gerçeklik ortamına yansıtacaktır. Özel kameralar yardımıyla çekilen kullanıcı imajları, sayısal olarak sanal ortamda karşılıklı olarak tekrar yaratılacaktır. Örneğin, kullanıcılardan biri, bir cisme dokunduğunda, sistem diğerinin gerçek hayatta algılayabileceği gibi bir görüş açısı yaratacak ve cisim üzerinde aynı işin yapılmasını önleyecektir. Kullanıcılar, sistemlerinde bulunan mikrofon ve kulaklıklar yardımıyla rahatlıkla iletişim kurabilecek ve geliştirilmiş data eldivenleri yardımıyla gezi sonunda tokalaşarak ayrılacaklardır. Şimdilik araştırmacılar için yalnızca bir hayal olan bu sistem, geliştirilmeyi beklemektedir.

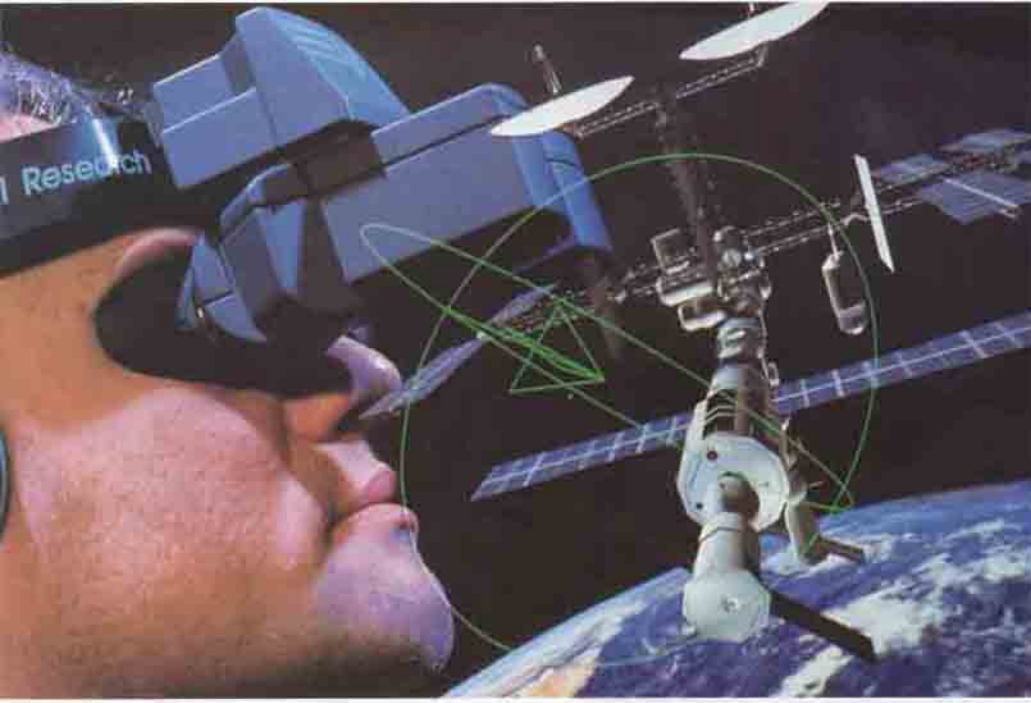
Sanal gerçekliği üretimde kullanmak şeklinde planlar yapan diğer bir sektöre, uçak üretim sektörüdür. Bir uçağın üretiminden önce yapılan rüzgar tüneli deneyleri, can güvenliği ve uçağın performansı açısından çok önemlidir. Eskiden çok pahalıya mal olan rüzgar tüneli deneyleri, günümüzde bir çok uçak üretim firmasında yerini, bilgisayarda yapılan sayısal deneylere bırakmıştır. Maliyeti düşüren ve araştırma süre-

çin



Eğlenmek
kadar, sporda da
sanal gerçeklik
kullanılabilir.





Bilgisayar Grafiğinden Sanal Gerçekliğe

Bülent Özgür
Mühendislik Fakültesi Bilkent Üniversitesi

Ünlü Kanadalı bilim adamı Alain Fournier, bir konuşma sırasında bilgisayar grafiği tarihinin taş devrine kadar uzandığını söylemişti. Bilgisayar grafiğini, çizim işlemini mekanik bir aygıt aracılığı ile yapmak şeklinde, çok basit olarak tanımlayacak olursak, bu yaklaşım doğrudur. O devirde, bir korkuyu, sevinci, özlemi ya da düşüncüyü, taş, değişik renkler veren sopalat, kemik parçacıkları ile duvara kazıyan insan, aynı işlemi elektronik bir bilgisayar desteği ile yapıyor olsa idi, bilgisayar grafiği yapıyor olurdu. Ancak, bilgisayar grafiği bilim dalının - ki bu son günlerde bir sanat dalı olarak da gelişmeye başladı - bu kadar dar bir tanıma sığabileceğini zannetmiyorum. Mikroskop bulunmadan önce tıp, biyoloji, kimya ile diğer birçok mikro nesnelerle uğraşabilen bilim dalları yapılageliyordu. Ancak bu buluş, böylece uğraşlara yeni bir boyut ekledi ve yeni bir dünyanın kapılarını açtı. Aynı şekilde röntgen ışınlarının bulunması, genlerin varlığının anlaşılması ve uzaya açılmak; birçok bilim dalının akış yönü ve şekli çok değiştirdi. Bilgisayar grafiği bilim dalı da, matematiğin, geometrinin daha önce bilinmeyen, ya da görülemeyen güzelliklerini yeni bir ortamda araştırmacıların, uygulayıcıların kullanımına sundu; yepyeni bir düşünce yöntemini bilim adamlarının hizmetine açtı. Bugün, bilgisayarlarda oynanan oyunlarda kullanılan çok alışık olduğumuz tür uygulamalardan, belki de nasıl üretildiğini farketmeden seyrettiğimiz televizyon reklamları, çizgi filmlere kadar bilgisayar grafiği yaşamımıza girmiş durumdur. Daha az gördüğümüz tıbbi uygulamalar, bilgisayar destekli tasarım uygulamaları, uçuş simülasyonları ve benzeri daha birçok uy-

gulama, bilgisayar grafiği alanında gelişmeler ile gerçekleşmiştir. Gerek bilimsel ilerlemeler, gerekse teknolojik gelişmeler, bilgisayar grafiğine yeni boyutlar getirmeye başladı. Sanal gerçek de bu gelişmelerden biri. Sanal gerçek ile ilgili ayrıntılara girmeden önce, bazı temel konular üzerinde yüzeysel de olsa, bir kaç saptama yapmakta fayda var.

Bilmediğimiz, ancak bulmaya ya da tasarlamaya çalıştıklarımızı bir şekilde tanımlamak, en azından anlatmak durumundayız. Bu da uygun bir model seçerek yapılabilir. Model, çok geniş bir kavramdır ve özellikle mühendislik konularının kaçınılmaz bir parçasıdır. Birçok şeyi düşündüğümüz biçimde, bire bir yaparak sınamak olası olamamaktadır. İşleyeceğine emin olduğumuz bir şeyin, daha iyisi de olabileceği düşüncesi, bizi o konu üzerinde daha çok araştırmaya ve deneme yapmaya zorlamaktadır. Bu da model olgusunu daha ön plana çıkarmakta; düşünceleri kısa sürede, gerçeklere yakın bir biçimde denememize olanak tanımaktadır. Bilgisayar grafiği ile bağlayan çalışmalar, modelleme yöntemleri üzerinde büyük aşamaların oluşmasını sağlamış; yapılan araştırmaların gerçeklerle uyumluluğunu, sonuçların öncelikle görsel olarak ve sanal gerçeklikle neredeyse tüm algılama yeteneklerimize cevap verir düzeyde izlenebileceği bir ortam oluşmasını sağlamıştır. Klasik modelleme yöntemlerinde, modeli kuran ve/veya kullanan, hep dışarıdaki bir ikinci kişi olarak kalmıştır. Sanal gerçeğin en büyük özelliklerinden biri, kullanıcının da modelin bir parçası olmasını, kendi kurduğu model içinde yer almasını sağlayabilmesidir. "Alice Harikalar Diyarında" masalında olduğu gibi, oyun kuralarına, oyun sırasında değiştirme potansiyeli bile, içinde bulunduğumuz "model" dünyasını daha güçlü, ancak daha karmaşık kılmaktadır. Devingen modellemenin gerçek zamanlı bir uygulaması olarak da nitelendirilebileceğimiz sanal gerçeklik, büyük bir atılım göstermekle beraber, henüz gelişmeye aşamasında bir konudur.

Bilgisayar grafiği ile başlayan ve çok hızlı bir şekilde gelişen bilim ve uygulama dallarının, bu alan-

sini kısaltan bu deneyler, yakın gelecekte yerlerini sanal gerçekliğe bırakacağı benziyorlar. Özel olarak bu iş için programlanmış bir sanal gerçeklik ünitesinde, üç boyutlu olarak gerçekleştirilebilecek rüzgar tüneli deneyleri, bire bir iletişim araçları sayesinde çok daha hızlı olacaktır. Rüzgar tünelinde, uçağın çevresinde oluşan hava akımlarının üç boyutlu görüntüleri haline dönüşmesi ve uçağın konumunun data eldiveni yardımı ile değiştirilmesi sonucu oluşacak farklılıklar, anında algılanabilmektedir. Bu da zaman tasarrufu demektir. Sansasyonel uçak modellerinin rahatlıkla denebilmesi ve geliştirilmesi de olasıdır.

da çalışan kişilerce resmen tanınan başlangıcı, taş devrinden oldukça sonra, gerçekleşen bir buluşa atfen, 1960 yılı olarak kabul edilir. E. Sutherland isimli bir doktora öğrencisinin, Massachusetts Institute of Technology'de bir radar sisteminde yararlanarak yaptığı olduğu bilgisayar grafiği terminali, etkileşimli iletişim ortamını grafiksel anlatım biçimine dayayarak geliştirilmiş ilk yazılım-donanım uygulaması olarak kendisini dünyaya tanıttı. Aslında, bilgisayarlı grafik uygulamaları 1960 öncesi yıllara uzanıyor. Örneğin, FORTRAN dilindeki ünlü "IH" yazıcı denetleme komutunun delgili kartlardaki birinci format kolonuna basılması veya benzeri yöntemlerle, üst üste yazma yeteneği olan yazıcılar, değişik resimlerle süslenmiş takvimlerden, zamanında çok ün kazanmış SYMAP gibi harita çizim programlarının çıktılarına kadar, grafik amaçlı çıktılar üretilebiliyorlardı. Tüm bu gelişmeler, 1970'li yılların sonlarına kadar, donanım yeteneğinin rekabet ortamında gelişti. Ancak, gelişmeleri kamçılayan gereksinimlerin temel tanımlarda açıkça ortaya konulması sonucu, yazılım ve bilimsel araştırmanın önemi daha kuvvetle vurgulanarak, bilgisayar grafiğinin bir amaçtan çok araç özelliği ile benimsenmesi sağlandı. Bu gelişmelerden sonra, kendi çerçevesi içinde hızla büyüyen bu bilim dalı, sanal gerçeklik gibi kuvvetli araştırma ve uygulama potansiyeli olan alanların temel taşı oluşturdur.

Ülkemizde, bilgisayar ve bilişim konularında yoğun hizmet veren çeşitli dergiler, belki de uygulama alanı en fazla olan bilgisayar grafiği konusunda çok az bilimsel yazı yayınladılar. Bilim ve Teknik Dergisi, Bilgisayar Grafiği, Multi-Medya ve Sanal Gerçek üzerine tanıtıcı bir dizi yayın hazırlamayı üstlenmiş durumda. Hemen hergün karşımıza çıkan bilgisayar teknolojisinin bir türü olan grafik uygulamalarından, sanal gerçek gibi daha kavramsal konuları bilimsel yönleri ile tanıtmayı amaçlayan bu dizininin gerçekleşmesi, konuya duyulan ilginin daha geniş bir boyut kazanacağını şimdiden müjdeliyor.

Gelişmekte olan ya da plan aşamasında bulunan sanal gerçeklik olgularına ilişkin araştırmalarda, henüz aşılamayan bazı sorunlar vardır. En önemli sorunlardan biri olan gerçek zamanlama sorunu, görüntünün gerçekliği ile doğrudan bağlantılıdır. Buna göre, bir görüntüdeki ayrıntılar ne kadar hassaslaştırılırsa, görüntünün hareketi anında oluşan gerçek zamanlama o derece bozulmaktadır. Görüntü akışının iyileştirilmesi için daha kırık kıvrımlı görüntülerin oluşturulması gerekmektedir. Bunun nedeni, hızları ne kadar yüksek olursa olsun günümüz bilgisayarlarının, yüklü bir veriyi analiz etmek için zamana gereksinim duymalarıdır. Veri analizinde kullanılan programlamada, görüntü akışını ve hassasiyetini etkilemektedir. Sonuç olarak programlama açısından, sisteme en uygun programlama yapısını geliştirmek, en önemli hedeflerden biridir. Bir başka sorun da, teknolojinin hayal gücünün gerisinde kalması ve gelişmeyi yavaşlatmasıdır. Herşeye karşın kısa bir süre içinde katedilen yol, çok fazladır.

Sanal gerçekliğin, bilim ve teknolojinin ilerlemesi ile çok büyük gelişmeler göstereceği kesindir. Bu noktaya gelinmesi halinde, bazı psikoloji uzmanlarını rahatsız eden bir olgunun gerçekleşmesi gündeme gelmektedir. Sanal gerçeklikle, insanın, bilgisayar ile bire bir iletişime geçmesi hedeflenmektedir. Bu da insanın bazı fantazilerini, bilgisayar yardımı ile, rahatlıkla gerçek-



leştirilmesi olanağını yaratacaktır. Bilgisayar ortamında oluşan olayların yaratacağı duygulanımların, teknoloji yardımıyla yine insana aktarılması planlanmaktadır. Uzmanların korkusu, bu noktada başlamaktadır. Hedeflenen sistem, bilgisayarın insan ile başta görsellik olmak üzere tüm duyular alanında bire bir iletişime girmesidir. Uzmanlara göre, buna hazır olmayan kişiler, böyle bir ortamla karşılaşınca gerçekle hayal arasında sıkışabilirler. Bu da kişide, psikolojik olarak onarılması imkansız sorunlar yaratabilir. Bu kişiler, aynı ilk film perdesinde üzerlerine gelen tren görüntüsünden korkup kaçan kişilerininkine benzer bir tepki verebilirler. Hatta, sanal gerçeklikte oluşturulan olayın etkisinde kalarak, gerçek yaşama dönmeyi reddedebilirler. Böyle bir konuyu işleyen ve bir bilim kurgu yapıtı olan "Bahçıvan" filmi, bu konuda olabileceklere güzel bir örnektir. Olası görülen tüm tehlikelerine karşın sanal gerçekliğin, beyin bozukluklarına iyi bir terapi olarak kullanılabileceği de düşünülmektedir. Sistemi kullanan uzmanlar, hastaları kontrollü olarak sanal ortamla karşılaştırarak, ruhsal bozuklukları düzeltebileceklerini ya da kontrol altına alabileceklerini düşünmektedirler. Düşüncenin doğruluğunu, zaman gösterecektir.

Herşeye karşın sanal gerçekliğin yavaş yavaş yaşama girmesi olası gözükmemektedir. Ülkemizde hemen hiç bilinmeyen bu olgu alanında Amerika, Avrupa ve Japon-

ya'da büyük ilerlemeler kaydedilmektedir. Herşeyin ötesinde, akademik düzeyde bir çalışma olma yolunda ilerleyen bu olgunun, ülkemizde de en kısa sürede tanınması, gerekli ve kaçınılmazdır. Ancak bu olgu, genelde olduğu gibi eğlence aracı olarak değil; bilimsel gelişme için var olmalıdır. Eğlence yanı, ikincil öneme sahip olmalıdır. Özellikle batı ülkelerinde basın, bu konuyu eline geçen her fırsatta işlemekte, teknolojiyi evlere taşımak için büyük çaba harcamaktadır. Örneğin, IBM bilgisayarlar için çıkan bir dergi, yalnızca bu konuyu işlemekte ve kişisel çabalarla sanal gerçekliği olgunlaştırmaya çalışan araştırmacılara yol göstermektedir. Benzeri araştırmacılara bizlerin de gereksinimi vardır. Ancak bu yolla bilimsel ve teknolojik açıdan ilerleyebilir, teknoloji ithal etmekten kurtulabiliriz.

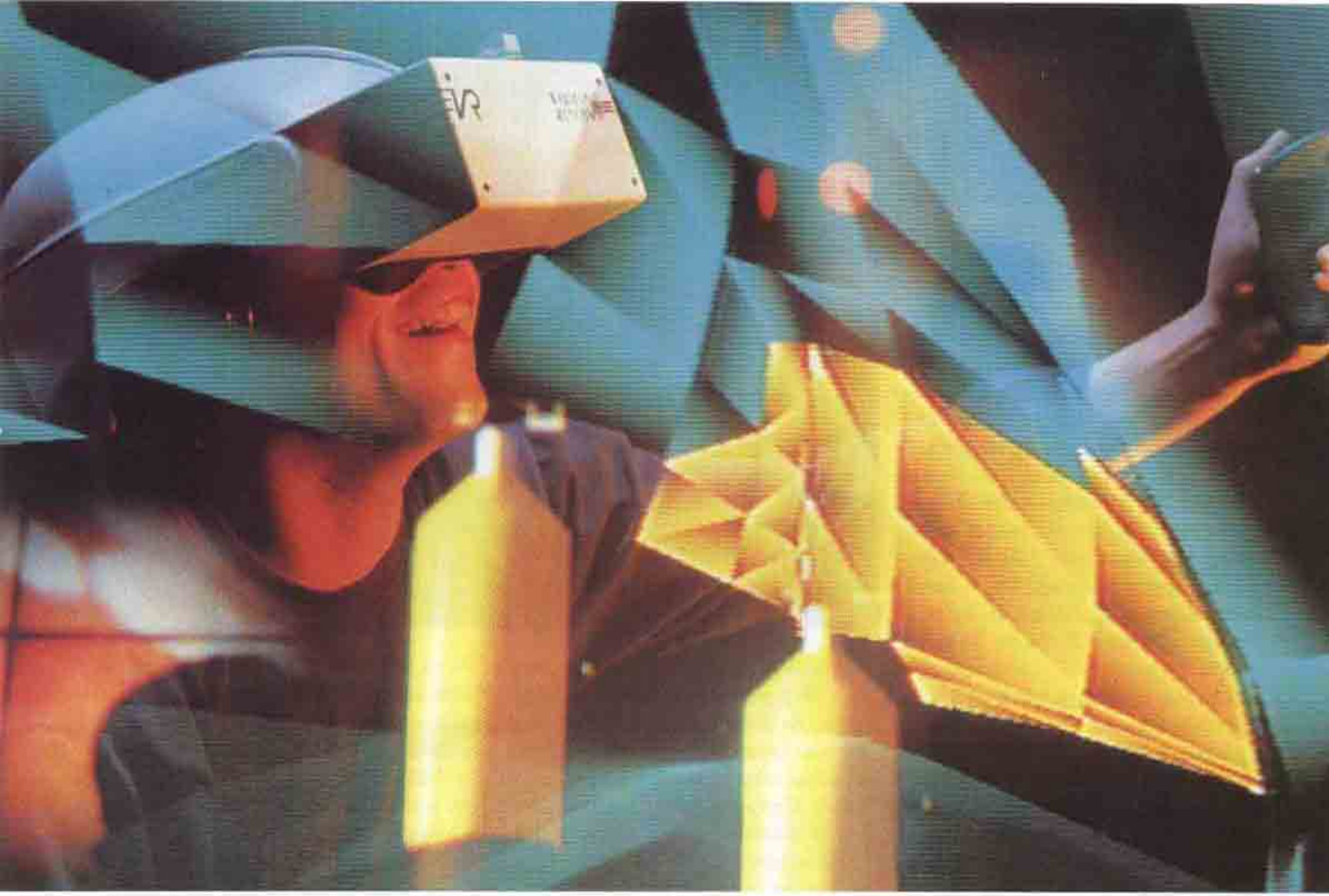
Şu ana kadar henüz gerçekleşmemiş ya da gerçekleşmiş fakat emekleme aşamasındaki bir teknolojiden söz ettik. Aslında Multi-Media'nın bir uzantısı olan sanal gerçeklik üzerinde, ülkemizde ciddi çalışmalar yok. Buna karşın TÜBİTAK'ta çalışmalarını sürdüren bir laboratuvarla Multi-Medya üzerinde çok ciddi ve diğer ülkelerdeki benzeri laboratuvarlarla karşılaştırılabilecek düzeyde çalışmalar yapılmakta. Bilim ve Teknik'in gelecek sayısında Multi-Medya konusunda çalışmalarını sürdüren laboratuvarı tanıtmaya ve kısaca Multi-Medya'yı araştırmaya çalışacağız.

Babür Eryalçın



Kaynaklar

- Antonoff, M., "Living In A Virtual World", Popular Science, Haziran 1993.
- Carnett, J. B., "Now Playing In The Virtual World", Popular Science, Nisan 1994.
- Carwright, G. F., "Virtual Or Real?", The Futurist, Mart-Hazan 1994.
- Gale, D., "Meeting In A Virtual World", New Scientist, 13 Mart 1993.
- Hart, "Quality As A (Virtual) Reality", British Medical Journal, Kasım 1993.
- Internet Bilgisayar Abi, NSF HPCC Science Highlights, 1993.
- Lee, M., "Virtual Reality: Toy Or Tool?", Chemistry In Britain, Haziran 1993.
- Kallenborn, K. F., Riemhoff, D., "Virtual Reality In Medicine", McGovern, K. T., "Applications Of Virtual Reality To Surgery", British Medical Journal, Nisan 1994.
- Methods Of Information In Medicine, Cilt 32, sayı 5, 1993.
- Silberbach, M., Sahin, D., J., "Three-Dimensional Echocardiographic Reconstruction: From 'Ice-Pick' View To Virtual Reality", Mayo Clin. Proc., sayı 68, 1993.
- Taylor II, R. M., Chi, V. L., "Take A Walk On The Image With Virtual Reality Microscope Display", Laser Focus World, Mayıs 1994.
- "Virtual Reality özel sayısı", IEEE Computer Graphics And Applications, Ocak 1994.
- Wickham, J. E., A., "Future Developments", British Medical Journal, Ocak 1994.
- Williams, R. D., "Hot Topics", Computer, Şubat 1993.



Hayalle Gerçeğin Dansı Sanal Gerçeklik

BUGÜNLERDE bütünüyle yapay bir ortamda, bilgisayar grafikleri arasında, ister bilimsel bir amaç için olsun ister fantastik bir macera yaşamak için, yepyeni bir dünya yaratılmaya çalışılıyor. Bilgisayar teknolojisini grafik tasarımlarla birleştiren ve kişileri bilmedikleri bir dünyanın parçası yapan bu kavram, sanal gerçeklikten başka bir şey değil.

Günümüzde bilgisayarlar, hassas ve hızlı kontrol gerektiren birçok teknoloji alanında kullanılıyor. Araştırmalar, daha verimli, kendi kendine karar verebilen süper bilgisayarlar geliştirmek üzerinde yoğunlaştırılıyor. Bilgisayarların, hayatın hemen her alanına girdiği şu sıralarda, başta Amerika olmak üzere dünyanın birçok gelişmiş ülkesinde bilgisayar araştırmacıları yepyeni bir teknolojik buluşla akılları karıştırıyorlar. Sanal gerçeklik!...

İngilizcedeki "Virtual Reality" kavramının karşılığı olan ve henüz yeni yeni tanınan bu teknoloji, büyük bir çığır açacağı benziyor.

Aslında teknolojinin çıkış noktası, 1920'lerde yapılmış bir çalışmaya dayanıyor. 1920 sonlarında Edwin Link; fazla yer kaplayan taşıt simülatörleri yerine, başa takılan ve aracın içindeyken sözkonusu görüş durumunu yansıtan "Head Mounted Display", yani başa takılan gösterici fikrini ortaya attı.

1940'lı yıllarla birlikte geliştirilmeye başlanan teleoperasyon teknolojisi (belirli bir uzaklıkta algılanan görüntüleri elektronik sinyaller ile taşıyıp, ekran üzerinde tekrar oluşturma teknolojisi), ancak 1960'lı yılların başlarında meyvasını vermiştir. "Philco" şirket mühendislerinin "Argonne National Laboratory" ile yürüttüğü ortak çalışma sonucu, kapalı devre televizyon yayını yardımıyla, ilk başa takılı gösterici'nin denemesi yapıldı. Ne var ki o günün teknolojisi ölçütünde, en ileri denemelerden biri olsa da, elde edilen görüntü kalitesi yetersiz olmuş ve bu yetersizlik büyütücü optik elementlerle giderilmeye çalışılmıştır. Günümüzde, konuyla ilgili bilimsel araştırmalar ve deneyler Amerikan Uzay Araştırma Merkezi NASA başta olmak üzere, birçok



araştırma merkezinde ve akademik düzeylerde birçok üniversitede lisans, lisansüstü, doktora ve sonrası düzeyde sürdürülmektedir.

Ülkemizde hemen hemen hiç bilinmeyen sanal gerçeklik, isminden de anlaşılacağı gibi gerçekte olmayan bir ortamdır. 1960'lı yıllarda televizyon yayını olarak denenilen sistem, günümüzde üç boyutlu bilgisayar animasyonlarının yardımıyla gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır. Amerika'daki, Kuzey Carolina Üniversitesi, bu konuda oldukça ileri düzeydedir. Sanal gerçeklik, bilgisayar grafikleri ile yaratılan bir ortamın, insan duyuları ile birleştirilerek, kişinin kendisini o ortamın bir parçası gibi hissetmesi yaklaşımı üzerine yapılandırılmıştır. Uçuş simülörleri, sanal gerçeklik olayının ilk örnekleridir. Eğitim aşamasındaki pilot adayları, bilgisayar aracılığı ile yaratılan ve yine bilgisayar aracılığı ile kontrol edilen, pilot kabinine benzer, hareketli bir mekanda fiziksel olarak hissederek, uçuş deneyimlerini geliştirmektedirler. Burada uçuş sırasında meydana gelen aç ve durum değişiklikleri, hareketli mekana yansıtılmakta; böylece pilot adayları, gerçek uçuş sırasında karşılaşılabilecekleri olayları uçuş öncesinde yaşamakta ve öğrenmektedirler. Ne var ki bu tür simülörlerin iki büyük dezavantajı vardır. Bunlardan birincisi maliyetlerinin ve işletim giderlerinin çok yüksek olması, ikincisi ise uçuş sırasında olabilecek olayların, operatörler tarafından bilgisayara yükleniyor olmasıdır. Diğer bir deyişle pilotlar, operatörlerin tasarımıyla ilgili olaylara tepki göstermektedirler. Bu da bir bakıma gerçeklik olgusunu zedelemektedir. Ayrıca görüntülerin gerçeğe yakın olabilmesi için, birden çok bilgisayar biriminin bir arada kullanılması zorunluluğu vardır. Tüm bu olumsuzlukları ortadan kaldıracı bir amaçla sanal gerçeklik, ilk olarak uçuş simülörlerine yönelik kullanılmaya başlamıştır. Sanal gerçekliğin simülörlere tercih edilmesinin nedenleri arasında simülörlerden daha ucuz olması, genellikle tek bir süper bilgisayarla ortamın oluşturulabilmesi ve uçuş senaryolarının, pilotun verdiği tepkilere göre otomatik olarak oluşması sayılabilir. Ancak sistem emekle-



Seyrettikleri üç boyutlu filmi, çocukların üzerinde yarattığı etki izlenmeye değer.

me aşamasında olduğu için, henüz kullanımı yaygın değildir.

Sanal gerçeklikte en önemli hedeflerden biri kullanıcının ortama tam anlamıyla hakimiyet sağlaması ve her yönüyle ortamın bir parçası olmasıdır. Bunu sağlayabilmek üzere geliştirilmiş iki önemli eleman vardır. Bunlardan biri data eldiveni (bazı kaynaklarda hiper eldiven olarak da geçebiliyor), diğeri de başa takılan göstericidir. Data eldiveni, fare (mouse) ya da joystick gibi bilgisayar ortamındaki hareketleri kontrol etmeye yarar. Bilinen sistemlerden ayrılan en önemli noktası, çıkış noktasındaki düşüncedir. Bilindiği gibi fare ya da joystick, ekran üzerinde yapmak istediğimiz hareketleri klavyeden daha seri bir şekilde yapmamızı; dolayısıyla daha kısa sürede sonu-

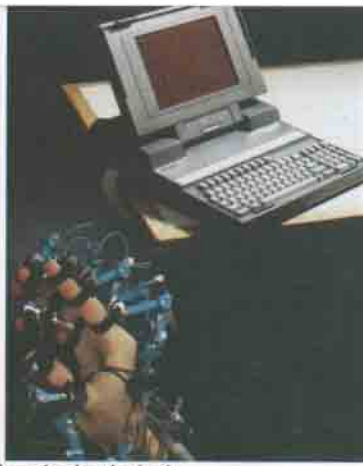
nucaya ulaşmamızı sağlar. Veri girişi gibi teknik bir konuda olsun, oyun oynamak için yazılmış bir programın kontrolünde olsun, amaç hemen her

zaman aynıdır. Data eldiveni ise, insanın iş yapmak için doğal olarak ellerini ve parmaklarını kullanması fikrinden ortaya çıkmış bir üründür. Sistem, bir eldivene benzediği için, data eldiveni adını almıştır. Eldiven, bir seri algılayıcı içerir. Eldeki ya da parmaklardaki hareketler, elektrik sinyallerine, daha sonrada dijital bilgiye dönüştürülerek, bilgisayar ortamına aktarılırlar. Daha sonra aktarılan bilgiler, farenin ya da joystickin hareketlerini değerlendiren program benzeri bir sistemle, yapılması gereken işe dönüştürülürler. Böylece kullanıcı, bilgisayar ile neredeyse birebir iletişime geçer.

Data eldivenlerinin çok farklı türleri vardır. Birçok araştırma kurumu, kendi amaçlarına en iyi hizmet edeceğine inandığı bir sistem geliştirmeye çalışmıştır. 1976 yılından bu yana geliştirilen data eldivenlerinin en önemli ortak özelliği, el ya da parmak hareketlerini algılayan sensör (algılayıcı) sistemlerine sahip olmalarıdır. Bir süre alıştırma yaptıktan sonra eldiveni kullanmak oldukça kolaydır. Örneğin bilgisayar görüntüsünde ileri gitmek için, işaret parmağını ileri uzatmak, işlemi yapmak için yeterlidir. Bu eldivenlerden bir kısmı da, bütünüyle özel bir amaç için geliştirilmiştir. 1990 yılında "Virtual Technologies" firmasının geliştirdiği "Cyberglove" adı verilen 18 algılayıcı eldiven, sağır-dilsizlerin iletişim için kullandıkları alfabeği çözümlmek için tasarlanmış örneklerden sadece biridir. Geliştirilen programın da yardımıyla her geçen gün daha fazla işareti ayırt edebilen bu özel eldiven, bir çok benzeri gibi henüz prototip aşamasındadır.

Sanal gerçeklik olgusunda diğer bir önemli gereksinim de, başa takılan göstericilerdir. Bu göstericiler aslında, stereoskopik görüntüleme adı verilen ve insanda üçüncü boyut hissini doğuran sistemlerdir. İnsan, iki gözü sayesinde,





Data eldivenlerinin, farklı amaçlar için birçok çeşidi geliştirilmektedir.

bulunduğu ortamı üç boyutlu algılayabilmesi gibi, sanal gerçeklikte oluşturulan görüntüler de bu sistemler yardımıyla üç boyutluymuşçasına algılanır. Üç boyutlu görüntü oluşturma fikri, yeni bir fikir değildir. Bir aralar özel yöntemlerle çekilmiş olan ve sağda başka solda başka olmak üzere, özel filtreleri olan gözlüklerle seyredildiğinde üç boyutlu gibi algılanan filmlere, sinemalarda sıkça rastlanıyordu. Özel yöntemle kaydedilmiş ses düzeni de eklenince filmi seyreden kişiler, kendilerini filmin içinde gibi hissediyorlardı. Bilgisayar ortamında oluşan

görüntüler, ekranda olduğu gibi elektronik sinyallere dönüşür ve genellikle likit kristalden imal edilen gösterciler (aslında bu gösterciler gözlük camları büyüklüğünde küçük monitörlerdir) aracılığıyla tekrar oluşur. Bu gösterciler, gözlük gibi kullanıcının görüş alanının her yönünü kaplarlar. Kullanıcı, bu sistem aracılığı ile görsel olarak bilgisayar ortamının bir parçası haline gelir.

Göstercilerin ileri modellerinde geliştirilen ek bir sistem, sadece özel araştırma kurumlarında bulunmaktadır. Buna göre gösterici, gözlük değil başa takılan koruyucu kask

görünümündedir. Bu kaskın özelliği, başın hareketlerini algılayan bir sisteme sahip olmasıdır. Buna göre kullanıcı başını çevirdiğinde ya da yukarı-aşağı hareket ettirdiğinde görsel ortamdaki görüntü değişmektedir. Böyle bir sistemin benzeri, NASA'da henüz üzerinde çalışılmakta olan bir prototiptir. Kask benzeri bu sistemin en büyük sorunu, sistemin hissedilir derecede ağır olmasıdır. Bu sorunu çözmek için, başta meydana gelen hareketleri algılayan; ışık, lazer ışını ya da elektromanyetik dalgaları kullanan sistemler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bunun dışında teknolojinin ilerlemesi ile, daha hafif ve daha az yer kaplayan sistemler de geliştirilmektedir. Bu sistemlerin bir başka sorunu, insanın farkına varmadan doğal olarak yaptığı küçük göz hareketlerini algılayamamasıdır. Bu tür algılamayı sağlamak ve aynı zamanda kullanıcının gözündeki bozukluk oranına göre sistemi otomatik olarak ayarlayabilmek amacıyla yürütülen çalışmalar, henüz deneme aşamasındadır.

Yoldaki Çukurlara Sanal Tamirler

Bu yıl içinde, İngiltere'de faaliyet gösteren bir kamu şirketi, yoğun kullanımı olan bazı yolların, neden kapatılıp kazılması gerektiğini, sanal gerçekliği kullanarak göstermeye çalışacak. Özelleştirilmiş atık su şirketi "Welsh Su", Kuzey Wales bölgesinde bulunan Wrexham'da yapılacak bir toplantı sırasında, kanalizasyon hatını iyileştirme projesinin, bölgede yaşayan halkı nasıl etkileyeceğini, kişisel bilgisayar tabanında geliştirilmiş bir sanal gerçeklik sistemi ile açıklamaya çalışacak. Öngörülen sistemin, "pahalı" ve "esnekliği az" olan modellerin yerini alacağını inanılıyor.

Welsh Su şirketinin gerçekleştirmeyi planladığı bir diğer yenilik ise, kişisel bilgisayar tabanlı bire bir etkileşim sağlayan sistemin video uyarlamasını oluşturmak. Böylece, video ile kaydedilen gerçek sokak ve bina görüntüleri, Amerikan orijinli "Silikon Grafik" ait gerçeklik makinesi adı verilen bir sistemin de yardımıyla, sanal gerçeklik senaryosunun daha gerçekçi hale getirilmesine çalışılacak.

Projeye ait araştırmaların çoğu, merkezi Salford'da olan "Akıllı Sistem Çözümleri" adlı kuruluştadır. Şirket, para tasarrufu yapabilmek amacıyla merkezi Cheshire'da olan N. W. Barber isimli bir grupla birlikte çalışmaktadır. Bu çalışma ile öngörülen, sanal gerçeklik tekniklerini kişisel bilgisayarlarda oluşturduktan sonra, geniş kitlelere hitap edebilecek şekilde uyarlama yapabilen yüksek seviyeli makine sistemlerini kullanacaktır.

Welsh Su şirketi ile birlikte planlama yöneticisi olarak çalışan Roger Moore'a göre lağım hattındaki bozukluğu göstermenin oldukça önemli olmasının nedeni, kanalizasyon hatlarının diğer tür hatlardan daha derinde ve büyük olmasıdır. Sonuç olarak yapılacak iş sırasında, çevreye verilen rahatsızlık dikkate değer boyutlarda olacaktır.

Geliştirilmesine çalışılan sanal gerçeklik ile bölgede yaşayan halk, 600 metrelik yol boyunca, kendi ev ve dükkanlarının arasında uçabilecek, hatta istediği takdirde, kanalizasyon sisteminin içine görsel olarak girip, hat boyunca oluşan çürümeleri inceleyebilecektir. Sanal gösterim sırasında kullanıcı, özel hazırlanmış simgelerden birini bilgisayar yardımıyla uyarıp, kanalizasyon sisteminde meydana gelebilecek bir taşkın sırasında ortaya çıkabilecek sorunları gerçek zamanlı bir sistemin oluşturduğu görüntülerde izleyebilecektir. Ayrıca Moore, sistemin, kullanıcıların yani müşterilerin, yapılması planlanan kazının aşamalarına müdahale ederek gerekli değişiklikleri yapabileceği şekilde tasarlandığını ekliyor.

Harcamayı düşük tutabilmek için, sanal dünyayı oluşturma işinin çoğu kişisel bilgisayarda yapılmaktadır. Ancak görsel malzemeyi oluşturan grafikler, pahalı makinelerde oluşturulanlar kadar yüksek kalitede olamayacaktır. Bu sorunu çözümlenebilmek için, tasarlanan grafikler gerçek dünyanın karmaşık yapısı ile birlikte, kişisel bilgisayardan gerçeklik makinasına yüklenebilmektedir. Akıllı Sistem çözümleri kuruluşundaki sanal gerçeklik araştırma grubunu yöneticisi Andy Connell'in açıklamasına göre; merkezde kişisel bilgisayardan gelen bilgiler, gerçek dünyaya ait fotoğraflar ve gerekli geometrik çizimlerle yeniden işlenebilmektedir.

Bu gelişen teknik sayesinde, işin %90'ı, 1000 sterlinlik sistemler yardımıyla yapılabilecek ve N. W. Barber benzeri şirketlerin rahatlıkla finanse edilebileceği hale gelebilecektir.

Welsh Su şirketinde sanal dünyayı oluşturabilmek için, "Akıllı Sistem Çözümleri"nin kullandığı özel bir teknik, bölgenin toprak üstü görüntüsü yaratılacaktır. Öncelikle sanal evler, iş merkezleri, yoldaki araçlar ve sokak teferuatları (telefon kulübeletleri, yol şekilleri ve sokak işaretleri) gibi bireysel öğeler kişisel bilgisayarlarda özel kütüklerde saklanacak ve daha sonra bu öğeler yardımıyla, sanal sokak inşa edilebilecektir.

Moore, halk her ne kadar etkilenmemiş görünse de, bazı durumlarda olayı yorumlayamıyor ve hatırlan plan ya da çizimlerden kafası karışmış olsa da, sununun basarılı olması halinde halkın danışma toplantılarındaki tutumunun, sonucu kolaylaştıracağına inanmaktadır. Ayrıca Moore'a göre sanal gerçekliğin sunuya getireceği açıklık sayesinde, işin yaratacağı etki yerel halka en iyi şekilde aktarılabilir.

Araştırma ve teknik gelişmeye N. W. Barber'den ortak olan Dave Walters'e göre, diğer su şirketleri de sanal gerçeklik sistemlerini şimdiden keşfetmeye başlamışlardır. Buna göre, Güney-Batı Su şirketi, eskiden kalma bir anıt olan "Exeter Cathedral" yolunun, neden kazılması gerektiğini benzeri bir teknikte göstermeye ihtiyaç duymaktadır. Thames Su şirketi de, yeni atık pompalama istasyonunun güney-doğu Londra'da nasıl bir karışıklık yaratacağını göstermek için benzeri yollar aramaktadır.

David Traherne
Financial Times, 23 Ağustos 1994
Çeviri: Babür Eryalçın

Gün geçtikçe kullanım alanları fazlalaşan sanal gerçeklik, ticari amaçlı olarak en çok bilgisayar oyunlarında kullanılmaktadır. Başlangıçta standart sistemlere ek donanım gerektirmeyen; hemen her bilgisayarın kullanılabileceği oyunlar tasarlanmıştır. Günümüzde, başta Disneyland olmak üzere bir çok eğlence merkezinde boy göstermeye başlayan özel donanımlı sistemler ise, maliyetleri yüksek olmasına karşın pazar paylarını giderek artırmaktadırlar. Birçok bilgisayar oyunu meraklının, en azından adlarını duyduğu Wolfenstein ve Doom gibi savaş oyunları ile, X-Wing benzeri uzay oyunları, sanal gerçekliğin standard bilgisayar elemanları ile oluşturulmuş örneklerinden bir kaçıdır. Eğlence merkezlerindeki oyunlar da, başa takılan göstericiler ve hareketli mekanları ile oyunseverlerin ilgisini çekmektedir. Örneğin Disneyland'da bulunan bir simülör, kullanıcının gözüne takılan gösterici ile sanki bir uzay macerasının ortasındaymiş hissini uyandırmaktadır. Ülkemizde de Dreamland benzeri yerlerde, bu sistemlerin ilkel örnekleri mevcuttur.

Uçuş simülörleri ile başlayan sürecin içinde, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde askeri eğitimin bir parçası olma yolundaki sanal gerçeklik, farklı yerlerde bulunan kişileri, özel bir bilgisayar ağı yardımıyla birleştirmekte ve kişisel becerileri geliştirmeyi hedeflemektedir. Sistemin geliştirilme nedenlerinden belki de en önemli ikisi; askeri tatbikat alanlarının süreç içinde küçülmesi ve tatbikat maliyetlerinin giderek yükselmesidir. Uçuş simülörlerinde yapılan tatbikat operatörlerin kontrolünde olduğundan, insan unsuru sınırlanmakta ve bu yüzden verilen eğitim yeterli olmamaktadır. Bilgisayar

ağı ile birbirine bağlanan simülörlerde ise kullanıcılar, teke tek karşılaşabilmekte ve kişisel becerilerini geliştirebilmektedirler. Örneğin iki pilot, sistem yardımıyla sanal bir ortamda savaşılabir; hatta birbirlerini yok edebilirler. Ayrıca sanal ortam istenildiği kadar büyütülebilmekte, taarruz yapılacak bölge en ince ayrıntılarına kadar işlenebilmekte, dünyanın istenen hemen her bölgesinde tatbikat yapılabilmekte ve en önemlisi bir tatbikat defalarca tekrarlanabilmektedir.

Sistemin bir başka üstünlüğü de, uçaklar dışında, yer taarruz araçlarının ve kullanıcı personelin de tatbikata katılabilmesidir. Örneğin hiçbir riske girmeden ve iletişim dışında para harcamadan büyük bir tank savaşını, farklı yerlerde görevli personeli kullanarak yapmak olası. Ancak sistemin çok önemli iki sorunu var: Kullanıcı sayısı ve iletişim mesafesi. Kullanıcıların sayısının artması, oluşturulan görüntülerin akış açısından gerçekliğini yitirmesine (görüntü akışı sırasında basamaklamanın oluşması yani gerçek zaman olgusunun kaybolması) neden olmaktadır. Bu sorun, kullanıcı sayısını sınırlamak yoluyla büyük ölçüde kontrol altına alınmıştır. İkinci büyük sorun, iletişim sırasında kullanılan hatların veri iletiminde yol açtığı gecikmedir. Gecikme açısından gelen bilgide gerçeklik olgusunu bozan en büyük sorun, kullanılan araç görüntüsünün konumunu değiştiren bir emir gelmesidir. Sorun, aracı gözü rahatsız etmeyecek bir hızla yeni konumuna taşıyan bir yardımcı programlama ile büyük oranda çözülmüştür. Ancak sistemin gelişmesi henüz devam etmekte olduğundan geleceğin savaşlarının bilgisayar ortamında gerçekleşeceği bile söylenebilir.

Sanal gerçekliği geliştiren ve aynı zamanda kullanmayı hedefleyen NASA ise, çok farklı bir amaca hizmet etmektedir. Uzay çalışmaları sırasında sayısız deneye ve fiziksel olarak zor yaşam şartlarına tabi tutulan astronot adaylarının eğitiminde kullanılmak üzere geliştirilmesi sürdürülen sanal gerçeklik, astronot adaylarının gide-



Tıp alanında eğitim sırasında sanal gerçekliğin kullanılması planlanmaktadır.



Geleceğin kompozitörleri, düzenlemelerini yaparken sanal orkestralardan yararlanabileceklerdir.

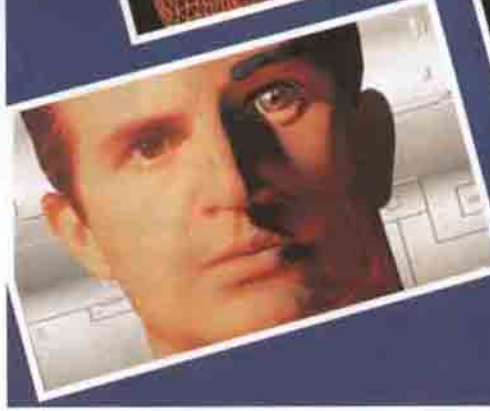
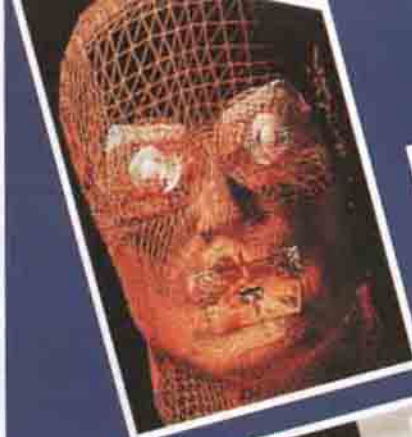
cekleri görevden önce, özellikle ve öncelikle görsel olarak sözkonusu ortamda bulundurulmalarını hedeflemektedir. Örneğin başka bir gezegene yapılacak insanlı ilk uçuştan önce astronot adayı, ineceği ve araştıracağı bölgeyi tanımak için önceden elde edilmiş verileri analiz eden bir programın da yardımı ile, sanal gerçekliğin oluşturduğu görüntülerden yararlanabilecektir. İnsanın teknik olarak varlığını sürdürmeyeceği bir ortama gönderilecek robot benzeri araçlar da, sanal gerçekliğin oluşturduğu bire bir iletişim olanağı ile, tehlikeli görevleri başarabileceklerdir. Sonsuz uzay boşluğunda, bir kaza sonucu arızalanan nükleer bir reaktörde, okyanusların erişilmesi olanaksız derinliklerinde ya da insanın fiziksel olarak ulaşamayacağı küçük ortamlarda, mekanik olarak insanın sahip olduğu hareket yetisine sahip robot araçlar, sanal gerçeklik ile çalışan insan faktörü ile birleştirildiğinde, neredeyse imkansız deneyler rahatlıkla gerçekleştirilebilecektir.

Sanal gerçeklik, son yıllarda sağlık sektöründe de kullanım alanı bulmaktadır. Ameliyatların daha güvenli yapılabilmesi, en büyük hedeftir. Bu anlamda ameliyat sırasında uzman doktorun, ameliyat başlamadan önce hastanın içine bakarak fizyolojik bozuklukları görmesi ve ameliyat yöntemine karar vermesi amaçlanmaktadır. Buna



göre her insanın doğal olarak birbirinden farklı olması nedeniyle, yardımcı teknolojiler kullanılarak, önce hastanın iç anatomisi incelenecektir. Daha sonra elde edilen veriler işlenerek üç boyutlu görüntü haline dönüştürülecek; sonuç olarak uzman, gerekenden fazla bölgeye zarar vermeden ameliyatı kısa sürede tamamlayacak bir ameliyat programı oluşturacaktır. Bilgisayar görüntüleri yardımıyla, pratik kazanmak amacıyla istediği kadar sanal ameliyat gerçekleştirebilecek olan uzman, böylelikle gerçek ameliyat sırasında oluşabilecek risk faktörünü en aza indirecektir.

Ameliyatlara için düşünülen ikinci bir gelişme ise, mikro robotların sanal gerçeklik ile birlikte kullanılmasıdır. Henüz gelişmekte olan mikro robot teknolojisiyle üretilen özel robotların, gelecekte yapılacak ameliyatlarda kullanılması düşünülmektedir. Mikromühendislik ürünü olan bu mekanizmalar, silikon kristalleri üzerine özenle işlenmiş çark, kaldıraç gibi mekanizmaların oluşturduğu, 1 mm'den daha küçük mikroskopik elektrik motorlarının sürülmesi ile çalışan mekanizmalardır. Bu motorlar, 1 mikrometre veya daha küçük boyuttaki makas, neşter benzeri aletleri rahatlıkla kullanabilecek güçtedir. Hatta bu makas,



neşter benzeri aletlerin, ısıtıldıklarında şekillerini değiştirebilen hafızalı metallerden yapılması planlanmaktadır. Böylece az sayıda alet ile çok iş yapılması hedeflenmektedir. Bu mekanizmalar, açılan küçük bir noktadan rahatlıkla vücudun, belirli bölgelerine girebilecek şekilde tasarlanmaya çalışılmaktadır. Açılan yaranın küçük olması sayesinde enfeksiyon riski ve nekahat süresi azalacaktır. Sistem, dışarıdan uzaktan kumanda ile kontrol edilebilecektir. İşte bu sistemler, mikro robotların üzerine monte edilmiş mikro kameraların çektiği görüntülerin, bilgisayar ortamı ile işlenerek üç boyutlu hale gelmesini ve sanal gerçeklik yardımıyla ameliyatı yapan uzman doktorun; hatta bu konuda uzmanlaşmak isteyenlerin ameliyat evrelerini rahatlıkla takip edebileceği sanal teknolojinin kullanıldığı ameliyathanelerin ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Sistemin geliştirilmesi halinde ameliyatı gerçekleştiren uzmanın,

ameliyat ortamında bulunmasına bile gerek kalmayacaktır. Özel iletişim hatları sayesinde uzman, kilometrelerce uzaklardaki bir hastayı rahatlıkla ameliyat edebilecektir. Bu gelişmeler, klasik hastanelerin yerini özel otellere bırakması; aynı zamanda nekahat devresinin kısalması ile özel bakım hemşirelerine olan ihtiyacın azalması olasılığını da beraberinde getirmektedir. Öte yandan gelişmelerin hızı ve mevcut teknoloji göz önüne alındığında, böylesi ameliyatlara 2000'li yıllardan önce yapılabilmesi henüz olanaksız gözüküyor.

Sanal gerçekliğin sağlık alanında kullanımına yönelik diğer bir düşünce ise, eğitim aşamasında öngörülmektedir. Doktor adaylarının, insan vücudunu anatomik açıdan yeterince tanıyabilmeleri için kadvralara, yani insan cesetlerine gereksinimleri vardır. Bu da, objenin insan olması nedeniyle, bazen büyük zorluklar çıkarmaktadır. İşte bu noktada sanal gerçeklik düşüncesi gündeme gelmektedir. Özel olarak programlanmış bir bilgisayar yardımı ile, gerçek bir kadvra olmaksızın; insan vücudu, üç boyutlu olarak incelenebilecek; hatta sanal gerçeklikteki data eldiveni benzeri bir iletişim sağlayan aletlerle, kadvra (bilgisayar tarafından sayısal olarak oluşturulan kadvra görüntüsü) üzerinde istenen deney defalarca gerçekleştirilebilecektir. Görüntünün bilgisayar ortamında oluşturulmasından dolayı, istenen bölge ya da organ daha ayrıntılı ve istenirse daha büyük olarak incelenebilecektir.

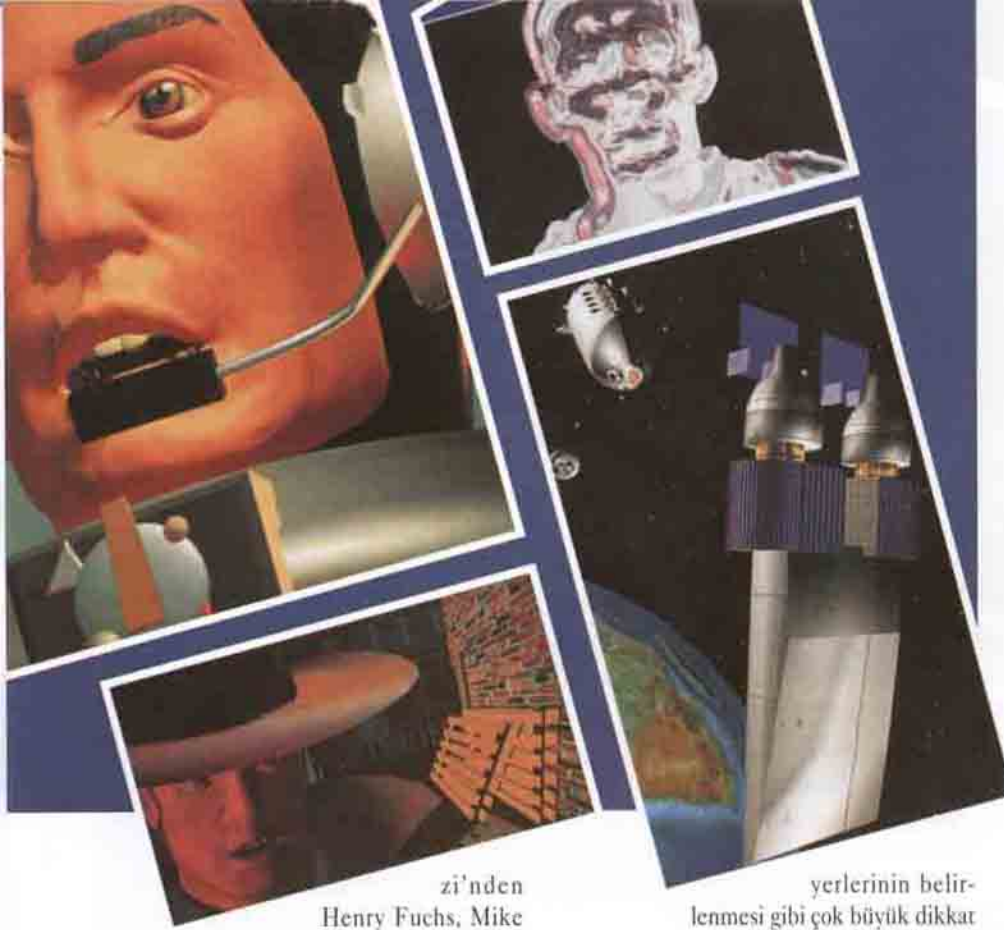
Sağlık alanında gerçekleştirilen bir atılım ise, artık hayal olmanın ötesindedir. Kuzey Carolina Üniversitesi'nin Bilgisayar Grafisi ve Bilimsel Görüntüleme Merke-



Tasarım sırasında, sanal gerçekliği kullanmak süreci hızlandıracaktır.



Sanal gerçeklik, inşaat sektöründe kullanıma oranını artırmaktadır.



zi'nden

Henry Fuchs, Mike

Bajura ve Ryutaran Ohbuchi adlı üç araştırmacı, iki farklı disiplini birleştirerek, hamile bir kadının bebeğini üç boyutlu olarak görüntülemeyi başardılar. Henüz prototip aşamasında olan sistemle, ultrason teknolojisi kullanılarak elde edilen iki boyutlu görüntü verisi, özel bir sistemle analiz edilerek üç boyutlu görüntü haline dönüştürülüyor. Daha sonra elde edilen görüntü, başa takılan gösterici yardımıyla sanal gerçeklik görüntüsü haline geliyor. Basit cisimleri görüntülemek amacıyla ilk denemesi Ekim 1991'de gerçekleştirilen sistem, üç ay sonra hamile bir kadının iç organlarını ve karnındaki bebeği görüntüleyecek kadar geliştirilmiştir. Hatta gözlemci, başa takılan gösterici ile ultrason sinyalleri altında başını hareket ettirdiğinde, sanal görüntü de harekete göre değişmektedir. Bu da sanal gerçekliğin sağlık alanında, hiç de küçümsenmeyecek bir hızla geliştiğini göstermektedir. İki farklı disiplinin birleşmesi, sanal gerçekliğin yakın gelecekte, başta kanserli dokuların

yerlerinin belirlenmesi gibi çok büyük dikkat

gerektiren sağlık sorunları olmak üzere, daha birçok alanda kullanılacağını da bir göstericidir.

Sanal gerçekliğin başka bir kullanım alanı da, mimari, inşaat ve reklamcılıktır. Aslında her biri ayrı ayrı bu teknolojiyi kullanabileceği gibi; bir bütün olarak da sanal gerçeklikten yararlanabilecekleri düşünülmekte ve bu yönde çalışmalar sürdürülmektedir. Mimarlıkta, çizim aşamasında bilgisayar kullanımı oldukça yaygındır. Ne var ki, elle çizimden kat kat hızlı olsa da, çizim için vakit gerekmektedir. Sanal gerçekliği kullanan bir mimarın, çizim yapmak yerine binayı, bire bir iletişim sağlayan data eldiveni gibi mekanizmalarla tasarlayabileceği, görüntüyü üç boyutlu olarak inceleyebileceği ve gerekli düzeltmeleri bu yolla yapabileceği olgusu düşünülmektedir. Aynı şekilde bir inşaat mühendisi, binayı önce üç boyutlu olarak bilgisayar ortamında inşa edebilecek; sonuçlara göre nerede kaç işçi veya iş makinası kullanacağını, inşaat aşamasında hangi sırayı izleyeceğini önceden tasarlayabilecektir. Reklam alanında da, inşaat henüz bitmeden; hatta başlamadan önce, üç boyutlu görüntüleme yoluyla, bina alıcıya gezdirilebilecek; hatta satılabilecektir. Sanal gerçeklik olgusu ile yapılan reklam, yalnızca inşaat alanıyla sı-

nırlı kalmayacaktır. Özellikle otomotiv sektöründe, tüketicinin ihtiyacı olan araçları üretebilmek amacıyla sanal gerçeklik olgusunun kullanılması planlanmaktadır.

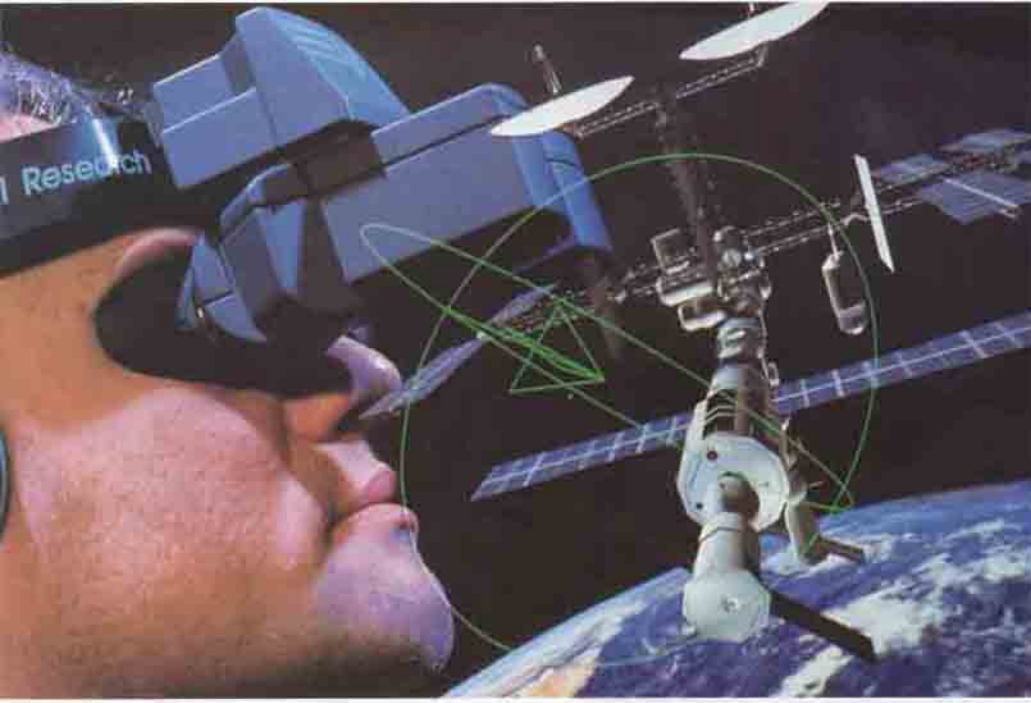
Turizm alanında da kullanılması düşünülen sanal gerçeklik, kişiye bulunduğu yerden dünyanın herhangi bir yerindeki şehri ya da müzeyi gezme kolaylığı sağlayacaktır. Örneğin Amerika'da yaşayan bir kişi, kendi kişisel bilgisayarı ve gerekli donanımlar sayesinde, İngiltere'deki bir turizm bürosunda görev yapan bir rehberin de yardımıyla Paris ya da Mısır'a bir gezi yapabilecektir. Sistemin iki kişiyle kullanımı da mümkün olduğundan sesli ya da fiziksel etkileşimleri sanal gerçeklik ortamına yansıtacaktır. Özel kameralar yardımıyla çekilen kullanıcı imajları, sayısal olarak sanal ortamda karşılıklı olarak tekrar yaratılacaktır. Örneğin, kullanıcılardan biri, bir cisme dokunduğunda, sistem diğerinin gerçek hayatta algılayabileceği gibi bir görüş açısı yaratacak ve cisim üzerinde aynı işin yapılmasını önleyecektir. Kullanıcılar, sistemlerinde bulunan mikrofon ve kulaklıklar yardımıyla rahatlıkla iletişim kurabilecek ve geliştirilmiş data eldivenleri yardımıyla gezi sonunda tokalaşarak ayrılacaklardır. Şimdilik araştırmacılar için yalnızca bir hayal olan bu sistem, geliştirilmeyi beklemektedir.

Sanal gerçekliği üretimde kullanmak şeklinde planlar yapan diğer bir sektöre, uçak üretim sektörüdür. Bir uçağın üretiminden önce yapılan rüzgar tüneli deneyleri, can güvenliği ve uçağın performansı açısından çok önemlidir. Eskiden çok pahalıya mal olan rüzgar tüneli deneyleri, günümüzde bir çok uçak üretim firmasında yerini, bilgisayarda yapılan sayısal deneylere bırakmıştır. Maliyeti düşüren ve araştırma süre-



Eğlenmek
kadar, sporda da
sanal gerçeklik
kullanılabilir.





Bilgisayar Grafiğinden Sanal Gerçekliğe

Bülent Özgür
Mühendislik Fakültesi Bilkent Üniversitesi

Ünlü Kanadalı bilim adamı Alain Fournier, bir konuşma sırasında bilgisayar grafiği tarihinin taş devrine kadar uzandığını söylemişti. Bilgisayar grafiğini, çizim işlemini mekanik bir aygıt aracılığı ile yapmak şeklinde, çok basit olarak tanımlayacak olursak, bu yaklaşım doğrudur. O devirde, bir korkuyu, sevinci, özlemi ya da düşüncüyü, taş, değişik renkler veren sopalat, kemik parçacıkları ile duvara kazıyan insan, aynı işlemi elektronik bir bilgisayar desteği ile yapıyor olsa idi, bilgisayar grafiği yapıyor olurdu. Ancak, bilgisayar grafiği bilim dalının - ki bu son günlerde bir sanat dalı olarak da gelişmeye başladı - bu kadar dar bir tanıma sığabileceğini zannetmiyorum. Mikroskop bulunmadan önce tıp, biyoloji, kimya ile diğer birçok mikro nesnelerle uğraşabilen bilim dalları yapılageliyordu. Ancak bu buluş, böylece uğraşlara yeni bir boyut ekledi ve yeni bir dünyanın kapılarını açtı. Aynı şekilde röntgen ışınlarının bulunması, genlerin varlığının anlaşılması ve uzaya açılmak; birçok bilim dalının akış yönü ve şekli çok değiştirdi. Bilgisayar grafiği bilim dalı da, matematiğin, geometrinin daha önce bilinmeyen, ya da görülemeyen güzelliklerini yeni bir ortamda araştırmacıların, uygulayıcıların kullanımına sundu; yepyeni bir düşünce yöntemini bilim adamlarının hizmetine açtı. Bugün, bilgisayarlarda oynanan oyunlarda kullanılan çok alışık olduğumuz tür uygulamalardan, belki de nasıl üretildiğini farketmeden seyrettiğimiz televizyon reklamları, çizgi filmlere kadar bilgisayar grafiği yaşamımıza girmiş durumdur. Daha az gördüğümüz tıbbi uygulamalar, bilgisayar destekli tasarım uygulamaları, uçuş simülasyonları ve benzeri daha birçok uy-

gulama, bilgisayar grafiği alanında gelişmeler ile gerçekleşmiştir. Gerek bilimsel ilerlemeler, gerekse teknolojik gelişmeler, bilgisayar grafiğine yeni boyutlar getirmeye başladı. Sanal gerçek de bu gelişmelerden biri. Sanal gerçek ile ilgili ayrıntılara girmeden önce, bazı temel konular üzerinde yüzeysel de olsa, bir kaç saptama yapmakta fayda var.

Bilmediğimiz, ancak bulmaya ya da tasarlamaya çalıştıklarımızı bir şekilde tanımlamak, en azından anlatmak durumundayız. Bu da uygun bir model seçerek yapılabilir. Model, çok geniş bir kavramdır ve özellikle mühendislik konularının kaçınılmaz bir parçasıdır. Birçok şeyi düşündüğümüz biçimde, bire bir yaparak sınamak olası olamamaktadır. İşleyeceğine emin olduğumuz bir şeyin, daha iyisi de olabileceği düşüncesi, bizi o konu üzerinde daha çok araştırmaya ve deneme yapmaya zorlamaktadır. Bu da model olgusunu daha ön plana çıkarmakta; düşünceleri kısa sürede, gerçeklere yakın bir biçimde denememize olanak tanımaktadır. Bilgisayar grafiği ile bağlayan çalışmalar, modelleme yöntemleri üzerinde büyük aşamaların oluşmasını sağlamış; yapılan araştırmaların gerçeklerle uyumluluğunu, sonuçların öncelikle görsel olarak ve sanal gerçeklikle neredeyse tüm algılama yeteneklerimize cevap verir düzeyde izlenebileceği bir ortam oluşmasını sağlamıştır. Klasik modelleme yöntemlerinde, modeli kuran ve/veya kullanan, hep dışarıdaki bir ikinci kişi olarak kalmıştır. Sanal gerçeğin en büyük özelliklerinden biri, kullanıcının da modelin bir parçası olmasını, kendi kurduğu model içinde yer almasını sağlayabilmesidir. "Alice Harikalar Diyarında" masalında olduğu gibi, oyun kuralarına, oyun sırasında değiştirme potansiyeli bile, içinde bulunduğumuz "model" dünyasını daha güçlü, ancak daha karmaşık kılmaktadır. Devingen modellemenin gerçek zamanlı bir uygulaması olarak da nitelendirilebileceğimiz sanal gerçeklik, büyük bir atılım göstermekle beraber, henüz gelişmeye aşamasında bir konudur.

Bilgisayar grafiği ile başlayan ve çok hızlı bir şekilde gelişen bilim ve uygulama dallarının, bu alan-

sini kısaltan bu deneyler, yakın gelecekte yerlerini sanal gerçekliğe bırakacağı benziyorlar. Özel olarak bu iş için programlanmış bir sanal gerçeklik ünitesinde, üç boyutlu olarak gerçekleştirilebilecek rüzgar tüneli deneyleri, bire bir iletişim araçları sayesinde çok daha hızlı olacaktır. Rüzgar tünelinde, uçağın çevresinde oluşan hava akımlarının üç boyutlu görüntüleri haline dönüşmesi ve uçağın konumunun data eldiveni yardımı ile değiştirilmesi sonucu oluşacak farklılıklar, anında algılanabilecektir. Bu da zaman tasarrufu demektir. Sansasyonel uçak modellerinin rahatlıkla denebilmesi ve geliştirilmesi de olasıdır.

da çalışan kişilerce resmen tanınan başlangıcı, taş devrinden oldukça sonra, gerçekleşen bir buluşa atfen, 1960 yılı olarak kabul edilir. E. Sutherland isimli bir doktora öğrencisinin, Massachusetts Institute of Technology'de bir radar sisteminde yararlanarak yaptığı olduğu bilgisayar grafiği terminali, etkileşimli iletişim ortamını grafiksel anlatım biçimine dayayarak geliştirilmiş ilk yazılım-donanım uygulaması olarak kendisini dünyaya tanıttı. Aslında, bilgisayarlı grafik uygulamaları 1960 öncesi yıllara uzanıyor. Örneğin, FORTRAN dilindeki ünlü "IH" yazıcı denetleme komutunun delgili kartlardaki birinci format kolonuna basılması veya benzeri yöntemlerle, üst üste yazma yeteneği olan yazıcılar, değişik resimlerle süslenmiş takvimlerden, zamanında çok ün kazanmış SYMAP gibi harita çizim programlarının çıktılarına kadar, grafik amaçlı çıktılar üretilebiliyorlardı. Tüm bu gelişmeler, 1970'li yılların sonlarına kadar, donanım yeteneğinin rekabet ortamında gelişti. Ancak, gelişmeleri kamçılayan gereksinimlerin temel tanımlarda açıkça ortaya konulması sonucu, yazılım ve bilimsel araştırmanın önemi daha kuvvetle vurgulanarak, bilgisayar grafiğinin bir amaçtan çok araç özelliği ile benimsenmesi sağlandı. Bu gelişmelerden sonra, kendi çerçevesi içinde hızla büyüyen bu bilim dalı, sanal gerçeklik gibi kuvvetli araştırma ve uygulama potansiyeli olan alanların temel taşı oluşturdur.

Ülkemizde, bilgisayar ve bilişim konularında yoğun hizmet veren çeşitli dergiler, belki de uygulama alanı en fazla olan bilgisayar grafiği konusunda çok az bilimsel yazı yayınladılar. Bilim ve Teknik Dergisi, Bilgisayar Grafiği, Multi-Medya ve Sanal Gerçek üzerine tanıtıcı bir dizi yayın hazırlamayı üstlenmiş durumda. Hemen hergün karşımıza çıkan bilgisayar teknolojisinin bir türü olan grafik uygulamalarından, sanal gerçek gibi daha kavramsal konuları bilimsel yönleri ile tanıtmayı amaçlayan bu dizininin gerçekleşmesi, konuya duyulan ilginin daha geniş bir boyut kazanacağını şimdiden müjdeliyor.

Gelişmekte olan ya da plan aşamasında bulunan sanal gerçeklik olgularına ilişkin araştırmalarda, henüz aşılamayan bazı sorunlar vardır. En önemli sorunlardan biri olan gerçek zamanlama sorunu, görüntünün gerçekliği ile doğrudan bağlantılıdır. Buna göre, bir görüntüdeki ayrıntılar ne kadar hassaslaştırılırsa, görüntünün hareketi anında oluşan gerçek zamanlama o derece bozulmaktadır. Görüntü akışının iyileştirilmesi için daha kırık kıvrımlı görüntülerin oluşturulması gerekmektedir. Bunun nedeni, hızları ne kadar yüksek olursa olsun günümüz bilgisayarlarının, yüklü bir veriyi analiz etmek için zamana gereksinim duymalarıdır. Veri analizinde kullanılan programlamada, görüntü akışını ve hassasiyetini etkilemektedir. Sonuç olarak programlama açısından, sisteme en uygun programlama yapısını geliştirmek, en önemli hedeflerden biridir. Bir başka sorun da, teknolojinin hayal gücünün gerisinde kalması ve gelişmeyi yavaşlatmasıdır. Herşeye karşın kısa bir süre içinde katedilen yol, çok fazladır.

Sanal gerçekliğin, bilim ve teknolojinin ilerlemesi ile çok büyük gelişmeler göstereceği kesindir. Bu noktaya gelinmesi halinde, bazı psikoloji uzmanlarını rahatsız eden bir olgunun gerçekleşmesi gündeme gelmektedir. Sanal gerçeklikle, insanın, bilgisayar ile bire bir iletişime geçmesi hedeflenmektedir. Bu da insanın bazı fantazilerini, bilgisayar yardımı ile, rahatlıkla gerçek-



leştirilmesi olanağını yaratacaktır. Bilgisayar ortamında oluşan olayların yaratacağı duygulanımların, teknoloji yardımıyla yine insana aktarılması planlanmaktadır. Uzmanların korkusu, bu noktada başlamaktadır. Hedeflenen sistem, bilgisayarın insan ile başta görsellik olmak üzere tüm duyar alanında bire bir iletişime girmesidir. Uzmanlara göre, buna hazır olmayan kişiler, böyle bir ortamla karşılaşınca gerçekle hayal arasında sıkışabilirler. Bu da kişide, psikolojik olarak onarılması imkansız sorunlar yaratabilir. Bu kişiler, aynı ilk film perdesinde üzerlerine gelen tren görüntüsünden korkup kaçan kişilerininkine benzer bir tepki verebilirler. Hatta, sanal gerçeklikte oluşturulan olayın etkisinde kalarak, gerçek yaşama dönmeyi reddedebilirler. Böyle bir konuyu işleyen ve bir bilim kurgu yapıtı olan "Bahçıvan" filmi, bu konuda olabilecekleri güzel bir örnektir. Olası görülen tüm tehlikelerine karşın sanal gerçekliğin, beyin bozukluklarına iyi bir terapi olarak kullanılabileceği de düşünülmektedir. Sistemi kullanan uzmanlar, hastaları kontrollü olarak sanal ortamla karşılaştırarak, ruhsal bozuklukları düzeltebileceklerini ya da kontrol altına alabileceklerini düşünmektedirler. Düşüncenin doğruluğunu, zaman gösterecektir.

Herşeye karşın sanal gerçekliğin yavaş yavaş yaşama girmesi olası gözükmemektedir. Ülkemizde hemen hiç bilinmeyen bu olgu alanında Amerika, Avrupa ve Japon-

ya'da büyük ilerlemeler kaydedilmektedir. Herşeyin ötesinde, akademik düzeyde bir çalışma olma yolunda ilerleyen bu olgunun, ülkemizde de en kısa sürede tanınması, gerekli ve kaçınılmazdır. Ancak bu olgu, genelde olduğu gibi eğlence aracı olarak değil; bilimsel gelişme için var olmalıdır. Eğlence yanı, ikincil öneme sahip olmalıdır. Özellikle batı ülkelerinde basın, bu konuyu eline geçen her fırsatta işlemekte, teknolojiyi evlere taşımak için büyük çaba harcamaktadır. Örneğin, IBM bilgisayarlar için çıkan bir dergi, yalnızca bu konuyu işlemekte ve kişisel çabalarla sanal gerçekliği olgunlaştırmaya çalışan araştırmacılara yol göstermektedir. Benzeri araştırmacılara bizlerin de gereksinimi vardır. Ancak bu yolla bilimsel ve teknolojik açıdan ilerleyebilir, teknoloji ithal etmekten kurtulabiliriz.

Şu ana kadar henüz gerçekleşmemiş ya da gerçekleşmiş fakat emekleme aşamasındaki bir teknolojiye söz ettik. Aslında Multi-Media'nın bir uzantısı olan sanal gerçeklik üzerinde, ülkemizde ciddi çalışmalar yok. Buna karşın TÜBİTAK'ta çalışmalarını sürdüren bir laboratuvarla Multi-Medya üzerinde çok ciddi ve diğer ülkelerdeki benzeri laboratuvarlarla karşılaştırılacak düzeyde çalışmalar yapılmakta. Bilim ve Teknik'in gelecek sayısında Multi-Medya konusunda çalışmalarını sürdüren laboratuvarı tanıtmaya ve kısaca Multi-Medya'yı araştırmaya çalışacağız.

Babür Eryalçın



Kaynaklar

- Antonoff, M., "Living In A Virtual World", Popular Science, Haziran 1993.
- Carnett, J. B., "Now Playing In The Virtual World", Popular Science, Nisan 1994.
- Carwright, G. F., "Virtual Or Real?", The Futurist, Mart-Hazan 1994.
- Gale, D., "Meeting In A Virtual World", New Scientist, 13 Mart 1993.
- Hart, "Quality As A (Virtual) Reality", British Medical Journal, Kasım 1993.
- Internet Bilgisayar Abi, NSF HPCC Science Highlights, 1993.
- Lee, M., "Virtual Reality: Toy Or Tool?", Chemistry In Britain, Haziran 1993.
- Kallenborn, K. F., Riemhoff, D., "Virtual Reality In Medicine", McGovern, K. T., "Applications Of Virtual Reality To Surgery", British Medical Journal, Nisan 1994.
- Methods Of Information In Medicine, Cilt 32, sayı 5, 1993.
- Silberbach, M., Sahin, D., J., "Three-Dimensional Echocardiographic Reconstruction: From 'Ice-Pick' View To Virtual Reality", Mayo Clin. Proc., sayı 68, 1993.
- Taylor II, R. M., Chi, V. L., "Take A Walk On The Image With Virtual Reality Microscope Display", Laser Focus World, Mayıs 1994.
- "Virtual Reality özel sayısı", IEEE Computer Graphics And Applications, Ocak 1994.
- Wickham, J. E., A., "Future Developments", British Medical Journal, Ocak 1994.
- Williams, R. D., "Hot Topics", Computer, Şubat 1993.

Sanal mı? Gerçek mi?

“**H**AY ALLAH” dedi kendi kendine. “Bugün babalar günüydü, nasıl da unuttum.” Arabayı durdurup, arka tarafta duran bilgisayarın “açma” tuşuna bastı. “Bilgisayarçığım, bugün ‘Babalar Günü’ hadi bir hediye öner.”

“Bir kravat” dedi bilgisayar.

Adam “İyi, güzel; ama niye kravat?”

“Mayıs’ın 20’sinde bir takım elbise almıştı” diye yanıtladı bilgisayar.

“Ona ugsun bir de kravat almıştı,” dedi adam.

“İki” diye düzeltti bilgisayar. “Ama 3 tane beğenmişti.”

“O halde beğenip de almadığı 3. kravatı babamın üzerinde göster” ...

“Evet biraz pahalı, ama çok yakıştı”.

“Bak bakalım bu civarlarda kravatı bulabileceğim bir mağaza var mı?”

“Yarım saat uzaklıkta bir mağaza var.”

“Öyleyse hemen ısmarla. Hediyeye paketi olacak, söyle. Haa ödemeyi de Visa ile yapacağım.”

İşte 21. yüzyılda alışverişlerimiz böyle olacak. Mağazalarda uzun süren dönüp dolaşmalar, yerini hıza; evlerde, arabalarda ve bürolarda mümkün olan, bilgisayar aracılığı ile seçime bıraktığı zaman. Fiber optikli kablolar, multimedia teknolojilerine yol veren geleneksel alışveriş yöntemi ise, daha uzun bir süre devam edecek.

Aslında gerçekten öyle mi acaba?



Dükkanlar zaman içinde değişebilir; ancak insanların seçip beğenerek eşya almak için gittikleri temel yerler olarak rolleri, uygarlığın kendisi kadar eskidir. Bu yeni tip alışveriş, elektronik yolla gereğinden abartılı bir yere oturtmak şart mı?

Bugün için durum böyle görünmüyor. Evet, evden alışveriş Amerika Birleşik Devletleri’nde yapılıyor; ancak çok ilkel yollarla. En büyük iki alışveriş kanalı olan

Home Shopping Network ve QVC’nin hazırladığı programlar, seyircilerinin karşısında ürünleri sergilemekten ve sonra da sipariş için gelecek telefonları beklemekten ibaret. Televizyonla yapılan satışlar, ABD’de toplam perakende satışların yalnızca yüzde 0.2’sini teşkil ediyor.

Ancak belki de bu durum değişebilir. Amerika’daki telefon ve kablolu televizyon şirketleri, Amerikan halkına iki yollu veri iletişim sistemi sağlamak için milyarlarca dolarlık yatırım yapıyorlar. Böylece müşteriler, kendilerini ilgilendirmeyen mallar için düşünülmüş satış taktiklerine daha fazla maruz kalmayacaklar. Kısa süre sonra, televizyonlarına istedikleri şeyleri göstermesini söyleyebilecek ve sipariş vermek için de bir tek tuşa dokunacaklar.

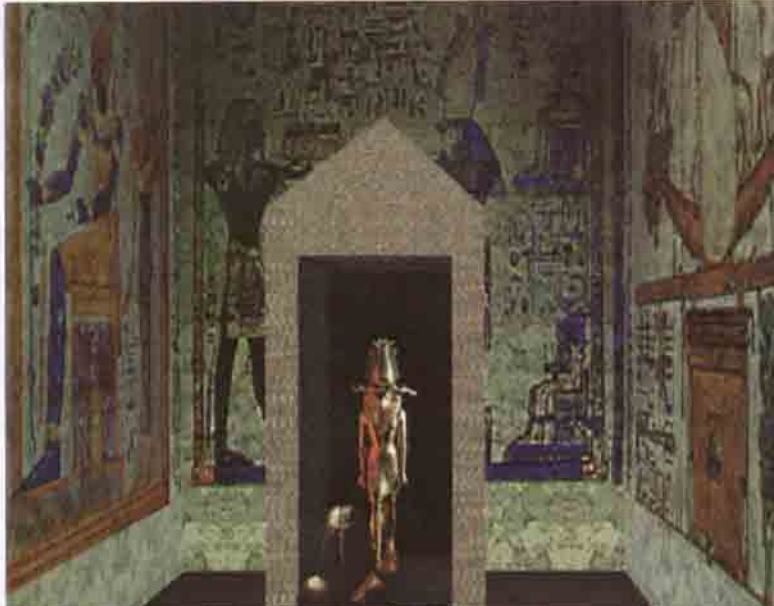
Bu karşılıklı etkileşim döneminin ilk zamanlarında tipik bir evden-alışveriş kanalı, müşterilerine farklı mallar satan dükkanların bulunduğu elektronik bir alışveriş merkezine girme olanağı sağlayacak. Müşteriler, girmek istedikleri dükkanı seçecek; kendilerini ilgilendiren bölümü belirleyecek; bakmak istedikleri malların olduğu tarafa yönelecek ve ürünü ilgili olarak almak istedikleri bilgiyi edindikten sonra, sipariş vermek için bir düğmeye dokunacaklar.

Bu aşamaya eriştikten sonra çok geçmeden sistem, alışveriş alışkanlıklarına göre kullanıcıların kişisel profillerini belirleyen, daha gelişmiş bir düzeye geçecek. Örneğin kullanıcıların ölçülerini hemen öğrenecek ve uygun ölçülerde giysi almalarını sağlayacak.

Bununla da kalmayıp, sevdikleri renkleri, moda, müzik, yiyecek zevklerini öğrenerek, hoşlarına gitmeyecek ürünlerle müşterilerin vakitlerini boşa harcamayacak. Paralarının neye yetip neye yetmeyeceği konusunda da oldukça net bir fikre sahip olacak.

Bunun ötesinde, sanal gerçekliğin nasıl olup da elektronik alışveriş dünyasına gireceğini algılamak için çok fazla bir hayal gücüne gerek yok. Basit bir düzeyde, müşteriler giysileri evlerinde, bilgisayarlarının üreteceği kendi görüntüleri üzerinde deneyebilecekler.

Sonra da televizyon ekranını seyretmek yerine, sanal gerçeklikte bir kaskı ve eldivenleri deneyebilecek ve





seçimlerine uygun mağazalara girebilecekler. Bunun için de sanal koridorlardan geçip; sanal malları, inceleyip; sanal satış elemanlarına danışabilecekler.

Peki ya geleneksel, alışageldiğimiz dükkanlar? Bu karşılıklı etkileşim çağında onlar için de bir yer ayrılacak mı?

En azından üç neden yüzünden yanıt, hemen hemen kesinlikle, evet. İlk neden, insanların satın almadan önce dokunmak, hissetmek ve denemek isteyecekleri bir çok ürünün olması. Bir başkası, bilim, maddeyi uzay içinde anında bir başka yere aktarmayı sağlayacak bir yöntem geliştirene dek, satıcıların, mallarının dağıtılmasını beklemek zorunda kalma engeli ile karşılaşacak olmaları. Üçüncü neden ise, televizyon ekranı ile birçok iş ve

boş zaman etkinliğinin sağlandığı bir dünyada, dışarıya çıkmalarının neden gerekli olmadığı konusunda kendilerine geçerli bir bahane gösterilmemesi durumunda, insanların çıldırarak olmasındır. Yine de mağazaların değişeceği kesin görünüyor; ancak 21. yy'da, eğlenceyi de işin içine katan evden alışveriş tehdidine karşı koyabilecekleri düşünülüyor. Eğer elektronik alışverişle boy ölçüşebilecek ilginç etkinlikler geliştirebilirse tabii.

Yemek pişirme dersleri vermek, mağaza içine canlı müzik koymak ya da moda gösterileri düzenlemek, bu etkinliklerden bazıları olabilir. Ne var ki tüm bunlar için daha çok yere gereksinim doğar. Bu sorunun bir çözümü olarak da uzmanlar, üretimi de satış yerinde gerçekleştirme alternatifini üzerinde duruyorlar.

Teknolojinin getirecekleri, bununla da kalmayacak şüphesiz. Bugün, aradıklarında bir satış elemanı bulamamaktan şikayetçi olanlar, gelecek yüzyılda bu kişilere hiç rastlamayacaklar. Bunun yerine, gerektiğinde ekrandan elektronik bir görevliye başvuracaklar. Örneğin kadınlar kuaföre gittiklerinde kendilerini değişik saç modelleriyle ekranda görebilecekler.

Alışveriş şekli en çok süpermarketlerde değişecek. Koskoca bir market içinde gezinip alışveriş arabasını gıda maddeleriyle doldurmak, çoğu kez akıl karıştırıcı bir iş olduğundan; bunu da teknoloji ile halletmek son derece cazip olabilir. Örneğin bir sipariş verilir ve değiştirilmediği ya da iptal edilmediği sürece her hafta eve gönderilir.

Tüm bunlar bugün için son derece çekici gibi görünse de, işler hiç de beklendiği gibi olmayabilir. İnsanlar, televizyonlarının ekranından gelen görsel bilgi bombardımanından öylesine bunalabilirler ki; eski tip alışverişini bir kaçış olarak görmeye başlayabilirler. Bir uzman, "Normal alışveriş ortamı öylesine rahatlatıcı, çevre öylesine yatıştırıcı gelecek ki; sanal alışverişle, görsel imajlarla beyinleri allak bullak olmuş insanlar, tüm bunlardan kurtulup; normal hayata dönmek için can atacaklar," şeklinde ifade ediyor görüşlerini ve sürdürüyor: "Öyle sanıyorum ki bu tür teknolojiye olan yönelim, durdurulamaz bir boyutta geliyor; ancak başarılı olması, bunu yaratanların, teknolojiyi cazip kılma konusundaki yetkinliklerine bağlı ve geçmişte başaramadılar. Gelecekte, belki ..."

Richard Tomkins
Financial Times 9 Haziran 1994
Çeviri: Miyase Göktepe



Dünya'ya Açılan Pencere

W3

Hatlar çok dolu olmasına karşın, bilgisayarınızdan Dünyayı Saran Ağa (W3: (WWW) World Wide Web) bağlanmayı deneyin bugün. W3'te biraz dolaşarak NASA'nın yeni çalışmalarını; CERN'de bulunan dünyanın en büyük parçacık hızlandırıcısı LEP'te yapılan en son deneyle ilgili raporları veya dünyanın en güzel renklerinden, bir nükleer reaktördeki Cherenkov mavisini ekranınıza getirebilirsiniz. Bu ağda dolaşırken nerede olduğunuz önemli değil. Çünkü aradığınız bilgiler için dünyanın çeşitli yerlerindeki bilgisayarlara girmeniz gerekmiyor (Internet kullandığınızda yapmanız gereken budur). İsteddiğiniz bilgiyi seçtikten sonra dünyanın neresinde olursa olsun, ekranınıza aktarabilirsiniz. Bütün bunların nasıl gerçekleştiği ise uzun bir öykü.

Sinan Göktepeli
H.Ü Nükleer Enerji
Mühendislik Bölümü

1969'da Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı, herhangi bir nükleer saldırıya karşı dayanıklı, merkezi olmayan bir bilgisayar ağı kurma konusunda çalışmalar başlattı. İlk deneysel bilgisayar ağı, 1975'te ARPANET adı altında tam olarak işleme geçti. Bu bilgisayar ağı, üniversitelerin çalışmalarına temel oluşturdu ve sonuçta Internet ortaya çıktı. ARPANET ise, 1990'da tarihe karıştı.

Internet sözcüğü mecazi olarak, "bilgisayar ağlarının ağı" anlamını taşıyor; çünkü dünya üzerinde yayılı olan binlerce

LAN'ı (Local Area Network: Yerel Alan Ağı) birleştiriyor. Internet şu an herhangi bir günde, 60 ülkeden 20 milyon kadar bilgisayara hizmet veriyor.

Bu noktada World Wide Web ile Internet'in farkına değinmek gerekiyor. W3, Internet üzerinde kullanılan bir programlar sistemidir. W3 sözcüğü, bir bilgi uzayını tanımlar. Internet ise, fiziksel bir ağ; bilgisayarlardan ve kablolardan oluşan dev bir kütledir. Internet'te aranılan bilgilere ulaşmak pek kolay olmaz. Günümüze değin Internet'te kullanılan bilgi transfer programları, bilgiye değil sunucu bilgisayarlara yönelik programlardır. Yani, istenilen bilgiyi, ilgili bir başlık aracılığı



ğıyla aramak yerine, çeşitli sunucu bilgisayarları dolaşıp işinize yarayan bilginin orada olup olmadığını bulmanız gerekir. Bağlantısı iyi olmayan yerler için bu, çok uzun bir süre demektir. İnternet'te Gopher gibi bazı programlar ve resmi olmasa da her yerde benzer olan bilgi yerleştirme sistemleri, bu işlemleri bir miktar kolaylaştırıyordu.

1989'da CERN (Avrupa Parçacık Fizik Laboratuvarı) çalışanlarından Tim Berners-Lee, araştırmaları ve fikirleri organizasyon içinde etkin bir şekilde taşımak için bir proje hazırladı. Bu proje uyarınca hazırlanan program, kişisel bilgisayarlardaki bilgileri bağlamak için kullanılan bir kavram olan, hypertext'i kullanıyordu. Berners-Lee, hypertext'in yararlı olacağına inanıyordu ve "sunucular" ile "müşteriler"den oluşan bir sistem oluşturmaya başladı. Prototip olarak bir sunucu ve bir de müşteri yaratan Berners-Lee, bunların arasındaki bilgi aktarımını sağlayabilmek için de HTML (Hypertext Markup Language) adında bir de protokol hazırladı. Bu protokol, Web içinde çalışabilmesi için bir yazının, tam olarak nasıl hazırlanması gerektiğini belirliyordu. Örneğin, bir dökümanın başlığını oluşturan sözcüklerin nasıl yazılması gerektiğini tanımlıyordu, böylece program, o başlığı tanıyabiliyor; HTML, aynı zamanda, hypertext aracılığı ile, diğer dökümanlar arasında oluşturulacak bağların nasıl olması gerektiğini de belirliyordu. Böylelikle müşteri, bu bağları izleyebilecekti.

Berners-Lee, Web'in programlarını, özellikle üniversiteler ve endüstri tarafından kullanılan UNIX işletim sistemi altında çalışan X-Windows için hazırladı. Web'in programlarının kaynaklarını, İnternet kullanıcılarının ücretsiz olarak ulaşabilecekleri bir yere kopyalayarak, herkes tarafından kullanılabilmesini sağladı. Diğer programcılar da Microsoft Windows ve Apple Macintosh altında çalışabilmesi için programlarda çeşitli değişiklikler yaptılar.

CERN'deki araştırmaların başlamasından 2 yıl sonra, NCSA (National Center for Supercomputing Applications: Süper Hesaplama Uygulamaları Ulusal Merkezi) çalışanlarından Dave Thompson, W3'ü gördü. NCSA'nın görevleri arasında, bilimsel topluluğa

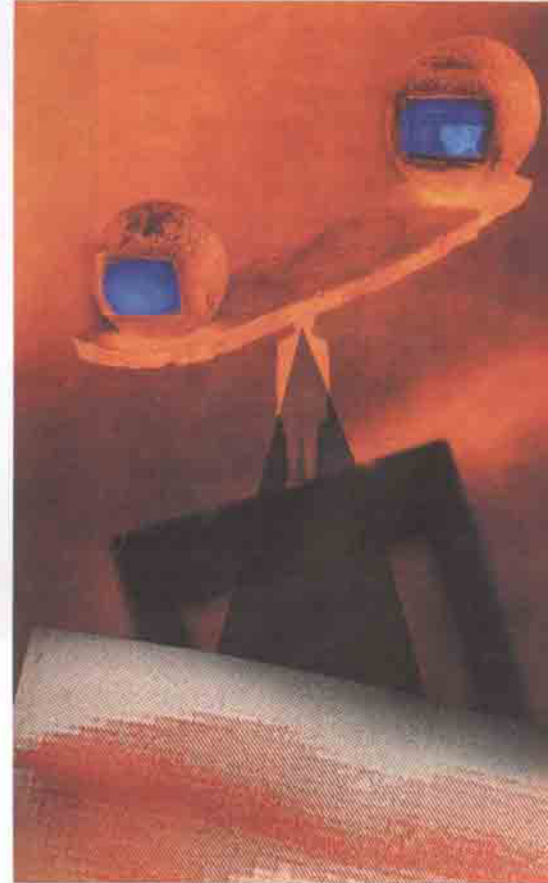
ulaşabilir, ticari olmayan programlar sağlamak ve ticari işletmelerin ilgisini yeni bilimsel teknolojilere çekmek vardı. W3, bu bakımdan oldukça uygundu. Thompson'ın önerisi üzerine W3'ün kullanımını kolaylaştırmak amacıyla bir ara program yazılmaya başlandı. Bu çalışmada, Mark Andresen ve Eric Bina da kendisine katıldı. 1993'ün ilk yarısında Mosaic adlı ara program, İnternet kullanıcılarına sunuldu. Bu, W3'ün ikonlar ve bir mouse ile kullanılabilmesini; ses, görüntü ve film aktarımını sağlıyordu.

W3 Nasıl Çalışıyor?

World Wide Web, gözde olan müşteri-sunucu modeline göre çalışır. Bir W3 sunucusu, bir bilgisayarda çalışan; ancak başka bilgisayarlar tarafından istenildiğinde onlara bilgi sunulması amacıyla hazırlanmış bir programdır. W3 müşterisi ise, kullanıcıya aracılık yaparak sunucudan bilgi isteyen bir diğer programdır.

Müşteri ile sunucunun anlaşmasını sağlayan aracı ise, HTTP'dir (Hypertext Transmission Protocol: Hypertext İletim Protokolü). Bu protokol, gerçekte yalnızca basit harflerden oluşan Hypertext'in iletimi için hazırlanmıştır. Hypertext, diğer karakterler gibi saklanabilir, okunabilir, aranabilir veya (HTML kurallarına uyulması şartıyla) değiştirilebilir. Ancak W3'te kullanıldığında, yazının

içindeki hypertext, başka sunuculardaki diğer dökümanlara bağlar içermektedir. W3 ekranlarındaki altı çizili mavi yazıların her biri, bir başka dökümana; hatta başka sunuculara bağlar taşımaktadır (yani hypertext'tir). Bu bağlara "hyperlink" adı verilmiştir. Hyperlinklerle seçtiğiniz her döküman, başka dökümanlara hyperlinklerle bağlıdır. Böylece karmaşık bir hyperlink ağı oluşur.



Hypermedia da bir çeşit hypertext'tir. Farkı yalnızca dökümanlara değil; görüntüler, sesler ve filmler gibi tüm iletişim yöntemlerine ulaşımı sağlayabilmesidir.

Bir bilgisayar kullanıcısı, W3 müşteri programını çalıştırdığında, seçilen döküman ekrana gelir. Bu ekrandaki herhangi bir hypertext'i seçtiğinde, onun içerdiği bağda yazılı olan sunucu adresi ve sunucu kütüğü müşteri tarafından okunur. Müşteri okuduğu network adresindeki sunucudan bağlantı ister. Bağlantı gerçekleşirse sunucu, ona gerekli bilgileri gönderir.

Çeşitli bilgisayar tipleri için bir çok müşteri programı bulunmaktadır. Ancak, bunların arasında en çok kullanılanı yukarıda bahsettiğimiz Mosaic'tir. Bu program, basitliği nedeniyle çok tercih edilmektedir. Kullanıcının, ekrandaki dökümanda ilgisini çeken konudaki hypertext'i seçmesi için yalnızca mouse'unu onun üzerine getirip tuşa basması yeterli olur ve yeni döküman için gerekli bağlar kurulur. Mosaic, yeni dökümanı ve onunla ilgili hypermedia'yı ekrana getirir. Eski dökümanı tampon bellekte tutar ve onun sunucusuyla yaptığı bağlantıyı kapatmaz; böylece kullanıcı bir önceki dökümanı görme ya da başka bir hypertext'i seçme olanağına sahip olur.

Mosaic, özellikle hatlar dolu olduğu zamanlarda oldukça yavaşlamaktadır. Bunun nedeni aktarılan hypermedia bilgilerinin genelde yüzlerce kilobyte uzunluğunda olmasıdır. Bu gibi durumlarda, kullanıcı için önemli olan şekiller değil de yazılarsa, lynx adlı program kullanılabilir. Bu program, (istemediğiniz sürece) grafik ekranı yaratmadan ve grafik kütüklerini almadan çalışmaktadır. Daha az bilgi aktarımı yapıldığı için daha süratli çalışmak mümkündür.

W3, Internet üzerindeki diğer programları da kullanılabilir.



Bazı hyperlinkler kullanıcıları, yaratıkları ftp, Gopher, telnet gibi Internet üzerinde hizmet veren programların ekranlarına aktarıyor.

Sanal Kütüphaneler

Sunuculardaki kütükler, tüm dünyadaki bilgileri size aktarabiliyor. Örneğin, W3 EXPO sunucusunda, Columbus'un keşifleri hakkında bilgileri alabiliyorsunuz. Kullanıcının W3'te aradığı bilgiye ulaşması, kütüklerin hazırlanışına bağlıdır. Bir döküman, W3'e konulurken, onunla birleştirilmelidir. Yani, kullanıcının okuma şansı olan bazı dökümanlara, kendi dökümanı ile ilgili hyperlink'ler eklemelidir. Tek bir üst dökümandan gelen tek bir bağ yeterli olmayacaktır.

W3'de aranan bilgiye ulaşmak için 3 paralel yol bulunmakta. Bu yollardan en çok kullanılanı, konularına göre gruplandırma işlemi. İsteni-

len bir ana konu başlığı seçildiğinde, alt başlıklara ulaşılabilir. Buralardan aradığınız konuyla ilgili dökümanlara ulaşmanız olası. Diğerleri ise organizasyona (üniversiteler, araştırma kuruluşları, vs.) ve sunucuya göre. Bu yapıya sanal kütüphane denilmekte. Örneğin konularına göre gruplandırma dökümanındaki hypertextlerden istenilen birini seçerek, alt başlıklara ya da konulara ulaşabilir. Astronomiden astrolojiye, petrol mühendisliğinden Clinton'un son demecine kadar binlerce konuya bir anda erişme olasılığı var. Yalnızca geçtiğimiz Mayıs ayında kullanıcılara bu yolla, 800 Gigabyte; yani 2300 Encyclopædia Britannica dolusu bilgi sunuldu.

Özellikleri çeşitli ticari şirketlerin, W3'e ilgi göstermesine yol açtı. BBC ve Times, W3'te haber sunuyorlar. Tabii bu haberleri elde edebilmek için,

belirli miktarda para ödemek gerekebiliyor. Diğer yandan W3 aracılığıyla kitap ısmarlayabiliyor, turistik haritaları görebiliyorsunuz. (Hatta, Türkiye'deki çeşitli Web sunucularında çok güzel fotoğraflar ve bilgiler bulunabilir. Mosaic kullanıcıları için, http://www.ege.edu.tr/Türkiye_komutu önerilebilir.)

Sorunlar, Sorunlar...

Bilgi uzayını çekici kılan özelliklerinden biri olan esnekliği, aynı zamanda kullanıcıların işlerini gün geçtikçe zorlaştırıyor. Bir gün ulaştığınız bilginin, sonraki gün orada olup olmayacağını bilemiyorsunuz. İstenilen bilgi kadar, sunulan bilginin de fazla olması, bilgilerin bir miktar düzenlenebilmesine pek olanak tanımıyor. Her gün yeni bilgi geliyor, eskisi gidiyor ve kataloglar, hazırlandıkları günün aşımında kullanım dışı kalıyorlar.

NCSA ise, yeni bir yaklaşım deniyor. Sürekli olarak kendini yenileyen bir kataloglama sistemini bir kaç prototip sunucuya yerleştirmiş durumda. Bu sistemler, kataloglar hazırlayarak paylaşacaklar ve bir anahtar kelime aracılığıyla kullanıcı, aradığı konudaki dökümanlardan istediği birini seçme şansına sahip olacak.

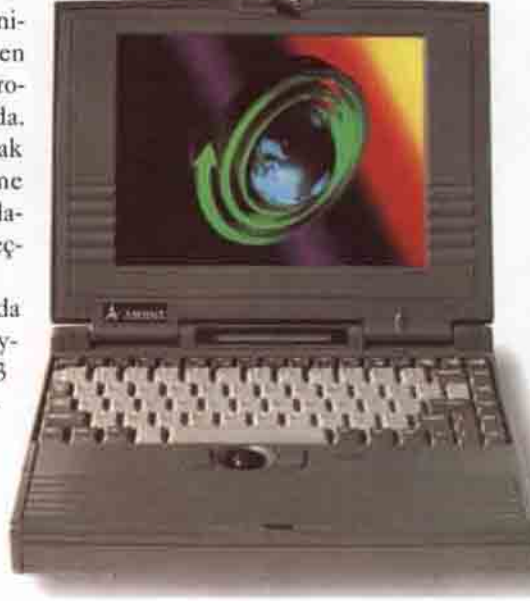
Bundan başka Internet hatlarında fazla bilgi aktarımı nedeniyle meydana gelebilecek sıkışmalar ve W3 üzerindeki bilginin kaynağının belirsizliği gibi sorunlar baş gösteriyor. Henüz W3'ün oluşum aşamasında olması nedeniyle böyle sorunların doğabileceği söylenmekte; ancak 20 yıllık geçmişi olan Internet'in günümüzdeki dağınıklığı gözönüne alındığında, iyimser olmak güçleşebilir.

W3O

Bu tip sorunlarla ilgilenmek üzere MIT (Massachusetts Institute of Technology: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü) ve CERN, 7 Temmuz'da ortaklaşa olarak W3O (W3 Organizasyonu)nu kurdular. Amaçları, W3'ün ilerlemesini kontrol ederek, onu yalnızca bir bilgi uzayı olmaktan çıkarıp, zengin bir öğrenim, dayanışma ve birliktelik dünyası haline getirmek; W3 programlarının iletişimde bir standardizasyon ve W3'te bir denge sağlamak; W3 teknolojiye endüstrinin ticari bakımdan dikkatini çekmek; W3 teknolojisinin eğitim, araştırma, yönetim ve küçük ve büyük endüstri kuruluşları tarafından etkin kullanımını sağlamaktır. W3O, daha önce adı geçen HTML ve HTTP protokollerinin kullanımından, ticari veya gizli kalması gereken dökümanların şifrelendirilmesi için gerekli programların hazırlanmasına kadar birçok dalda çalışmalara başlamış durumda.

Deneme 1..2..

Internet bağlantısı olan, ancak W3'te dolaşmamış kişiler, buraya kadar anlatılanları denemek isteyebilirler. İlk olarak yapılması gereken, Mosaic ile bir Web sunucusuna bağlanmaktır. (Eğer Unix altında çalışıyorsanız, X-Window sistemini çalıştırmayı unutmayın). Örneğin, TÜBİTAK'ın



W3 sunucusuna bağlanmak için

Mosaic <http://www.tubitak.gov.tr/index.html>

komutunu girin (ve bekleyin). Ekranın altında bağlantının durumu ve müşteri program Mosaic'in yaptığı işler hakkında kısa bilgiler gelecektir. Pencerenin üstünde, en önemli bilgilerden biri olan dökümanın adresi yer alır. Bu adresi not alırsanız veya bilgi aktarımı tamamlandıktan sonra en altta yer alan "Save As" iko-

nunu seçerek, HTML formatında saklarsanız, Mosaic'e bir sonraki girişinizde adresi yukarıdaki gibi kullanarak veya kütük adı ile

Mosaic <kütükadı>

komutunu girerek doğrudan söz konusu dökümandan başlayabilirsiniz. Bilgi aktarımı tamamlandığında gördüğünüz altı çizili yazılar, TÜBİTAK yazıları ve küçük resimlerin her biri birer hyperlink içermektedir. En kısa yoldan bir sanal kütüphaneye gitmek için Mosaic'den çıkıp, sanal kütüphanenin adresiyle tekrar girmelisiniz. Ancak dolaşarak gitmek için ekranda gördüğünüz World Wide Web (WWW) yazısının üzerine mouse'unuzu getirerek düğmesine basın.

Mosaic'in açtığı yeni dökümanda okuyacak çok şey bulabilirsiniz. Ancak, What's out there? başlığının altında bulunan cümledeki "subjects hypertext"ini seçerseniz, bir sonraki dökümanın başlığı olarak WWW Sanal Kütüphanesi yazısını İngilizce olarak görürsünüz. Bundan sonra da yine ilginizi çeken konuyu seçebilirsiniz. İyi eğlenceler...

Kaynak:
W3





Genlerin Mucizesi Biyoteknoloji

1953 yılında Watson ve Crick tarafından DNA'nın sarmal yapısının keşfi, dünyada yepyeni gelişmelerin başlangıcı oldu. DNA'nın çoğaltılması, genetik şifrelerin saptanması yoluyla artık canlıların yapılarında istenen değişiklikler yapılabiliyor. Tüm bunların sonucu olarak biyolojiye ait bilgilerin uygulandığı yeni bir alan açıldı. Biyoteknoloji...

FRANCIS BACON'dan sonra da birçok bilimadamı, önemli değişikliklere neden olan buluşlar yaptı. Bunlar arasında buhar makinesi, elektrik, nükleer enerji yer alır. Acaba biyoteknoloji de toplumda ve insanın yaşam koşullarında benzer etkilere neden olacak mı?

Canlıya ait her alanda yer edinmiş olan biyoteknoloji, moleküler biyoloji ve gen mühendisliğinden kaynaklanan çok geniş uygulama sahasına sahip bir bilim dalıdır ve en basit anlamda bir biyolojik sistemin öncü olarak kullanıldığı işlemleri içerir. Biyolojik sistem olarak bitki, hayvan dokuları veya mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Bunlar, doğrudan ürün olarak kullanılabilir gibi, bir ürün üretmede ya da üretilmesini sağlamada rol oynarlar.

Yeni gibi düşünülen biyoteknolojik uygulamaların temeli, 1950'lerden çok daha öncesine dayanmaktadır. 1800 yılından önce, geleneksel fermentasyon endüstrileriyle mayalama, peynir

yapımı gibi konularda, yöresel farklılıklar görülüyor olmasına karşın başarı elde ediliyordu. İşlemlerin kontrolleri ise genellikle yapılmıyordu. 19. yüzyıl, Pasteur'ün "biranın yol açtığı hastalıklar" ve birçok fermentasyonda mayaların işlevleri ve içerikleri konusundaki araştırmaları ile farkedilir gelişmelere sahne oldu. 1896'da Hansen, maya kültürlerini saflaştırarak kullanmaya başladı. Sirke, bundan 7 bin yıl önce Mezopotamya'da şaraptan bakteriler aracılığı ile üretilmekteydi. 19. yüzyılda sirke üretiminde yeni teknikler geliştirildi. Bu yüzyılın sonlarında, fermentasyonla elde edilen etanol motor yakıtı olarak kullanılmaya ve bakır filizleri mikrobiyal yolla filtrelendirilmeye başladı. Hoch'un insan hastalıklarında bakterilerin oynadığı rolü bulması, bağışıklık sisteminin anlaşılması ve koruyucu aşılar geliştirilmesi, tıp alanında mikrobiyolojinin gelişimi olmuştur.

Yüzyılımızın ilk yıllarında kanalizasyon pisliklerinin arındırılmasında, anaerobik sindirim yapan bitkiler kullanılmaya başlarken, Aspergil-

lus niger isimli mikroorganizma kullanılarak farklı bir yöntemle sitrik asit üretimi de söz konusu olmuştur. I. Dünya Savaşı, biyoteknolojik gelişim sürecine farklı bir boyut kazandırdı. *Saccharomyces cerevisiae*, fermentasyonla gliserol üretiminde kullanılmaya başlamıştır. Neuberg işlemleri diye bilinen bu yöntemle elde edilen gliserolden, nitrogliserin elde ediliyordu. Zeitzmann işlemleri olarak adlandırılan bir diğer yöntemde ise, *Clostridium* türleri dumansız barut üretiminde kullanılan aseton gibi çözücülerin üretimini sağlamıştır. Bundan yaklaşık 20 yıl sonraki, II. Dünya savaşı da bu alanda ilerlemeye katkıda bulunan ikinci etken oldu. En önemli uygulama, Penisilin'in enfeksiyöz hastalıkların tedavisinde kullanılan ilk antibiyotik olarak üretilmeye başlamış olmasıdır. Modern fermentasyon tekniklerinin gelişimi yine bu döneme rastlar. Bunu, Waksman'ın streptomisin üretimi konusundaki çalışması izlemiştir; kullanılan yöntem streptomisin yanısıra binlerce bileşenin üretiminde öncü olmuştur. 1940'larda sefalosporin antibiyotikler, bazı aminoasitler, nükleotidler, enzimler, vitaminler benzeri şekilde üretiliyordu. Ayrıca, bitki streoidlerinin memelilere ait hormonlara mikrobiyal dönüşümünün sağlanması, tıp alanında önemli ilerlemelere yol açmıştır. Sığırlarda ve insanlarda görülen verem hastalığına karşı etkili proteinlerin bulunmasıyla, ucuz yağ ve yağ ürünlerinin elde edilmesi, 1960'lı yıllara rastlar. Son 30 yıldır mikrobiyal biyoteknolojinin uygulama alanında fruktoz şuruplar, polisakkaritler (bakteriyel insektisitler gibi) yer almıştır. Hayvan ve bitki dokusuyla hücrelerinin kullanımı ise ayrı bir konudur. Birçok ilaç, enzim, besin renklendiricisi ve tatlandırıcısı, doğrudan hasadı yapılmış bitkilerden elde edilmektedir. Kesilmiş hayvanlar, insülin gibi ilaçların elde edilmesinde kullanılıyorlar. İnsan kanı pıhtılaşma faktörü VIII, serum albüminin; hipofiz bezi, büyüme hormonlarının; ürin, pıhtılaşmayı önleyici enzim ürokina-

zin üretiminde yer alır.

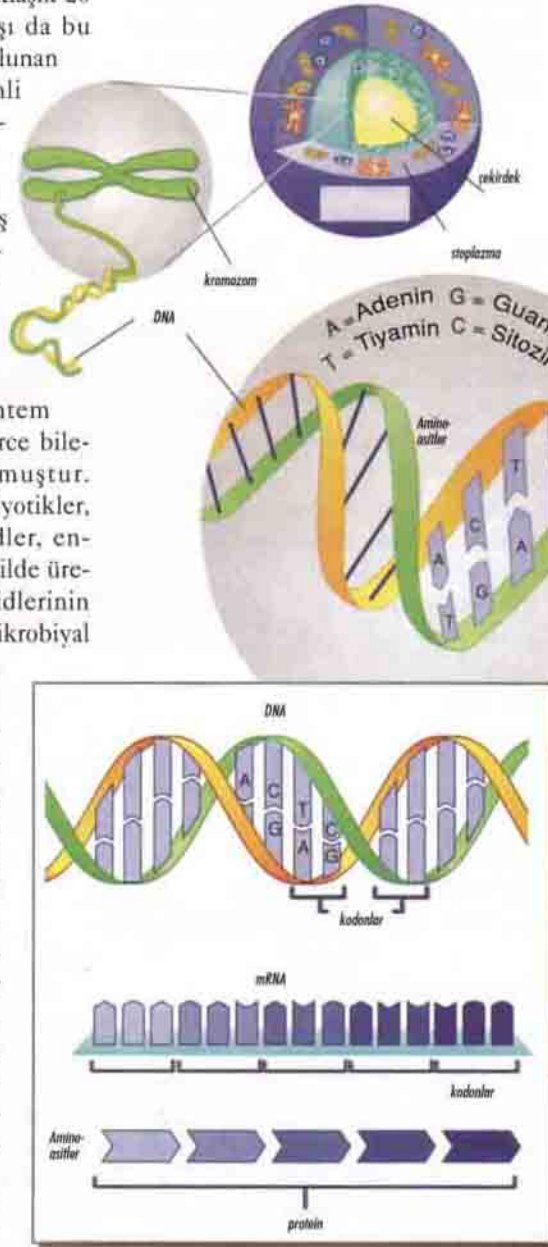
Bakterideki birçok sistem, 1970'lerin başlarında tanımlanmıştır. Çok kısa bir zaman sonra Milstein ve Kohler'in hybridoma (antikor üreten lenfositlerle, olumsuz ve salgılama özelliğine sahip kanser hücrelerinin birleştirilmesi sonucu elde edilmiş melez hücreler) oluşumu konusundaki uygulamalar başladı.



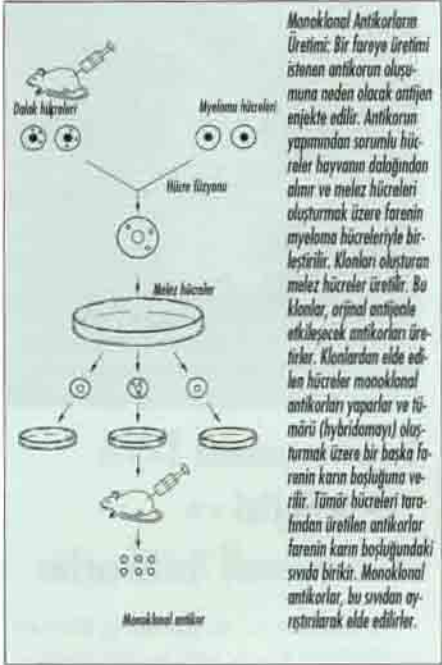
Rekombinant DNA Teknolojisi ve Monoklonal Antikorlar

Bitkilerin ve hayvanların fiziksel özelliklerini önceki nesillerden aldıkları, 100 yıldan uzun bir süredir biliniyor. Bu canlılardaki hücre elemanlarından çekirdek, deoksiribonükleik asit (DNA)'ten oluşan kromozomları içermektedir.

DNA, 4 tip kimyasal birimden oluşmaktadır (adenin, guanin sitozin, tiyamin). Bu birimler, gelişigüzel olduğu düşünülen bir dizilim gösterirler. Ancak bu dizilim, genetik şifreyi belirleyici bir özellik taşır. Böylece proteinlerin yapısı olan aminoasitlerin yapımı sağlanır. Hücrede genler, genetik şifrenin protein yapımını kodlayan kısmını oluştururlar. Şifrenin diğer kısımları, genin okunmasını sağlayan kontrol birimlerini içerir. Genetik mühendisliği ise, çeşitlik gösteren tekniklerle, bir hücreden genin alınarak diğerine yerleştirilmesiyle ilgilenir. Hücrelerden biri bitki, diğeri hayvan veya bir mikroorganizma olabilir. Böylece doğada daha önce hiç bulunmayan gen bileşimleri üretilebilmektedir. Genin yeni bir hücreye girişiyle hücrenin işlevi artabilir, değişebilir veya salgıladığı kimyasal maddeler farklılaşabilir. Bu işlemler, Rekombinant DNA Teknolojisi'nin çalışma alanına girer. Genetik mühendisliği, bugünkü modern biyoteknolojinin temelini oluşturur, ancak hiçbir zaman biyoteknoloji olarak değerlendirilemez. Genetik mühendisliği ile elde edilen bilgiler, ürün veya ürün olarak kullanılacak maddelerin üretilebilmelerinden sorumlu yapıların eldesinde kullanılırken; bu ürünler



Her hayvan ve bitki hücresinin çekirdeği DNA'dan oluşan kromozomları içerir. DNA parçacıkları genleri oluşturur. Protein yapımı için gerekli genetik şifre genler tarafından kodlanır. Genetik şifre, DNA'daki 4 kimyasal birimle belirli proteinleri oluşturan aminoasit dizilimi arasındaki bağlantıyı açıklar. DNA'daki her bir kodon bir aminoasiti şifreler. Taşıyıcı ribonükleik asit (tRNA) bu genetik bilgiyi çekirdekteki sitoplazmanın protein yapımından sorumlu bölgesine taşır.



veya bileşenler biyoteknolojik işlemlerle güncel hayatın bir parçası olur. Örneğin, normalde insanın barsak florasında yaşayan *E. coli*'ye insülin üretecek özelliklerin kazandırılması genetik mühendisliği ile sağlanırken; insülinin saflaştırılması, gerekli kontrollerinin yapılması ilaç formuna sokulması da biyoteknolojinin çalışma alanında yer alır. Bu anlamda biyoteknoloji, genetik mühendisliğinin de içinde olduğu bir alan olarak değerlendirilmelidir.

Monoklonal antikor üretimi de geniş kullanımlarıyla biyoteknolojik uygulamalarda önemli bir yere sahiptir. Antikorlar, vücudun savunma mekanizmasının, yani bağışıklık sisteminin bir parçasıdır. Vücutta yabancı bir maddenin (antijenin) varlığında, bağışıklık sisteminin uyarılması sonucu, yine bu sistemde yer alan B lenfositlerle

ri tarafından yapılır. Antikorlar, kendilerine özgü antijene bağlanarak onları etkisiz hale getirme özelliğine sahiptirler. Vücuda giren her bir antijene karşı ayrı bir antikor üretilir. B lenfositleri tarafından üretilen antikor sayısının 10 milyon olduğu saptanmıştır. Bu 10 milyon antikorun dışında yeni antikorların üretilmesi de antijenin vücuda girmesini takip eden birkaç gün gerektirir. Biyoteknoloji, istenen antikorların üretimine de olanak sağlayan bir alandır. Burada antikorlar genellikle, antijenin hayvana enjekte edilmesi ve buna tepki olarak hayvanın kanında oluşan antikorların alınmasıyla elde edilebilmektedir. Bu yöntemin dışında antikor yapımında bitkilerin veya mikroorganizmaların kullanılabileceği iki yöntem üzerinde çalışılıyor. Monoklonal antikor adı verilen

Biyoteknolojinin Temelinde Bulunan Disiplinler

Vasif Hasirci
ODTÜ Biyoloji Bölümü

Canlı dünyasıyla ilgili bilgilerimiz son kırk yıldır hızlı bir artış göstermiştir. Modern biyoteknolojinin ortaya çıkmasında en önemli faktör, hücrelerin yapı ve işlevleri, genetik bilgiyi koruma ve aktarma yöntemleri ve kimyasal ve fiziksel sinyallere tepki verme biçimleri üzerinde gittikçe artan bilgi birikimimiz olmuştur. Bu bilgiler ise varlıklarını, temel disiplinler olarak organik ve fizikokimya, moleküler biyoloji, hücre biyolojisi, mikrobiyoloji, genetik, biyokimya ile işlem mühendisliğine borçludur.

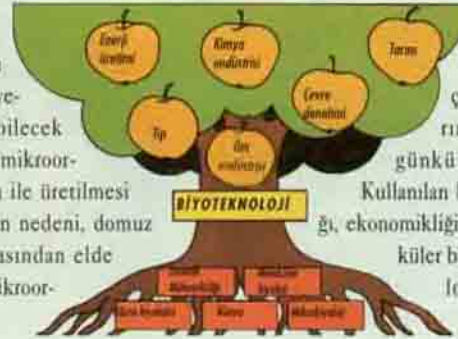
Bunların arasında mikrobiyoloji, klasik biyoteknolojinin ortaya çıkmasındaki rolüyle bu bilgi birikimine yoğun katkısı olmuş bir bilim dalıdır. Mikroorganizmaların çeşitli ortamlarda gösterebildikleri uyum, ya da başka bir deyişle çok zor ortam koşullarında bile aktivitesini sürdürmeyi başarabilen mikroorganizmaların varlığı, mikrobiyolojiyi bu uygulamalarda öne çıkarmaktadır. Örneğin, kömürün kökürdünü metabolize edebilen bir mikroorganizmadan temiz kömür elde edilmesinde yararlanılması, sadece doğal olarak bulunan mikroorganizmaları zenginleştirmekle bile sağlanabilir. Mikrobiyoloji ve genetik mühendislik yöntemlerinin kullanılmasıyla mikroorganizmaların bu yeteneklerinin artırılabilmesi, mikroorganizma kullanılan süreçleri çok daha verimli hale getirmektedir. Yine mikroorganizmaların kolay ve çabuk üremelerinden yararlanarak, gen aktarımı yöntemleriyle belli özellikleri taşımalarını sağlayarak çeşitli işlemler çok daha verimli hale getirilebilir.

mektedir. Örneğin, insülinin domuz ya da dana pankreası yerine insülin üretebilecek hale dönüştürülen mikroorganizmalar aracılığı ile üretilmesi tercih edilir. Bunun nedeni, domuz veya dana pankreasından elde edilen tersine, mikroorganizma aracılığı ile

elde edilen insülinle insan insülini arasında fark olmamasıdır. Burada yararlanılan temel disiplinler mikrobiyoloji, genetik, hücre biyolojisi ve biyokimyadır.

Bu disiplinlerin ortak çalışmaları ile elde edilen veriler değerlendirilir ve genetik yolla çok zor koşullara bile dirençli bitki ve mikroorganizmalar üretilmiştir. Bunlar birçok ağın temizlenmesinde rol aldığı gibi az bulunur, değerli kimyasalların artan miktarlarda üretimini de sağlar.

Enzimlerin özellikle biyosensör ve biyokatalizör olarak kullanımları ise, kimyasal araştırmaların ve işlem mühendisliğinin katkıları sonucu gelişmiştir. Enzimlerin aktivitelerinin ölçümüyle işlev görebilecekleri formlara sokulmaları fizikokimya ve organik kimyanın sayesinde gerçekleşir. Böylece enzimler, biyoreaktörlerde bir kimyasal maddeyi ya da karışımı yüksek saflıkla çok değerli başka maddelere çevirme ve bunun sonucunda ortamdaki kolaylıkla uzaklaştırılarak temizlenip yeniden kullanılabilirler. Kontrollü ilaç salım sistemleri



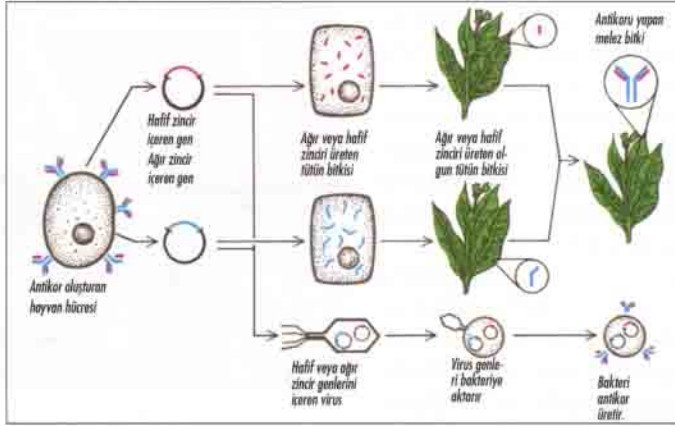
ve ilaç hedefleme de yine biyoteknolojinin çeşitli temel bilim dallarından yararlanarak bu günkü durumuna gelmiştir.

Kullanılan biyoaktif ajanların saflığı, ekonomikliği ya da varlığı bir moleküler biyolojik veya mikrobiyolojik süreçle bağlıdır. Bunların, vücudun istenen bölgeleri

ne doğru hedeflenebilmesi, hedeflemeyi sağlayan grupların biyoaktif ajana bağlanmasını gerektirir.

Mikroorganizmaların üretimde kullanılabilmeleri ise normal kimyasal üretime yakın boyutlardaki reaktörlerde gerçekleştirilir. Bu aşamada, ısı ve kütle transferi, direnç, sürtünme, ısıtma, havalandırma ya da oksijenlendirme, pH ve ısı kontrolü, ürünün ve biyokatalizörün (mikroorganizma) ortamdaki ayrılıp temizlenmesi, işlem mühendisliği yöntemleriyle gerçekleştirilir. Burada da mikroorganizmanın aktivitesini ve genetik yapısını koruması, bunun saptanması, eğer enzim kullanılmışsa enzimin aktivitesinin belirlenmesi ve korunması, mikrobiyoloji, enzim kimyası ve biyokimyasal yöntemlerle gerçekleştirilir. Görüldüğü üzere herhangi bir biyoteknolojik gelişme, çeşitli temel bilim ve mühendislik alanlarının katkılarıyla ortaya çıkar. Yine bu disiplinler, biyoteknolojinin uygulamaya geçişi, işlemlerin kontrolü ve en iyi şekilde uygulanmasında gereken katkıları yaparlar.

Antikorları oluşturan ağır (mavi) ve hafif (kırmızı) zincirler ayrı genler tarafından kodlanır. İlk yöntemde ağır ve hafif zincirler ayrı ayrı tütün bitkisine transfer edilir. Bu bitkilerin hücreleri de, zinciri üretmeye başlar. Eğer ağır zincir üreten bir bitki, hafif zincir üretenle melezleştirilirse elde edilen bitki, 1/4 ihtimali ile her iki zinciri içeren, antikor olarak tanımlanabilecek protein yapısındaki maddeyi üretir. İkinci bir yöntem ise, virüsler tarafından milyonlarca sayıda yayılabilen zincirlere ait genlerin bakterilere aktarılmasıdır. Sonuçta bu antikorlar bakteri tarafından üretilebilir.



bu yapılar, başta aşı üretimi olmak üzere bazı hastalıkların tanısında kullanılmaktadırlar.

Tıpta Biyoteknoloji

Bazı hastalıklar anne ve babanın biri veya her ikisinin hatalı bir gen taşıması nedeniyle nesilden nesile iletilmektedir. Bu genetik hastalıklar, hatalı genin tespiti ve tedavisiyle ortadan kalkabilecektir. Bu amaçla 1987 yılında başlanan HUGO projesiyle ABD'de 2000 araştırmacı, insan genomunda bulunan ve sayılarının 100 000 olduğu tahmin edilen genlerin dizi analizlerinin yapılması ve genom üzerindeki fiziksel konumlarının tespiti için çalışıyorlar. Bu amaçla kullanılan cihazlardan biri, dergimizin Ağustos sayısında yer verdiğimiz taramalı tünel mikroskoplarıdır. Genetik hastalıkların tedavisinden önce, hastalığın daha embriyo iken saptanması, hastalığı daha erken bir aşamada engelleyecektir. Bir test tüpüne yerleştirilen sperm ve yumurtanın oluşturacağı embriyonun içerdiği hatalı genler, embriyo henüz iki günlükken (sadece 8 hücreden oluşur) belirlenebilir. Elde edilen sonuçlara göre embriyonun, annesinin rahmine yerleştirilip yerleştirilmeyeceğine karar verilir. Bu yöntemle embriyonun cinsiyeti de belirlenebilir. Hatalı genlerin yerine ha-

talı olmayanların yerleştirilmesi ise amaçlanan tedavi yöntemidir. Genetik terapi olarak adlandırılan bu yöntemle, tedavi edilmeye çalışılan ilk hastalık, adenoazin deaminaz (ADA) eksikliğidir. Bir enzim olan ADA'nın hücrelerce yapılmaması veya hasara uğratılması sonucu kemik iliği, sağlıklı beyaz kan hücrelerini üretmez ve kişi enfeksiyonlara karşı korumasız hale gelir. Tedavi edilmediği takdirde kişinin ölümü söz konusudur.

Bu hastalık için geliştirilmiş genetik terapi ise şöyledir: Hastadan kemik iliği örneği alınır; ADA geninin insandan alınan sağlıklı bir kopyası retroviruse yerleştirilir. ADA geni taşıyan retrovirus aracılığıyla ADA geni, hastadan alınan kemik iliğinin ADA yapımından sorumlu hücrelerine geçer. Bunlar tekrar hastaya yerleştirilir ve büyüyerek beyaz kan hücresi kaynağı olurlar.

Genetik terapi için kullanılan ikinci yöntemde, hücreleri almaya ve geri yerleştirmeye gerek yoktur. Kistik fibrosis adı verilen hastalığın tedavisi bu şekilde yapılır. Bu hastalık, kişideki genetik bozukluk sonucu akciğerlerde klorür iyon kanallarını oluşturan bir proteinin üretilmemesine neden olur. Bu protein yokluğunda, hastalar akciğerde küçük kanalları etkisiz kılan çok miktarda, yoğunluğu yüksek bir mukus salgılar; böylece göğüs enfeksiyonları

na neden olur. Bu enfeksiyonlar, kistik fibrozisli hastaların büyük oranda ölümüne neden olur. Bu hastalığın tedavisi için bilimadamları, akciğerin yüzeyindeki salgı hücrelerine yeni bir gen yerleştirilmesi üzerinde çalışıyorlar. Şu anda geni, aerosol bir spreyle yerleştirme amacındalar. Aerosol spreyn hasta tarafından solunmasıyla genler, akciğer hücreleri ile iletişime geçecekler; bu hücrelere geçerek gerekli proteinin yapımını sağlayacaklar. Üçüncü bir genetik terapi yöntemi ise, vücudun tüm hücrelerine genin yollanması ve kontrol birimleri sayesinde sadece hedef hücrelerdeki genlerin etkileneceğidir. Bu yöntemin en etkili uygulama alanı, deri kanseri (melanoma)'nın Monoklonal antikor(MCA)larla tedavisidir.

MCA'ların tıpta birdiğer kullanımı kanser tanısındadır. Kanser tedavisinde kullanılan ilaçların ve radyasyonun aksine MCA'lar, kanser hücrelerini ayırt edebildikleri için melanomanın yanı sıra akciğer, karaciğer kanserleri, lenfoma gibi kanser türlerinde de tam amaçlı olarak kullanılmaktadırlar. Özellikle ayır-



tedilmesi güç olan lösemi ve lenfoma, T ve B hücre kanserlerinin tanısında önemli yer tutar. Akciğer, meme, kolon ve rektum kanserleri gibi karsinomaların tanısı da yine MCA'lar aracılığıyla yapılmaktadır. MAC'lar kanser hücreleri tarafından salınan maddelerin, tümörden alınan örneklerin ve kanın araştırılmasına olanak sağlarlar. Örneğin, hamilelerin idrarında, plasenta tarafın-

dan salınan chorionik gonadotropin adı verilen bir hormon bulunur. MCA'lar, bu hormonu, idrarda belirleyici bir etken olarak, bir ya da iki haftalıktan daha önce, hamileliğin tanısına olanak sağlar. Ayrıca gonore ve klamidy enfeksiyonları gibi cinsel yolla bulaşan hastalıkların tanısında da kullanılırlar. Böbrek nakli başta olmak üzere birçok organ naklinde yabancı dokunun reddinin engellenmesi, yine MCA'larla söz konusu olur. Bunların dışında kişinin karşılaşılabileceği hastalıkların tespit edilmesi de olası. Örneğin, kanda laktat dehidrogenaz enzi-



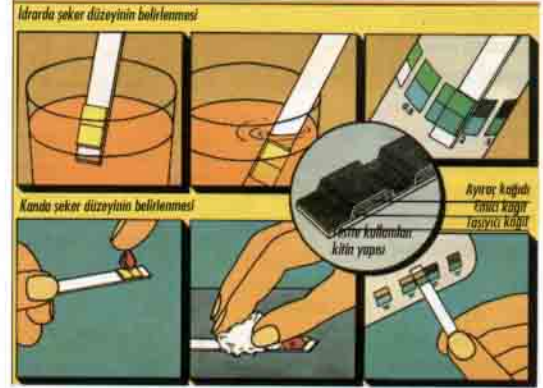
Embriyolarda genetik tarama: araştırmacılar 2 günlük embriyodan bir hücreyi alarak embriyonun cinsiyetini veya genetik hastalığının varlığını saptayabiliyorlar.

minin düzeyi arttığında kalp krizi geçirme riski artar. Bu enzimin miktarında tespit edilecek bir artış, kişiyi bu krizden koruma olanağı sağlayacaktır.

Eczacılıkta Biyoteknoloji

Genetik mühendislik teknolojisinin gelişimi, ilaç endüstrisinde bir devrim oldu. Eczacıların biyoteknolojik çalışmalarındaki işlevi, genellikle elde edilen ürünlerin formülasyonu üzerindedir. Formülasyon aşamasında ilacın barsak, dil, burun boşluğu gibi yerlerden absorp-

siyonu, vücutta gösterdiği dağılım (farmakokinetik ve farmakodinamik), saklama sırasında stabilitenin sağlanması, dikkat edilen temel öğelerdir. Bu çalışmalar, biyoteknoloji kullanılarak gerçekleştirildiğinde ise kontrollü ilaç salım sistemleri, polipeptit, protein ve diğer biyoaktif ajanların yer aldığı ilaç hedeflemesi sözkonusu olmuştur. Kontrollü ilaç salım sistemleri ve hedefleme, temelde kimyasal yolla sentezlenmesi güç olan yapıları gerektirdiği için, biyoteknolojik yöntemlere başvurulmuş bir



alan haline gelmiştir. Bu sistemler ayrıca, eczacılıkta kozmetik alanında da önemli yere sahiptirler.

Bitki Biyoteknolojisi

Selim Çetiner
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Yüzyılımızda klasik biyoteknolojik yöntemlerle elde edilen yeni çeşitler, bitkisel üretimin önemli düzeyde artırılmasını sağlamıştır. Tarım alanlarını genişletmenin zor olduğu günümüzde, birim alandan daha fazla ürün almak ve maliyeti düşürmek, aynı zamanda da kaliteyi yükseltmek, nüfusu hızla artan insanlığın beslenmesi açısından önem taşımaktadır. Bu konuda biyoteknolojik uygulamalar büyük kolaylık sağlayabilmektedir. Bitki biyoteknolojisi alanındaki çalışmalar, doku kültürü ve genetik mühendisliği (rekombinant DNA) teknikleri olmak üzere iki ana grup altında değerlendirilebilir. Yıllardır hastalıklardan arındırılmış bitkilerin ticari üretiminde meristem kültürü ve mikro-çoğaltma tekniklerinin yanında, protoplast kültürü, somaklonal varyasyon ve haploidy tekniği gibi klasik biyoteknoloji alanına ait yöntemler kullanılmaktadır. Ancak günümüzde, tarımsal üretimin artırılmasında en çok kullanılan modern biyoteknolojik yöntemler arasında genetik mühendisliği ya da "rekombinant DNA" teknikleri yer alır. Bunun nedeni, özellikle bitki ıslahı alanında yapılan çalışmaların iyimser beklentilere yanıt veremeyişlerinin yanında, genetik mühendisliğinin de biyolojik sistemlerin daha iyi anlaşılmasında yeni olanaklar sunmasıdır.

Bitkilerde genetik mühendisliği çalışmaları iki aşamada gerçekleştirilir. Çoğunluğu moleküler düzeyde yürütülen birinci aşamada, bitkiye aktarılması istenen özelliğe ait gen veya genlerin saptanması, bunların izole edilmeleri, bitki hücre mekanizması tarafından değerlendirilecek hale getirilmeleri ve bitki hücrelerine aktarılması



Domates bitkisine Botulinum endotoksin geni aktarılmasıyla domatesler Heliothis armigera'ya karşı dayanıklılık kazanıyor.

gerçekleştirilir. İkinci aşamada ise, doku kültürü yöntemlerinden yararlanarak gen veya genlerin aktarılmış olduğu hücre veya hücrelerden yeni bitkiler elde (rejenera) edilir.

Bitki ıslahında genetik mühendisliğinin sağladığı en büyük avantaj, melezlemelerde karşılaşılan genetik farklılık ya da uyumsuzluk engelini ortadan kalkmasıdır. Öyle ki, farklı bitkilerden gen aktarmanın ötesinde böcek ve balık gibi farklı organizmalardan bile genlerin alınarak istenilen bitkilere aktarılması söz konusu olabilmektedir. Ancak burada, bitki hücresine özgü mekanizmanın, söz konusu genlerden etkin olarak yararlanabilmesi için bitkiye özgü promotörlerin eklenmesi, kodon (şifre) kullanımı vb. değişikliklerin yapılması gerekir. Nitekim, genetik mühendisliği teknikleri kullanılarak yapılan bu değişiklikler sonucu çok olumlu sonuçlar alınmaya başlanmıştır. Bunun en önemli örneklerinden birisi, Bacillus thuringiensis endotoksin geni aktarılan pamuk ve domates bitkilerinin bazı zararlı böceklerle karşı dayanıklılık kazanmış olmalarıdır. Yine, domates mozayik virüsüne ait kılıf proteinini şifreleyen genlerin aktarılması ile sağlanan 'çapraz korunma' (cross protection), bu virüse dayanıklı domates çeşitlerinin elde edilmesini sağlamıştır. Geçtiğimiz Haziran ayında ABD'de pazara sunulan ilk gen aktarılmış bitki olan 'FLAVR SAVR' domatesinde ise, meyvelerde yumuşamaya neden olan enzi-

min sentezi engellenerek, tam olgunlaştıktan sonra hasat edilmelerine rağmen, domateslere daha uzun pazar ömrü kazandırılmıştır. Laboratuvarımızda devam eden araştırmalardan birisi, Hyalophora cecropia adlı bir tip ipek böceğinden izole edilen antibakteriyel genlerin, çeşitli değişikliklerden sonra bitkilere aktararak, özellikle bakteriyel hastalıklara dayanıklı bitkiler elde edilmesinde kullanılabileceği konusundadır. Diğer bir araştırmada da sentetik olarak laboratuvar ortamında yapılan ve elzem aminoasitleri şifreleyen bir genin aktarılmasıyla bitkilerdeki protein kalitesinin artırılması amaçlanmaktadır. Yabancı otlarla savaşta kullanılan herbisitlere dayanıklı kültür bitkilerinin geliştirilmesi de üzerinde en fazla çalışılan konulardan birisidir.

Bu örnekleri çoğaltmak mümkündür. Ancak, aşırı iyimser beklentiler yerine, genetik mühendisliği yöntemlerinin henüz yetersiz olan yönlerini de anımsatmak, daha gerçekçi bir yaklaşımla sorunlara çözüm aramada ve hedefleri doğru saptamada yardımcı olacaktır. Bitkilerde genetik mühendisliği çalışmalarının uygulanma alanını sınırlayan etmenlerden belki de en önemlisi, özellikle nicel özelliklerin, birden fazla gen veya gen grupları tarafından belirleniyor olmasıdır. Bu durum, öncelikle söz konusu genlerin belirlenmelerini ve izole edilmelerini zorunlu kılmaktadır ki bu, uzun yıllar süren pahalı bir ekip çalışmasını gerektirmektedir.

Özetle, henüz emekleme aşamasında olmasına karşın modern biyoteknolojik yöntemler, yüksek verimli ve üstün nitelikli bitkilerin geliştirilmesinde ve çoğaltılmasında önemli olanaklar sunmaktadır. Ancak, bu potansiyelin tam olarak değerlendirilebilmesi için araştırmalara gereksinim vardır. Bu nedenle, ülkemizde de bitki biyoteknolojisine yönelik çalışmaların yapılabilmesi için temel araştırmalara yönelik eğitimin ve bu yöndeki araştırmaların desteklenmesi, öncelikle ele alınmalıdır.

Rekombinant DNA teknolojisi ile üretilen ilk grup ürün, insanda doğal olarak yapılan bileşenlerdir. Bu maddelerin vücutta yetersiz üretilmeleri nedeniyle tedavide dışarıdan verilmeleri söz konusudur. Bu grup, şu anda kullanımda olan insülin gibi ürünlerin yanısıra, henüz geliştirilmiş veya geliştirilmekte olan ürünleri de içermektedir. Bu grupta yer alan büyüme faktörleri, yaraların iyileşme sürecinde rol oynamaktadır. Kan yapımından sorumlu eritropoitein isimli hormon da eksikliği durumunda dışarıdan verilir. Eritropoitein'in sentetik bir benzeri, protein mühendisliği ile geliştirilmektedir.

2. grup, tedavi amacıyla belli dozlar da kullanılan ürünlerdir. Bu grupta yer alan interlökinler, hematologlar ve immünologlar açısından önem taşır. Otoimmün hastalıklarla, enfeksiyöz hastalıkların, bağışıklık sistemi yetersizliklerinin ve habis tümörlerin tedavisinde kullanılırlar. Organ naklinde, virüs kaynaklı hastalıkların tedavisinde kullanılan interferonlar da yine bu grupta yer almaktadırlar. Rekombinant DNA teknolojisi, proteinlerin yapımının ötesinde, biyokimyasal işlevlerin araştırılmasına da araç olur. Örneğin, kan veya idrar şekere düzeyinin belirlenmesinde bu amaçla üretilmiş enzimlerin kullanıldığı kitlerden yararlanılır. Burada biyoteknoloji, protein yapısındaki enzimlerin üretiminde rol oynar.

3. grupta nükleik asitlere, karbohidratlara ve lipidlere dayalı olan ilaçlar yer alır. Tedavi açısından önemli birçok protein, karbohidratlara bağlanan glikoproteinler ve polipeptitlerdir. Virüslerin, parazitlerin, bakterilerin ve bakteriyel toksinlerin enfeksiyona neden olan zararlı etkilerini göstermesinde çoğunlukla hücre yüzeyinde bulunan glikoproteinler rol oynar. Enfeksiyon etkenlerinin bağlanacağı glikoproteinler, hücre yüzeyindekiler değil de hastaya dışarıdan ilaç şeklinde verilecek karbohidrat yapısındaki bileşikler olursa; neden olacakları zararlı etki de ortadan kalkacaktır. Lipid kaynaklı biyoteknolojik ürünlerdeki gelişim de, lipidlerin hücresel işlemlerde düzenleyici etkilerinin anlaşılmasıyla başlamıştır. Eczacılık açısından biyoteknolojinin uygulandığı



Koyunlardan yün alması yerine mikroorganizmalar aracılığıyla sağlanıyor.

en önemli ürünler antibiyotiklerdir. Antibiyotiklerden ise ilk olarak penisilinler üretilmiştir. Bu grubun üretimi, klasik biyoteknolojik dönem diye adlandırılan döneme rastlar. Piyasada, eczacılık alanında yer alan modern biyoteknolojinin ilk ürünü, 1982 yılında insan insülini olmuştur. Bunu, 3 yıl sonra büyüme hormonları izledi. 1988 - 1991 yılları arasındaki dönemde ise biyoteknolojik ürünlerde % 63 lük bir artış görülmüştür. Bugün piyasada 58 firmanın ürününün bulunmasına karşılık, 200 firmada henüz klinik uygulamaya girmemiş 1000 ilaç üzerinde çalışıldığı bilinmektedir.

Tarımda Biyoteknoloji

Dünyada nüfus artışı bugünkü hızıyla devam ettiği sürece besin kıtlığının yaşanabileceği, bilimadamlarınca kabul ediliyor. Buna çözüm olarak da tarımdaki biyoteknolojik uygulamalar gösteriliyor. Tarımda biyoteknoloji alanında bitki üretimi veya bitkilerin hastalıklardan korunmasına yönelik çalışmalar sürdürülüyor.

Bitki üretimi konusundaki uygulamalar, bitkiyi daha verimli hale getirmenin yanısıra, besin içeriğinde değişikliğin yapılmasına da

olanak sağlar. Örneğin baklagillere, rhizobia ile simbiyoz yaşamda daha verimli olacakları genlerin aktarımı yapılmıştır. Mycorrhizae adı verilen mikroorganizma, bitkinin kök faaliyetlerini geliştirerek büyümesini hızlandırır. Bitkinin büyümesini artırmanın bir diğer yolu da bitkinin köklerinde, açıkta kalan kısımlarında rizosferde (bit-



Ateşböceğinden izole edilmiş bir enzime ait genin aktarıldığı tütün bitkisinin ışıktaki ve karanlıktaki görüntüsü.

ki-kök sisteminin hemen yakınındaki toprak kısmı) bulunan mikroorganizmaların azaltılmasıdır. Bu mikroorganizmalar, bitkinin su ve besin alımını, kök ve yapraklarının büyümesini, bitkinin don gibi dış etkenlere karşı dayanıklılığını artırır. Ayrıca, gen aktarımı sonucu bitki üretimi hızlandırılabilir.

Bitki üretiminde bitkinin besin içeriğinin değiştirilmesi günümüzde olası. Baklagillerde proteinin yapıtaşı aminoasitlerden lizin miktarının artırılması. bitkinin besin zehirlenmesine neden olan faktörlerden arındırılması söz konusudur.

Bitkilerin korunmasına yönelik çalışmalar, bitki hastalıklarının moleküler yöntemlerle erken tanısı ve bitki hastalıklarına karşı çapraz korunma sağlanması amacıyla rekombinant viral aşılardan kullanılması yönündedir. Bunun yanında monokotiledone ve dikotiledone bitkilerin genetik karakterlerinde yapılan değişikliklerle herbisitlere (yabancı ot öldürücü ilaçlar) ve zararlılarla karşı direnç kazandırılmaktadır. Böylece daha az herbisit ve pes-



tisit kullanılacak; bunların çevreye ve insana olan zararları azaltılırken, zararlıların pestisitlere karşı direnç kazanmaları yavaşlayacaktır. Hayvancılıkta biyoteknolojik uygulamalar, hayvanın sağlığının korunmasına ya da veriminin artırılmasına yöneliktir. DNA ve MCA'lar aracılığıyla hastalıkların erken tanısı ve tedavisi yapılabilmektedir. Hastalıklara karşı rekombinant viral aşılarda kullanımı yaygındır. Verimin artırılmasına yönelik çalışmalar ya embriyo ya da doğrudan transgenik olarak adlandırılan hayvanlar üzerinde yapılmaktadır. Sazan balığına iki ayrı genin aktarılması ile soğuk sulara dayanıklı ve oldukça büyük popülasyonlar elde edildi. Aktarılan genin biri büyüme hormonuna, diğeri donmayı önleyici bir proteine aitti. Araştırmacılar transgenik koyundan bir karaciğer hastalığı (hereditary hereditör emphysema)'nın tedavisinde kullanılan ve laboratuvar koşullarında üretimi oldukça pahalı olan antitripsin isimli proteini elde ediyorlar. Koyuna α -1-antitripsine ait insan geni aktarılmış ve böylece koyunun sütünde bu proteinin bulunması sağlanmıştır. Protein, süttten ayrıştırılarak kullanılmaktadır. Ayrıca bu süttün verildiği kuzuların da karaciğer hastalıklarına yakalanma riski azalmaktadır.

Biyoteknolojinin mikrobiyolojik yöntemlere dayalı diğer bir uygulama alanı, hayvanların beslenmelerinde yem maddelerinin kullanılabilirliğinin artırılmasına yöneliktir. Selüloz miktarı yüksek, selüloz-hemiselüloz-lignin kompleksine sahip bitkisel üretim atıklarının çiftlik hayvanlarının sindirim sistemlerinde net kullanım yüz-



Petunya geni ile mavi renkli gül yetiştirilmesi.

delerinin artırılması hedeflenir. Böylece çevrede birikerek kirliliğe neden olacak selülozun enerji olarak değerlendirilmesi söz konusu olur. Çeşitli kaba yemler, uygun ko-

şullar altında küf mantarlarıyla işlendikten sonra hayvanlara verilir. Bu işlem, bitki hücre duvarının yıkımına neden olacağından, hayvanın besin maddesinden daha iyi yararlanması sağlanır.

Enerji Sağlamada Biyoteknoloji

Enerji sağlanmasına yönelik çalışmalar 3 ayrı konudadır: Sıvı yakıt olarak kullanılacak etanol üretimi, gaz halindeki yakıt olarak metan üretimi ve petrol sahalarındaki yağ ve gaz miktarlarını artıracak mikroorganizmaların veya mikrobiyal ürünlerin kullanımı. Yakıt alkol (etanol gibi) üretimi için uygun bitkiler, şeker kamışı ve mısırdır. Nişastalı veya selülozik atıkların fermentasyonla yakıt alcole dönüştürülmesi, atıkların değerlendirilmesinin yanı sıra, enerji üretimi bakımından da önem taşır. Biyogazlar (metan gibi), göl ve nehirlerde endüstriyel atıkların işlenmesiyle elde edilir. Geleneksel yöntemlerin kullanıldığı petrol kuyularında, petrol kayının engellenmesinde mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Ayrıca, petrolün saflaştırılmasında, kömürün kükürttten arındırılmasında, kömürün gaz ve sıvı yakıtlara dönüştürülmesinde yine biyolojik sistemler kullanılır. Etanol ve organik asitler önemli endüstriyel kimyasallardır. Birçok organik asidin üretimi fermentasyonla yapılır. Kimyasal yolla sentezi güç ve oldukça pahalı olan polisakkaritler, mikrobiyal yolla kolayca elde edilebilir.

Çevre ve Biyoteknoloji

Tarım alanında zararlılara karşı dirençli bitkilerin geliştirilmesiyle pestisit kullanımını azaltmıştır. Ancak, pestisitlerin birikme özellikleri, bu maddelerin uygulandıktan sonra yok edilmesini gerekli kılmaktadır. Bu amaçla pestisitleri ortadan kaldıracak maddeleri salgılayan mikroorganizmalar geliştirilmiştir. Tarım alanında, yine sığır yetiştirilmesi sırasında açığa çıkan atıklara, yakıt olarak kullanılabilecek metan oluşturmak üzere anaerobik



fermentasyon uygulanabilir. Endüstriyel atıkların temizlenmesi, biyolojik tekniklerle gerçekleştirilmektedir. Çevre konusundaki araştırmaların bir diğer yönü ise, atık suların anaerobik mikroorganizmalar aracılığı ile değerlendirilmesidir.

Bu alanların dışında da istenen özelliklere sahip, daha önceden hiç bulunmayan malzemeler üretilmektedir. Sulu ortamda kullanılabilen yapıştırıcılar, biyoseramikler, bu maddelere örnek olarak verilebilir. Ayrıca deri, damar, kemik ve kıkırdak gibi hücrelerin işlevlerini üstlenecek canlı ve cansız yapay organların yapımına çalışılıyor.

Biyoteknoloji ve Etik

Görüldüğü gibi biyoteknoloji, birçok alanda hayatın bir parçası haline gelmiş durumda. Bugünkü gelişimiyle insanın doğaya müdahalesini kolaylaştırıyor. Doğaya hükmetme, yararlı yönlerde kullanıldığı sürece sorun yaratmayacaktır. Peki suistimali söz konusu olduğunda... Dünya'da bu konuda ciddi düzenlemelere gidilmektedir. Örneğin, Hitlerin "Üstün insan"



projesi benzeri uygulamalar engellenmelidir.

Tıp alanında embriyonun fiziksel özelliklerine, cinsiyetine müdahale etmek yerine, sadece genetik hastalıkların saptanmasına yönelmek doğru olacaktır. Genetik hastalığın varlığında bile embriyonun yaşamasına ilişkin karar, ebeveynlere bırakılmalıdır. Aslında embriyo üzerindeki bu saptamalar, embriyonun hayatını %5 riske attığı için yarar/zarar analizlerinin değerlendirilmesinin gerektiği işlemlerdir. Genetik bir testle kişinin ömrünün kısa olacağını belirlemesi bu kişinin yaşamını değiştirecektir. Belli hastalıkları kimlerin taşıdığının bilinmesi, kişilerin çalışmalarını ve seçimlerini etkileyecektir. Çeşitli amaçlarla çevreye salınacak mikroorganizmaların ne-

den olabileceği tehlikeler çok iyi araştırılmalıdır. Organizmalar salındıktan sonra da izlenmeli, gerekli önlemler alınmalıdır. Laboratuvarlarda geliştirilen mikroorganizmalar için de güvenlik açısından istenen koşulların sağlanması gerekir. Bu organizmaların çevreye yayılması durumunda neden olabilecekleri zarar göz ardı edilemez.

Biyoteknolojinin bir diğer uygulama alanı biyolojik silahlardır. Bu alandaki kullanımı, konu hakkındaki etik problemlerinin doruğa tırmanmasına neden olmaktadır. 1975 yılında biyolojik silahların yapımının, geliştirilmesinin depolanmasının yasaklandığı ve yok edilmelerinin öngörüldüğü bir konvansiyon uygulamaya konulmuştur. Bu konvansiyon, biyoteknolojideki gelişimler çerçevesinde sürekli olarak yeniden gözden geçirilmektedir.

Biyoteknolojinin toplumlar üzerinde de farklı etkileri olacaktır. Her iklim koşulunda yetişebilen bitkiler geliştikçe, tek kaynakları bitkisel hammadde olan birçok üçüncü dünya ülkesi ekonomik açıdan zor duruma düşecektir.

Sonuçta biyoteknolojinin kontrolden çıkması, insan sağlığına ve çevreye hasar vermesi önlenmelidir. Biyoteknolojinin kendisi bir amaç olarak değil, daima amaca ulaşmak için varolan araçlardan biri olarak değerlendirilmelidir. Riskler araştırılmalı ve daha uygun başka bir yöntem elde edilebilirse biyotekno-

lojik yöntem uygulanmamalıdır.

Tüm bu risklere rağmen biyoteknoloji, geleceğe ait bir bilim dalı olarak gelişimini sürdürmektedir ve sürdürecektir de. İnsanın elindeki gücü, olumsuzlukları olumlu yapmak için kullanması, biyoteknolojiyi her geçen gün hayatın büyüyen bir parçası haline getirecektir. Burada önemli bir konu, maliyeti oldukça yükselmesine rağmen araştırmayı ve eğitimi ihmal etmemektir. Araştırma, biyoteknolojik yöntemlerin güvenilirliğinin, bu teknikleri uygulayacak elemanların ve halkın eğitimi ise, uygulanabilirliğinin bir ölçütüdür; her ikisi de biyoteknolojik gelişimde yer almanın önkoşuludur. Eğitimin ve araştırmanın önemi şu benzetmeyle açıklanabilir:

"Bir grup uzman, yolcu treninde maliyet/kazanç analizi yapmak üzere görevlendirilmiş. Raporlarında trenin üç ögeden oluştuğunu bildiriyorlarmış: 2. sınıf vagonlar, 1. sınıf vagonlar ve motor. İkinci sınıf vagonları ekonomik olarak çok yararlı bulmuşlar, ucuz ve her zaman ücretini ödeyen yolcularla doluymuş. Birinci sınıf vagonları daha az ilginç olarak kaydetmişler. Daha pahalı ve daha az yolcu alıyorlarmış, bazı önemli kişiler ise ücretsiz biletlerle yolculuk ediyormuş. Motoru ise ekonomik bir felaket olarak nitelendirmişler. Çalıştırılması pahalı, sadece bir yolcu taşıyor; sürücü; üstelik bu yolcu da kensidinc para ödemesi konusunda ısrar ediyor. Sonuç: motor kaldırılmalı". O halde biyoteknoloji gelişiminin motorunu -araştırma ve eğitimi- ihmal etmemeye özen göstermek, tartışmasız çok önemli bir konudur.

Yardımları için Prof. Dr. Bevacı Çirakoğlu'na teşekkür ederiz.

Didem Sanyel

- Kaynaklar**
Recent Advances in Pharmaceutical Technology Symposium, Ankara, 1992
Wayman, M., Parekh, S. R. Biotechnology of Biomass Conv., Toronto, 1990.
Çirakoğlu, B. Bilimsel Araştırmacı ve Çevre (Doğal), "Dünyada ve Türkiye'de Bilim Etik Üniversitesi konulu Bilimsel Toplantı Kitabı", TÜBA, 1994.
The Impact of Biotechnology on Agriculture in the European Community to the year 2005, Commission of the European Communities, 1989.
Davies, D. Industrial Biotechnology in Europe, ACEPSEEC Conference, 1986.
Moore, P. Genetic Manipulation, New Scientist, 13 Kasım 1993.
Brown, C. M., Campbell, F. G. Introduction to Biotechnology, İngiltere, 1988.
Marx, J. L. A revolution in Biotechnology, İngiltere, 1989.
Rennie, J. Antibody Bonanza; Can two techniques shake up biotechnology?, Scientific American, Subat 1990.
A.T. "Adopting a specific research and technological development programme in the field of Biotechnology" başlıklı Kurul Kararı.



Biyolojik Silahlar

Gürdal Alaeddinoğlu
ODTÜ Biyoloji Bölümü

Biyolojik Silahlar değişik maddelerden (canlı ve cansız) oluşabilmekte, bunlar da; a) toksinler (canlı üzerinde istenmeyen ve öldürücü etkisi olan her tür ajan), b) laboratuvarla sentezlenebilen veya canlılar tarafından yapılabilen diğer zehirli biyokimyasal maddeler, c) hayvan veya bitki üzerinde hasar, hastalık veya ölüme neden olan "patojenik organizmalar", d) zehirli olmamasına karşın bu amaçla kullanılacak biyolojik orijindeki maddeler şeklinde tanımlanmaktadır. Bu noktada hemen akla gelen önemli soru Biyolojik Silahların neden yasaklanması gerektiğine ilişkin olmaktadır. Biyolojik Silahların neden oldukları zarar çok çeşitlidir: bu hasar mide-barsak yolu veya üst solunum yolu üzerine olabileceği gibi, vücuda ait herhangi bir organ veya işlemin devre dışı bırakılması şeklinde de olabilmektedir. Hasar, çok çabuk ve kalıcı olabileceği gibi, bazen yıllarca sürebilmekte (AIDS'e neden olan HIV virüsünde olduğu gibi) ve ölüme sonuçlanabilmektedir.

Biyolojik Silah olarak kullanılan ajanların bazılarının çevrede belli bir süre (kısa veya uzun) sonra bozunmaya uğrayarak yok olabilmekte, böylece meydana getirdikleri hasar da zamanla azalmaktadır. Oysa, bakteri ve virus gibi diğer bazı ajanlar çevrede uzun süre kalabilmekte, çoğalabilmekte, dolayısıyla, uzun süren ve artabilen hasarlara neden olabilmektedirler.

Biyolojik Silah olarak kullanılabilen ajanlardan bazılarının gereksinim, mikro hatta nanogramlarla (gramın milyarda biri) ifade edilebilecek miktarlarda olabilmektedir. Örneğin, Botulin adı verilen ve bir bakteri tarafından üretilen toksinin 1 kilogramı tüm dünya nüfusunu yok edebilecek güçtedir. Bu miktarda bir biyolojik ajanın elde edilebilmesi için 15-20 litrelik bir fermentörde 4-5 günlük bir dönemde, genetik mühendisliği yoluyla toksin yapma potansiyeli artırılmış bir bakteri hücresi kullanılarak 2 veya 3 ton üretim yeterli olacaktır.

Biyolojik Silah olarak kullanılan ajanlar, etkisi altına alacakları bölgede sivil veya asker popülasyonu ayırımı yapmazlar. Öte yandan, ajanın popülasyondaki etkisi, popülasyondaki etnik farklılıklardan ve genetik özelliklerden yola çıkılarak, istenildiği gibi yeniden düzenlenebilmektedir. Örneğin, kolera, tifo veya dizanteri etkeni olan bakterilerin, yan yana iki değişik ülkenin bulunduğu bir çevreye salınması halinde, popülasyonda temizliğe özen gösteren kesim fazla etkilenecek, ajan kısa bir süre sonra (yayılmadığı için) ortadan yok olacaktır. Oysa, toplum hekimliğinin olmadığı veya iyi işlemediği diğer ülkede, kısa bir sü-



rede boyutlan binlerle ifade edilebilecek kayıplar görülebilecek, ajan uzun yıllar problem olmaya devam edebilecektir. Genetik yapı değişikliklerine uğratılmış (örneğin, bilinen ve çok kullanılan antibiyotiklere dirençli hale getirilmiş) mikroorganizmaların kullanılması, bu durumu daha da vahim hale getirmek mümkündür. Biyolojik Silah olarak kullanılan ajanların pek çoğu günlük hayatımızda da, tedavi veya profilaktik amaçla, kullanmak zorunda olduğumuz maddelerdir.

Biyolojik Silah olarak kullanılabilen ajanların hedefe ulaşımını, silah olarak kullanılabilen her türlü diğer malzemeye göre çok daha kolaydır. Genelde, hedefe gıda, içecek veya hava yoluyla ulaşmaktadır (alternatif olarak, ajanın, genel kullanımı bulunan bir aşı içine katılması verilebilir).

Biyolojik Silah olarak kullanılan ve hastalığa veya ölüme neden olan bir ajanın teşhisi, hastalık tablosunun geçtiği durumlarda haftalar, hatta aylar alabilmektedir. Örneğin, polio virüsünün Biyolojik Silah olarak kullanılmasının istendiği bir durumda, Polio Aşısı adı altında hazırlanan preparat, virüsün bilinen etkisiz hale getirilmediği bir aşı olacak; aşı, kullanıldığı ülkede, imkansızlıklar nedeniyle test edilmeden uygulamaya alındığı için hastalığın etkeni ve nereden kaynaklandığı bulunamayacaktır.

Biyolojik Silah olarak kullanımı düşünülen ajanların depolanması (bu ajanların çok düşük dozlarına ihtiyaç olması nedeniyle) oldukça basittir. Küçük bir odada yer alacak bir buzdolabı veya derindondurucu, işlem için yeterli malzeme olup, değişik cins ve etki-deki bir çok ajanın depolanmasına olanak tanıyabilmektedir. Biyolojik Silah olarak kullanılacak ajanlar, zor tesbit edildikleri ve uzun dönem etkiye sahip oldukları için, soğuk savaş döneminin ideal araçları kabul edilmektedirler. Biyolojik Silahlarla ilgili faaliyetlerin hangi ülkelere yapıldığının araştırılması ve denetimi, diğer silahlara göre en zor olanıdır. Özellikle toksinle-

rin ve biyokimyasal bir takım maddelerin yer aldığı üretim şekillerini denetlemede ortaya çıkan en büyük güçlük, bu maddelerin aynı zamanda temel araştırmalar için de (başarılı amaçlarla) üretilmeleridir. Burada, kriter olarak ele alınması gereken konular, toksin, patojen mikroorganizma veya biyokimyasal bir maddenin hangi miktarda ve nasıl üretildiği, stoklanma şekli vb. sorulara dayandırılmaktadır.

Biyolojik ajanların silah olarak kullanımını engelleyebilecek kesin bir yolun, ne günümüzde, ne de, gelecekte olamayacağı, uzmanlarca kabul edilen bir gerçektir. Bu nedenle, bu ajanların üretimi, geliştirilmesi, depolanması ve kullanımının yasaklanması konularının gündeme getirilerek tartışılması tek çözüm yolu olarak görülmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti'nin de taraf ülke olarak yer aldığı "Bakteriyolojik (Biyolojik) ve Toksin Yapıdaki Silahların İmalı, Geliştirilmesi ve Depolanmasını Yasaklayan ve İmhasını Söz Konusu Eden Konvansiyon" 26 Mart 1975 de uygulamaya koyulmuştur. Konvansiyonun hedefleri dört ana başlıkta toplanmaktadır: 1. Genel silahsızlanma (toplu yok etmeyi amaçlayan her tür biyolojik silahın imalı, depolanması ve imhası). 2. Bütün taraf ülkelerin toplanması. 3. Birleşmiş Milletler tarafından kınanma ve alınacak tedbirlerin görüşülmesi. 4. Milletlerarası güven artırıcı önlemlerin alınması.

Biyolojik Silah olarak kullanılabilen mikroorganizmaların (Bakteri, Virüs, Mantar ve Protozoa) ait olduğu risk grupları- (Export Administration Bulletin-1990) Risk Grubu 1. Normalde hastalık yapmadıkları bilinen ajanlar. Diğer gruplar arasında yer almayan tüm ajanlar (bakteri, mantar, parazit ve virüsler) burada yer almaktadır. Risk Grubu 2. Bu gruba ait mikroorganizmalar insan, hayvan veya bitkilerde hastalığa neden olabilen, ancak, sağlıklı laboratuvar çalışanlarına, topluma, damızlık ve tohumluk olarak kullanılan stoklara ve çevreye ciddi bir tehlike oluşturmadığı bilinen ajanlardan oluşmaktadır. Leishmania spp., Adenovirüsler (insana ait tüm tipler), Herpes virüsleri (Herpes simia dışındakiler), Kabakulak virüsü, Poliovirüs, Kuduz virüsünün bazı tiplerinin yer aldığı 43 tip organizma. Risk Grubu 3. Bu gruba ait mikroorganizmalar insan, hayvan veya bitkilerde ciddi hastalıklara neden olabilen, önemli ekonomik kayıplara yol açabilen; ancak, kişilerin birbirleriyle teması yoluyla yayılamayan ajanlardan oluşmaktadır. Escherichia coli (enteropatojenik tüm serotipler), Haemophilus influenzae, Neisseria gonorrhoeae, Brucella, Kuduz virüsü (sokak tipi), Sarı humma virüsünün arasında olduğu 51 tür organizma. Risk Grubu 4. Bu gruba ait mikroorganizmalar insan, hayvan veya bitkilerde çok ciddi, genellikle tedavisi mümkün olmayan hastalıkların etkeni olarak bilinen ajanlardan oluşmaktadır. Bu gruba ait ajanlar insandan insana veya insandan hayvana teması yoluyla bulaşabilmektedir. Su çiçeği, Sarı humma-sokak tipi virus gibi organizmaların yer aldığı 10 organizma.



Genlerin Mucizesi

Biyoteknoloji

1953 yılında Watson ve Crick tarafından DNA'nın sarmal yapısının keşfi, dünyada yepyeni gelişmelerin başlangıcı oldu. DNA'nın çoğaltılması, genetik şifrelerin saptanması yoluyla artık canlıların yapılarında istenen değişiklikler yapılabiliyor. Tüm bunların sonucu olarak biyolojiye ait bilgilerin uygulandığı yeni bir alan açıldı. Biyoteknoloji...

FRANCIS BACON'dan sonra da birçok bilimadamı, önemli değişikliklere neden olan buluşlar yaptı. Bunlar arasında buhar makinesi, elektrik, nükleer enerji yer alır. Acaba biyoteknoloji de toplumda ve insanın yaşam koşullarında benzer etkilere neden olacak mı?

Canlıya ait her alanda yer edinmiş olan biyoteknoloji, moleküler biyoloji ve gen mühendisliğinden kaynaklanan çok geniş uygulama sahasına sahip bir bilim dalıdır ve en basit anlamda bir biyolojik sistemin öncü olarak kullanıldığı işlemleri içerir. Biyolojik sistem olarak bitki, hayvan dokuları veya mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Bunlar, doğrudan ürün olarak kullanılabilir gibi, bir ürün üretmede ya da üretilmesini sağlamada rol oynarlar.

Yeni gibi düşünülen biyoteknolojik uygulamaların temeli, 1950'lerden çok daha öncesine dayanmaktadır. 1800 yılından önce, geleneksel fermentasyon endüstrileriyle mayalama, peynir

yapımı gibi konularda, yöresel farklılıklar görülüyor olmasına karşın başarı elde ediliyordu. İşlemlerin kontrolleri ise genellikle yapılmıyordu. 19. yüzyıl, Pasteur'ün "biranın yol açtığı hastalıklar" ve birçok fermentasyonda mayaların işlevleri ve içerikleri konusundaki araştırmaları ile farkedilir gelişmelere sahne oldu. 1896'da Hansen, maya kültürlerini saflaştırarak kullanmaya başladı. Sirke, bundan 7 bin yıl önce Mezopotamya'da şaraptan bakteriler aracılığı ile üretilmekteydi. 19. yüzyılda sirke üretiminde yeni teknikler geliştirildi. Bu yüzyılın sonlarında, fermentasyonla elde edilen etanol motor yakıtı olarak kullanılmaya ve bakır filizleri mikrobiyal yolla filtrelendirilmeye başladı. Hoch'un insan hastalıklarında bakterilerin oynadığı rolü bulması, bağışıklık sisteminin anlaşılması ve koruyucu aşılar geliştirilmesi, tıp alanında mikrobiyolojinin gelişimi olmuştur.

Yüzyılımızın ilk yıllarında kanalizasyon pisliklerinin arındırılmasında, anaerobik sindirim yapan bitkiler kullanılmaya başlarken, Aspergil-

lus niger isimli mikroorganizma kullanılarak farklı bir yöntemle sitrik asit üretimi de söz konusu olmuştur. I. Dünya Savaşı, biyoteknolojik gelişim sürecine farklı bir boyut kazandırdı. Saccharomyces cerevisiae, fermentasyonla gliserol üretiminde kullanılmaya başlamıştır. Neuberg işlemleri diye bilinen bu yöntemle elde edilen gliserolden, nitrogliserin elde ediliyordu. Zeitzmann işlemleri olarak adlandırılan bir diğer yöntemde ise, Clostridium türleri dumansız barut üretiminde kullanılan aseton gibi çözücülerin üretimini sağlamıştır. Bundan yaklaşık 20 yıl sonraki, II. Dünya savaşı da bu alanda ilerlemeye katkıda bulunan ikinci etken oldu. En önemli uygulama, Penisilin'in enfeksiyöz hastalıkların tedavisinde kullanılan ilk antibiyotik olarak üretilmeye başlamış olmasıdır. Modern fermentasyon tekniklerinin gelişimi yine bu döneme rastlar. Bunu, Waksman'ın streptomisin üretimi konusundaki çalışması izlemiştir; kullanılan yöntem streptomisin yanısıra binlerce bileşenin üretiminde öncü olmuştur. 1940'larda sefalosporin antibiyotikler, bazı aminoasitler, nükleotidler, enzimler, vitaminler benzeri şekilde üretiliyordu. Ayrıca, bitki streoidlerinin memelilere ait hormonlara mikrobiyal dönüşümünün sağlanması, tıp alanında önemli ilerlemelere yol açmıştır. Sığırlarda ve insanlarda görülen verem hastalığına karşı etkili proteinlerin bulunmasıyla, ucuz yağ ve yağ ürünlerinin elde edilmesi, 1960'lı yıllara rastlar. Son 30 yıldır mikrobiyal biyoteknolojinin uygulama alanında fruktoz şuruplar, polisakkaritler (bakteriyel insektisitler gibi) yer almıştır. Hayvan ve bitki dokusuyla hücrelerinin kullanımı ise ayrı bir konudur. Birçok ilaç, enzim, besin renklendiricisi ve tatlandırıcısı, doğrudan hasadı yapılmış bitkilerden elde edilmektedir. Kesilmiş hayvanlar, insülin gibi ilaçların elde edilmesinde kullanılıyorlar. İnsan kanı pıhtılaşma faktörü VIII, serum albüminin; hipofiz bezi, büyüme hormonlarının; ürin, pıhtılaşmayı önleyici enzim ürokina-

zin üretiminde yer alır.

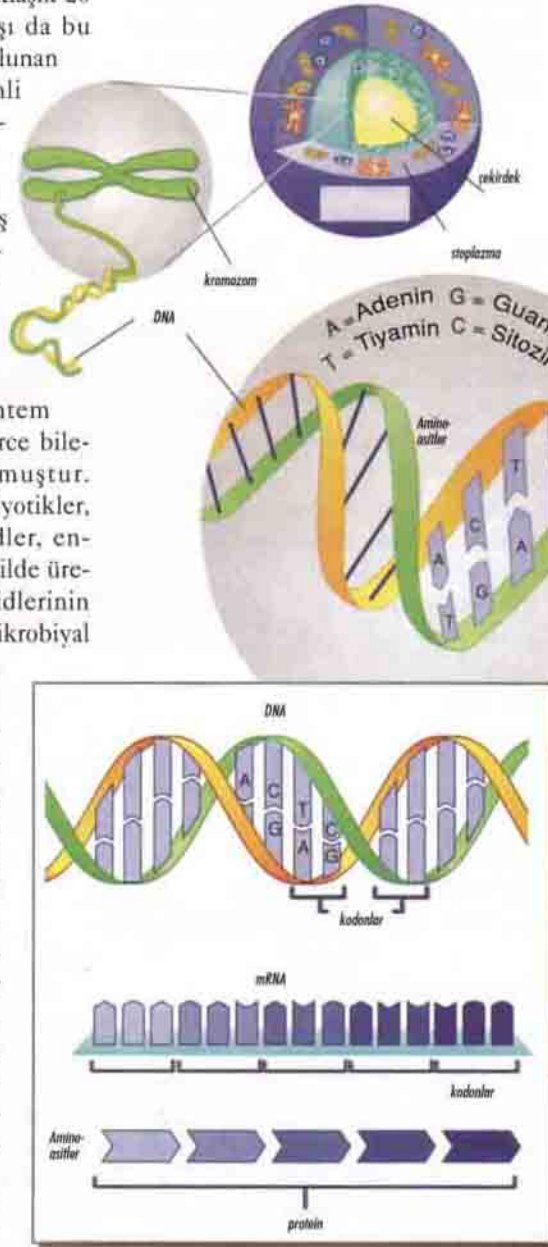
Bakterideki birçok sistem, 1970'lerin başlarında tanımlanmıştır. Çok kısa bir zaman sonra Milstein ve Kohler'in hybridoma (antikor üreten lenfositlerle, olumsuz ve salgılama özelliğine sahip kanser hücrelerinin birleştirilmesi sonucu elde edilmiş melez hücreler) oluşumu konusundaki uygulamalar başladı.



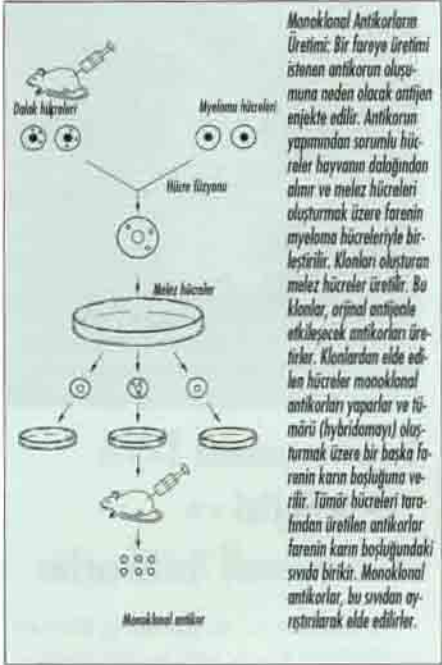
Rekombinant DNA Teknolojisi ve Monoklonal Antikorlar

Bitkilerin ve hayvanların fiziksel özelliklerini önceki nesillerden aldıkları, 100 yıldan uzun bir süredir biliniyor. Bu canlılardaki hücre elemanlarından çekirdek, deoksiribonükleik asit (DNA)'ten oluşan kromozomları içermektedir.

DNA, 4 tip kimyasal birimden oluşmaktadır (adenin, guanin sitozin, tiyamin). Bu birimler, gelişigüzel olduğu düşünülen bir dizilim gösterirler. Ancak bu dizilim, genetik şifreyi belirleyici bir özellik taşıyor. Böylece proteinlerin yapısı olan aminoasitlerin yapımı sağlanır. Hücrede genler, genetik şifrenin protein yapımını kodlayan kısmını oluştururlar. Şifrenin diğer kısımları, genin okunmasını sağlayan kontrol birimlerini içerir. Genetik mühendisliği ise, çeşitlilik gösteren tekniklerle, bir hücreden genin alınarak diğerine yerleştirilmesiyle ilgilenir. Hücrelerden biri bitki, diğeri hayvan veya bir mikroorganizma olabilir. Böylece doğada daha önce hiç bulunmayan gen bileşimleri üretilebilmektedir. Genin yeni bir hücreye girişiyle hücrenin işlevi artabilir, değişebilir veya salgıladığı kimyasal maddeler farklılaşabilir. Bu işlemler, Rekombinant DNA Teknolojisi'nin çalışma alanına girer. Genetik mühendisliği, bugünkü modern biyoteknolojinin temelini oluşturur, ancak hiçbir zaman biyoteknoloji olarak değerlendirilemez. Genetik mühendisliği ile elde edilen bilgiler, ürün veya ürün olarak kullanılacak maddelerin üretilebilmelerinden sorumlu yapıların eldesinde kullanılırken; bu ürünler



Her hayvan ve bitki hücresinin çekirdeği DNA'dan oluşan kromozomları içerir. DNA parçacıkları genleri oluşturur. Protein yapımı için gerekli genetik şifre genler tarafından kodlanır. Genetik şifre, DNA'daki 4 kimyasal birimle belirli proteinleri oluşturan aminoasit dizilimi arasındaki bağlantıyı açıklar. DNA'daki her bir kodon bir aminoasit şifresidir. Taşıyıcı ribonükleik asit (tRNA) bu genetik bilgiyi çekirdekteki sitoplazmanın protein yapımından sorumlu bölgesine taşır.



veya bileşenler biyoteknolojik işlemlerle güncel hayatın bir parçası olur. Örneğin, normalde insanın barsak florasında yaşayan *E. coli*'ye insülin üretecek özelliklerin kazandırılması genetik mühendisliği ile sağlanırken; insülinin saflaştırılması, gerekli kontrollerinin yapılması ilaç formuna sokulması da biyoteknolojinin çalışma alanında yer alır. Bu anlamda biyoteknoloji, genetik mühendisliğinin de içinde olduğu bir alan olarak değerlendirilmelidir.

Monoklonal antikor üretimi de geniş kullanımlarıyla biyoteknolojik uygulamalarda önemli bir yere sahiptir. Antikorlar, vücudun savunma mekanizmasının, yani bağışıklık sisteminin bir parçasıdır. Vücutta yabancı bir maddenin (antijenin) varlığında, bağışıklık sisteminin uyarılması sonucu, yine bu sistemde yer alan B lenfositle-

ri tarafından yapılır. Antikorlar, kendilerine özgü antijene bağlanarak onları etkisiz hale getirme özelliğine sahiptirler. Vücuda giren her bir antijene karşı ayrı bir antikor üretilir. B-lenfositleri tarafından üretilebilen antikor sayısının 10 milyon olduğu saptanmıştır. Bu 10 milyon antikorun dışında yeni antikorların üretilmesi de antijenin vücuda girmesini takip eden birkaç gün gerektirir. Biyoteknoloji, istenen antikorların üretimine de olanak sağlayan bir alandır. Burada antikorlar genellikle, antijenin hayvana enjekte edilmesi ve buna tepki olarak hayvanın kanında oluşan antikorların alınmasıyla elde edilebilmektedir. Bu yöntemin dışında antikor yapımında bitkilerin veya mikroorganizmaların kullanılabileceği iki yöntem üzerinde çalışılıyor. Monoklonal antikor adı verilen

Biyoteknolojinin Temelinde Bulunan Disiplinler

Vasif Hasirci
ODTÜ Biyoloji Bölümü

Canlı dünyasıyla ilgili bilgilerimiz son kırk yıldır hızlı bir artış göstermiştir. Modern biyoteknolojinin ortaya çıkmasında en önemli faktör, hücrelerin yapı ve işlevleri, genetik bilgiyi koruma ve aktarma yöntemleri ve kimyasal ve fiziksel sinyallere tepki verme biçimleri üzerinde gittikçe artan bilgi birikimimiz olmuştur. Bu bilgiler ise varlıklarını, temel disiplinler olarak organik ve fizikokimya, moleküler biyoloji, hücre biyolojisi, mikrobiyoloji, genetik, biyokimya ile işlem mühendisliğine borçludur.

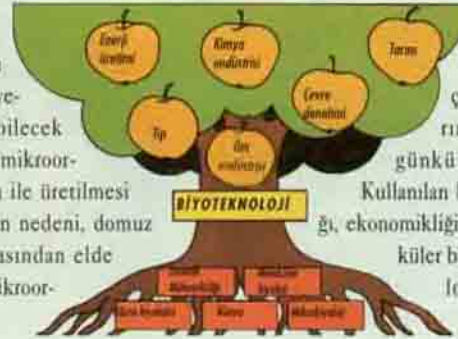
Bunların arasında mikrobiyoloji, klasik biyoteknolojinin ortaya çıkmasındaki rolüyle bu bilgi birikimine yoğun katkısı olmuş bir bilim dalıdır. Mikroorganizmaların çeşitli ortamlarda gösterebildikleri uyum, ya da başka bir deyişle çok zor ortam koşullarında bile aktivitesini sürdürmeyi başarabilen mikroorganizmaların varlığı, mikrobiyolojiyi bu uygulamalarda öne çıkarmaktadır. Örneğin, kömürün kökürdünü metabolize edebilen bir mikroorganizmadan temiz kömür elde edilmesinde yararlanılması, sadece doğal olarak bulunan mikroorganizmaları zenginleştirmekle bile sağlanabilir. Mikrobiyoloji ve genetik mühendislik yöntemlerinin kullanılmasıyla mikroorganizmaların bu yeteneklerinin artırılabilmesi, mikroorganizma kullanılan süreçleri çok daha verimli hale getirmektedir. Yine mikroorganizmaların kolay ve çabuk üremelerinden yararlanarak, gen aktarımı yöntemleriyle belli özellikleri taşımalarını sağlayarak çeşitli işlemler çok daha verimli hale getirilebilir.

mektedir. Örneğin, insülinin domuz ya da dana pankreası yerine insülin üretebilecek hale dönüştürülen mikroorganizmalar aracılığı ile üretilmesi tercih edilir. Bunun nedeni, domuz veya dana pankreasından elde edilen tersine, mikroorganizma aracılığı ile

elde edilen insülinle insan insülini arasında fark olmamasıdır. Burada yararlanılan temel disiplinler mikrobiyoloji, genetik, hücre biyolojisi ve biyokimyadır.

Bu disiplinlerin ortak çalışmaları ile elde edilen veriler değerlendirilir ve genetik yolla çok zor koşullara bile dirençli bitki ve mikroorganizmalar üretilmiştir. Bunlar birçok ağın temizlenmesinde rol aldığı gibi az bulunur, değerli kimyasalların artan miktarlarda üretimini de sağlar.

Enzimlerin özellikle biyosensör ve biyokatalizör olarak kullanımları ise, kimyasal araştırmaların ve işlem mühendisliğinin katkıları sonucu gelişmiştir. Enzimlerin aktivitelerinin ölçümüyle işlev görebilecekleri formlara sokulmaları fizikokimya ve organik kimyanın sayesinde gerçekleşir. Böylece enzimler, biyoreaktörlerde bir kimyasal maddeyi ya da karışımı yüksek saflıkla çok değerli başka maddelere çevirme ve bunun sonucunda ortamdaki kolaylıkla uzaklaştırılarak temizlenip yeniden kullanılabilirler. Kontrollü ilaç salım sistemleri



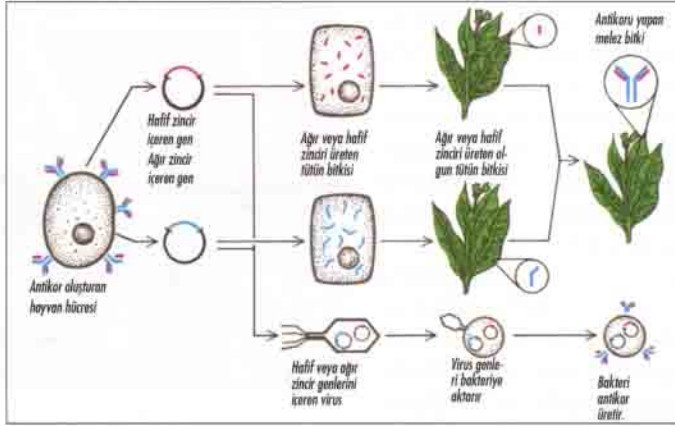
ve ilaç hedefleme de yine biyoteknolojinin çeşitli temel bilim dallarından yararlanarak bu günkü durumuna gelmiştir.

Kullanılan biyoaktif ajanların saflığı, ekonomikliği ya da varlığı bir moleküler biyolojik veya mikrobiyolojik süreçle bağlıdır. Bunların, vücudun istenen bölgeleri-

ne doğru hedeflenebilmesi, hedeflemeyi sağlayan grupların biyoaktif ajana bağlanmasını gerektirir.

Mikroorganizmaların üretimde kullanılabilmeleri ise normal kimyasal üretime yakın boyutlardaki reaktörlerde gerçekleştirilir. Bu aşamada, ısı ve kütle transferi, direnç, sürtünme, ısıtma, havalandırma ya da oksijenlendirme, pH ve ısı kontrolü, ürünün ve biyokatalizörün (mikroorganizma) ortamdaki ayrılıp temizlenmesi, işlem mühendisliği yöntemleriyle gerçekleştirilir. Burada da mikroorganizmanın aktivitesini ve genetik yapısını koruması, bunun saptanması, eğer enzim kullanılmışsa enzimin aktivitesinin belirlenmesi ve korunması, mikrobiyoloji, enzim kimyası ve biyokimyasal yöntemlerle gerçekleştirilir. Görüldüğü üzere herhangi bir biyoteknolojik gelişme, çeşitli temel bilim ve mühendislik alanlarının katkılarıyla ortaya çıkar. Yine bu disiplinler, biyoteknolojinin uygulamaya geçişi, işlemlerin kontrolü ve en iyi şekilde uygulanmasında gereken katkıları yaparlar.

Antikorları oluşturan ağır (mavi) ve hafif (kırmızı) zincirler ayrı genler tarafından kodlanır. İlk yöntemde ağır ve hafif zincirler ayrı ayrı tütün bitkisine transfer edilir. Bu bitkilerin hücreleri de, zinciri üretmeye başlar. Eğer ağır zincir üreten bir bitki, hafif zincir üretenle melezleştirilirse elde edilen bitki, 1/4 ihtimali ile her iki zinciri içeren, antikor olarak tanımlanabilecek protein yapısındaki maddeyi üretir. İkinci bir yöntem ise, virüsler tarafından milyonlarca sayıda yayılabilen zincirlere ait genlerin bakterilere aktarılmasıdır. Sonuçta bu antikorlar bakteri tarafından üretilebilir.



bu yapılar, başta aşı üretimi olmak üzere bazı hastalıkların tanısında kullanılmaktadırlar.

Tıpta Biyoteknoloji

Bazı hastalıklar anne ve babanın biri veya her ikisinin hatalı bir gen taşıması nedeniyle nesilden nesile iletilmektedir. Bu genetik hastalıklar, hatalı genin tespiti ve tedavisiyle ortadan kalkabilecektir. Bu amaçla 1987 yılında başlanan HUGO projesiyle ABD'de 2000 araştırmacı, insan genomunda bulunan ve sayılarının 100 000 olduğu tahmin edilen genlerin dizi analizlerinin yapılması ve genom üzerindeki fiziksel konumlarının tespiti için çalışıyorlar. Bu amaçla kullanılan cihazlardan biri, dergimizin Ağustos sayısında yer verdiğimiz taramalı tünel mikroskoplarıdır. Genetik hastalıkların tedavisinden önce, hastalığın daha embriyo iken saptanması, hastalığı daha erken bir aşamada engelleyecektir. Bir test tüpüne yerleştirilen sperm ve yumurtanın oluşturacağı embriyonun içerdiği hatalı genler, embriyo henüz iki günlükken (sadece 8 hücreden oluşur) belirlenebilir. Elde edilen sonuçlara göre embriyonun, annesinin rahmine yerleştirilip yerleştirilmeyeceğine karar verilir. Bu yöntemle embriyonun cinsiyeti de belirlenebilir. Hatalı genlerin yerine ha-

talı olmayanların yerleştirilmesi ise amaçlanan tedavi yöntemidir. Genetik terapi olarak adlandırılan bu yöntemle, tedavi edilmeye çalışılan ilk hastalık, adenoazin deaminaz (ADA) eksikliğidir. Bir enzim olan ADA'nın hücrelerce yapılmaması veya hasara uğratılması sonucu kemik iliği, sağlıklı beyaz kan hücrelerini üretmez ve kişi enfeksiyonlara karşı korumasız hale gelir. Tedavi edilmediği takdirde kişinin ölümü söz konusudur.

Bu hastalık için geliştirilmiş genetik terapi ise şöyledir: Hastadan kemik iliği örneği alınır; ADA geninin insandan alınan sağlıklı bir kopyası retroviruse yerleştirilir. ADA geni taşıyan retrovirus aracılığıyla ADA geni, hastadan alınan kemik iliğinin ADA yapımından sorumlu hücrelerine geçer. Bunlar tekrar hastaya yerleştirilir ve büyüyerek beyaz kan hücresi kaynağı olurlar.

Genetik terapi için kullanılan ikinci yöntemde, hücreleri almaya ve geri yerleştirmeye gerek yoktur. Kistik fibrosis adı verilen hastalığın tedavisi bu şekilde yapılır. Bu hastalık, kişideki genetik bozukluk sonucu akciğerlerde klorür iyon kanallarını oluşturan bir proteinin üretilmemesine neden olur. Bu protein yokluğunda, hastalar akciğerde küçük kanalları etkisiz kılan çok miktarda, yoğunluğu yüksek bir mukus salgılar; böylece göğüs enfeksiyonları

na neden olur. Bu enfeksiyonlar, kistik fibrozisli hastaların büyük oranda ölümüne neden olur. Bu hastalığın tedavisi için bilimadamları, akciğerin yüzeyindeki salgı hücrelerine yeni bir gen yerleştirilmesi üzerinde çalışıyorlar. Şu anda geni, aerosol bir spreyle yerleştirme amacındalar. Aerosol spreyn hasta tarafından solunmasıyla genler, akciğer hücreleri ile iletişime geçecekler; bu hücrelere geçerek gerekli proteinin yapımını sağlayacaklar. Üçüncü bir genetik terapi yöntemi ise, vücudun tüm hücrelerine genin yollanması ve kontrol birimleri sayesinde sadece hedef hücrelerdeki genlerin etkilenmesidir. Bu yöntemin en etkili uygulama alanı, deri kanseri (melanoma)'nın Monoklonal antikor(MCA)larla tedavisidir.

MCA'ların tıpta birdiğer kullanımı kanser tanısındadır. Kanser tedavisinde kullanılan ilaçların ve radyasyonun aksine MCA'lar, kanser hücrelerini ayırt edebildikleri için melanomanın yanı sıra akciğer, karaciğer kanserleri, lenfoma gibi kanser türlerinde de tam amaçlı olarak kullanılmaktadırlar. Özellikle ayır-



tedilmesi güç olan lösemi ve lenfoma, T ve B hücre kanserlerinin tanısında önemli yer tutar. Akciğer, meme, kolon ve rektum kanserleri gibi karsinomaların tanısı da yine MCA'lar aracılığıyla yapılmaktadır. MAC'lar kanser hücreleri tarafından salınan maddelerin, tümörden alınan örneklerin ve kanın araştırılmasına olanak sağlarlar. Örneğin, hamilelerin idrarında, plasenta tarafın-

dan salınan chorionik gonadotropin adı verilen bir hormon bulunur. MCA'lar, bu hormonu, idrarda belirleyici bir etken olarak, bir ya da iki haftalıktan daha önce, hamileliğin tanısına olanak sağlar. Ayrıca gonore ve klamidy enfeksiyonları gibi cinsel yolla bulaşan hastalıkların tanısında da kullanılırlar. Böbrek nakli başta olmak üzere birçok organ naklinde yabancı dokunun reddinin engellenmesi, yine MCA'larla söz konusu olur. Bunların dışında kişinin karşılaşılabileceği hastalıkların tespit edilmesi de olası. Örneğin, kanda laktat dehidrogenaz enzi-

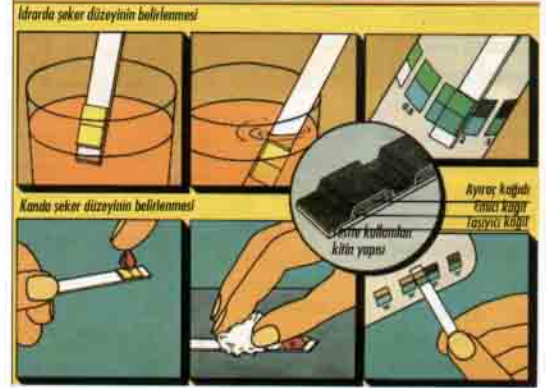


minin düzeyi arttığında kalp krizi geçirme riski artar. Bu enzimin miktarında tespit edilecek bir artış, kişiyi bu krizden koruma olanağı sağlayacaktır.

Eczacılıkta Biyoteknoloji

Genetik mühendislik teknolojisinin gelişimi, ilaç endüstrisinde bir devrim oldu. Eczacıların biyoteknolojik çalışmalarındaki işlevi, genellikle elde edilen ürünlerin formülasyonu üzerindedir. Formülasyon aşamasında ilacın barsak, dil, burun boşluğu gibi yerlerden absorp-

siyonu, vücutta gösterdiği dağılım (farmakokinetik ve farmakodinamik), saklama sırasında stabilitenin sağlanması, dikkat edilen temel öğelerdir. Bu çalışmalar, biyoteknoloji kullanılarak gerçekleştirildiğinde ise kontrollü ilaç salım sistemleri, polipeptit, protein ve diğer biyoaktif ajanların yer aldığı ilaç hedeflemesi sözkonusu olmuştur. Kontrollü ilaç salım sistemleri ve hedefleme, temelde kimyasal yolla sentezlenmesi güç olan yapıları gerektirdiği için, biyoteknolojik yöntemlere başvurulmuş bir



alan haline gelmiştir. Bu sistemler ayrıca, eczacılıkta kozmetik alanında da önemli yere sahiptirler.

Bitki Biyoteknolojisi

Selim Çetiner
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Yüzyılımızda klasik biyoteknolojik yöntemlerle elde edilen yeni çeşitler, bitkisel üretimin önemli düzeyde artırılmasını sağlamıştır. Tarım alanlarını genişletmenin zor olduğu günümüzde, birim alandan daha fazla ürün almak ve maliyeti düşürmek, aynı zamanda da kaliteyi yükseltmek, nüfusu hızla artan insanlığın beslenmesi açısından önem taşımaktadır. Bu konuda biyoteknolojik uygulamalar büyük kolaylık sağlayabilmektedir. Bitki biyoteknolojisi alanındaki çalışmalar, doku kültürü ve genetik mühendisliği (rekombinant DNA) teknikleri olmak üzere iki ana grup altında değerlendirilebilir. Yıllardır hastalıklardan arındırılmış bitkilerin ticari üretiminde meristem kültürü ve mikro-çoğaltma tekniklerinin yanında, protoplast kültürü, somaklonal varyasyon ve haploidy tekniği gibi klasik biyoteknoloji alanına ait yöntemler kullanılmaktadır. Ancak günümüzde, tarımsal üretimin artırılmasında en çok kullanılan modern biyoteknolojik yöntemler arasında genetik mühendisliği ya da "rekombinant DNA" teknikleri yer alır. Bunun nedeni, özellikle bitki ıslahı alanında yapılan çalışmaların iyimser beklentilere yanıt veremeyişlerinin yanında, genetik mühendisliğinin de biyolojik sistemlerin daha iyi anlaşılmasında yeni olanaklar sunmasıdır.

Bitkilerde genetik mühendisliği çalışmaları iki aşamada gerçekleştirilir. Çoğunluğu moleküler düzeyde yürütülen birinci aşamada, bitkiye aktarılması istenen özelliğe ait gen veya genlerin saptanması, bunların izole edilmeleri, bitki hücre mekanizması tarafından değerlendirilecek hale getirilmeleri ve bitki hücrelerine aktarılması



gerçekleştirilir. İkinci aşamada ise, doku kültürü yöntemlerinden yararlanarak gen veya genlerin aktarılmış olduğu hücre veya hücrelerden yeni bitkiler elde (rejenera) edilir.

Bitki ıslahında genetik mühendisliğinin sağladığı en büyük avantaj, melezlemelerde karşılaşılan genetik farklılık ya da uyumsuzluk engelini ortadan kalkmasıdır. Öyle ki, farklı bitkilerden gen aktarmanın ötesinde böcek ve balık gibi farklı organizmalardan bile genlerin alınarak istenilen bitkilere aktarılması söz konusu olabilmektedir. Ancak burada, bitki hücresine özgü mekanizmanın, söz konusu genlerden etkin olarak yararlanabilmesi için bitkiye özgü promotörlerin eklenmesi, kodon (şifre) kullanımı vb. değişikliklerin yapılması gerekir. Nitekim, genetik mühendisliği teknikleri kullanılarak yapılan bu değişiklikler sonucu çok olumlu sonuçlar alınmaya başlanmıştır. Bunun en önemli örneklerinden birisi, Bacillus thuringiensis endotoksin geni aktarılan pamuk ve domates bitkilerinin bazı zararlı böceklerle karşı dayanıklılık kazanmış olmalarıdır. Yine, domates mozayik virüsüne ait kılıf proteinini şifreleyen genlerin aktarılması ile sağlanan 'çapraz korunma' (cross protection), bu virüse dayanıklı domates çeşitlerinin elde edilmesini sağlamıştır. Geçtiğimiz Haziran ayında ABD'de pazara sunulan ilk gen aktarılmış bitki olan 'FLAVR SAVR' domatesinde ise, meyvelerde yumuşamaya neden olan enzi-

min sentezi engellenerek, tam olgunlaştıktan sonra hasat edilmelerine rağmen, domateslere daha uzun pazar ömrü kazandırılmıştır. Laboratuvarımızda devam eden araştırmalardan birisi, Hyalophora cecropia adlı bir tip ipek böceğinden izole edilen antibakteriyel genlerin, çeşitli değişikliklerden sonra bitkilere aktararak, özellikle bakteriyel hastalıklara dayanıklı bitkiler elde edilmesinde kullanılabileceği konusundadır. Diğer bir araştırmada da sentetik olarak laboratuvarda yapılan ve elzem aminoasitleri şifreleyen bir genin aktarılmasıyla bitkilerdeki protein kalitesinin artırılması amaçlanmaktadır. Yabancı otlarla savaşta kullanılan herbisitlere dayanıklı kültür bitkilerinin geliştirilmesi de üzerinde en fazla çalışılan konulardan birisidir.

Bu örnekleri çoğaltmak mümkündür. Ancak, aşırı iyimser beklentiler yerine, genetik mühendisliği yöntemlerinin henüz yetersiz olan yönlerini de anımsatmak, daha gerçekçi bir yaklaşımla sorunlara çözüm aramada ve hedefleri doğru saptamada yardımcı olacaktır. Bitkilerde genetik mühendisliği çalışmalarının uygulanma alanını sınırlayan etmenlerden belki de en önemlisi, özellikle nicel özelliklerin, birden fazla gen veya gen grupları tarafından belirleniyor olmasıdır. Bu durum, öncelikle söz konusu genlerin belirlenmelerini ve izole edilmelerini zorunlu kılmaktadır ki bu, uzun yıllar süren pahalı bir ekip çalışmasını gerektirmektedir.

Özetle, henüz emekleme aşamasında olmasına karşın modern biyoteknolojik yöntemler, yüksek verimli ve üstün nitelikli bitkilerin geliştirilmesinde ve çoğaltılmasında önemli olanaklar sunmaktadır. Ancak, bu potansiyelin tam olarak değerlendirilebilmesi için araştırmalara gereksinim vardır. Bu nedenle, ülkemizde de bitki biyoteknolojisine yönelik çalışmaların yapılabilmesi için temel araştırmalara yönelik eğitimin ve bu yöndeki araştırmaların desteklenmesi, öncelikle ele alınmalıdır.

Rekombinant DNA teknolojisi ile üretilen ilk grup ürün, insanda doğal olarak yapılan bileşenlerdir. Bu maddelerin vücutta yetersiz üretilmeleri nedeniyle tedavide dışarıdan verilmeleri söz konusudur. Bu grup, şu anda kullanımda olan insülin gibi ürünlerin yanı sıra, henüz geliştirilmiş veya geliştirilmekte olan ürünleri de içermektedir. Bu grupta yer alan büyüme faktörleri, yaraların iyileşme sürecinde rol oynamaktadır. Kan yapımından sorumlu eritropoitein isimli hormon da eksikliği durumunda dışarıdan verilir. Eritropoitein'in sentetik bir benzeri, protein mühendisliği ile geliştirilmektedir.

2. grup, tedavi amacıyla belli dozlar da kullanılan ürünlerdir. Bu grupta yer alan interlökinler, hematologlar ve immünologlar açısından önem taşır. Otoimmün hastalıklarla, enfeksiyöz hastalıkların, bağışıklık sistemi yetersizliklerinin ve habis tümörlerin tedavisinde kullanılırlar. Organ naklinde, virüs kaynaklı hastalıkların tedavisinde kullanılan interferonlar da yine bu grupta yer almaktadırlar. Rekombinant DNA teknolojisi, proteinlerin yapımının ötesinde, biyokimyasal işlevlerin araştırılmasına da araç olur. Örneğin, kan veya idrar şekere düzeyinin belirlenmesinde bu amaçla üretilmiş enzimlerin kullanıldığı kitlerden yararlanılır. Burada biyoteknoloji, protein yapısındaki enzimlerin üretiminde rol oynar.

3. grupta nükleik asitlere, karbohidratlara ve lipidlere dayalı olan ilaçlar yer alır. Tedavi açısından önemli birçok protein, karbohidratlara bağlanan glikoproteinler ve polipeptitlerdir. Virüslerin, parazitlerin, bakterilerin ve bakteriyel toksinlerin enfeksiyona neden olan zararlı etkilerini göstermesinde çoğunlukla hücre yüzeyinde bulunan glikoproteinler rol oynar. Enfeksiyon etkenlerinin bağlanacağı glikoproteinler, hücre yüzeyindekiler değil de hastaya dışarıdan ilaç şeklinde verilecek karbohidrat yapısındaki bileşikler olursa; neden olacakları zararlı etki de ortadan kalkacaktır. Lipid kaynaklı biyoteknolojik ürünlerdeki gelişim de, lipidlerin hücresel işlemlerde düzenleyici etkilerinin anlaşılmasıyla başlamıştır. Eczacılık açısından biyoteknolojinin uygulandığı



Koyunlardan yün alması yerine mikroorganizmalar aracılığıyla sağlanıyor.

en önemli ürünler antibiyotiklerdir. Antibiyotiklerden ise ilk olarak penisilinler üretilmiştir. Bu grubun üretimi, klasik biyoteknolojik dönem diye adlandırılan döneme rastlar. Piyasada, eczacılık alanında yer alan modern biyoteknolojinin ilk ürünü, 1982 yılında insan insülini olmuştur. Bunu, 3 yıl sonra büyüme hormonları izledi. 1988 - 1991 yılları arasındaki dönemde ise biyoteknolojik ürünlerde % 63 lük bir artış görülmüştür. Bugün piyasada 58 firmanın ürününün bulunmasına karşılık, 200 firmada henüz klinik uygulamaya girmemiş 1000 ilaç üzerinde çalışıldığı bilinmektedir.

Tarımda Biyoteknoloji

Dünyada nüfus artışı bugünkü hızıyla devam ettiği sürece besin kıtlığının yaşanabileceği, bilimadamlarınca kabul ediliyor. Buna çözüm olarak da tarımdaki biyoteknolojik uygulamalar gösteriliyor. Tarımda biyoteknoloji alanında bitki üretimi veya bitkilerin hastalıklardan korunmasına yönelik çalışmalar sürdürülüyor.

Bitki üretimi konusundaki uygulamalar, bitkiyi daha verimli hale getirmenin yanı sıra, besin içeriğinde değişikliğin yapılmasına da

olanak sağlar. Örneğin baklagillere, rhizobia ile simbiyoz yaşamda daha verimli olacakları genlerin aktarımı yapılmıştır. Mycorrhiaze adı verilen mikroorganizma, bitkinin kök faaliyetlerini geliştirerek büyümesini hızlandırır. Bitkinin büyümesini artırmanın bir diğer yolu da bitkinin köklerinde, açıkta kalan kısımlarında rizosferde (bit-



Ateşböceğinden izole edilmiş bir enzime ait genin aktarıldığı tütün bitkisinin ışıktaki ve karanlıktaki görüntüsü.

ki-kök sisteminin hemen yakınındaki toprak kısmı) bulunan mikroorganizmaların azaltılmasıdır. Bu mikroorganizmalar, bitkinin su ve besin alımını, kök ve yapraklarının büyümesini, bitkinin don gibi dış etkenlere karşı dayanıklılığını artırır. Ayrıca, gen aktarımı sonucu bitki üretimi hızlandırılabilir.

Bitki üretiminde bitkinin besin içeriğinin değiştirilmesi günümüzde olası. Baklagillerde proteinin yapıtaşı aminoasitlerden lizin miktarının artırılması, bitkinin besin zehirlenmesine neden olan faktörlerden arındırılması söz konusudur.

Bitkilerin korunmasına yönelik çalışmalar, bitki hastalıklarının moleküler yöntemlerle erken tanısı ve bitki hastalıklarına karşı çapraz korunma sağlanması amacıyla rekombinant viral aşılardan kullanılması yönündedir. Bunun yanında monokotiledone ve dikotiledone bitkilerin genetik karakterlerinde yapılan değişikliklerle herbisitlere (yabancı ot öldürücü ilaçlar) ve zararlılarla karşı direnç kazandırılmaktadır. Böylece daha az herbisit ve pes-



tisit kullanılacak; bunların çevreye ve insana olan zararları azaltılırken, zararlıların pestisitlere karşı direnç kazanmaları yavaşlayacaktır. Hayvancılıkta biyoteknolojik uygulamalar, hayvanın sağlığının korunmasına ya da veriminin artırılmasına yöneliktir. DNA ve MCA'lar aracılığıyla hastalıkların erken tanısı ve tedavisi yapılabilmektedir. Hastalıklara karşı rekombinant viral aşılarda kullanımı yaygındır. Verimin artırılmasına yönelik çalışmalar ya embriyo ya da doğrudan transgenik olarak adlandırılan hayvanlar üzerinde yapılmaktadır. Sazan balığına iki ayrı genin aktarılması ile soğuk sulara dayanıklı ve oldukça büyük popülasyonlar elde edildi. Aktarılan genin biri büyüme hormonuna, diğeri donmayı önleyici bir proteine aitti. Araştırmacılar transgenik koyundan bir karaciğer hastalığı (hereditary hereditör emphysema)'nın tedavisinde kullanılan ve laboratuvar koşullarında üretimi oldukça pahalı olan antitripsin isimli proteini elde ediyorlar. Koyuna α -1-antitripsine ait insan geni aktarılmış ve böylece koyunun sütünde bu proteinin bulunması sağlanmıştır. Protein, süttten ayrıştırılarak kullanılmaktadır. Ayrıca bu sütün verildiği kuzuların da karaciğer hastalıklarına yakalanma riski azalmaktadır.

Biyoteknolojinin mikrobiyolojik yöntemlere dayalı diğer bir uygulama alanı, hayvanların beslenmelerinde yem maddelerinin kullanılabilirliğinin artırılmasına yöneliktir. Selüloz miktarı yüksek, selüloz-hemiselüloz-lignin kompleksine sahip bitkisel üretim atıklarının çiftlik hayvanlarının sindirim sistemlerinde net kullanım yüz-



Petunya geni ile mavi renkli gül yetiştirilmesi.

delerinin artırılması hedeflenir. Böylece çevrede birikerek kirliliğe neden olacak selülozun enerji olarak değerlendirilmesi söz konusu olur. Çeşitli kaba yemler, uygun ko-

şullar altında küf mantarlarıyla işlendikten sonra hayvanlara verilir. Bu işlem, bitki hücre duvarının yıkımına neden olacağından, hayvanın besin maddesinden daha iyi yararlanması sağlanır.

Enerji Sağlamada Biyoteknoloji

Enerji sağlanmasına yönelik çalışmalar 3 ayrı konudadır: Sıvı yakıt olarak kullanılacak etanol üretimi, gaz halindeki yakıt olarak metan üretimi ve petrol sahalarındaki yağ ve gaz miktarlarını artıracak mikroorganizmaların veya mikrobiyal ürünlerin kullanımı. Yakıt alkol (etanol gibi) üretimi için uygun bitkiler, şeker kamışı ve mısırdır. Nişastalı veya selülozik atıkların fermentasyonla yakıt alcole dönüştürülmesi, atıkların değerlendirilmesinin yanı sıra, enerji üretimi bakımından da önem taşır. Biyogazlar (metan gibi), göl ve nehirlerde endüstriyel atıkların işlenmesiyle elde edilir. Geleneksel yöntemlerin kullanıldığı petrol kuyularında, petrol kaybının engellenmesinde mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Ayrıca, petrolün saflaştırılmasında, kömürün kükürttten arındırılmasında, kömürün gaz ve sıvı yakıtlara dönüştürülmesinde yine biyolojik sistemler kullanılır. Etanol ve organik asitler önemli endüstriyel kimyasallardır. Birçok organik asidin üretimi fermentasyonla yapılır. Kimyasal yolla sentezi güç ve oldukça pahalı olan polisakkaritler, mikrobiyal yolla kolayca elde edilebilir.

Çevre ve Biyoteknoloji

Tarım alanında zararlılara karşı dirençli bitkilerin geliştirilmesiyle pestisit kullanımını azalmıştır. Ancak, pestisitlerin birikme özellikleri, bu maddelerin uygulandıktan sonra yok edilmesini gerekli kılmaktadır. Bu amaçla pestisitleri ortadan kaldıracak maddeleri salgılayan mikroorganizmalar geliştirilmiştir. Tarım alanında, yine sığır yetiştirilmesi sırasında açığa çıkan atıklara, yakıt olarak kullanılabilecek metan oluşturmak üzere anaerobik



fermentasyon uygulanabilir. Endüstriyel atıkların temizlenmesi, biyolojik tekniklerle gerçekleştirilmektedir. Çevre konusundaki araştırmaların bir diğer yönü ise, atık suların anaerobik mikroorganizmalar aracılığı ile değerlendirilmesidir.

Bu alanların dışında da istenen özelliklere sahip, daha önceden hiç bulunmayan malzemeler üretilmektedir. Sulu ortamda kullanılabilen yapıştırıcılar, biyoseramikler, bu maddelere örnek olarak verilebilir. Ayrıca deri, damar, kemik ve kıkırdak gibi hücrelerin işlevlerini üstlenecek canlı ve cansız yapay organların yapımına çalışılıyor.

Biyoteknoloji ve Etik

Görüldüğü gibi biyoteknoloji, birçok alanda hayatın bir parçası haline gelmiş durumda. Bugünkü gelişimiyle insanın doğaya müdahalesini kolaylaştırıyor. Doğaya hükmetme, yararlı yönlerde kullanıldığı sürece sorun yaratmayacaktır. Peki suistimali söz konusu olduğunda... Dünya'da bu konuda ciddi düzenlemelere gidilmektedir. Örneğin, Hitlerin "Üstün insan"



projesi benzeri uygulamalar engellenmelidir.

Tıp alanında embriyonun fiziksel özelliklerine, cinsiyetine müdahale etmek yerine, sadece genetik hastalıkların saptanmasına yönelmek doğru olacaktır. Genetik hastalığın varlığında bile embriyonun yaşamasına ilişkin karar, ebeveynlere bırakılmalıdır. Aslında embriyo üzerindeki bu saptamalar, embriyonun hayatını %5 riske attığı için yarar/zarar analizlerinin değerlendirilmesinin gerektiği işlemlerdir. Genetik bir testle kişinin ömrünün kısa olacağını belirlemesi bu kişinin yaşamını değiştirecektir. Belli hastalıkları kimlerin taşıdığının bilinmesi, kişilerin çalışmalarını ve seçimlerini etkileyecektir. Çeşitli amaçlarla çevreye salınacak mikroorganizmaların ne-

den olabileceği tehlikeler çok iyi araştırılmalıdır. Organizmalar salındıktan sonra da izlenmeli, gerekli önlemler alınmalıdır. Laboratuvarlarda geliştirilen mikroorganizmalar için de güvenlik açısından istenen koşulların sağlanması gerekir. Bu organizmaların çevreye yayılması durumunda neden olabilecekleri zarar göz ardı edilemez.

Biyoteknolojinin bir diğer uygulama alanı biyolojik silahlardır. Bu alandaki kullanımı, konu hakkındaki etik problemlerinin doruğa tırmanmasına neden olmaktadır. 1975 yılında biyolojik silahların yapımının, geliştirilmesinin depolanmasının yasaklandığı ve yok edilmelerinin öngörüldüğü bir konvansiyon uygulamaya konulmuştur. Bu konvansiyon, biyoteknolojideki gelişimler çerçevesinde sürekli olarak yeniden gözden geçirilmektedir.

Biyoteknolojinin toplumlar üzerinde de farklı etkileri olacaktır. Her iklim koşulunda yetişebilen bitkiler geliştikçe, tek kaynakları bitkisel hammadde olan birçok üçüncü dünya ülkesi ekonomik açıdan zor duruma düşecektir.

Sonuçta biyoteknolojinin kontrolden çıkması, insan sağlığına ve çevreye hasar vermesi önlenmelidir. Biyoteknolojinin kendisi bir amaç olarak değil, daima amaca ulaşmak için varolan araçlardan biri olarak değerlendirilmelidir. Riskler araştırılmalı ve daha uygun başka bir yöntem elde edilebilirse biyotekno-

lojik yöntem uygulanmamalıdır.

Tüm bu risklere rağmen biyoteknoloji, geleceğe ait bir bilim dalı olarak gelişimini sürdürmektedir ve sürdürecektir de. İnsanın elindeki gücü, olumsuzlukları olumlu yapmak için kullanması, biyoteknolojiyi her geçen gün hayatın büyüyen bir parçası haline getirecektir. Burada önemli bir konu, maliyeti oldukça yükselmesine rağmen araştırmayı ve eğitimi ihmal etmemektir. Araştırma, biyoteknolojik yöntemlerin güvenilirliğinin, bu teknikleri uygulayacak elemanların ve halkın eğitimi ise, uygulanabilirliğinin bir ölçütüdür; her ikisi de biyoteknolojik gelişimde yer almanın önkoşuludur. Eğitimin ve araştırmanın önemi şu benzetmeyle açıklanabilir:

"Bir grup uzman, yolcu treninde maliyet/kazanç analizi yapmak üzere görevlendirilmiş. Raporlarında trenin üç öğeden oluştuğunu bildiriyorlarmış: 2. sınıf vagonlar, 1. sınıf vagonlar ve motor. İkinci sınıf vagonları ekonomik olarak çok yararlı bulmuşlar, ucuz ve her zaman ücretini ödeyen yolcularla doluymuş. Birinci sınıf vagonları daha az ilginç olarak kaydetmişler. Daha pahalı ve daha az yolcu alıyorlarmış, bazı önemli kişiler ise ücretsiz biletlerle yolculuk ediyormuş. Motoru ise ekonomik bir felaket olarak nitelendirmişler. Çalıştırılması pahalı, sadece bir yolcu taşıyor; sürücü; üstelik bu yolcu da kensidinc para ödemesi konusunda ısrar ediyor. Sonuç: motor kaldırılmalı". O halde biyoteknoloji gelişiminin motorunu -araştırma ve eğitimi- ihmal etmemeye özen göstermek, tartışmasız çok önemli bir konudur.

Yardımları için Prof. Dr. Bevacı Çirakoğlu'na teşekkür ederiz.

Didem Sanyel

- Kaynaklar
Recent Advances in Pharmaceutical Technology Symposium, Ankara, 1992
Wayman, M., Parekh, S. R. Biotechnology of Biomass Conv., Toronto, 1990.
Çirakoğlu, B. Bilimsel Araştırmacı ve Çevre (Doğal), "Dünyada ve Türkiye'de Bilim Etik Üniversitesi konulu Bilimsel Toplantı Kitabı", TÜBA, 1994.
The Impact of Biotechnology on Agriculture in the European Community to the year 2005, Commission of the European Communities, 1989.
Davies, D. Industrial Biotechnology in Europe, ACEPSEEC Conference, 1986.
Moore, P. Genetic Manipulation, New Scientist, 13 Kasım 1993.
Brown, C. M., Campbell, F. G. Introduction to Biotechnology, İngiltere, 1988.
Marx, J. L. A revolution in Biotechnology, İngiltere, 1989.
Rennie, J. Antibody Bonanza; Can two techniques shake up biotechnology?, Scientific American, Subat 1990.
A.T. "Adopting a specific research and technological development programme in the field of Biotechnology" başlıklı Kurul Kararı.



Biyolojik Silahlar

Gürdal Alaeddinoğlu
ODTÜ Biyoloji Bölümü

Biyolojik Silahlar değişik maddelerden (canlı ve cansız) oluşabilmekte, bunlar da; a) toksinler (canlı üzerinde istenmeyen ve öldürücü etkisi olan her tür ajan), b) laboratuvarla sentezlenebilen veya canlılar tarafından yapılabilen diğer zehirli biyokimyasal maddeler, c) hayvan veya bitki üzerinde hasar, hastalık veya ölüme neden olan "patojenik organizmalar", d) zehirli olmamasına karşın bu amaçla kullanılacak biyolojik orijindeki maddeler şeklinde tanımlanmaktadır. Bu noktada hemen akla gelen önemli soru Biyolojik Silahların neden yasaklanması gerektiğine ilişkin olanıdır. Biyolojik Silahların neden oldukları zarar çok çeşitlidir: bu hasar mide-barsak yolu veya üst solunum yolu üzerine olabileceği gibi, vücuda ait herhangi bir organ veya işlemin devre dışı bırakılması şeklinde de olabilmektedir. Hasar, çok çabuk ve kalıcı olabileceği gibi, bazen yıllarca sürebilmekte (AIDS'e neden olan HIV virüsünde olduğu gibi) ve ölüme sonuçlanabilmektedir.

Biyolojik Silah olarak kullanılan ajanların bazılarının çevrede belli bir süre (kısa veya uzun) sonra bozunmaya uğrayarak yok olabilmekte, böylece meydana getirdikleri hasar da zamanla azalmaktadır. Oysa, bakteri ve virus gibi diğer bazı ajanlar çevrede uzun süre kalabilmekte, çoğalabilmekte, dolayısıyla, uzun süren ve artabilen hasarlara neden olabilmektedirler.

Biyolojik Silah olarak kullanılabilen ajanlardan bazılarının gereksinim, mikro hatta nanogramlarla (gramın milyarda biri) ifade edilebilecek miktarlarda olabilmektedir. Örneğin, Botulin adı verilen ve bir bakteri tarafından üretilen toksinin 1 kilogramı tüm dünya nüfusunu yok edebilecek güçtedir. Bu miktarda bir biyolojik ajanın elde edilebilmesi için 15-20 litrelik bir fermentörde 4-5 günlük bir dönemde, genetik mühendisliği yoluyla toksin yapma potansiyeli artırılmış bir bakteri hücresi kullanılarak 2 veya 3 ton üretim yeterli olacaktır.

Biyolojik Silah olarak kullanılan ajanlar, etkisi altına alacakları bölgede sivil veya asker popülasyonu ayırımı yapmazlar. Öte yandan, ajanın popülasyondaki etkisi, popülasyondaki etnik farklılıklardan ve genetik özelliklerden yola çıkılarak, istenildiği gibi yeniden düzenlenebilmektedir. Örneğin, kolera, tifo veya dizanteri etkeni olan bakterilerin, yan yana iki değişik ülkenin bulunduğu bir çevreye salınması halinde, popülasyonda temizliğe özen gösteren kesim fazla etkilenecek, ajan kısa bir süre sonra (yayılmadığı için) ortadan yok olacaktır. Oysa, toplum hekimliğinin olmadığı veya iyi işlemediği diğer ülkede, kısa bir sü-



rede boyutlan binlerle ifade edilebilecek kayıplar görülebilecek, ajan uzun yıllar problem olmaya devam edebilecektir. Genetik yapı değişikliklerine uğratılmış (örneğin, bilinen ve çok kullanılan antibiyotiklere dirençli hale getirilmiş) mikroorganizmaların kullanılması, bu durumu daha da vahim hale getirmek mümkündür. Biyolojik Silah olarak kullanılan ajanların pek çoğu günlük hayatımızda da, tedavi veya profilaktik amaçla, kullanmak zorunda olduğumuz maddelerdir.

Biyolojik Silah olarak kullanılabilen ajanların hedefe ulaşımını, silah olarak kullanılabilen her türlü diğer malzemeye göre çok daha kolaydır. Genelde, hedefe gıda, içecek veya hava yoluyla ulaşmaktadır (alternatif olarak, ajanın, genel kullanımı bulunan bir aşı içine katılması verilebilir).

Biyolojik Silah olarak kullanılan ve hastalığa veya ölüme neden olan bir ajanın teşhisi, hastalık tablosunun geciktiği durumlarda haftalar, hatta aylar alabilmektedir. Örneğin, polio virüsünün Biyolojik Silah olarak kullanılmasının istendiği bir durumda, Polio Aşısı adı altında hazırlanan preparat, virüsün bilinen etkisiz hale getirilmediği bir aşı olacak; aşı, kullanıldığı ülkede, imkansızlıklar nedeniyle test edilmeden uygulamaya alındığı için hastalığın etkeni ve nereden kaynaklandığı bulunamayacaktır.

Biyolojik Silah olarak kullanımı düşünülen ajanların depolanması (bu ajanların çok düşük dozlarına ihtiyaç olması nedeniyle) oldukça basittir. Küçük bir odada yer alacak bir buzdolabı veya derindondurucu, işlem için yeterli malzeme olup, değişik cins ve etki-deki bir çok ajanın depolanmasına olanak tanıyabilmektedir. Biyolojik Silah olarak kullanılacak ajanlar, zor tesbit edildikleri ve uzun dönem etkiye sahip oldukları için, soğuk savaş döneminin ideal araçları kabul edilmektedirler. Biyolojik Silahlarla ilgili faaliyetlerin hangi ülkelere yapıldığının araştırılması ve denetimi, diğer silahlara göre en zor olanıdır. Özellikle toksinle-

rin ve biyokimyasal bir takım maddelerin yer aldığı üretim şekillerini denetlemede ortaya çıkan en büyük güçlük, bu maddelerin aynı zamanda temel araştırmalar için de (başarılı amaçlarla) üretilmeleridir. Burada, kriter olarak ele alınması gereken konular, toksin, patojen mikroorganizma veya biyokimyasal bir maddenin hangi miktarda ve nasıl üretildiği, stoklanma şekli vb. sorulara dayandırılmaktadır.

Biyolojik ajanların silah olarak kullanımını engelleyebilecek kesin bir yolun, ne günümüzde, ne de, gelecekte olmayacağı, uzmanlarca kabul edilen bir gerçektir. Bu nedenle, bu ajanların üretimi, geliştirilmesi, depolanması ve kullanımının yasaklanması konularının gündeme getirilerek tartışılması tek çözüm yolu olarak görülmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti'nin de taraf ülke olarak yer aldığı "Bakteriyolojik (Biyolojik) ve Toksin Yapıdaki Silahların İmalı, Geliştirilmesi ve Depolanmasını Yasaklayan ve İmhasını Söz Konusu Eden Konvansiyon" 26 Mart 1975 de uygulamaya koyulmuştur. Konvansiyonun hedefleri dört ana başlıkta toplanmaktadır: 1. Genel silahsızlanma (toplu yok etmeyi amaçlayan her tür biyolojik silahın imalı, depolanması ve imhası). 2. Bütün taraf ülkelerin toplanması. 3. Birleşmiş Milletler tarafından kınanma ve alınacak tedbirlerin görüşülmesi. 4. Milletlerarası güven artırıcı önlemlerin alınması.

Biyolojik Silah olarak kullanılabilen mikroorganizmaların (Bakteri, Virüs, Mantar ve Protozoa) ait olduğu risk grupları- (Export Administration Bulletin-1990) Risk Grubu 1. Normalde hastalık yapmadıkları bilinen ajanlar. Diğer gruplar arasında yer almayan tüm ajanlar (bakteri, mantar, parazit ve virüsler) burada yer almaktadır. Risk Grubu 2. Bu gruba ait mikroorganizmalar insan, hayvan veya bitkilerde hastalığa neden olabilen, ancak, sağlıklı laboratuvar çalışanlarına, topluma, damızlık ve tohumluk olarak kullanılan stoklara ve çevreye ciddi bir tehlike oluşturmadığı bilinen ajanlardan oluşmaktadır. Leishmania spp., Adenovirüsler (insana ait tüm tipler), Herpes virüsleri (Herpes simia dışındakiler), Kabakulak virüsü, Poliovirüs, Kuduz virüsünün bazı tiplerinin yer aldığı 43 tip organizma. Risk Grubu 3. Bu gruba ait mikroorganizmalar insan, hayvan veya bitkilerde ciddi hastalıklara neden olabilen, önemli ekonomik kayıplara yol açabilen; ancak, kişilerin birbirleriyle teması yoluyla yayılmayan ajanlardan oluşmaktadır. Escherichia coli (enteropatojenik tüm serotipler), Haemophilus influenzae, Neisseria gonorrhoeae, Brucella, Kuduz virüsü (sokak tipi), Sarı humma virüsünün arasında olduğu 51 tür organizma. Risk Grubu 4. Bu gruba ait mikroorganizmalar insan, hayvan veya bitkilerde çok ciddi, genellikle tedavisi mümkün olmayan hastalıkların etkeni olarak bilinen ajanlardan oluşmaktadır. Bu gruba ait ajanlar insandan insana veya insandan hayvana teması yoluyla bulaşabilmektedir. Su çiçeği, Sarı humma-sokak tipi virus gibi organizmaların yer aldığı 10 organizma.



Genlerin Mucizesi Biyoteknoloji

1953 yılında Watson ve Crick tarafından DNA'nın sarmal yapısının keşfi, dünyada yepyeni gelişmelerin başlangıcı oldu. DNA'nın çoğaltılması, genetik şifrelerin saptanması yoluyla artık canlıların yapılarında istenen değişiklikler yapılabiliyor. Tüm bunların sonucu olarak biyolojiye ait bilgilerin uygulandığı yeni bir alan açıldı. Biyoteknoloji...

FRANCIS BACON'dan sonra da birçok bilimadamı, önemli değişikliklere neden olan buluşlar yaptı. Bunlar arasında buhar makinesi, elektrik, nükleer enerji yer alır. Acaba biyoteknoloji de toplumda ve insanın yaşam koşullarında benzer etkilere neden olacak mı?

Canlıya ait her alanda yer edinmiş olan biyoteknoloji, moleküler biyoloji ve gen mühendisliğinden kaynaklanan çok geniş uygulama sahasına sahip bir bilim dalıdır ve en basit anlamda bir biyolojik sistemin öncü olarak kullanıldığı işlemleri içerir. Biyolojik sistem olarak bitki, hayvan dokuları veya mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Bunlar, doğrudan ürün olarak kullanılabilir gibi, bir ürün üretmede ya da üretilmesini sağlamada rol oynarlar.

Yeni gibi düşünülen biyoteknolojik uygulamaların temeli, 1950'lerden çok daha öncesine dayanmaktadır. 1800 yılından önce, geleneksel fermentasyon endüstrileriyle mayalama, peynir

yapımı gibi konularda, yöresel farklılıklar görülüyor olmasına karşın başarı elde ediliyordu. İşlemlerin kontrolleri ise genellikle yapılmıyordu. 19. yüzyıl, Pasteur'ün "biranın yol açtığı hastalıklar" ve birçok fermentasyonda mayaların işlevleri ve içerikleri konusundaki araştırmaları ile farkedilir gelişmelere sahne oldu. 1896'da Hansen, maya kültürlerini saflaştırarak kullanmaya başladı. Sirke, bundan 7 bin yıl önce Mezopotamya'da şaraptan bakteriler aracılığı ile üretilmekteydi. 19. yüzyılda sirke üretiminde yeni teknikler geliştirildi. Bu yüzyılın sonlarında, fermentasyonla elde edilen etanol motor yakıtı olarak kullanılmaya ve bakır filizleri mikrobiyal yolla filtrelendirilmeye başladı. Hoch'un insan hastalıklarında bakterilerin oynadığı rolü bulması, bağışıklık sisteminin anlaşılması ve koruyucu aşılar geliştirilmesi, tıp alanında mikrobiyolojinin gelişimi olmuştur.

Yüzyılımızın ilk yıllarında kanalizasyon pisliklerinin arındırılmasında, anaerobik sindirim yapan bitkiler kullanılmaya başlarken, Aspergil-

lus niger isimli mikroorganizma kullanılarak farklı bir yöntemle sitrik asit üretimi de söz konusu olmuştur. I. Dünya Savaşı, biyoteknolojik gelişim sürecine farklı bir boyut kazandırdı. *Saccharomyces cerevisiae*, fermentasyonla gliserol üretiminde kullanılmaya başlamıştır. Neuberger işlemleri diye bilinen bu yöntemle elde edilen gliserolden, nitrogliserin elde ediliyordu. Zeitzmann işlemleri olarak adlandırılan bir diğer yöntemde ise, *Clostridium* türleri dumansız barut üretiminde kullanılan aseton gibi çözücülerin üretimini sağlamıştır. Bundan yaklaşık 20 yıl sonraki, II. Dünya savaşı da bu alanda ilerlemeye katkıda bulunan ikinci etken oldu. En önemli uygulama, Penisilin'in enfeksiyöz hastalıkların tedavisinde kullanılan ilk antibiyotik olarak üretilmeye başlamış olmasıdır. Modern fermentasyon tekniklerinin gelişimi yine bu döneme rastlar. Bunu, Waksman'ın streptomisin üretimi konusundaki çalışması izlemiştir; kullanılan yöntem streptomisin yanısıra binlerce bileşenin üretiminde öncü olmuştur. 1940'larda sefalosporin antibiyotikler, bazı aminoasitler, nükleotidler, enzimler, vitaminler benzeri şekilde üretiliyordu. Ayrıca, bitki streoidlerinin memelilere ait hormonlara mikrobiyal dönüşümünün sağlanması, tıp alanında önemli ilerlemelere yol açmıştır. Sığırlarda ve insanlarda görülen verem hastalığına karşı etkili proteinlerin bulunmasıyla, ucuz yağ ve yağ ürünlerinin elde edilmesi, 1960'lı yıllara rastlar. Son 30 yıldır mikrobiyal biyoteknolojinin uygulama alanında fruktoz şuruplar, polisakkaritler (bakteriyel insektisitler gibi) yer almıştır. Hayvan ve bitki dokusuyla hücrelerinin kullanımı ise ayrı bir konudur. Birçok ilaç, enzim, besin renklendiricisi ve tatlandırıcısı, doğrudan hasadı yapılmış bitkilerden elde edilmektedir. Kesilmiş hayvanlar, insülin gibi ilaçların elde edilmesinde kullanılıyorlar. İnsan kanı pıhtılaşma faktörü VIII, serum albüminin; hipofiz bezi, büyüme hormonlarının; ürin, pıhtılaşmayı önleyici enzim ürokina-

zin üretiminde yer alır.

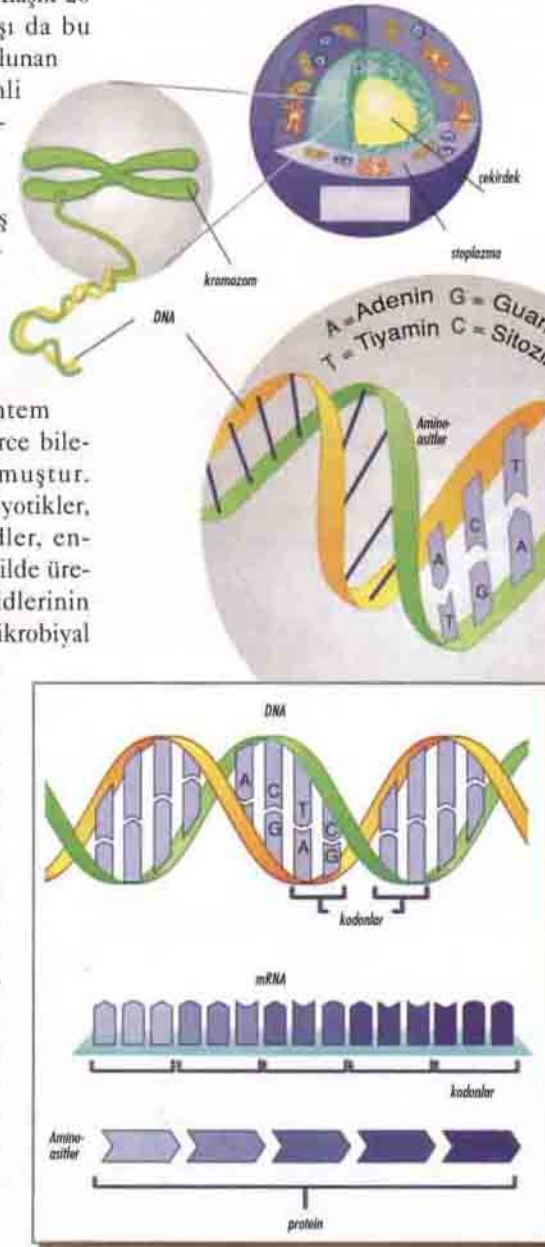
Bakterideki birçok sistem, 1970'lerin başlarında tanımlanmıştır. Çok kısa bir zaman sonra Milstein ve Kohler'in hybridoma (antikor üreten lenfositlerle, olumsuz ve salgılama özelliğine sahip kanser hücrelerinin birleştirilmesi sonucu elde edilmiş melez hücreler) oluşumu konusundaki uygulamalar başladı.



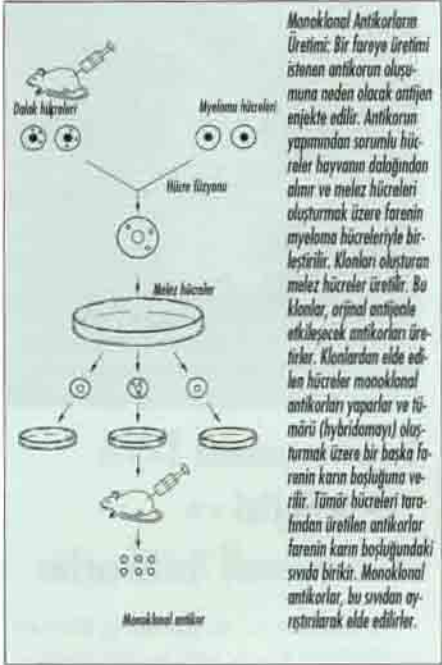
Rekombinant DNA Teknolojisi ve Monoklonal Antikorlar

Bitkilerin ve hayvanların fiziksel özelliklerini önceki nesillerden aldıkları, 100 yıldan uzun bir süredir biliniyor. Bu canlılardaki hücre elemanlarından çekirdek, deoksiribonükleik asit (DNA)'ten oluşan kromozomları içermektedir.

DNA, 4 tip kimyasal birimden oluşmaktadır (adenin, guanin sitozin, tiyamin). Bu birimler, gelişigüzel olduğu düşünülen bir dizilim gösterirler. Ancak bu dizilim, genetik şifreyi belirleyici bir özellik taşıyor. Böylece proteinlerin yapısı olan aminoasitlerin yapımı sağlanır. Hücrede genler, genetik şifrenin protein yapımını kodlayan kısmını oluştururlar. Şifrenin diğer kısımları, genin okunmasını sağlayan kontrol birimlerini içerir. Genetik mühendisliği ise, çeşitlilik gösteren tekniklerle, bir hücreden genin alınarak diğerine yerleştirilmesiyle ilgilenir. Hücrelerden biri bitki, diğeri hayvan veya bir mikroorganizma olabilir. Böylece doğada daha önce hiç bulunmayan gen bileşimleri üretilebilmektedir. Genin yeni bir hücreye girişiyle hücrenin işlevi artabilir, değişebilir veya salgıladığı kimyasal maddeler farklılaşabilir. Bu işlemler, Rekombinant DNA Teknolojisi'nin çalışma alanına girer. Genetik mühendisliği, bugünkü modern biyoteknolojinin temelini oluşturur, ancak hiçbir zaman biyoteknoloji olarak değerlendirilemez. Genetik mühendisliği ile elde edilen bilgiler, ürün veya ürün olarak kullanılacak maddelerin üretilebilmelerinden sorumlu yapıların eldesinde kullanılırken; bu ürünler



Her hayvan ve bitki hücrenin çekirdeği DNA'dan oluşan kromozomları içerir. DNA parçacıkları genleri oluşturur. Protein yapımı için gerekli genetik şifre genler tarafından kodlanır. Genetik şifre, DNA'daki 4 kimyasal birimle belirli proteinleri oluşturan aminoasit dizilimi arasındaki bağlantıyı açıklar. DNA'daki her bir kodon bir aminoasiti şifreler. Taşıyıcı ribonükleik asit (tRNA) bu genetik bilgiyi çekirdekteki sitoplazmanın protein yapımından sorumlu bölgesine taşır.



veya bileşenler biyoteknolojik işlemlerle güncel hayatın bir parçası olur. Örneğin, normalde insanın barsak florasında yaşayan *E. coli*'ye insülin üretecek özelliklerin kazandırılması genetik mühendisliği ile sağlanırken; insülinin saflaştırılması, gerekli kontrollerinin yapılarak ilaç formuna sokulması da biyoteknolojinin çalışma alanında yer alır. Bu anlamda biyoteknoloji, genetik mühendisliğinin de içinde olduğu bir alan olarak değerlendirilmelidir.

Monoklonal antikor üretimi de geniş kullanımlarıyla biyoteknolojik uygulamalarda önemli bir yere sahiptir. Antikorlar, vücudun savunma mekanizmasının, yani bağışıklık sisteminin bir parçasıdır. Vücutta yabancı bir maddenin (antijenin) varlığında, bağışıklık sisteminin uyarılması sonucu, yine bu sistemde yer alan B lenfositle-

ri tarafından yapılır. Antikorlar, kendilerine özgü antijene bağlanarak onları etkisiz hale getirme özelliğine sahiptirler. Vücuda giren her bir antijene karşı ayrı bir antikor üretilir. B-lenfositleri tarafından üretilen antikor sayısının 10 milyon olduğu saptanmıştır. Bu 10 milyon antikorun dışında yeni antikorların üretilmesi de antijenin vücuda girmesini takip eden birkaç günü gerektirir. Biyoteknoloji, istenen antikorların üretimine de olanak sağlayan bir alandır. Burada antikorlar genellikle, antijenin hayvana enjekte edilmesi ve buna tepki olarak hayvanın kanında oluşan antikorların alınmasıyla elde edilebilmektedir. Bu yöntemin dışında antikor yapımında bitkilerin veya mikroorganizmaların kullanılabileceği iki yöntem üzerinde çalışılıyor. Monoklonal antikor adı verilen

Biyoteknolojinin Temelinde Bulunan Disiplinler

Vasif Hasirci
ODTÜ Biyoloji Bölümü

Canlı dünyasıyla ilgili bilgilerimiz son kırk yıldır hızlı bir artış göstermiştir. Modern biyoteknolojinin ortaya çıkmasında en önemli faktör, hücrelerin yapı ve işlevleri, genetik bilgiyi koruma ve aktarma yöntemleri ve kimyasal ve fiziksel sinyallere tepki verme biçimleri üzerinde gittikçe artan bilgi birikimimiz olmuştur. Bu bilgiler ise varlıklarını, temel disiplinler olarak organik ve fizikokimya, moleküler biyoloji, hücre biyolojisi, mikrobiyoloji, genetik, biyokimya ile işlem mühendisliğine borçludur.

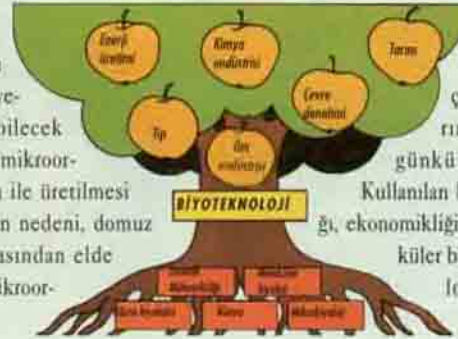
Bunların arasında mikrobiyoloji, klasik biyoteknolojinin ortaya çıkmasındaki rolüyle bu bilgi birikimine yoğun katkısı olmuş bir bilim dalıdır. Mikroorganizmaların çeşitli ortamlarda gösterebildikleri uyum, ya da başka bir deyişle çok zor ortam koşullarında bile aktivitesini sürdürmeyi başarabilen mikroorganizmaların varlığı, mikrobiyolojiyi bu uygulamalarda öne çıkarmaktadır. Örneğin, kömürün kökürdünü metabolize edebilen bir mikroorganizmadan temiz kömür elde edilmesinde yararlanılması, sadece doğal olarak bulunan mikroorganizmaları zenginleştirmekle bile sağlanabilir. Mikrobiyoloji ve genetik mühendislik yöntemlerinin kullanılmasıyla mikroorganizmaların bu yeteneklerinin artırılabilmesi, mikroorganizma kullanılan süreçleri çok daha verimli hale getirmektedir. Yine mikroorganizmaların kolay ve çabuk üremelerinden yararlanarak, gen aktarımı yöntemleriyle belli özellikleri taşımalarını sağlayarak çeşitli işlemler çok daha verimli hale getirilebilir.

mektedir. Örneğin, insülinin domuz ya da dana pankreası yerine insülin üretebilecek hale dönüştürülen mikroorganizmalar aracılığı ile üretilmesi tercih edilir. Bunun nedeni, domuz veya dana pankreasından elde edilen tersine, mikroorganizma aracılığı ile

elde edilen insülinle insan insülini arasında fark olmamasıdır. Burada yararlanılan temel disiplinler mikrobiyoloji, genetik, hücre biyolojisi ve biyokimyadır.

Bu disiplinlerin ortak çalışmaları ile elde edilen veriler değerlendirilir ve genetik yolla çok zor koşullara bile dirençli bitki ve mikroorganizmalar üretilmiştir. Bunlar birçok ağın temizlenmesinde rol aldığı gibi az bulunur, değerli kimyasalların artan miktarlarda üretimini de sağlar.

Enzimlerin özellikle biyosensör ve biyokatalizör olarak kullanımları ise, kimyasal araştırmaların ve işlem mühendisliğinin katkıları sonucu gelişmiştir. Enzimlerin aktivitelerinin ölçümüyle işlev görebilecekleri formlara sokulmaları fizikokimya ve organik kimyanın sayesinde gerçekleşir. Böylece enzimler, biyoreaktörlerde bir kimyasal maddeyi ya da karışımı yüksek saflıkla çok değerli başka maddelere çevirme ve bunun sonucunda ortamdaki kolaylıkla uzaklaştırılarak temizlenip yeniden kullanılabilirler. Kontrollü ilaç salım sistemleri



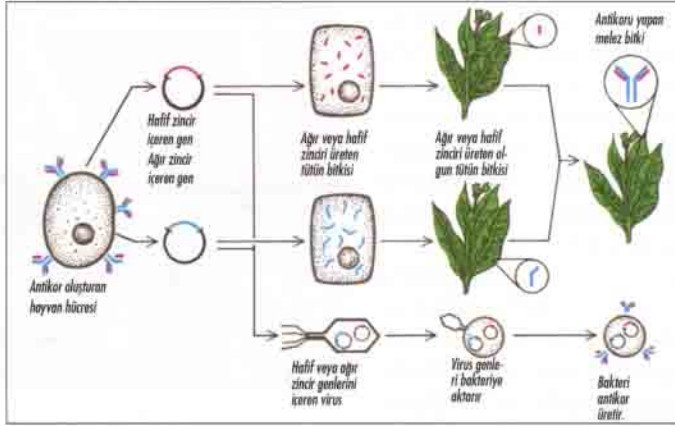
ve ilaç hedefleme de yine biyoteknolojinin çeşitli temel bilim dallarından yararlanarak bu günkü durumuna gelmiştir.

Kullanılan biyoaktif ajanların saflığı, ekonomikliği ya da varlığı bir moleküler biyolojik veya mikrobiyolojik süreçle bağlıdır. Bunların, vücudun istenen bölgeleri-

ne doğru hedeflenebilmesi, hedeflemeyi sağlayan grupların biyoaktif ajana bağlanmasını gerektirir.

Mikroorganizmaların üretimde kullanılabilmeleri ise normal kimyasal üretime yakın boyutlardaki reaktörlerde gerçekleştirilir. Bu aşamada, ısı ve kütle transferi, direnç, sürtünme, ısıtma, havalandırma ya da oksijenlendirme, pH ve ısı kontrolü, ürünün ve biyokatalizörün (mikroorganizma) ortamdaki ayrılıp temizlenmesi, işlem mühendisliği yöntemleriyle gerçekleştirilir. Burada da mikroorganizmanın aktivitesini ve genetik yapısını koruması, bunun saptanması, eğer enzim kullanılmışsa enzimin aktivitesinin belirlenmesi ve korunması, mikrobiyoloji, enzim kimyası ve biyokimyasal yöntemlerle gerçekleştirilir. Görüldüğü üzere herhangi bir biyoteknolojik gelişme, çeşitli temel bilim ve mühendislik alanlarının katkılarıyla ortaya çıkar. Yine bu disiplinler, biyoteknolojinin uygulamaya geçişi, işlemlerin kontrolü ve en iyi şekilde uygulanmasında gereken katkıları yaparlar.

Antikorları oluşturan ağır (mavi) ve hafif (kırmızı) zincirler ayrı genler tarafından kodlanır. İlk yöntemde ağır ve hafif zincirler ayrı ayrı tütün bitkisine transfer edilir. Bu bitkilerin hücreleri de, zinciri üretmeye başlar. Eğer ağır zincir üreten bir bitki, hafif zincir üretenle melezleştirilirse elde edilen bitki, 1/4 ihtimali ile her iki zinciri içeren, antikor olarak tanımlanabilecek protein yapısındaki maddeyi üretir. İkinci bir yöntem ise, virüsler tarafından milyonlarca sayıda yayılabilen zincirlere ait genlerin bakterilere aktarılmasıdır. Sonuçta bu antikorlar bakteri tarafından üretilebilir.



bu yapılar, başta aşı üretimi olmak üzere bazı hastalıkların tanısında kullanılmaktadırlar.

Tıpta Biyoteknoloji

Bazı hastalıklar anne ve babanın biri veya her ikisinin hatalı bir gen taşıması nedeniyle nesilden nesile iletilmektedir. Bu genetik hastalıklar, hatalı genin tespiti ve tedavisiyle ortadan kalkabilecektir. Bu amaçla 1987 yılında başlanan HUGO projesiyle ABD'de 2000 araştırmacı, insan genomunda bulunan ve sayılarının 100 000 olduğu tahmin edilen genlerin dizi analizlerinin yapılması ve genom üzerindeki fiziksel konumlarının tespiti için çalışıyorlar. Bu amaçla kullanılan cihazlardan biri, dergimizin Ağustos sayısında yer verdiğimiz taramalı tünel mikroskoplarıdır. Genetik hastalıkların tedavisinden önce, hastalığın daha embriyo iken saptanması, hastalığı daha erken bir aşamada engelleyecektir. Bir test tüpüne yerleştirilen sperm ve yumurtanın oluşturacağı embriyonun içerdiği hatalı genler, embriyo henüz iki günlükken (sadece 8 hücreden oluşur) belirlenebilir. Elde edilen sonuçlara göre embriyonun, annesinin rahmine yerleştirilip yerleştirilmeyeceğine karar verilir. Bu yöntemle embriyonun cinsiyeti de belirlenebilir. Hatalı genlerin yerine ha-

talı olmayanların yerleştirilmesi ise amaçlanan tedavi yöntemidir. Genetik terapi olarak adlandırılan bu yöntemle, tedavi edilmeye çalışılan ilk hastalık, adenoazin deaminaz (ADA) eksikliğidir. Bir enzim olan ADA'nın hücrelerce yapılmaması veya hasara uğratılması sonucu kemik iliği, sağlıklı beyaz kan hücrelerini üretmez ve kişi enfeksiyonlara karşı korumasız hale gelir. Tedavi edilmediği takdirde kişinin ölümü söz konusudur.

Bu hastalık için geliştirilmiş genetik terapi ise şöyledir: Hastadan kemik iliği örneği alınır; ADA geninin insandan alınan sağlıklı bir kopyası retroviruse yerleştirilir. ADA geni taşıyan retrovirus aracılığıyla ADA geni, hastadan alınan kemik iliğinin ADA yapımından sorumlu hücrelerine geçer. Bunlar tekrar hastaya yerleştirilir ve büyüyerek beyaz kan hücresi kaynağı olurlar.

Genetik terapi için kullanılan ikinci yöntemde, hücreleri almaya ve geri yerleştirmeye gerek yoktur. Kistik fibrosis adı verilen hastalığın tedavisi bu şekilde yapılır. Bu hastalık, kişideki genetik bozukluk sonucu akciğerlerde klorür iyon kanallarını oluşturan bir proteinin üretilmemesine neden olur. Bu protein yokluğunda, hastalar akciğerde küçük kanalları etkisiz kılan çok miktarda, yoğunluğu yüksek bir mukus salgılar; böylece göğüs enfeksiyonları

na neden olur. Bu enfeksiyonlar, kistik fibrozisli hastaların büyük oranda ölümüne neden olur. Bu hastalığın tedavisi için bilimadamları, akciğerin yüzeyindeki salgı hücrelerine yeni bir gen yerleştirilmesi üzerinde çalışıyorlar. Şu anda geni, aerosol bir spreyle yerleştirme amacındalar. Aerosol spreyn hasta tarafından solunmasıyla genler, akciğer hücreleri ile iletişime geçecekler; bu hücrelere geçerek gerekli proteinin yapımını sağlayacaklar. Üçüncü bir genetik terapi yöntemi ise, vücudun tüm hücrelerine genin yollanması ve kontrol birimleri sayesinde sadece hedef hücrelerdeki genlerin etkileneceğidir. Bu yöntemin en etkili uygulama alanı, deri kanseri (melanoma)'nın Monoklonal antikor(MCA)larla tedavisidir.

MCA'ların tıpta birdiğer kullanımı kanser tanısındadır. Kanser tedavisinde kullanılan ilaçların ve radyasyonun aksine MCA'lar, kanser hücrelerini ayırt edebildikleri için melanomanın yanı sıra akciğer, karaciğer kanserleri, lenfoma gibi kanser türlerinde de tam amaçlı olarak kullanılmaktadırlar. Özellikle ayır-



tedilmesi güç olan lösemi ve lenfoma, T ve B hücre kanserlerinin tanısında önemli yer tutar. Akciğer, meme, kolon ve rektum kanserleri gibi karsinomaların tanısı da yine MCA'lar aracılığıyla yapılmaktadır. MAC'lar kanser hücreleri tarafından salınan maddelerin, tümörden alınan örneklerin ve kanın araştırılmasına olanak sağlarlar. Örneğin, hamilelerin idrarında, plasenta tarafın-

dan salınan chorionik gonadotropin adı verilen bir hormon bulunur. MCA'lar, bu hormonu, idrarda belirleyici bir etken olarak, bir ya da iki haftalıktan daha önce, hamileliğin tanısına olanak sağlar. Ayrıca gonore ve klamidy enfeksiyonları gibi cinsel yolla bulaşan hastalıkların tanısında da kullanılırlar. Böbrek nakli başta olmak üzere birçok organ naklinde yabancı dokunun reddinin engellenmesi, yine MCA'larla söz konusu olur. Bunların dışında kişinin karşılaşılabileceği hastalıkların tespit edilmesi de olası. Örneğin, kanda laktat dehidrogenaz enzi-

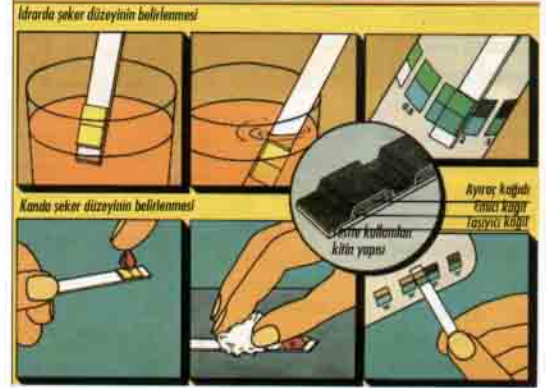


minin düzeyi arttığında kalp krizi geçirme riski artar. Bu enzimin miktarında tespit edilecek bir artış, kişiyi bu krizden koruma olanağı sağlayacaktır.

Eczacılıkta Biyoteknoloji

Genetik mühendislik teknolojisinin gelişimi, ilaç endüstrisinde bir devrim oldu. Eczacıların biyoteknolojik çalışmalarındaki işlevi, genellikle elde edilen ürünlerin formülasyonu üzerindedir. Formülasyon aşamasında ilacın barsak, dil, burun boşluğu gibi yerlerden absorp-

siyonu, vücutta gösterdiği dağılım (farmakokinetik ve farmakodinamik), saklama sırasında stabilitenin sağlanması, dikkat edilen temel öğelerdir. Bu çalışmalar, biyoteknoloji kullanılarak gerçekleştirildiğinde ise kontrollü ilaç salım sistemleri, polipeptit, protein ve diğer biyoaktif ajanların yer aldığı ilaç hedeflemesi sözkonusu olmuştur. Kontrollü ilaç salım sistemleri ve hedefleme, temelde kimyasal yolla sentezlenmesi güç olan yapıları gerektirdiği için, biyoteknolojik yöntemlere başvurulmuş bir



alan haline gelmiştir. Bu sistemler ayrıca, eczacılıkta kozmetik alanında da önemli yere sahiptirler.

Bitki Biyoteknolojisi

Selim Çetiner
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Yüzyılımızda klasik biyoteknolojik yöntemlerle elde edilen yeni çeşitler, bitkisel üretimin önemli düzeyde artırılmasını sağlamıştır. Tarım alanlarını genişletmenin zor olduğu günümüzde, birim alandan daha fazla ürün almak ve maliyeti düşürmek, aynı zamanda da kaliteyi yükseltmek, nüfusu hızla artan insanlığın beslenmesi açısından önem taşımaktadır. Bu konuda biyoteknolojik uygulamalar büyük kolaylık sağlayabilmektedir. Bitki biyoteknolojisi alanındaki çalışmalar, doku kültürü ve genetik mühendisliği (rekombinant DNA) teknikleri olmak üzere iki ana grup altında değerlendirilebilir. Yıllardır hastalıklardan arındırılmış bitkilerin ticari üretiminde meristem kültürü ve mikro-çoğaltma tekniklerinin yanında, protoplast kültürü, somaklonal varyasyon ve haploidy tekniği gibi klasik biyoteknoloji alanına ait yöntemler kullanılmaktadır. Ancak günümüzde, tarımsal üretimin artırılmasında en çok kullanılan modern biyoteknolojik yöntemler arasında genetik mühendisliği ya da "rekombinant DNA" teknikleri yer alır. Bunun nedeni, özellikle bitki ıslahı alanında yapılan çalışmaların iyimser beklentilere yanıt veremeyişlerinin yanında, genetik mühendisliğinin de biyolojik sistemlerin daha iyi anlaşılmasında yeni olanaklar sunmasıdır.

Bitkilerde genetik mühendisliği çalışmaları iki aşamada gerçekleştirilir. Çoğunluğu moleküler düzeyde yürütülen birinci aşamada, bitkiye aktarılması istenen özelliğe ait gen veya genlerin saptanması, bunların izole edilmeleri, bitki hücre mekanizması tarafından değerlendirilecek hale getirilmeleri ve bitki hücrelerine aktarılması



Domates bitkisine Botulinum endotoksin geni aktarılmasıyla domatesler Heliothis armigera'ya karşı dayanıklılık kazanıyor.

gerçekleştirilir. İkinci aşamada ise, doku kültürü yöntemlerinden yararlanarak gen veya genlerin aktarılmış olduğu hücre veya hücrelerden yeni bitkiler elde (rejenera) edilir.

Bitki ıslahında genetik mühendisliğinin sağladığı en büyük avantaj, melezlemelerde karşılaşılan genetik farklılık ya da uyumsuzluk engelini ortadan kalkmasıdır. Öyle ki, farklı bitkilerden gen aktarmanın ötesinde böcek ve balık gibi farklı organizmalardan bile genlerin alınarak istenilen bitkilere aktarılması söz konusu olabilmektedir. Ancak burada, bitki hücresine özgü mekanizmanın, söz konusu genlerden etkin olarak yararlanabilmesi için bitkiye özgü promotörlerin eklenmesi, kodon (şifre) kullanımı vb. değişikliklerin yapılması gerekir. Nitekim, genetik mühendisliği teknikleri kullanılarak yapılan bu değişiklikler sonucu çok olumlu sonuçlar alınmaya başlanmıştır. Bunun en önemli örneklerinden birisi, Bacillus thuringiensis endotoksin geni aktarılan pamuk ve domates bitkilerinin bazı zararlı böceklerle karşı dayanıklılık kazanmış olmalarıdır. Yine, domates mozayik virüsüne ait kılıf proteinini şifreleyen genlerin aktarılması ile sağlanan 'çapraz korunma' (cross protection), bu virüse dayanıklı domates çeşitlerinin elde edilmesini sağlamıştır. Geçtiğimiz Haziran ayında ABD'de pazara sunulan ilk gen aktarılmış bitki olan 'FLAVR SAVR' domatesinde ise, meyvelerde yumuşamaya neden olan enzi-

min sentezi engellenerek, tam olgunlaştıktan sonra hasat edilmelerine rağmen, domateslere daha uzun pazar ömrü kazandırılmıştır. Laboratuvarımızda devam eden araştırmalardan birisi, Hyalophora cecropia adlı bir tip ipek böceğinden izole edilen antibakteriyel genlerin, çeşitli değişikliklerden sonra bitkilere aktararak, özellikle bakteriyel hastalıklara dayanıklı bitkiler elde edilmesinde kullanılabileceği konusundadır. Diğer bir araştırmada da sentetik olarak laboratuvar ortamında yapılan ve elzem aminoasitleri şifreleyen bir genin aktarılmasıyla bitkilerdeki protein kalitesinin artırılması amaçlanmaktadır. Yabancı otlarla savaşta kullanılan herbisitlere dayanıklı kültür bitkilerinin geliştirilmesi de üzerinde en fazla çalışılan konulardan birisidir.

Bu örnekleri çoğaltmak mümkündür. Ancak, aşırı iyimser beklentiler yerine, genetik mühendisliği yöntemlerinin henüz yetersiz olan yönlerini de anımsatmak, daha gerçekçi bir yaklaşımla sorunlara çözüm aramada ve hedefleri doğru saptamada yardımcı olacaktır. Bitkilerde genetik mühendisliği çalışmalarının uygulanma alanını sınırlayan etmenlerden belki de en önemlisi, özellikle nicel özelliklerin, birden fazla gen veya gen grupları tarafından belirleniyor olmasıdır. Bu durum, öncelikle söz konusu genlerin belirlenmelerini ve izole edilmelerini zorunlu kılmaktadır ki bu, uzun yıllar süren pahalı bir ekip çalışmasını gerektirmektedir.

Özetle, henüz emekleme aşamasında olmasına karşın modern biyoteknolojik yöntemler, yüksek verimli ve üstün nitelikli bitkilerin geliştirilmesinde ve çoğaltılmasında önemli olanaklar sunmaktadır. Ancak, bu potansiyelin tam olarak değerlendirilebilmesi için araştırmalara gereksinim vardır. Bu nedenle, ülkemizde de bitki biyoteknolojisine yönelik çalışmaların yapılabilmesi için temel araştırmalara yönelik eğitimin ve bu yöndeki araştırmaların desteklenmesi, öncelikle ele alınmalıdır.

Rekombinant DNA teknolojisi ile üretilen ilk grup ürün, insanda doğal olarak yapılan bileşenlerdir. Bu maddelerin vücutta yetersiz üretilmeleri nedeniyle tedavide dışarıdan verilmeleri söz konusudur. Bu grup, şu anda kullanımda olan insülin gibi ürünlerin yanısıra, henüz geliştirilmiş veya geliştirilmekte olan ürünleri de içermektedir. Bu grupta yer alan büyüme faktörleri, yaraların iyileşme sürecinde rol oynamaktadır. Kan yapımından sorumlu eritropoitein isimli hormon da eksikliği durumunda dışarıdan verilir. Eritropoitein'in sentetik bir benzeri, protein mühendisliği ile geliştirilmektedir.

2. grup, tedavi amacıyla belli dozlar da kullanılan ürünlerdir. Bu grupta yer alan interlökinler, hematologlar ve immünologlar açısından önem taşır. Otoimmün hastalıklarla, enfeksiyöz hastalıkların, bağışıklık sistemi yetersizliklerinin ve habis tümörlerin tedavisinde kullanılırlar. Organ naklinde, virüs kaynaklı hastalıkların tedavisinde kullanılan interferonlar da yine bu grupta yer almaktadırlar. Rekombinant DNA teknolojisi, proteinlerin yapımının ötesinde, biyokimyasal işlevlerin araştırılmasına da araç olur. Örneğin, kan veya idrar şekere düzeyinin belirlenmesinde bu amaçla üretilmiş enzimlerin kullanıldığı kitlerden yararlanılır. Burada biyoteknoloji, protein yapısındaki enzimlerin üretiminde rol oynar.

3. grupta nükleik asitlere, karbohidratlara ve lipidlere dayalı olan ilaçlar yer alır. Tedavi açısından önemli birçok protein, karbohidratlara bağlanan glikoproteinler ve polipeptitlerdir. Virüslerin, parazitlerin, bakterilerin ve bakteriyel toksinlerin enfeksiyona neden olan zararlı etkilerini göstermesinde çoğunlukla hücre yüzeyinde bulunan glikoproteinler rol oynar. Enfeksiyon etkenlerinin bağlanacağı glikoproteinler, hücre yüzeyindekiler değil de hastaya dışarıdan ilaç şeklinde verilecek karbohidrat yapısındaki bileşikler olursa; neden olacakları zararlı etki de ortadan kalkacaktır. Lipid kaynaklı biyoteknolojik ürünlerdeki gelişim de, lipidlerin hücresel işlemlerde düzenleyici etkilerinin anlaşılmasıyla başlamıştır. Eczacılık açısından biyoteknolojinin uygulandığı



Koyunlardan yün eldesi maksadına mikrobiyal organizmalar aracılığıyla sağlanıyor.

en önemli ürünler antibiyotiklerdir. Antibiyotiklerden ise ilk olarak penisilinler üretilmiştir. Bu grubun üretimi, klasik biyoteknolojik dönem diye adlandırılan döneme rastlar. Piyasada, eczacılık alanında yer alan modern biyoteknolojinin ilk ürünü, 1982 yılında insan insülini olmuştur. Bunu, 3 yıl sonra büyüme hormonları izledi. 1988 - 1991 yılları arasındaki dönemde ise biyoteknolojik ürünlerde % 63 lük bir artış görülmüştür. Bugün piyasada 58 firmanın ürününün bulunmasına karşılık, 200 firmada henüz klinik uygulamaya girmemiş 1000 ilaç üzerinde çalışıldığı bilinmektedir.

Tarımda Biyoteknoloji

Dünyada nüfus artışı bugünkü hızıyla devam ettiği sürece besin kıtlığının yaşanabileceği, bilimadamlarınca kabul ediliyor. Buna çözüm olarak

da tarımdaki biyoteknolojik uygulamalar gösteriliyor. Tarımda biyoteknoloji alanında bitki üretimi veya bitkilerin hastalıklardan korunmasına yönelik çalışmalar sürdürülüyor.

Bitki üretimi konusundaki uygulamalar, bitkiyi daha verimli hale getirmenin yanısıra, besin içeriğinde değişikliğin

yapılmasına da olanak sağlar. Örneğin baklagillere, rhizobia ile simbiyoz yaşamda daha verimli olacakları genlerin aktarımı yapılmıştır. Mycorrhiaze adı verilen mikroorganizma, bitkinin kök faaliyetlerini geliştirerek büyümesini hızlandırır. Bitkinin büyümesini artırmanın bir diğer yolu da bitkinin köklerinde, açıkta kalan kısımlarında rizosferde (bit-



Ateşböceğinden izole edilmiş bir enzime ait genin aktarıldığı tütün bitkisinin ışıktaki ve karanlıktaki görüntüsü.

ki-kök sisteminin hemen yakınındaki toprak kısmı) bulunan mikroorganizmaların azaltılmasıdır. Bu mikroorganizmalar, bitkinin su ve besin alımını, kök ve yapraklarının büyümesini, bitkinin don gibi dış etkenlere karşı dayanıklılığını artırır. Ayrıca, gen aktarımı sonucu bitki üretimi hızlandırılabilir.

Bitki üretiminde bitkinin besin içeriğinin değiştirilmesi günümüzde olası. Baklagillerde proteinin yapıtaşı aminoasitlerden lizin miktarının artırılması, bitkinin besin zehirlenmesine neden olan faktörlerden arındırılması söz konusudur.

Bitkilerin korunmasına yönelik çalışmalar, bitki hastalıklarının moleküler yöntemlerle erken tanısı ve bitki hastalıklarına karşı çapraz korunma sağlanması amacıyla rekombinant viral aşılarda kullanılması yönündedir. Bunun yanında monokotiledone ve dikotiledone bitkilerin genetik karakterlerinde yapılan değişikliklerle herbisitlere (yabancı ot öldürücü ilaçlar) ve zararlılarla karşı direnç kazandırılmaktadır. Böylece daha az herbisit ve pes-



tisit kullanılacak; bunların çevreye ve insana olan zararları azaltılırken, zararlıların pestisitlere karşı direnç kazanmaları yavaşlayacaktır. Hayvancılıkta biyoteknolojik uygulamalar, hayvanın sağlığının korunmasına ya da veriminin artırılmasına yöneliktir. DNA ve MCA'lar aracılığıyla hastalıkların erken tanısı ve tedavisi yapılabilmektedir. Hastalıklara karşı rekombinant viral aşılardan kullanımı yaygındır. Verimin artırılmasına yönelik çalışmalar ya embriyo ya da doğrudan transgenik olarak adlandırılan hayvanlar üzerinde yapılmaktadır. Sazan balığına iki ayrı genin aktarılması ile soğuk sulara dayanıklı ve oldukça büyük popülasyonlar elde edildi. Aktarılan genin biri büyüme hormonuna, diğeri donmayı önleyici bir proteine aitti. Araştırmacılar transgenik koyundan bir karaciğer hastalığı (hereditary hereditör emphysema)'nın tedavisinde kullanılan ve laboratuvar koşullarında üretimi oldukça pahalı olan antitripsin isimli proteini elde ediyorlar. Koyuna α -1-antitripsine ait insan geni aktarılmış ve böylece koyunun sütünde bu proteinin bulunması sağlanmıştır. Protein, süttten ayrıştırılarak kullanılmaktadır. Ayrıca bu süttün verildiği kuzuların da karaciğer hastalıklarına yakalanma riski azalmaktadır.

Biyoteknolojinin mikrobiyolojik yöntemlere dayalı diğer bir uygulama alanı, hayvanların beslenmelerinde yem maddelerinin kullanılabilirliğinin artırılmasına yöneliktir. Selüloz miktarı yüksek, selüloz-hemiselüloz-lignin kompleksine sahip bitkisel üretim atıklarının çiftlik hayvanlarının sindirim sistemlerinde net kullanım yüz-



Petunya geni ile mavi renkli gül yetiştirilmesi.

delerinin artırılması hedeflenir. Böylece çevrede birikerek kirliliğe neden olacak selülozun enerji olarak değerlendirilmesi söz konusu olur. Çeşitli kaba yemler, uygun ko-

şullar altında küf mantarlarıyla işlendikten sonra hayvanlara verilir. Bu işlem, bitki hücre duvarının yıkımına neden olacağından, hayvanın besin maddesinden daha iyi yararlanması sağlanır.

Enerji Sağlamada Biyoteknoloji

Enerji sağlanmasına yönelik çalışmalar 3 ayrı konudadır: Sıvı yakıt olarak kullanılacak etanol üretimi, gaz halindeki yakıt olarak metan üretimi ve petrol sahalarındaki yağ ve gaz miktarlarını artıracak mikroorganizmaların veya mikrobiyal ürünlerin kullanımı. Yakıt alkol (etanol gibi) üretimi için uygun bitkiler, şeker kamışı ve mısırdır. Nişastalı veya selülozik atıkların fermentasyonla yakıt alcole dönüştürülmesi, atıkların değerlendirilmesinin yanı sıra, enerji üretimi bakımından da önem taşır. Biyogazlar (metan gibi), göl ve nehirlerde endüstriyel atıkların işlenmesiyle elde edilir. Geleneksel yöntemlerin kullanıldığı petrol kuyularında, petrol kaybının engellenmesinde mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Ayrıca, petrolün saflaştırılmasında, kömürün kükürttten arındırılmasında, kömürün gaz ve sıvı yakıtlara dönüştürülmesinde yine biyolojik sistemler kullanılır. Etanol ve organik asitler önemli endüstriyel kimyasallardır. Birçok organik asidin üretimi fermentasyonla yapılır. Kimyasal yolla sentezi güç ve oldukça pahalı olan polisakkaritler, mikrobiyal yolla kolayca elde edilebilir.

Çevre ve Biyoteknoloji

Tarım alanında zararlılara karşı dirençli bitkilerin geliştirilmesiyle pestisit kullanımını azalmıştır. Ancak, pestisitlerin birikme özellikleri, bu maddelerin uygulandıktan sonra yok edilmesini gerekli kılmaktadır. Bu amaçla pestisitleri ortadan kaldıracak maddeleri salgılayan mikroorganizmalar geliştirilmiştir. Tarım alanında, yine sığır yetiştirilmesi sırasında açığa çıkan atıklara, yakıt olarak kullanılabilecek metan oluşturmak üzere anaerobik



fermentasyon uygulanabilir. Endüstriyel atıkların temizlenmesi, biyolojik tekniklerle gerçekleştirilmektedir. Çevre konusundaki araştırmaların bir diğer yönü ise, atık suların anaerobik mikroorganizmalar aracılığı ile değerlendirilmesidir.

Bu alanların dışında da istenen özelliklere sahip, daha önceden hiç bulunmayan malzemeler üretilmektedir. Sulu ortamda kullanılabilen yapıştırıcılar, biyoseramikler, bu maddelere örnek olarak verilebilir. Ayrıca deri, damar, kemik ve kırıldık gibi hücrelerin işlevlerini üstlenecek canlı ve cansız yapay organların yapımına çalışılıyor.

Biyoteknoloji ve Etik

Görüldüğü gibi biyoteknoloji, birçok alanda hayatın bir parçası haline gelmiş durumda. Bugünkü gelişimiyle insanın doğaya müdahalesini kolaylaştırıyor. Doğaya hükmetme, yararlı yönlerde kullanıldığı sürece sorun yaratmayacaktır. Peki suistimali söz konusu olduğunda... Dünya'da bu konuda ciddi düzenlemelere gidilmektedir. Örneğin, Hitlerin "Üstün insan"



projesi benzeri uygulamalar engellenmelidir.

Tıp alanında embriyonun fiziksel özelliklerine, cinsiyetine müdahale etmek yerine, sadece genetik hastalıkların saptanmasına yönelmek doğru olacaktır. Genetik hastalığın varlığında bile embriyonun yaşamasına ilişkin karar, ebeveynlere bırakılmalıdır. Aslında embriyo üzerindeki bu saptamalar, embriyonun hayatını %5 riske attığı için yarar/zarar analizlerinin değerlendirilmesinin gerektiği işlemlerdir. Genetik bir testle kişinin ömrünün kısa olacağını belirlemesi bu kişinin yaşamını değiştirecektir. Belli hastalıkları kimlerin taşıdığının bilinmesi, kişilerin çalışmalarını ve seçimlerini etkileyecektir. Çeşitli amaçlarla çevreye salınacak mikroorganizmaların ne-

den olabileceği tehlikeler çok iyi araştırılmalıdır. Organizmalar salındıktan sonra da izlenmeli, gerekli önlemler alınmalıdır. Laboratuvarlarda geliştirilen mikroorganizmalar için de güvenlik açısından istenen koşulların sağlanması gerekir. Bu organizmaların çevreye yayılması durumunda neden olabilecekleri zarar göz ardı edilemez.

Biyoteknolojinin bir diğer uygulama alanı biyolojik silahlardır. Bu alandaki kullanımı, konu hakkındaki etik problemlerinin doruğa tırmanmasına neden olmaktadır. 1975 yılında biyolojik silahların yapımının, geliştirilmesinin depolanmasının yasaklandığı ve yok edilmelerinin öngörüldüğü bir konvansiyon uygulamaya konulmuştur. Bu konvansiyon, biyoteknolojideki gelişimler çerçevesinde sürekli olarak yeniden gözden geçirilmektedir.

Biyoteknolojinin toplumlar üzerinde de farklı etkileri olacaktır. Her iklim koşulunda yetişebilen bitkiler geliştikçe, tek kaynakları bitkisel hammadde olan birçok üçüncü dünya ülkesi ekonomik açıdan zor duruma düşecektir.

Sonuçta biyoteknolojinin kontrolden çıkması, insan sağlığına ve çevreye hasar vermesi önlenmelidir. Biyoteknolojinin kendisi bir amaç olarak değil, daima amaca ulaşmak için varolan araçlardan biri olarak değerlendirilmelidir. Riskler araştırılmalı ve daha uygun başka bir yöntem elde edilebilirse biyotekno-

lojik yöntem uygulanmamalıdır.

Tüm bu risklere rağmen biyoteknoloji, geleceğe ait bir bilim dalı olarak gelişimini sürdürmektedir ve sürdürecektir de. İnsanın elindeki gücü, olumsuzlukları olumlu yapmak için kullanması, biyoteknolojiyi her geçen gün hayatın büyüyen bir parçası haline getirecektir. Burada önemli bir konu, maliyeti oldukça yükselmesine rağmen araştırmayı ve eğitimi ihmal etmemektir. Araştırma, biyoteknolojik yöntemlerin güvenilirliğinin, bu teknikleri uygulayacak elemanların ve halkın eğitimi ise, uygulanabilirliğinin bir ölçütüdür; her ikisi de biyoteknolojik gelişimde yer almanın önkoşuludur. Eğitimin ve araştırmanın önemi şu benzetmeyle açıklanabilir:

"Bir grup uzman, yolcu treninde maliyet/kazanç analizi yapmak üzere görevlendirilmiş. Raporlarında trenin üç ögeden oluştuğunu bildiriyorlarmış: 2. sınıf vagonlar, 1. sınıf vagonlar ve motor. İkinci sınıf vagonları ekonomik olarak çok yararlı bulmuşlar, ucuz ve her zaman ücretini ödeyen yolcularla doluymuş. Birinci sınıf vagonları daha az ilginç olarak kaydetmişler. Daha pahalı ve daha az yolcu alıyorlarmış, bazı önemli kişiler ise ücretsiz biletlerle yolculuk ediyormuş. Motoru ise ekonomik bir felaket olarak nitelendirmişler. Çalıştırılması pahalı, sadece bir yolcu taşıyor; sürücü; üstelik bu yolcu da kensidinc para ödemesi konusunda ısrar ediyor. Sonuç: motor kaldırılmalı". O halde biyoteknoloji gelişiminin motorunu -araştırma ve eğitimi- ihmal etmemeye özen göstermek, tartışmasız çok önemli bir konudur.

Yardımları için Prof. Dr. Bevacı Çirakoğlu'na teşekkür ederiz.

Didem Sanyel

- Kaynaklar
Recent Advances in Pharmaceutical Technology Symposium, Ankara, 1992
Wayman, M., Parekh, S. R. Biotechnology of Biomass Conv., Toronto, 1990.
Çirakoğlu, B. Bilimsel Araştırmacı ve Çevre (Doğal), "Dünyada ve Türkiye'de Bilim Etik Üniversitesi konulu Bilimsel Toplantı Kitabı", TÜBA, 1994.
The Impact of Biotechnology on Agriculture in the European Community to the year 2005, Commission of the European Communities, 1989.
Davies, D. Industrial Biotechnology in Europe, ACEPSEEC Conference, 1986.
Moore, P. Genetic Manipulation, New Scientist, 13 Kasım 1993.
Brown, C. M., Campbell, F. G. Introduction to Biotechnology, İngiltere, 1988.
Marx, J. L. A revolution in Biotechnology, İngiltere, 1989.
Rennie, J. Antibody Bonanza; Can two techniques shake up biotechnology?, Scientific American, Subat 1990.
A.T. "Adopting a specific research and technological development programme in the field of Biotechnology" başlıklı Kurul Kararı.

Biyolojik Silahlar

Gürdal Alaeddinoğlu
ODTÜ Biyoloji Bölümü

Biyolojik Silahlar değişik maddelerden (canlı ve cansız) oluşabilmekte, bunlar da; a) toksinler (canlı üzerinde istenmeyen ve öldürücü etkisi olan her tür ajan), b) laboratuvarla sentezlenebilen veya canlılar tarafından yapılabilen diğer zehirli biyokimyasal maddeler, c) hayvan veya bitki üzerinde hasar, hastalık veya ölüme neden olan "patojenik organizmalar", d) zehirli olmamasına karşın bu amaçla kullanılacak biyolojik orijindeki maddeler şeklinde tanımlanmaktadır. Bu noktada hemen akla gelen önemli soru Biyolojik Silahların neden yasaklanması gerektiğine ilişkin olanıdır. Biyolojik Silahların neden oldukları zarar çok çeşitlidir: bu hasar mide-barsak yolu veya üst solunum yolu üzerine olabileceği gibi, vücuda ait herhangi bir organ veya işlemin devre dışı bırakılması şeklinde de olabilmektedir. Hasar, çok çabuk ve kalıcı olabileceği gibi, bazen yıllarca sürebilmekte (AIDS'e neden olan HIV virüsünde olduğu gibi) ve ölüme sonuçlanabilmektedir.

Biyolojik Silah olarak kullanılan ajanların bazılarının çevrede belli bir süre (kısa veya uzun) sonra bozunmaya uğrayarak yok olabilmekte, böylece meydana getirdikleri hasar da zamanla azalmaktadır. Oysa, bakteri ve virus gibi diğer bazı ajanlar çevrede uzun süre kalabilmekte, çoğalabilmekte, dolayısıyla, uzun süren ve artabilen hasarlara neden olabilmektedirler.

Biyolojik Silah olarak kullanılabilen ajanlardan bazılarının gereksinim, mikro hatta nanogramlarla (gramın milyarda biri) ifade edilebilecek miktarlarda olabilmektedir. Örneğin, Botulin adı verilen ve bir bakteri tarafından üretilen toksinin 1 kilogramı tüm dünya nüfusunu yok edebilecek güçtedir. Bu miktarda bir biyolojik ajanın elde edilebilmesi için 15-20 litrelik bir fermentörde 4-5 günlük bir dönemde, genetik mühendisliği yoluyla toksin yapma potansiyeli artırılmış bir bakteri hücresi kullanılarak 2 veya 3 ton üretim yeterli olacaktır.

Biyolojik Silah olarak kullanılan ajanlar, etkisi altına alacakları bölgede sivil veya asker popülasyonu ayırımı yapmazlar. Öte yandan, ajanın popülasyondaki etkisi, popülasyondaki etnik farklılıklardan ve genetik özelliklerden yola çıkılarak, istenildiği gibi yeniden düzenlenebilmektedir. Örneğin, kolera, tifo veya dizanteri etkeni olan bakterilerin, yan yana iki değişik ülkenin bulunduğu bir çevreye salınması halinde, popülasyonda temizliğe özen gösteren kesim fazla etkilenecek, ajan kısa bir süre sonra (yayılmadığı için) ortadan yok olacaktır. Oysa, toplum hekimliğinin olmadığı veya iyi işlemediği diğer ülkede, kısa bir sü-



rede boyutlan binlerle ifade edilebilecek kayıplar görülebilecek, ajan uzun yıllar problem olmaya devam edebilecektir. Genetik yapı değişikliklerine uğratılmış (örneğin, bilinen ve çok kullanılan antibiyotiklere dirençli hale getirilmiş) mikroorganizmaların kullanılması, bu durumu daha da vahim hale getirmek mümkündür. Biyolojik Silah olarak kullanılan ajanların pek çoğu günlük hayatımızda da, tedavi veya profilaktik amaçla, kullanmak zorunda olduğumuz maddelerdir.

Biyolojik Silah olarak kullanılabilen ajanların hedefe ulaşımını, silah olarak kullanılabilen her türlü diğer malzemeye göre çok daha kolaydır. Genelde, hedefe gıda, içecek veya hava yoluyla ulaşmaktadır (alternatif olarak, ajanın, genel kullanımı bulunan bir aşı içine katılması verilebilir).

Biyolojik Silah olarak kullanılan ve hastalığa veya ölüme neden olan bir ajanın teşhisi, hastalık tablosunun geçtiği durumlarda haftalar, hatta aylar alabilmektedir. Örneğin, polio virüsünün Biyolojik Silah olarak kullanılmasının istendiği bir durumda, Polio Aşısı adı altında hazırlanan preparat, virüsün bilinen etkisiz hale getirilmediği bir aşı olacak; aşı, kullanıldığı ülkede, imkansızlıklar nedeniyle test edilmeden uygulamaya alındığı için hastalığın etkeni ve nereden kaynaklandığı bulunamayacaktır.

Biyolojik Silah olarak kullanımı düşünülen ajanların depolanması (bu ajanların çok düşük dozlarına ihtiyaç olması nedeniyle) oldukça basittir. Küçük bir odada yer alacak bir buzdolabı veya derindondurucu, işlem için yeterli malzeme olup, değişik cins ve etki-deki bir çok ajanın depolanmasına olanak tanıyabilmektedir. Biyolojik Silah olarak kullanılacak ajanlar, zor tesbit edildikleri ve uzun dönem etkiye sahip oldukları için, soğuk savaş döneminin ideal araçları kabul edilmektedirler. Biyolojik Silahlarla ilgili faaliyetlerin hangi ülkelere yapıldığının araştırılması ve denetimi, diğer silahlara göre en zordur. Özellikle toksinle-

rin ve biyokimyasal bir takım maddelerin yer aldığı üretim şekillerini denetlemede ortaya çıkan en büyük güçlük, bu maddelerin aynı zamanda temel araştırmalar için de (başarılı amaçlarla) üretilmeleridir. Burada, kriter olarak ele alınması gereken konular, toksin, patojen mikroorganizma veya biyokimyasal bir maddenin hangi miktarda ve nasıl üretildiği, stoklanma şekli vb. sorulara dayandırılmaktadır.

Biyolojik ajanların silah olarak kullanımını engelleyebilecek kesin bir yolun, ne günümüzde, ne de, gelecekte olamayacağı, uzmanlarca kabul edilen bir gerçektir. Bu nedenle, bu ajanların üretimi, geliştirilmesi, depolanması ve kullanımının yasaklanması konularının gündeme getirilerek tartışılması tek çözüm yolu olarak görülmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti'nin de taraf ülke olarak yer aldığı "Bakteriyolojik (Biyolojik) ve Toksin Yapıdaki Silahların İmalı, Geliştirilmesi ve Depolanmasını Yasaklayan ve İmhasını Söz Konusu Eden Konvansiyon" 26 Mart 1975 de uygulamaya koyulmuştur. Konvansiyonun hedefleri dört ana başlıkta toplanmaktadır: 1. Genel silahsızlanma (toplu yok etmeyi amaçlayan her tür biyolojik silahın imalı, depolanması ve imhası). 2. Bütün taraf ülkelerin toplanması. 3. Birleşmiş Milletler tarafından kınanma ve alınacak tedbirlerin görüşülmesi. 4. Milletlerarası güven artırıcı önlemlerin alınması.

Biyolojik Silah olarak kullanılabilen mikroorganizmaların (Bakteri, Virüs, Mantar ve Protozoa) ait olduğu risk grupları- (Export Administration Bulletin-1990) Risk Grubu 1. Normalde hastalık yapmadıkları bilinen ajanlar. Diğer gruplar arasında yer almayan tüm ajanlar (bakteri, mantar, parazit ve virüsler) burada yer almaktadır. Risk Grubu 2. Bu gruba ait mikroorganizmalar insan, hayvan veya bitkilerde hastalığa neden olabilen, ancak, sağlıklı laboratuvar çalışanlarına, topluma, damızlık ve tohumluk olarak kullanılan stoklara ve çevreye ciddi bir tehlike oluşturmadığı bilinen ajanlardan oluşmaktadır. Leishmania spp., Adenovirüsler (insana ait tüm tipler), Herpes virüsleri (Herpes simia dışındakiler), Kabakulak virüsü, Poliovirüs, Kuduz virüsünün bazı tiplerinin yer aldığı 43 tip organizma. Risk Grubu 3. Bu gruba ait mikroorganizmalar insan, hayvan veya bitkilerde ciddi hastalıklara neden olabilen, önemli ekonomik kayıplara yol açabilen; ancak, kişilerin birbirleriyle teması yoluyla yayılmayan ajanlardan oluşmaktadır. Escherichia coli (enteropatojenik tüm serotipler), Haemophilus influenzae, Neisseria gonorrhoeae, Brucella, Kuduz virüsü (sokak tipi), Sarı humma virüsünün arasında olduğu 51 tür organizma. Risk Grubu 4. Bu gruba ait mikroorganizmalar insan, hayvan veya bitkilerde çok ciddi, genellikle tedavisi mümkün olmayan hastalıkların etkeni olarak bilinen ajanlardan oluşmaktadır. Bu gruba ait ajanlar insandan insana veya insandan hayvana teması yoluyla bulaşabilmektedir. Su çiçeği, Sarı humma-sokak tipi virus gibi organizmaların yer aldığı 10 organizma.



Genlerin Mucizesi Biyoteknoloji

1953 yılında Watson ve Crick tarafından DNA'nın sarmal yapısının keşfi, dünyada yepyeni gelişmelerin başlangıcı oldu. DNA'nın çoğalması, genetik şifrelerin saptanması yoluyla artık canlıların yapılarında istenen değişiklikler yapılabiliyor. Tüm bunların sonucu olarak biyolojiye ait bilgilerin uygulandığı yeni bir alan açıldı. Biyoteknoloji...

FRANCIS BACON'dan sonra da birçok bilimadamı, önemli değişikliklere neden olan buluşlar yaptı. Bunlar arasında buhar makinesi, elektrik, nükleer enerji yer alır. Acaba biyoteknoloji de toplumda ve insanın yaşam koşullarında benzer etkilere neden olacak mı?

Canlıya ait her alanda yer edinmiş olan biyoteknoloji, moleküler biyoloji ve gen mühendisliğinden kaynaklanan çok geniş uygulama sahasına sahip bir bilim dalıdır ve en basit anlamda bir biyolojik sistemin öncü olarak kullanıldığı işlemleri içerir. Biyolojik sistem olarak bitki, hayvan dokuları veya mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Bunlar, doğrudan ürün olarak kullanılabilir gibi, bir ürün üretmede ya da üretilmesini sağlamada rol oynarlar.

Yeni gibi düşünülen biyoteknolojik uygulamaların temeli, 1950'lerden çok daha öncesine dayanmaktadır. 1800 yılından önce, geleneksel fermentasyon endüstrileriyle mayalama, peynir

yapımı gibi konularda, yöresel farklılıklar görülüyor olmasına karşın başarı elde ediliyordu. İşlemlerin kontrolleri ise genellikle yapılmıyordu. 19. yüzyıl, Pasteur'ün "biranın yol açtığı hastalıklar" ve birçok fermentasyonda mayaların işlevleri ve içerikleri konusundaki araştırmaları ile farkedilir gelişmelere sahne oldu. 1896'da Hansen, maya kültürlerini saflaştırarak kullanmaya başladı. Sirke, bundan 7 bin yıl önce Mezopotamya'da şaraptan bakteriler aracılığı ile üretilmekteydi. 19. yüzyılda sirke üretiminde yeni teknikler geliştirildi. Bu yüzyılın sonlarında, fermentasyonla elde edilen etanol motor yakıtı olarak kullanılmaya ve bakır filizleri mikrobiyal yolla filtrelendirilmeye başladı. Hoch'un insan hastalıklarında bakterilerin oynadığı rolü bulması, bağışıklık sisteminin anlaşılması ve koruyucu aşılar geliştirilmesi, tıp alanında mikrobiyolojinin gelişimi olmuştur.

Yüzyılımızın ilk yıllarında kanalizasyon pisliklerinin arındırılmasında, anaerobik sindirim yapan bitkiler kullanılmaya başlarken, Aspergil-

lus niger isimli mikroorganizma kullanılarak farklı bir yöntemle sitrik asit üretimi de söz konusu olmuştur. I. Dünya Savaşı, biyoteknolojik gelişim sürecine farklı bir boyut kazandırdı. *Saccharomyces cerevisiae*, fermentasyonla gliserol üretiminde kullanılmaya başlamıştır. Neuberg işlemleri diye bilinen bu yöntemle elde edilen gliserolden, nitrogliserin elde ediliyordu. Zeitzmann işlemleri olarak adlandırılan bir diğer yöntemde ise, *Clostridium* türleri dumansız barut üretiminde kullanılan aseton gibi çözücülerin üretimini sağlamıştır. Bundan yaklaşık 20 yıl sonraki, II. Dünya savaşı da bu alanda ilerlemeye katkıda bulunan ikinci etken oldu. En önemli uygulama, Penisilin'in enfeksiyöz hastalıkların tedavisinde kullanılan ilk antibiyotik olarak üretilmeye başlamış olmasıdır. Modern fermentasyon tekniklerinin gelişimi yine bu döneme rastlar. Bunu, Waksman'ın streptomisin üretimi konusundaki çalışması izlemiştir; kullanılan yöntem streptomisin yanısıra binlerce bileşenin üretiminde öncü olmuştur. 1940'larda sefalosporin antibiyotikler, bazı aminoasitler, nükleotidler, enzimler, vitaminler benzeri şekilde üretiliyordu. Ayrıca, bitki streoidlerinin memelilere ait hormonlara mikrobiyal dönüşümünün sağlanması, tıp alanında önemli ilerlemelere yol açmıştır. Sığırlarda ve insanlarda görülen verem hastalığına karşı etkili proteinlerin bulunmasıyla, ucuz yağ ve yağ ürünlerinin elde edilmesi, 1960'lı yıllara rastlar. Son 30 yıldır mikrobiyal biyoteknolojinin uygulama alanında fruktoz şuruplar, polisakkaritler (bakteriyel insektisitler gibi) yer almıştır. Hayvan ve bitki dokusuyla hücrelerinin kullanımı ise ayrı bir konudur. Birçok ilaç, enzim, besin renklendiricisi ve tatlandırıcısı, doğrudan hasadı yapılmış bitkilerden elde edilmektedir. Kesilmiş hayvanlar, insülin gibi ilaçların elde edilmesinde kullanılıyorlar. İnsan kanı pıhtılaşma faktörü VIII, serum albüminin; hipofiz bezi, büyüme hormonlarının; ürin, pıhtılaşmayı önleyici enzim ürokina-

zin üretiminde yer alır.

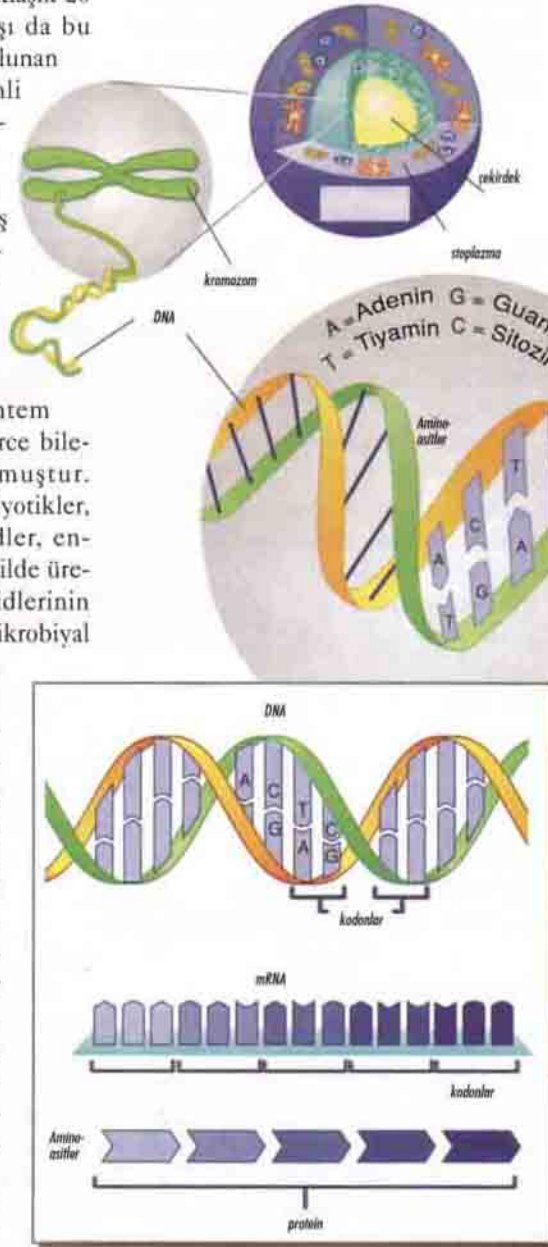
Bakterideki birçok sistem, 1970'lerin başlarında tanımlanmıştır. Çok kısa bir zaman sonra Milstein ve Kohler'in hybridoma (antikor üreten lenfositlerle, olumsuz ve salgılama özelliğine sahip kanser hücrelerinin birleştirilmesi sonucu elde edilmiş melez hücreler) oluşumu konusundaki uygulamalar başladı.



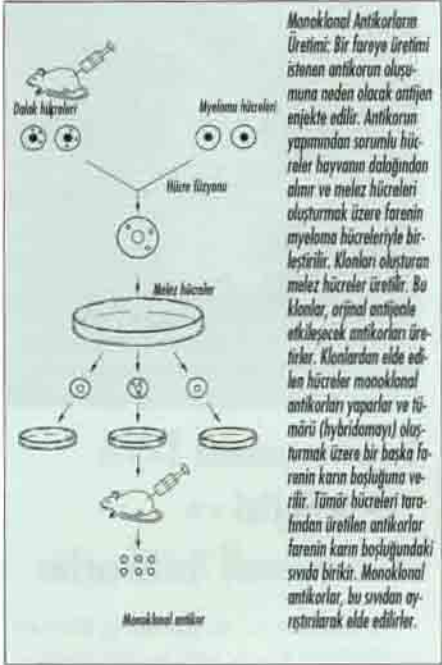
Rekombinant DNA Teknolojisi ve Monoklonal Antikorlar

Bitkilerin ve hayvanların fiziksel özelliklerini önceki nesillerden aldıkları, 100 yıldan uzun bir süredir biliniyor. Bu canlılardaki hücre elemanlarından çekirdek, deoksiribonükleik asit (DNA)'ten oluşan kromozomları içermektedir.

DNA, 4 tip kimyasal birimden oluşmaktadır (adenin, guanin sitozin, tiyamin). Bu birimler, gelişigüzel olduğu düşünülen bir dizilim gösterirler. Ancak bu dizilim, genetik şifreyi belirleyici bir özellik taşıyor. Böylece proteinlerin yapısı olan aminoasitlerin yapımı sağlanır. Hücrede genler, genetik şifrenin protein yapımını kodlayan kısmını oluştururlar. Şifrenin diğer kısımları, genin okunmasını sağlayan kontrol birimlerini içerir. Genetik mühendisliği ise, çeşitlilik gösteren tekniklerle, bir hücreden genin alınarak diğerine yerleştirilmesiyle ilgilenir. Hücrelerden biri bitki, diğeri hayvan veya bir mikroorganizma olabilir. Böylece doğada daha önce hiç bulunmayan gen bileşimleri üretilebilmektedir. Genin yeni bir hücreye girişiyle hücrenin işlevi artabilir, değişebilir veya salgıladığı kimyasal maddeler farklılaşabilir. Bu işlemler, Rekombinant DNA Teknolojisi'nin çalışma alanına girer. Genetik mühendisliği, bugünkü modern biyoteknolojinin temelini oluşturur, ancak hiçbir zaman biyoteknoloji olarak değerlendirilemez. Genetik mühendisliği ile elde edilen bilgiler, ürün veya ürün olarak kullanılacak maddelerin üretilebilmelerinden sorumlu yapıların eldesinde kullanılırken; bu ürünler



Her hayvan ve bitki hücresinin çekirdeği DNA'dan oluşan kromozomları içerir. DNA parçacıkları genleri oluşturur. Protein yapımı için gerekli genetik şifre genler tarafından kodlanır. Genetik şifre, DNA'daki 4 kimyasal birimle belirli proteinleri oluşturan aminoasit dizilimi arasındaki bağlantıyı açıklar. DNA'daki her bir kodon bir aminoasiti şifreler. Taşıyıcı ribonükleik asit (tRNA) bu genetik bilgiyi çekirdekteki sitoplazmanın protein yapımından sorumlu bölgesine taşır.



veya bileşenler biyoteknolojik işlemlerle güncel hayatın bir parçası olur. Örneğin, normalde insanın barsak florasında yaşayan *E. coli*'ye insülin üretecek özelliklerin kazandırılması genetik mühendisliği ile sağlanırken; insülinin saflaştırılması, gerekli kontrollerinin yapılarak ilaç formuna sokulması da biyoteknolojinin çalışma alanında yer alır. Bu anlamda biyoteknoloji, genetik mühendisliğinin de içinde olduğu bir alan olarak değerlendirilmelidir.

Monoklonal antikor üretimi de geniş kullanımlarıyla biyoteknolojik uygulamalarda önemli bir yere sahiptir. Antikorlar, vücudun savunma mekanizmasının, yani bağışıklık sisteminin bir parçasıdır. Vücutta yabancı bir maddenin (antijenin) varlığında, bağışıklık sisteminin uyarılması sonucu, yine bu sistemde yer alan B lenfositlerle

ri tarafından yapılır. Antikorlar, kendilerine özgü antijene bağlanarak onları etkisiz hale getirme özelliğine sahiptirler. Vücuda giren her bir antijene karşı ayrı bir antikor üretilir. B-lenfositleri tarafından üretilebilen antikor sayısının 10 milyon olduğu saptanmıştır. Bu 10 milyon antikorun dışında yeni antikorların üretilmesi de antijenin vücuda girmesini takip eden birkaç gün gerektirir. Biyoteknoloji, istenen antikorların üretimine de olanak sağlayan bir alandır. Burada antikorlar genellikle, antijenin hayvana enjekte edilmesi ve buna tepki olarak hayvanın kanında oluşan antikorların alınmasıyla elde edilebilmektedir. Bu yöntemin dışında antikor yapımında bitkilerin veya mikroorganizmaların kullanılabileceği iki yöntem üzerinde çalışılıyor. Monoklonal antikor adı verilen

Biyoteknolojinin Temelinde Bulunan Disiplinler

Vasif Hasirci
ODTÜ Biyoloji Bölümü

Canlı dünyasıyla ilgili bilgilerimiz son kırk yıldır hızlı bir artış göstermiştir. Modern biyoteknolojinin ortaya çıkmasında en önemli faktör, hücrelerin yapı ve işlevleri, genetik bilgiyi koruma ve aktarma yöntemleri ve kimyasal ve fiziksel sinyallere tepki verme biçimleri üzerinde gittikçe artan bilgi birikimimiz olmuştur. Bu bilgiler ise varlıklarını, temel disiplinler olarak organik ve fizikokimya, moleküler biyoloji, hücre biyolojisi, mikrobiyoloji, genetik, biyokimya ile işlem mühendisliğine borçludur.

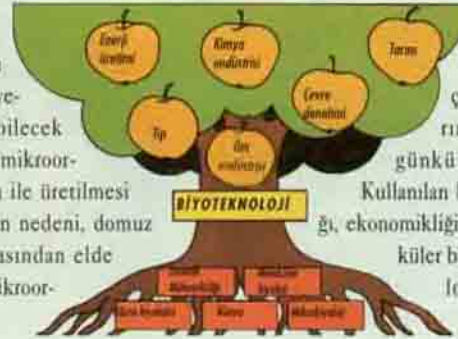
Bunların arasında mikrobiyoloji, klasik biyoteknolojinin ortaya çıkmasındaki rolüyle bu bilgi birikimine yoğun katkısı olmuş bir bilim dalıdır. Mikroorganizmaların çeşitli ortamlarda gösterebildikleri uyum, ya da başka bir deyişle çok zor ortam koşullarında bile aktivitesini sürdürmeyi başarabilen mikroorganizmaların varlığı, mikrobiyolojiyi bu uygulamalarda öne çıkarmaktadır. Örneğin, kömürün kökürdünü metabolize edebilen bir mikroorganizmadan temiz kömür elde edilmesinde yararlanılması, sadece doğal olarak bulunan mikroorganizmaları zenginleştirmekle bile sağlanabilir. Mikrobiyoloji ve genetik mühendislik yöntemlerinin kullanılmasıyla mikroorganizmaların bu yeteneklerinin artırılabilmesi, mikroorganizma kullanılan süreçleri çok daha verimli hale getirmektedir. Yine mikroorganizmaların kolay ve çabuk üremelerinden yararlanarak, gen aktarımı yöntemleriyle belli özellikleri taşımalarını sağlayarak çeşitli işlemler çok daha verimli hale getirilebilir.

mektedir. Örneğin, insülinin domuz ya da dana pankreası yerine insülin üretebilecek hale dönüştürülen mikroorganizmalar aracılığı ile üretilmesi tercih edilir. Bunun nedeni, domuz veya dana pankreasından elde edilen tersine, mikroorganizma aracılığı ile

elde edilen insülinle insan insülini arasında fark olmamasıdır. Burada yararlanılan temel disiplinler mikrobiyoloji, genetik, hücre biyolojisi ve biyokimyadır.

Bu disiplinlerin ortak çalışmaları ile elde edilen veriler değerlendirilir ve genetik yolla çok zor koşullara bile dirençli bitki ve mikroorganizmalar üretilmiştir. Bunlar birçok ağın temizlenmesinde rol aldığı gibi az bulunur, değerli kimyasalların artan miktarlarda üretimini de sağlar.

Enzimlerin özellikle biyosensör ve biyokatalizör olarak kullanımları ise, kimyasal araştırmaların ve işlem mühendisliğinin katkıları sonucu gelişmiştir. Enzimlerin aktivitelerinin ölçümüyle işlev görebilecekleri formlara sokulmaları fizikokimya ve organik kimyanın sayesinde gerçekleşir. Böylece enzimler, biyoreaktörlerde bir kimyasal maddeyi ya da karışımı yüksek saflıkla çok değerli başka maddelere çevirme ve bunun sonucunda ortamdaki kolaylıkla uzaklaştırılarak temizlenip yeniden kullanılabilirler. Kontrollü ilaç salım sistemleri



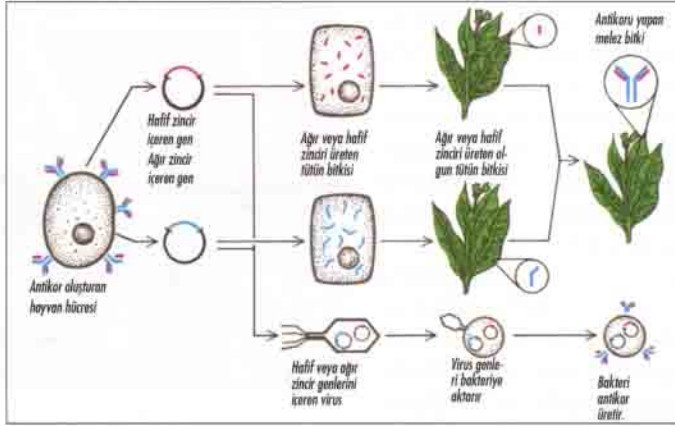
ve ilaç hedefleme de yine biyoteknolojinin çeşitli temel bilim dallarından yararlanarak bu günkü durumuna gelmiştir.

Kullanılan biyoaktif ajanların saflığı, ekonomikliği ya da varlığı bir moleküler biyolojik veya mikrobiyolojik süreçle bağlıdır. Bunların, vücudun istenen bölgeleri

ne doğru hedeflenebilmesi, hedeflemeyi sağlayan grupların biyoaktif ajana bağlanmasını gerektirir.

Mikroorganizmaların üretimde kullanılabilmeleri ise normal kimyasal üretime yakın boyutlardaki reaktörlerde gerçekleştirilir. Bu aşamada, ısı ve kütle transferi, direnç, sürtünme, ısıtma, havalandırma ya da oksijenlendirme, pH ve ısı kontrolü, ürünün ve biyokatalizörün (mikroorganizma) ortamdaki ayrılıp temizlenmesi, işlem mühendisliği yöntemleriyle gerçekleştirilir. Burada da mikroorganizmanın aktivitesini ve genetik yapısını koruması, bunun saptanması, eğer enzim kullanılmışsa enzimin aktivitesinin belirlenmesi ve korunması, mikrobiyoloji, enzim kimyası ve biyokimyasal yöntemlerle gerçekleştirilir. Görüldüğü üzere herhangi bir biyoteknolojik gelişme, çeşitli temel bilim ve mühendislik alanlarının katkılarıyla ortaya çıkar. Yine bu disiplinler, biyoteknolojinin uygulamaya geçişi, işlemlerin kontrolü ve en iyi şekilde uygulanmasında gereken katkıları yaparlar.

Antikorları oluşturan ağır (mavi) ve hafif (kırmızı) zincirler ayrı genler tarafından kodlanır. İlk yöntemde ağır ve hafif zincirler ayrı ayrı tütün bitkisine transfer edilir. Bu bitkilerin hücreleri de, zinciri üretmeye başlar. Eğer ağır zincir üreten bir bitki, hafif zincir üretenle melezleştirilirse elde edilen bitki, 1/4 ihtimali ile her iki zinciri içeren, antikor olarak tanımlanabilecek protein yapısındaki maddeyi üretir. İkinci bir yöntem ise, virüsler tarafından milyonlarca sayıda yayılabilen zincirlere ait genlerin bakterilere aktarılmasıdır. Sonuçta bu antikorlar bakteri tarafından üretilebilir.



bu yapılar, başta aşı üretimi olmak üzere bazı hastalıkların tanısında kullanılmaktadırlar.

Tıpta Biyoteknoloji

Bazı hastalıklar anne ve babanın biri veya her ikisinin hatalı bir gen taşıması nedeniyle nesilden nesile iletilmektedir. Bu genetik hastalıklar, hatalı genin tespiti ve tedavisiyle ortadan kalkabilecektir. Bu amaçla 1987 yılında başlanan HUGO projesiyle ABD'de 2000 araştırmacı, insan genomunda bulunan ve sayılarının 100 000 olduğu tahmin edilen genlerin dizi analizlerinin yapılması ve genom üzerindeki fiziksel konumlarının tespiti için çalışıyorlar. Bu amaçla kullanılan cihazlardan biri, dergimizin Ağustos sayısında yer verdiğimiz taramalı tünel mikroskoplarıdır. Genetik hastalıkların tedavisinden önce, hastalığın daha embriyo iken saptanması, hastalığı daha erken bir aşamada engelleyecektir. Bir test tüpüne yerleştirilen sperm ve yumurtanın oluşturacağı embriyonun içerdiği hatalı genler, embriyo henüz iki günlükken (sadece 8 hücreden oluşur) belirlenebilir. Elde edilen sonuçlara göre embriyonun, annesinin rahmine yerleştirilip yerleştirilmeyeceğine karar verilir. Bu yöntemle embriyonun cinsiyeti de belirlenebilir. Hatalı genlerin yerine ha-

talı olmayanların yerleştirilmesi ise amaçlanan tedavi yöntemidir. Genetik terapi olarak adlandırılan bu yöntemle, tedavi edilmeye çalışılan ilk hastalık, adenoazin deaminaz (ADA) eksikliğidir. Bir enzim olan ADA'nın hücrelerce yapılmaması veya hasara uğratılması sonucu kemik iliği, sağlıklı beyaz kan hücrelerini üretmez ve kişi enfeksiyonlara karşı korumasız hale gelir. Tedavi edilmediği takdirde kişinin ölümü söz konusudur.

Bu hastalık için geliştirilmiş genetik terapi ise şöyledir: Hastadan kemik iliği örneği alınır; ADA geninin insandan alınan sağlıklı bir kopyası retroviruse yerleştirilir. ADA geni taşıyan retrovirus aracılığıyla ADA geni, hastadan alınan kemik iliğinin ADA yapımından sorumlu hücrelerine geçer. Bunlar tekrar hastaya yerleştirilir ve büyüyerek beyaz kan hücresi kaynağı olurlar.

Genetik terapi için kullanılan ikinci yöntemde, hücreleri almaya ve geri yerleştirmeye gerek yoktur. Kistik fibrosis adı verilen hastalığın tedavisi bu şekilde yapılır. Bu hastalık, kişideki genetik bozukluk sonucu akciğerlerde klorür iyon kanallarını oluşturan bir proteinin üretilmemesine neden olur. Bu protein yokluğunda, hastalar akciğerde küçük kanalları etkisiz kılan çok miktarda, yoğunluğu yüksek bir mukus salgılar; böylece göğüs enfeksiyonları

na neden olur. Bu enfeksiyonlar, kistik fibrozisli hastaların büyük oranda ölümüne neden olur. Bu hastalığın tedavisi için bilimadamları, akciğerin yüzeyindeki salgı hücrelerine yeni bir gen yerleştirilmesi üzerinde çalışıyorlar. Şu anda geni, aerosol bir spreyle yerleştirme amacındalar. Aerosol spreyn hasta tarafından solunmasıyla genler, akciğer hücreleri ile iletişime geçecekler; bu hücrelere geçerek gerekli proteinin yapımını sağlayacaklar. Üçüncü bir genetik terapi yöntemi ise, vücudun tüm hücrelerine genin yollanması ve kontrol birimleri sayesinde sadece hedef hücrelerdeki genlerin etkileneceğidir. Bu yöntemin en etkili uygulama alanı, deri kanseri (melanoma)'nın Monoklonal antikor(MCA)larla tedavisidir.

MCA'ların tıpta birdiğer kullanımı kanser tanısındadır. Kanser tedavisinde kullanılan ilaçların ve radyasyonun aksine MCA'lar, kanser hücrelerini ayırt edebildikleri için melanomanın yanı sıra akciğer, karaciğer kanserleri, lenfoma gibi kanser türlerinde de tam amaçlı olarak kullanılmaktadırlar. Özellikle ayır-



tedilmesi güç olan lösemi ve lenfoma, T ve B hücre kanserlerinin tanısında önemli yer tutar. Akciğer, meme, kolon ve rektum kanserleri gibi karsinomaların tanısı da yine MCA'lar aracılığıyla yapılmaktadır. MAC'lar kanser hücreleri tarafından salınan maddelerin, tümörden alınan örneklerin ve kanın araştırılmasına olanak sağlarlar. Örneğin, hamilelerin idrarında, plasenta tarafın-

dan salınan chorionik gonadotropin adı verilen bir hormon bulunur. MCA'lar, bu hormonu, idrarda belirleyici bir etken olarak, bir ya da iki haftalıktan daha önce, hamileliğin tanısına olanak sağlar. Ayrıca gonore ve klamidy enfeksiyonları gibi cinsel yolla bulaşan hastalıkların tanısında da kullanılırlar. Böbrek nakli başta olmak üzere birçok organ naklinde yabancı dokunun reddinin engellenmesi, yine MCA'larla söz konusu olur. Bunların dışında kişinin karşılaşılabileceği hastalıkların tespit edilmesi de olası. Örneğin, kanda laktat dehidrogenaz enzi-

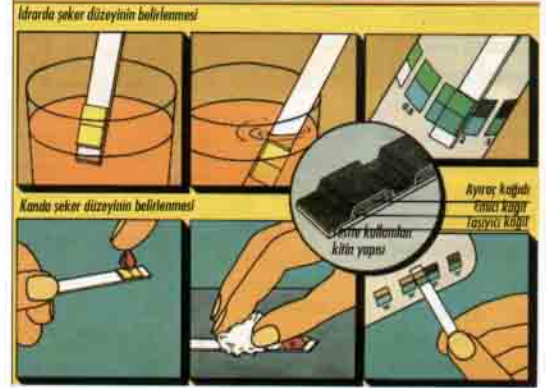


minin düzeyi arttığında kalp krizi geçirme riski artar. Bu enzimin miktarında tespit edilecek bir artış, kişiyi bu krizden koruma olanağı sağlayacaktır.

Eczacılıkta Biyoteknoloji

Genetik mühendislik teknolojisinin gelişimi, ilaç endüstrisinde bir devrim oldu. Eczacıların biyoteknolojik çalışmalarındaki işlevi, genellikle elde edilen ürünlerin formülasyonu üzerindedir. Formülasyon aşamasında ilacın barsak, dil, burun boşluğu gibi yerlerden absorp-

siyonu, vücutta gösterdiği dağılım (farmakokinetik ve farmakodinamik), saklama sırasında stabilitenin sağlanması, dikkat edilen temel öğelerdir. Bu çalışmalar, biyoteknoloji kullanılarak gerçekleştirildiğinde ise kontrollü ilaç salım sistemleri, polipeptit, protein ve diğer biyoaktif ajanların yer aldığı ilaç hedeflemesi söz konusu olmuştur. Kontrollü ilaç salım sistemleri ve hedefleme, temelde kimyasal yolla sentezlenmesi güç olan yapıları gerektirdiği için, biyoteknolojik yöntemlere başvurulmuş bir



alan haline gelmiştir. Bu sistemler ayrıca, eczacılıkta kozmetik alanında da önemli yere sahiptirler.

Bitki Biyoteknolojisi

Selim Çetiner
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Yüzyılımızda klasik biyoteknolojik yöntemlerle elde edilen yeni çeşitler, bitkisel üretimin önemli düzeyde artırılmasını sağlamıştır. Tarım alanlarını genişletmenin zor olduğu günümüzde, birim alandan daha fazla ürün almak ve maliyeti düşürmek, aynı zamanda da kaliteyi yükseltmek, nüfusu hızla artan insanlığın beslenmesi açısından önem taşımaktadır. Bu konuda biyoteknolojik uygulamalar büyük kolaylık sağlayabilmektedir. Bitki biyoteknolojisi alanındaki çalışmalar, doku kültürü ve genetik mühendisliği (rekombinant DNA) teknikleri olmak üzere iki ana grup altında değerlendirilebilir. Yıllardır hastalıklardan arındırılmış bitkilerin ticari üretiminde meristem kültürü ve mikro-çoğaltma tekniklerinin yanında, protoplast kültürü, somaklonal varyasyon ve haploidy tekniği gibi klasik biyoteknoloji alanına ait yöntemler kullanılmaktadır. Ancak günümüzde, tarımsal üretimin artırılmasında en çok kullanılan modern biyoteknolojik yöntemler arasında genetik mühendisliği ya da "rekombinant DNA" teknikleri yer alır. Bunun nedeni, özellikle bitki ıslahı alanında yapılan çalışmaların iyimser beklentilere yanıt veremeyişlerinin yanında, genetik mühendisliğinin de biyolojik sistemlerin daha iyi anlaşılmasında yeni olanaklar sunmasıdır.

Bitkilerde genetik mühendisliği çalışmaları iki aşamada gerçekleştirilir. Çoğunluğu moleküler düzeyde yürütülen birinci aşamada, bitkiye aktarılması istenen özelliğe ait gen veya genlerin saptanması, bunların izole edilmeleri, bitki hücre mekanizması tarafından değerlendirilecek hale getirilmeleri ve bitki hücrelerine aktarılması



Domates bitkisine *Botulinum* endotoksin geni aktarılmasıyla domatesler *Heliothis armigera*'ya karşı dayanıklılık kazanıyor.

gerçekleştirilir. İkinci aşamada ise, doku kültürü yöntemlerinden yararlanarak gen veya genlerin aktarılmış olduğu hücre veya hücrelerden yeni bitkiler elde (rejenera) edilir.

Bitki ıslahında genetik mühendisliğinin sağladığı en büyük avantaj, melezlemelerde karşılaşılan genetik farklılık ya da uyumsuzluk engelini ortadan kalkmasıdır. Öyle ki, farklı bitkilerden gen aktarmanın ötesinde böcek ve balık gibi farklı organizmalardan bile genlerin alınarak istenilen bitkilere aktarılması söz konusu olabilmektedir. Ancak burada, bitki hücresine özgü mekanizmanın, söz konusu genlerden etkin olarak yararlanabilmesi için bitkiye özgü promotörlerin eklenmesi, kodon (şifre) kullanımı vb. değişikliklerin yapılması gerekir. Nitekim, genetik mühendisliği teknikleri kullanılarak yapılan bu değişiklikler sonucu çok olumlu sonuçlar alınmaya başlanmıştır. Bunun en önemli örneklerinden birisi, *Bacillus thuringiensis* endotoksin geni aktarılan pamuk ve domates bitkilerinin bazı zararlı böceklerle karşı dayanıklılık kazanmış olmalarıdır. Yine, domates mozayik virüsüne ait kılıf proteinini şifreleyen genlerin aktarılması ile sağlanan 'çapraz korunma' (cross protection), bu virüse dayanıklı domates çeşitlerinin elde edilmesini sağlamıştır. Geçtiğimiz Haziran ayında ABD'de pazara sunulan ilk gen aktarılmış bitki olan 'FLAVR SAVR' domatesinde ise, meyvelerde yumuşamaya neden olan enzi-

min sentezi engellenerek, tam olgunlaştıktan sonra hasat edilmelerine rağmen, domateslere daha uzun pazar ömrü kazandırılmıştır. Laboratuvarımızda devam eden araştırmalardan birisi, *Hyalophora cecropia* adlı bir tip ipek böceğinden izole edilen antibakteriyel genlerin, çeşitli değişikliklerden sonra bitkilere aktararak, özellikle bakteriyel hastalıklara dayanıklı bitkiler elde edilmesinde kullanılabileceği konusundadır. Diğer bir araştırmada da sentetik olarak laboratuvar ortamında yapılan ve elzem aminoasitleri şifreleyen bir genin aktarılmasıyla bitkilerdeki protein kalitesinin artırılması amaçlanmaktadır. Yabancı otlarla savaşta kullanılan herbisitlere dayanıklı kültür bitkilerinin geliştirilmesi de üzerinde en fazla çalışılan konulardan birisidir.

Bu örnekleri çoğaltmak mümkündür. Ancak, aşırı iyimser beklentiler yerine, genetik mühendisliği yöntemlerinin henüz yetersiz olan yönlerini de anımsatmak, daha gerçekçi bir yaklaşımla sorunlara çözüm aramada ve hedefleri doğru saptamada yardımcı olacaktır. Bitkilerde genetik mühendisliği çalışmalarının uygulanma alanını sınırlayan etmenlerden belki de en önemlisi, özellikle nicel özelliklerin, birden fazla gen veya gen grupları tarafından belirleniyor olmasıdır. Bu durum, öncelikle söz konusu genlerin belirlenmelerini ve izole edilmelerini zorunlu kılmaktadır ki bu, uzun yıllar süren pahalı bir ekip çalışmasını gerektirmektedir.

Özetle, henüz emekleme aşamasında olmasına karşın modern biyoteknolojik yöntemler, yüksek verimli ve üstün nitelikli bitkilerin geliştirilmesinde ve çoğaltılmasında önemli olanaklar sunmaktadır. Ancak, bu potansiyelin tam olarak değerlendirilebilmesi için araştırmalara gereksinim vardır. Bu nedenle, ülkemizde de bitki biyoteknolojisine yönelik çalışmaların yapılabilmesi için temel araştırmalara yönelik eğitimin ve bu yöndeki araştırmaların desteklenmesi, öncelikle ele alınmalıdır.

Rekombinant DNA teknolojisi ile üretilen ilk grup ürün, insanda doğal olarak yapılan bileşenlerdir. Bu maddelerin vücutta yetersiz üretilmeleri nedeniyle tedavide dışarıdan verilmeleri söz konusudur. Bu grup, şu anda kullanımda olan insülin gibi ürünlerin yanı sıra, henüz geliştirilmiş veya geliştirilmekte olan ürünleri de içermektedir. Bu grupta yer alan büyüme faktörleri, yaraların iyileşme sürecinde rol oynamaktadır. Kan yapımından sorumlu eritropoitein isimli hormon da eksikliği durumunda dışarıdan verilir. Eritropoitein'in sentetik bir benzeri, protein mühendisliği ile geliştirilmektedir.

2. grup, tedavi amacıyla belli dozlar da kullanılan ürünlerdir. Bu grupta yer alan interlökinler, hematologlar ve immünologlar açısından önem taşır. Otoimmün hastalıklarla, enfeksiyöz hastalıkların, bağışıklık sistemi yetersizliklerinin ve habis tümörlerin tedavisinde kullanılırlar. Organ naklinde, virüs kaynaklı hastalıkların tedavisinde kullanılan interferonlar da yine bu grupta yer almaktadırlar. Rekombinant DNA teknolojisi, proteinlerin yapımının ötesinde, biyokimyasal işlevlerin araştırılmasına da araç olur. Örneğin, kan veya idrar şekere düzeyinin belirlenmesinde bu amaçla üretilmiş enzimlerin kullanıldığı kitlerden yararlanılır. Burada biyoteknoloji, protein yapısındaki enzimlerin üretiminde rol oynar.

3. grupta nükleik asitlere, karbohidratlara ve lipidlere dayalı olan ilaçlar yer alır. Tedavi açısından önemli birçok protein, karbohidratlara bağlanan glikoproteinler ve polipeptitlerdir. Virüslerin, parazitlerin, bakterilerin ve bakteriyel toksinlerin enfeksiyona neden olan zararlı etkilerini göstermesinde çoğunlukla hücre yüzeyinde bulunan glikoproteinler rol oynar. Enfeksiyon etkenlerinin bağlanacağı glikoproteinler, hücre yüzeyindekiler değil de hastaya dışarıdan ilaç şeklinde verilecek karbohidrat yapısındaki bileşikler olursa; neden olacakları zararlı etki de ortadan kalkacaktır. Lipid kaynaklı biyoteknolojik ürünlerdeki gelişim de, lipidlerin hücresel işlemlerde düzenleyici etkilerinin anlaşılmasıyla başlamıştır. Eczacılık açısından biyoteknolojinin uygulandığı



Koyunlardan yün alması yerine mikroorganizmalar aracılığıyla sağlanıyor.

en önemli ürünler antibiyotiklerdir. Antibiyotiklerden ise ilk olarak penisilinler üretilmiştir. Bu grubun üretimi, klasik biyoteknolojik dönem diye adlandırılan döneme rastlar. Piyasada, eczacılık alanında yer alan modern biyoteknolojinin ilk ürünü, 1982 yılında insan insülini olmuştur. Bunu, 3 yıl sonra büyüme hormonları izledi. 1988 - 1991 yılları arasındaki dönemde ise biyoteknolojik ürünlerde % 63 lük bir artış görülmüştür. Bugün piyasada 58 firmanın ürününün bulunmasına karşılık, 200 firmada henüz klinik uygulamaya girmemiş 1000 ilaç üzerinde çalışıldığı bilinmektedir.

Tarımda Biyoteknoloji

Dünyada nüfus artışı bugünkü hızıyla devam ettiği sürece besin kıtlığının yaşanabileceği, bilimadamlarınca kabul ediliyor. Buna çözüm olarak da tarımdaki biyoteknolojik uygulamalar gösteriliyor. Tarımda biyoteknoloji alanında bitki üretimi veya bitkilerin hastalıklardan korunmasına yönelik çalışmalar sürdürülüyor.

Bitki üretimi konusundaki uygulamalar, bitkiyi daha verimli hale getirmenin yanı sıra, besin içeriğinde değişikliğin yapılmasına da

olanak sağlar. Örneğin baklagillere, rhizobia ile simbiyoz yaşamda daha verimli olacakları genlerin aktarımı yapılmıştır. Mycorrhiaze adı verilen mikroorganizma, bitkinin kök faaliyetlerini geliştirerek büyümesini hızlandırır. Bitkinin büyümesini artırmanın bir diğer yolu da bitkinin köklerinde, açıkta kalan kısımlarında rizosferde (bit-



Ateşböceğinden izole edilmiş bir enzime ait genin aktarıldığı tütün bitkisinin ışıktaki ve karanlıktaki görüntüsü.

ki-kök sisteminin hemen yakınındaki toprak kısmı) bulunan mikroorganizmaların azaltılmasıdır. Bu mikroorganizmalar, bitkinin su ve besin alımını, kök ve yapraklarının büyümesini, bitkinin don gibi dış etkenlere karşı dayanıklılığını artırır. Ayrıca, gen aktarımı sonucu bitki üretimi hızlandırılabilir.

Bitki üretiminde bitkinin besin içeriğinin değiştirilmesi günümüzde olası. Baklagillerde proteinin yapıtaşı aminoasitlerden lizin miktarının artırılması. bitkinin besin zehirlenmesine neden olan faktörlerden arındırılması söz konusudur.

Bitkilerin korunmasına yönelik çalışmalar, bitki hastalıklarının moleküler yöntemlerle erken tanısı ve bitki hastalıklarına karşı çapraz korunma sağlanması amacıyla rekombinant viral aşılardan kullanılması yönündedir. Bunun yanında monokotiledone ve dikotiledone bitkilerin genetik karakterlerinde yapılan değişikliklerle herbisitlere (yabancı ot öldürücü ilaçlar) ve zararlılarla karşı direnç kazandırılmaktadır. Böylece daha az herbisit ve pes-



tisit kullanılacak; bunların çevreye ve insana olan zararları azaltılırken, zararlıların pestisitlere karşı direnç kazanmaları yavaşlayacaktır. Hayvancılıkta biyoteknolojik uygulamalar, hayvanın sağlığının korunmasına ya da veriminin artırılmasına yöneliktir. DNA ve MCA'lar aracılığıyla hastalıkların erken tanısı ve tedavisi yapılabilmektedir. Hastalıklara karşı rekombinant viral aşılardan kullanımı yaygındır. Verimin artırılmasına yönelik çalışmalar ya embriyo ya da doğrudan transgenik olarak adlandırılan hayvanlar üzerinde yapılmaktadır. Sazan balığına iki ayrı genin aktarılması ile soğuk sulara dayanıklı ve oldukça büyük popülasyonlar elde edildi. Aktarılan genin biri büyüme hormonuna, diğeri donmayı önleyici bir proteine aitti. Araştırmacılar transgenik koyundan bir karaciğer hastalığı (hereditary hereditör emphysema)'nın tedavisinde kullanılan ve laboratuvar koşullarında üretimi oldukça pahalı olan antitripsin isimli proteini elde ediyorlar. Koyuna α -1-antitripsine ait insan geni aktarılmış ve böylece koyunun sütünde bu proteinin bulunması sağlanmıştır. Protein, süttten ayrıştırılarak kullanılmaktadır. Ayrıca bu süttün verildiği kuzuların da karaciğer hastalıklarına yakalanma riski azalmaktadır.

Biyoteknolojinin mikrobiyolojik yöntemlere dayalı diğer bir uygulama alanı, hayvanların beslenmelerinde yem maddelerinin kullanılabilirliğinin artırılmasına yöneliktir. Selüloz miktarı yüksek, selüloz-hemiselüloz-lignin kompleksine sahip bitkisel üretim atıklarının çiftlik hayvanlarının sindirim sistemlerinde net kullanım yüz-



Petunya geni ile mavi renkli gül yetiştirilmesi.

delerinin artırılması hedeflenir. Böylece çevrede birikerek kirliliğe neden olacak selülozun enerji olarak değerlendirilmesi söz konusu olur. Çeşitli kaba yemler, uygun ko-

şullar altında küf mantarlarıyla işlendikten sonra hayvanlara verilir. Bu işlem, bitki hücre duvarının yıkımına neden olacağından, hayvanın besin maddesinden daha iyi yararlanması sağlanır.

Enerji Sağlamada Biyoteknoloji

Enerji sağlanmasına yönelik çalışmalar 3 ayrı konudadır: Sıvı yakıt olarak kullanılacak etanol üretimi, gaz halindeki yakıt olarak metan üretimi ve petrol sahalarındaki yağ ve gaz miktarlarını artıracak mikroorganizmaların veya mikrobiyal ürünlerin kullanımı. Yakıt alkol (etanol gibi) üretimi için uygun bitkiler, şeker kamışı ve mısırdır. Nişastalı veya selülozik atıkların fermentasyonla yakıt alkolle dönüştürülmesi, atıkların değerlendirilmesinin yanı sıra, enerji üretimi bakımından da önem taşır. Biyogazlar (metan gibi), göl ve nehirlerde endüstriyel atıkların işlenmesiyle elde edilir. Geleneksel yöntemlerin kullanıldığı petrol kuyularında, petrol kaybının engellenmesinde mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Ayrıca, petrolün saflaştırılmasında, kömürün kükürttten arındırılmasında, kömürün gaz ve sıvı yakıtlara dönüştürülmesinde yine biyolojik sistemler kullanılır. Etanol ve organik asitler önemli endüstriyel kimyasallardır. Birçok organik asidin üretimi fermentasyonla yapılır. Kimyasal yolla sentezi güç ve oldukça pahalı olan polisakkaritler, mikrobiyal yolla kolayca elde edilebilir.

Çevre ve Biyoteknoloji

Tarım alanında zararlılara karşı dirençli bitkilerin geliştirilmesiyle pestisit kullanımını azaltmıştır. Ancak, pestisitlerin birikme özellikleri, bu maddelerin uygulandıktan sonra yok edilmesini gerekli kılmaktadır. Bu amaçla pestisitleri ortadan kaldıracak maddeleri salgılayan mikroorganizmalar geliştirilmiştir. Tarım alanında, yine sığır yetiştirilmesi sırasında açığa çıkan atıklara, yakıt olarak kullanılabilecek metan oluşturmak üzere anaerobik



fermentasyon uygulanabilir. Endüstriyel atıkların temizlenmesi, biyolojik tekniklerle gerçekleştirilmektedir. Çevre konusundaki araştırmaların bir diğer yönü ise, atık suların anaerobik mikroorganizmalar aracılığı ile değerlendirilmesidir.

Bu alanların dışında da istenen özelliklere sahip, daha önceden hiç bulunmayan malzemeler üretilmektedir. Sulu ortamda kullanılabilen yapıştırıcılar, biyoseramikler, bu maddelere örnek olarak verilebilir. Ayrıca deri, damar, kemik ve kıkırdak gibi hücrelerin işlevlerini üstlenecek canlı ve cansız yapay organların yapımına çalışılıyor.

Biyoteknoloji ve Etik

Görüldüğü gibi biyoteknoloji, birçok alanda hayatın bir parçası haline gelmiş durumda. Bugünkü gelişimiyle insanın doğaya müdahalesini kolaylaştırıyor. Doğaya hükmetme, yararlı yönlerde kullanıldığı sürece sorun yaratmayacaktır. Peki suistimali söz konusu olduğunda... Dünya'da bu konuda ciddi düzenlemelere gidilmektedir. Örneğin, Hitlerin "Üstün insan"



projesi benzeri uygulamalar engellenmelidir.

Tıp alanında embriyonun fiziksel özelliklerine, cinsiyetine müdahale etmek yerine, sadece genetik hastalıkların saptanmasına yönelmek doğru olacaktır. Genetik hastalığın varlığında bile embriyonun yaşamasına ilişkin karar, ebeveynlere bırakılmalıdır. Aslında embriyo üzerindeki bu saptamalar, embriyonun hayatını %5 riske attığı için yarar/zarar analizlerinin değerlendirilmesinin gerektiği işlemlerdir. Genetik bir testle kişinin ömrünün kısa olacağını belirlemesi bu kişinin yaşamını değiştirecektir. Belli hastalıkları kimlerin taşıdığının bilinmesi, kişilerin çalışmalarını ve seçimlerini etkileyecektir. Çeşitli amaçlarla çevreye salınacak mikroorganizmaların ne-

den olabileceği tehlikeler çok iyi araştırılmalıdır. Organizmalar salındıktan sonra da izlenmeli, gerekli önlemler alınmalıdır. Laboratuvarlarda geliştirilen mikroorganizmalar için de güvenlik açısından istenen koşulların sağlanması gerekir. Bu organizmaların çevreye yayılması durumunda neden olabilecekleri zarar göz ardı edilemez.

Biyoteknolojinin bir diğer uygulama alanı biyolojik silahlardır. Bu alandaki kullanımı, konu hakkındaki etik problemlerinin doruğa tırmanmasına neden olmaktadır. 1975 yılında biyolojik silahların yapımının, geliştirilmesinin depolanmasının yasaklandığı ve yok edilmelerinin öngörüldüğü bir konvansiyon uygulamaya konulmuştur. Bu konvansiyon, biyoteknolojideki gelişimler çerçevesinde sürekli olarak yeniden gözden geçirilmektedir.

Biyoteknolojinin toplumlar üzerinde de farklı etkileri olacaktır. Her iklim koşulunda yetişebilen bitkiler geliştikçe, tek kaynakları bitkisel hammadde olan birçok üçüncü dünya ülkesi ekonomik açıdan zor duruma düşecektir.

Sonuçta biyoteknolojinin kontrolden çıkması, insan sağlığına ve çevreye hasar vermesi önlenmelidir. Biyoteknolojinin kendisi bir amaç olarak değil, daima amaca ulaşmak için varolan araçlardan biri olarak değerlendirilmelidir. Riskler araştırılmalı ve daha uygun başka bir yöntem elde edilebilirse biyotekno-

lojik yöntem uygulanmamalıdır.

Tüm bu risklere rağmen biyoteknoloji, geleceğe ait bir bilim dalı olarak gelişimini sürdürmektedir ve sürdürecektir de. İnsanın elindeki gücü, olumsuzlukları olumlu yapmak için kullanması, biyoteknolojiyi her geçen gün hayatın büyüyen bir parçası haline getirecektir. Burada önemli bir konu, maliyeti oldukça yükselmesine rağmen araştırmayı ve eğitimi ihmal etmemektir. Araştırma, biyoteknolojik yöntemlerin güvenilirliğinin, bu teknikleri uygulayacak elemanların ve halkın eğitimi ise, uygulanabilirliğinin bir ölçütüdür; her ikisi de biyoteknolojik gelişimde yer almanın önkoşuludur. Eğitimin ve araştırmanın önemi şu benzetmeyle açıklanabilir:

"Bir grup uzman, yolcu treninde maliyet/kazanç analizi yapmak üzere görevlendirilmiş. Raporlarında trenin üç öğeden oluştuğunu bildiriyorlarmış: 2. sınıf vagonlar, 1. sınıf vagonlar ve motor. İkinci sınıf vagonları ekonomik olarak çok yararlı bulmuşlar, ucuz ve her zaman ücretini ödeyen yolcularla doluymuş. Birinci sınıf vagonları daha az ilginç olarak kaydetmişler. Daha pahalı ve daha az yolcu alıyorlarmış, bazı önemli kişiler ise ücretsiz biletlerle yolculuk ediyormuş. Motoru ise ekonomik bir felaket olarak nitelendirmişler. Çalıştırılması pahalı, sadece bir yolcu taşıyor; sürücü; üstelik bu yolcu da kensidinc para ödemesi konusunda ısrar ediyor. Sonuç: motor kaldırılmalı". O halde biyoteknoloji gelişiminin motorunu -araştırma ve eğitimi- ihmal etmemeye özen göstermek, tartışmasız çok önemli bir konudur.

Yardımları için Prof. Dr. Bevacı Çirakoğlu'na teşekkür ederiz.

Didem Sanyel

- Kaynaklar**
Recent Advances in Pharmaceutical Technology Symposium, Ankara, 1992
Wayman, M., Parekh, S. R. Biotechnology of Biomass Conv., Toronto, 1990.
Çirakoğlu, B. Bilimsel Araştırmacı ve Çevre (Doğal), "Dünyada ve Türkiye'de Bilim Etik Üniversitesi konulu Bilimsel Toplantı Kitabı", TÜBA, 1994.
The Impact of Biotechnology on Agriculture in the European Community to the year 2005, Commission of the European Communities, 1989.
Davies, D. Industrial Biotechnology in Europe, ACEPSEEC Conference, 1986.
Moore, P. Genetic Manipulation, New Scientist, 13 Kasım 1993.
Brown, C. M., Campbell, F. G. Introduction to Biotechnology, İngiltere, 1988.
Marx, J. L. A revolution in Biotechnology, İngiltere, 1989.
Rennie, J. Antibody Bonanza; Can two techniques shake up biotechnology?, Scientific American, Subat 1990.
A.T. "Adopting a specific research and technological development programme in the field of Biotechnology" başlıklı Kurul Kararı.



Biyolojik Silahlar

Gürdal Alaeddinoglu
ODTÜ Biyoloji Bölümü

Biyolojik Silahlar değişik maddelerden (canlı ve cansız) oluşabilmekte, bunlar da; a) toksinler (canlı üzerinde istenmeyen ve öldürücü etkisi olan her tür ajan), b) laboratuvarla sentezlenebilen veya canlılar tarafından yapılabilen diğer zehirli biyokimyasal maddeler, c) hayvan veya bitki üzerinde hasar, hastalık veya ölüme neden olan "patojenik organizmalar", d) zehirli olmamasına karşın bu amaçla kullanılacak biyolojik orijindeki maddeler şeklinde tanımlanmaktadır. Bu noktada hemen akla gelen önemli soru Biyolojik Silahların neden yasaklanması gerektiğine ilişkin olmaktadır. Biyolojik Silahların neden oldukları zarar çok çeşitlidir: bu hasar mide-barsak yolu veya üst solunum yolu üzerine olabileceği gibi, vücuda ait herhangi bir organ veya işlemin devre dışı bırakılması şeklinde de olabilmektedir. Hasar, çok çabuk ve kalıcı olabileceği gibi, bazen yıllarca sürebilmekte (AIDS'e neden olan HIV virüsünde olduğu gibi) ve ölüme sonuçlanabilmektedir.

Biyolojik Silah olarak kullanılan ajanların bazılarının çevrede belli bir süre (kısa veya uzun) sonra bozunmaya uğrayarak yok olabilmekte, böylece meydana getirdikleri hasar da zamanla azalmaktadır. Oysa, bakteri ve virus gibi diğer bazı ajanlar çevrede uzun süre kalabilmekte, çoğalabilmekte, dolayısıyla, uzun süren ve artabilen hasarlara neden olabilmektedirler.

Biyolojik Silah olarak kullanılabilen ajanlardan bazılarının gereksinim, mikro hatta nanogramlarla (gramın milyarda biri) ifade edilebilecek miktarlarda olabilmektedir. Örneğin, Botulin adı verilen ve bir bakteri tarafından üretilen toksinin 1 kilogramı tüm dünya nüfusunu yok edebilecek güçtedir. Bu miktarda bir biyolojik ajanın elde edilebilmesi için 15-20 litrelik bir fermentörde 4-5 günlük bir dönemde, genetik mühendisliği yoluyla toksin yapma potansiyeli artırılmış bir bakteri hücresi kullanılarak 2 veya 3 ton üretim yeterli olacaktır.

Biyolojik Silah olarak kullanılan ajanlar, etkisi altına alacakları bölgede sivil veya asker popülasyonu ayırımı yapmazlar. Öte yandan, ajanın popülasyondaki etkisi, popülasyondaki etnik farklılıklardan ve genetik özelliklerden yola çıkılarak, istenildiği gibi yeniden düzenlenebilmektedir. Örneğin, kolera, tifo veya dizanteri etkeni olan bakterilerin, yan yana iki değişik ülkenin bulunduğu bir çevreye salınması halinde, popülasyonda temizliğe özen gösteren kesim fazla etkilenecek, ajan kısa bir süre sonra (yayılmadığı için) ortadan yok olacaktır. Oysa, toplum hekimliğinin olmadığı veya iyi işlemediği diğer ülkede, kısa bir sü-



rede boyutlan binlerle ifade edilebilecek kayıplar görülebilecek, ajan uzun yıllar problem olmaya devam edebilecektir. Genetik yapı değişikliklerine uğratılmış (örneğin, bilinen ve çok kullanılan antibiyotiklere dirençli hale getirilmiş) mikroorganizmaların kullanılması, bu durumu daha da vahim hale getirmek mümkündür. Biyolojik Silah olarak kullanılan ajanların pek çoğu günlük hayatımızda da, tedavi veya profilaktik amaçla, kullanmak zorunda olduğumuz maddelerdir.

Biyolojik Silah olarak kullanılabilen ajanların hedefe ulaşımını, silah olarak kullanılabilen her türlü diğer malzemeye göre çok daha kolaydır. Genelde, hedefe gıda, içecek veya hava yoluyla ulaşmaktadır (alternatif olarak, ajanın, genel kullanımı bulunan bir aşı içine katılması verilebilir).

Biyolojik Silah olarak kullanılan ve hastalığa veya ölüme neden olan bir ajanın teşhisi, hastalık tablosunun geçtiği durumlarda haftalar, hatta aylar alabilmektedir. Örneğin, polio virüsünün Biyolojik Silah olarak kullanılmasının istendiği bir durumda, Polio Aşısı adı altında hazırlanan preparat, virüsün bilinen etkisiz hale getirilmediği bir aşı olacak; aşı, kullanıldığı ülkede, imkansızlıklar nedeniyle test edilmeden uygulamaya alındığı için hastalığın etkeni ve nereden kaynaklandığı bulunamayacaktır.

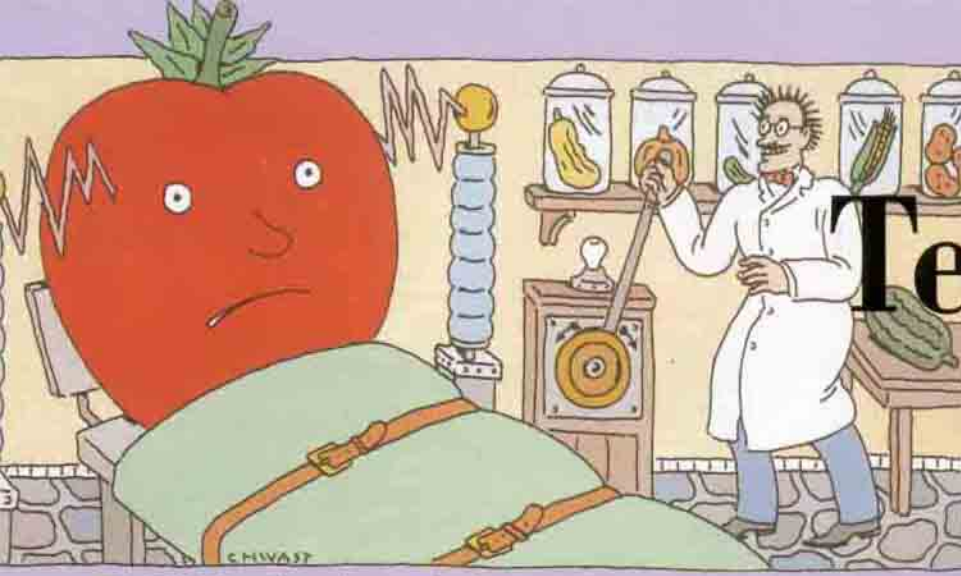
Biyolojik Silah olarak kullanımı düşünülen ajanların depolanması (bu ajanların çok düşük dozlarına ihtiyaç olması nedeniyle) oldukça basittir. Küçük bir odada yer alacak bir buzdolabı veya derindondurucu, işlem için yeterli malzeme olup, değişik cins ve etki-deki bir çok ajanın depolanmasına olanak tanıyabilmektedir. Biyolojik Silah olarak kullanılacak ajanlar, zor tesbit edildikleri ve uzun dönem etkiye sahip oldukları için, soğuk savaş döneminin ideal araçları kabul edilmektedirler. Biyolojik Silahlarla ilgili faaliyetlerin hangi ülkelere yapıldığının araştırılması ve denetimi, diğer silahlara göre en zordur. Özellikle toksinle-

rin ve biyokimyasal bir takım maddelerin yer aldığı üretim şekillerini denetlemede ortaya çıkan en büyük güçlük, bu maddelerin aynı zamanda temel araştırmalar için de (başarılı amaçlarla) üretilmeleridir. Burada, kriter olarak ele alınması gereken konular, toksin, patojen mikroorganizma veya biyokimyasal bir maddenin hangi miktarda ve nasıl üretildiği, stoklanma şekli vb. sorulara dayandırılmaktadır.

Biyolojik ajanların silah olarak kullanımını engelleyebilecek kesin bir yolun, ne günümüzde, ne de, gelecekte olamayacağı, uzmanlarca kabul edilen bir gerçektir. Bu nedenle, bu ajanların üretimi, geliştirilmesi, depolanması ve kullanımının yasaklanması konularının gündeme getirilerek tartışılması tek çözüm yolu olarak görülmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti'nin de taraf ülke olarak yer aldığı "Bakteriyolojik (Biyolojik) ve Toksin Yapıdaki Silahların İmalı, Geliştirilmesi ve Depolanmasını Yasaklayan ve İmhasını Söz Konusu Eden Konvansiyon" 26 Mart 1975 de uygulamaya koyulmuştur. Konvansiyonun hedefleri dört ana başlıkta toplanmaktadır: 1. Genel silahsızlanma (toplu yok etmeyi amaçlayan her tür biyolojik silahın imalı, depolanması ve imhası). 2. Bütün taraf ülkelerin toplanması. 3. Birleşmiş Milletler tarafından kınanma ve alınacak tedbirlerin görüşülmesi. 4. Milletlerarası güven artırıcı önlemlerin alınması.

Biyolojik Silah olarak kullanılabilen mikroorganizmaların (Bakteri, Virüs, Mantar ve Protozoa) ait olduğu risk grupları- (Export Administration Bulletin-1990) Risk Grubu 1. Normalde hastalık yapmadıkları bilinen ajanlar. Diğer gruplar arasında yer almayan tüm ajanlar (bakteri, mantar, parazit ve virüsler) burada yer almaktadır. Risk Grubu 2. Bu gruba ait mikroorganizmalar insan, hayvan veya bitkilerde hastalığa neden olabilen, ancak, sağlıklı laboratuvar çalışanlarına, topluma, damızlık ve tohumluk olarak kullanılan stoklara ve çevreye ciddi bir tehlike oluşturmadığı bilinen ajanlardan oluşmaktadır. Leishmania spp., Adenovirüsler (insana ait tüm tipler), Herpes virüsleri (Herpes simia dışındakiler), Kabakulak virüsü, Poliovirüs, Kuduz virüsünün bazı tiplerinin yer aldığı 43 tip organizma. Risk Grubu 3. Bu gruba ait mikroorganizmalar insan, hayvan veya bitkilerde ciddi hastalıklara neden olabilen, önemli ekonomik kayıplara yol açabilen; ancak, kişilerin birbirleriyle teması yoluyla yayılmayan ajanlardan oluşmaktadır. Escherichia coli (enteropatojenik tüm serotipler), Haemophilus influenzae, Neisseria gonorrhoeae, Brucella, Kuduz virüsü (sokak tipi), Sarı humma virüsünün arasında olduğu 51 tür organizma. Risk Grubu 4. Bu gruba ait mikroorganizmalar insan, hayvan veya bitkilerde çok ciddi, genellikle tedavisi mümkün olmayan hastalıkların etkeni olarak bilinen ajanlardan oluşmaktadır. Bu gruba ait ajanlar insandan insana veya insandan hayvana teması yoluyla bulaşabilmektedir. Su çiçeği, Sarı humma-sokak tipi virus gibi organizmaların yer aldığı 10 organizma.



Teknoloji Ürünü Domatesler

YILLAR verilen sözler ve sürdürülen protestolardan sonra, genetik mühendisliği ile geliştirilmiş gıdaların çağı, sonunda başladı.

Teknolojinin bu iş için uygun hale geldiği ilk zamanlardan bu yana, yani 20 yıldan fazladır, bilimadamları, genetik mühendisliği yoluyla daha iyi gıdalar üretmekten söz ediyorlar. Mühendisler, DNA parçacıklarını karıştırmak ve eşleştirmek; bir tür organizmadan aldıkları geni bir başkasına eklemek yoluyla, yeni, gelişmiş bitki ve hayvanlar elde etmeyi umdular. Yıllar boyunca mısır genlerini pirinçe, alabalık genlerini yayın balığına, tavuk genlerini patatese; hatta karanlıkta parlayan bitkiler yapma hevesiyle olsa gerek, ateş böceği genlerini tütününe yerleştirdiler.

Bugün, biyoteknolojik yenilgiler ve bitmek tükenmek bilmeyen tartışmalarla dolu 20-30 yılın ardından Amerikalı tüketiciler, sonunda dışlarını geçirebilecek birşey buldular. Birleşik Devletler Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), genetik mühendisliğin başansı olan ilk ürünün güvenilir olduğunu ve tüketicilere satılabileceğini açıkladı. Bu ürün, tüm yıl boyunca "yaz lezzeti" vereceği söylenen, Flavr Savr adında bir domates! Kaliforniya, Davis'te kurulu olan Calgene Firması, bu domatesin üreticisi ve komik adının da isim babası. Firma yetkilileri, yeni domateslerinin önce Kaliforniya ve Ortadoğu bölgelerinde seçkin süpermarketlerde satışa sunulacağını; yıl sonundan önce de tüm ABD'ye yayılmış olacağını söylüyorlar.

Genleri birleştirme işiyle uğraşanların, hayal gücünden yana hiçbir sıkıntılan yok. Üzerinde çalışılmakta olan ürünler arasında daha az beslendikleri halde daha hızlı büyüyen tavuklar, daha az tohumu ve daha uzun raf ömrü olan dolmalık biberler, daha iyi olgunlaşan ananaslar, daha az suya gereksinimi olan kabak ve salatalıklar, böcek ve yabani bitki ilaçlarına daha az gereksinimi mısırlar, protein değeri daha yüksek hububat, bitkisel yağ miktarının daha az bulunduğu doymuş yağ, daha az kafein içeren kahve taneleri ve gaz yapmayan kuru fasulyeler var.

Tüm bu ürünlerin ardında, aynı temel teknoloji duruyor. Ortaya çıkan bitki ya da hayvan-

ların bir özellik kazanacağı (ya da kaybedeceği) umuduyla yeni bir gen devreye sokulur (veya varolan bir gen bastırılır). Geleneksel birki ve hayvan üreticileri de aynı sonucu elde edebilirler; ancak olgunlaştırmak ve yeniden üretmek için birkaç kuşak beklemeleri gerekir. Üstelik teknolojileri, sonucunu düşünmeden yapılan çalışmalara dayalıdır. Calgene'in yeni ürünü için bilimadamları, tüm dikkatlerini domatesin çürümmesine yol açan bir enzimle birleşik bir gen üzerine odakladılar. Daha sonra da bu etkileri yok ederek, domatesin daha uzun süre taze kalmasını sağladılar.

Bu, Calgene'in biyoloji mühendisleri için bir ilham kaynağı da oldu. Taze, bahçede yetiştirilmiş domatesin lezzeti ile, mevsimi dışında süpermarketlerde satılan tatsız, etli, domatesbenzeri nesnelerin lezzeti arasında büyük bir fark var. Domatesin nakliyesi de sorun oluyor. Ülkenin bir ucundan diğer ucuna nakledebilmek için üreticiler, onları yeşilken topluyorlar. Daha da kötüsü komisyoncular, domatesleri daha yüksek fiyattan satabilmek amacıyla soğuk hava depolarında haftalarca bekletiyorlar. Satılmadan hemen önce de kızarmalarını sağlamak için domateslerin üzerine etilen gazı püskürtülüyor. Böyle olduğu halde Amerikalı tüketiciler, her yıl 4 milyar dolar tutarında domates satın alıyorlar; dolayısıyla olgunlaşmadan toplanmış domatesler yerine bu domatesler için daha iyi bir fiyatı memnuniyetle ödeyebilirler. Calgene yetkilileri, domateslerinin dalında olgun olarak daha uzun süre kalabileceğini ve manav rafında da diğerlerinden birkaç gün daha fazla dayanabileceğini ifade ediyorlar.

Ancak bu yeni domates, biyoteknolojiyi eleştiren; insanların yediği maddelerle ilgili olarak genetik mühendislik üzerindeki denetimlerin özellikle sıkı tutulması gerektiğine inanan kişiler için yeni bir hedef oluşturuyor. Calgene,

onay almak için Flavr Savr'ı Gıda ve İlaç İdaresi'ne sunmaktan başka, yasalar bu işlemlerden hiçbirini gerektirmediği halde ABD'deki manav dükkanlarına, domateslerin genetik mühendislik yoluyla nasıl üretildiğini açıklayan broşürler göndermeyi planlıyor. Bununla birlikte başkanlığını uzun süredir biyoteknoloji karşıtı olan Jeremy Rifkin yaptığı, Washington temelli bir grup olan Saf Gıda Kampanyası, Calgene'i "domates ezici" protestolarına hedef almış durumda. Rifkin ve onun gibi düşünenler, Gıda ve İlaç İdaresi'ni, biyo-mühendislikle elde edilmiş gıdalar marketlere getirilmeden önce hükümetin haberdar edilmesini zorunlu kıldığı için suçluyor.

Rifkin, yine de Flavr Savr'ın güvenli olabileceğini kabul ediyor. Davis'te Kaliforniya Üniversitesi'nde yürütülen, bağımsız bir çalışma olan Gıda Güvenliği Programı'nın başında bulunan Carl Winter, bu domatesin, normal yollarla üretilenlerden bile daha güvenli olabileceğini düşünüyor. Winter'a göre, "modern genetik mühendisliği tekniklerinin istenmeyen sonuçlar elde etme riski, normal üretimin risklerine göre daha az." Örneğin melez patatesler, yüksek yoğunlukta bulunması halinde zehirli olabilen alkaloid düzeyleri bakımından test edildiler.

Tüketiciler, Flavr Savr'ın tadının nasıl olacağı; ödedikleri fiyata deyip demeyeceği gibi konularda endişeli olabilirler. Berkeley'deki ünlü bir restoranın şefi ve sahibi Alice Waters; kendisini "çok büyük bir domates hayranı," olarak niteliyor. Bir Flavr Savr örneği kendisine tattırıldığında ise tepkisi şöyle olmuş: "Tadı, mevsiminde yetmiş bir domates gibi. Fena değil, ama benim müşterilerim için yeterince iyi değil".

Philip Eimer-Dewitt
Time, Sayı 22 (30 Mayıs 1994)
Çeviri: Miyase Göktepeli

Türkiye'de Hidroelektrik Enerji



M.Ö 3000-2000 yıllarından itibaren Çin'de ve Mezopotamya'da, Anadolu'da ve Mısır'da suyun potansiyel ve kinetik enerjisinden faydalanılmıştır. Buhar makinesinin icadına kadar, bir cismin hareket ettirmek için kuvvet kaynağı olarak sadece su ve rüzgar enerjisinden faydalanılmış, rüzgarın süresiz olması nedeniyle daha çok su kullanılmıştır. Ktesebius (M.Ö. 3. yy), Philon (M.Ö. 3. yy) ve Heron (M.S. 1. yy)'un yaptığı su ile işleyen çeşitli mekanizmaların bir bölümünün oyuncaktan ileri gitmediği görülmektedir. Arkhimedes'in de (M.Ö. 287-212) Gazze'de yaptığı su ile işleyen saatin planları; "Kitab-ı Arşimidas fi'amal ab-bin kamat" adlı Arapça kitapta ayrıntıları ile gösterilmiştir.

Kazım Çeçen
İ.T.Ü. Emekli
Öğretim Üyesi

HORASANLI Mûsâ bin Şakir'in oğulları tarafından Bağdat'ta 800-850 yılları arasında yazılan "Kitab-ı al Hiyal" adlı eserde, su ile işleyen 100 adet otomatik kontrol mekanizmasının çizimleri ve açıklaması vardır. 1170-1206 yılları arasında, Diyarbakır'da Artukoğulları emirliğinde başmühendis olan Ebû'l-İzz el Cezeri (Cizreli) tarafından yazılan kitapta, su ile işleyen saatler, robotlar, otomatik cihazlar, müzik otomatları (içinde bulunan çark ve yaylar yardımıyla canlı bir vücut gibi iş gören ve kendisine temsil ettiği vücudun biçimi verilmiş olan makina) ve çarklar gibi 50 mekanizmanın planları ve resimleri çizilmiştir. Pelton tarafından 20. yy.'ın hemen başında geliştirilen Pelton çarkı ile Cezeri'nin çizdiği çarkların hemen hemen aynı olması ilginçtir.

Elektrik enerjisinin kullanılmaya başlaması ile 19. yy.'ın sonunda, hidroelektrik tesislerin yapımına da başlanmıştır. Bütün hidroelektrik tesislerin esas enerji kaynağı güneştir. Milyarlarca metreküp su buharlaşarak bulut olmakta ve karalara yağın yağışlarla akarsuları ve kaynaklarını oluşturmaktadır. Suyun potansiyel ve kinetik enerjisinden faydalanılarak

çeşitli tipte hidroelektrik tesisler yapılır. Çöllerde ve sıcak ülkelerde suyun buharlaşmasından faydalanmak suretiyle yapılan depresiyon tesisleri, gel-git (med-cezir) olayından ve dalga enerjisinden faydalanılarak yapılanlarla akarsular üzerinde kurulan tesisler bunlara örnek verilebilir.

Depresiyon Tesisleri

Denizden alçakta olan çöllerde veya denize kıyısı olan çok sıcak bölgelerde, serbest yüzeyden suyun fazla buharlaşmasından yararlanmak amacıyla hidroelektrik tesisler yapılmaktadır. Çok sıcak bölgelerdeki uygun bir koy bir duvar aracılığıyla denizden ayrılır. Denizden ayrılan kısımda serbest su yüzeyinden buharlaşma sonucunda, buranın su seviyesi alçalır. Buharlaşan su miktarına eşit debi denizden alınarak hidroelektrik tesisi kurulur. Çöllerde yapılan hidroelektrik tesislerinde ise çölün denizden alçakta olan bölgelerine bir tünel veya kanal ile deniz suyu ulaştırılır. Çölün çukur bölgesinde yapılan hidroelektrik tesisinde enerji üretilir. Çukur bölgede oluşan göl alanından bir yıl içinde buharlaşan su miktarına eşit olan debi, denizden alındığı takdirde, zamanla

gölde kararlı bir seviye oluşur. Çukur bölgede oluşan bu gölün hacminin, deniz suyundaki tuzu depolayacak kadar büyük olması da gerekir.

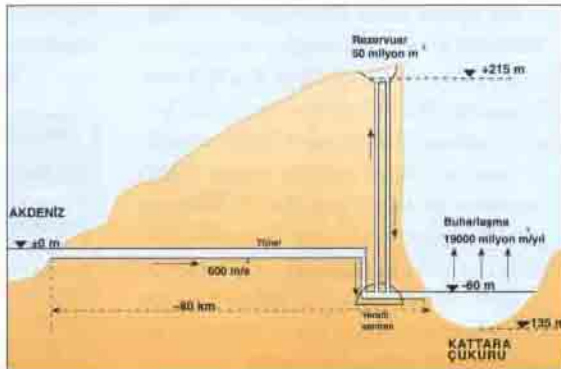
Çöllerde yapılması tasarlanan hidroelektrik tesislerinin en büyüğü ve ilginç Kattara projesidir. Kattara Çölü Kahire'nin 300 km batısında ve Akdeniz seviyesinden 135 m alçaktadır. 80 km uzunluğundaki bir tünel vasıtasıyla 600 m³/sn'lik deniz suyu bu çukura akıtılacaktır. Zamanla oluşacak göl hem birikecek tuzları depolayacak hem de 60 m yüksekliğinde 12000 km² lik bir göl alanı oluşturarak büyük miktarda suyu buharlaştıracaktır. Bu bölgede serbest su yüzeyinden yılda ortalama 2 m kalınlığında su buharlaşırsa, buharlaşan su miktarı bir yılda 24 milyar m³ etmektedir. Bu miktar bir saniyede 761 m³ debiye karşılık gelmektedir. Projede alınması tasarlanan debi, Fırat Nehri'nin ortalama debisine eşit olan 600 m³/sn'dir. Bölgenin pik (en yoğun) saatlerdeki enerji ihtiyacını karşılamak için, ihtiyacı az olduğu zamanlarda +215 m kotundaki yapay bir göle su pompalanarak pik saatlerinde ek enerji üretilmektedir. Tesisin kurulu gücü 1200 MW'tır, yani yaklaşık olarak Keban Hidroelektrik Tesis'i'ne eşittir.

Yapımı tasarlanan çeşitli depresiyon tesislerine örnek vermek gerekirse, denizden bir koyu ayırmak suretiyle yapılması düşünülenler ve tasarlanan kurulu gücü 12000 MW olan Kızıldeniz'de Bab el-Mendep ve 1720 MW olan Basra Körfezi projesi sayılabilir. Çöllerde yapılacak depresiyon tesisleri ise Assal Gölü (Somali) 67 MW, Assale Gölü (Eritre) 540 MW, El Kattara (Mısır) 1200 MW, Chotto Melrhiret Rhasa (Tunus) 270 MW, Maracaibo (Venezüella) Lut Gölü (İsrail) ilk kademe 10 MW. Çöllerde yapılan depresiyon tesislerinin hepsinde düşüm yüksekliğinin 8-60 m arasında değişmesine karşılık, Lut Gölü'nde bu yükseklik 395 m'dir. Lut Gölü'nde çok büyük bir hidroelektrik tesisi yapılabilir. Ancak fazla kabarmasının çeşitli sakıncaları olması nedeniyle, verilecek deniz suyunun debisi küçük tutulmuştur.

Gel-git (med-cezir) Hidroelektrik Tesisleri

Açık denizlerde, meydana gelen gel-git olayından faydalanılarak elektrik enerjisi üreten tesislere gel-git tesisleri denir. Kabaran denizin suyu, bir koya veya bir nehrin ağzında yapılan hazneye doldurulur. Dolarken, boşalırken veya her iki yönde çalışan tek veya çift hazneli gel-git tesisleri yapılmıştır. 24 saat içinde, 20 dakika süre ile deniz iki defa kabarıp ve alçalır. Dolarken ve boşalırken aynı türbin çalışabilir. İki taraf arasındaki seviye farkı 3 m olunca türbinler durur. Daha sonra tekrar kapaklar açılarak deniz suyu doldurulur veya boşaltılır.

Gel-git tesislerinin en büyüğü Fransa'da Atlantik sahilindeki Brötanya'da kurulu olan Rance tesisidir. Pilot tesis olarak yapılan bu büyük hidroelektrik santralinde her biri 10 MW gücünde 24 türbin-jeneratör grubu vardır. Tesis tam otomatik çalışmakta ve tümüne bir kişi kumanda etmektedir. Ayrıca, türbinler hem dolarken hem boşalırken enerji üretebilmektedir. 240 MW gücündeki bu pilot tesisin kurulmasından sonra, enerji üretiminin süreksizliğinin, enterkonekte şebekede meydana getirdiği uyumsuzluklar ve gel-git dalgalarının başka yerlerdeki olumsuz etkileri yüzünden, esas tesis henüz yapılmamıştır.



Kattara Tesisleri, en büyük çöl hidroelektrik projesidir. Kattara projesi uyarınca, Akdeniz'den bir kanal aracılığıyla alınan deniz suyu, çöldeki bir çukurda toplanacaktır. Bu çukurun serbest yüzeyindeki suyun fazla buharlaşmasından yararlanılarak hidroelektrik santral kurulacaktır. Tesisin kurulu gücü 1200 MW olarak hesaplanmıştır.



Fransa'da Atlantik Sahilinde kurulu olan Rance, en büyük gel-git hidroelektrik tesisidir. Rance, 240 MW gücündedir.

Dalga Enerjisinden Faydalanılarak Enerji Üretme

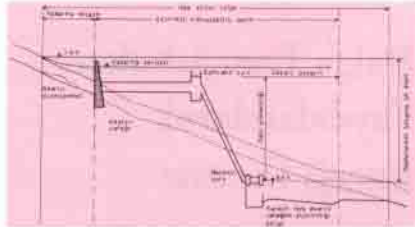
Bu şekildeki hidroelektrik tesisler henüz uygulama safhasına girmemiştir. Dalga enerjisinin de süreksiz olması büyük sakınca meydana getirmektedir. Burada çoğu kimsenin aklına gelebilecek olan İstanbul Boğazı'ndaki akıntıdan elektrik enerjisi üretimi konusu üzerinde biraz duralım: Böyle bir enerji üretimine geçebilmek için Boğazı deniz trafiğine kapatmak gerekir. Karadeniz ile Marmara Denizi arasındaki seviye farkı en çok 20 cm olduğundan en iyimser hesapla ancak 5 MW gücünde bir hidroelektrik tesis kurulabilir. Bu tesisin randımanı çok düşük, yatırım masrafı ise çok fazla olacak ve boğazı deniz trafiğine kapatmak gerekecektir. Bu yüzden böyle bir tesisin yapılması anlamsız ve olanaksızdır.

Görüldüğü gibi konvansiyonel olmayan hidroelektrik tesisler, ancak belirli yerlerde ve belirli koşullar altında yapılabilir. Bunlar içerisinde en fazla ümit bağlananlar, gel-git tesisleridir. Denizin suyu sonsuz kabul edilebilirse de enerji üretimindeki süreksizlik ve kara tarafındaki hazne hacminin sınırlı olması, tesisin çok sayıda uygulanmasının yapılmasını önlemiştir. Pompalı tesislerle süreksizlik sakıncalarını gidermek kısmen mümkün ise de, enterkonekte şebeke ile tam bir uyum sağlanması birçok şarta bağlı olduğundan, sakıncaları tamamen ortadan kaldırmak mümkün değildir.

Akarsular Üzerinde Kurulan Hidroelektrik Tesisleri

20. yy.'ın ikinci yarısında hidroelektrik tesislerin yapımında büyük gelişmeler olmuş ve dev tesisler yapılmıştır. Akarsular üzerinde yapılan hidroelektrik tesislerini iki ana bölüme ayırmak mümkündür.

Barajsız hidroelektrik tesisleri, nehir santralleri veya çevirmeli hidroelektrik tesisleri.



Barajsız hidroelektrik tesislerinde akarsu, bağlama adı verilen bir sistem aracılığıyla kabartılarak su alınır. Alınan su, bir kanal veya tünel yardımıyla az bir eğim oluşturacak şekilde, aynı veya başka bir akarsu yatağına bırakılır. Böylece seviye farkından faydalanılarak elektrik enerjisi üretilir. Günlük ihtiyaç oynamalarını karşılamak için, yüklenme odası civarında veya başka bir yerde küçük depolar da yapılabilir. Akarsu üzerinde yapılan bağlama yardımı ile kabartılan suyun, seviye farkından yararlanarak kanalsız veya tünelsiz hidroelektrik tesisleri de yapılmaktadır. Barajsız veya biriktirmesiz hidroelektrik tesislerinde inşa debisinin seçimi çok önemlidir. Akarsuyun debisi yıl boyunca sürekli değişir. 365 günlük debi değerleri büyüklük sırasına göre dizilerek sürekli debi çizgisi elde edilir. İnşa debisi 10 ile 30 yıllık orta-



Pompalı tesisler yalnız hidroelektrik tesislere mahsus değildir. Termik santrallarda da enerjiyi depo etmek için pompalı tesisler yapılmaktadır. Pompalı tesisler, su mühendisliğinin rönesansı olarak adlandırılır. Deposuz yani çevirmeli tesisler, eğimi büyük akarsularda daha çok yapılabilir. Aksi halde düşüm yüksekliği kazanmak için bağlama yüksekliğini çok fazla tutmak gerekir ki, o takdirde yine bir baraj yapılıyor demektir. Ülkemizde büyük nehirlerin dışındaki akarsuların hepsi, eğimi büyük dağ akarsuları karakterindedir. Bitki örtüsü zayıf olan bölgelerdeki akarsularda çok fazla katı madde taşınımı vardır. Büyük eğimli akarsularda oldukça iri taşlar dahi hareket haline geçebilir. Bu yüzden büyük eğimli ve fazla katı madde taşınımı olan akarsulardan su alma probleminin çözümü oldukça zordur. Bu tür akarsuların hepsi için geçerli çözümler bularak bunları uygulamak da mümkün değildir. İTÜ'de bazı genel sistemler geliştirilmiş ve çeşitli hidroelektrik tesislerde başarı ile uygulanmıştır. İkizdere, Harşit, Murgul ve Göksu-Yerköprü tesisleri bunlara örnek olarak gösterilebilir. Hidroelektrik tesisler planlanırken, tüm bölgenin planlanmasının yapılması gerekir. Örneğin, suları bir akarsudan diğerine aktarmak gibi çok daha ekonomik çözümler bulunabilir.

Bu tür hidroelektrik tesislerin de faydaları ve sakıncaları vardır. Akarsuyun enerjisinden üst değerde fayda sağlanması; kurak dönemlerde de enerji üretilmesi; enterkonekte şebekeyi en uygun şekilde besleyebilmesi; mevsimlik yıllık debi değişimlerini düzenlemesi; taşkınardan korunma, sulama, içme suyu temini gibi çok maksatlı olarak kullanılabilmesi gibi faydalarına karşın bazı sakıncaları vardır. Verimli vadiler, araziler, köyler, sanai tesisler ve köprülerin su altında kalması ve sosyal problemler çıkması; baraj gölünün iki tarafı arasında ulaşım güçlükleri doğması; barajın alt tarafındaki akarsu yatağının derinleşip, yeraltı suyu seviyesinin aşağı inerek, bahçelerin kuruması; balık yaşamının zarar görme olasılığı; bitki örtüsünün zayıf olduğu bölgelerde baraj gölünün katı maddelerle dolması; göl alanından fazla miktarda suyun buharlaşması; tesisin yapımının uzun sürerek yatırım masrafını

GWh=million KWh, TWh=billion KWh, 1MW=1000 KW, 1 GW=million KW, 1 KW=367 ton

artırması; karstik bölgelerde su kaçağı problemleri ve önemli temel problemleri çıkarabilmesi ise sakinleri arasındadır.

Küçük Hidroelektrik Tesisler

1.000 kw gücünden küçük olan hidroelektrik tesislere bu ad verilir. 100 ile 10000 kw arasında olanlara mini, 0-100 kw arasında olanlara ise mikro hidroelektrik santrali denir. Otomatik işleyen tesisler yapılmadığı takdirde küçük hidroelektrik tesisin işletme masrafları büyük olur. Bu yüzden ülkemizdeki çok sayıda küçük ve mini hidroelektrik tesis terk edilmiştir. Ürettikleri elektrik enerjisine göre yatırım ve işletme masrafları fazladır. Ancak belirli bölgeleri beslemek bakımından faydalı olabilirler. Böylece küçük akarsuların enerji üretimi de kazanılmış olur. Bugün gelişmiş ülkelerde transformator binaları gibi kapalı ve personel istemeyen, 10-15 santrali kontrol eden teknisyenlerle çalıştırılan küçük hidroelektrik tesisleri başarı ile çalıştırılmaktadır.

1990 yılı itibarı ile çalışan Küçük HES'ların (Hidroelektrik santraller) kuruluşu 93 MW, yılda ürettikleri enerji 366 milyon KWh'dır. Ülkemizdeki Küçük HES'ların brüt potansiyeli 140 TWh/yıl'dır.

En büyük Hidroelektrik enerji potansiyeli Asya'da ve Latin Amerika'dadır. Kuzey Amerika ve Avrupa ülkelerinde, üretilebilir enerjinin %50'si kadarı hidroelektrik tesislerle sağlanmakta ise de diğer ülkelerde bu oran çok düşüktür.

Türkiye'nin hidroelektrik potansiyeli ortalama akımlar ve ortalama eğimlere göre hesap edilmiş ve teorik potansiyel 433 bin GWh bulunmuştur. Bu değerin ancak yarısına, yani 216 bin GWh'a teknik olarak ulaşılacağı düşünülebilir. Ancak ekonomik olabilecek potansiyel 122420 GWh olarak hesaplanmıştır. Bugün ekonomik olan potansiyelin ancak %25'i kullanılmaktadır.

1993 yılı itibarı ile yapılmış ve yapılmakta olanlarla, fizibilitesi ispatlanmış olan hidroelektrik tesislerin sayısı 495'dir. 34736 MW gücündeki HES'lardan 122420 GWh elektrik üretecektir.

Ülkemizde 1993 yılında çeşitli kaynaklardan üretilen tüm elektrik enerjisi yaklaşık 67 bin GWh'dır. Bunun %61'i endüstride, %19,6'sı meskenlerde, %5,6'sı ticarethanelerde, %3,2'si resmi dairelerde %10,6'sı ise diğer yerlerde kullanılmaktadır.

Mevcut, inşa halinde ve kesin projesi hazır olan HES'ların toplam olarak üretebilecekleri enerji 60825 GWh'dır. Yani gerekli parasal kay-

nak bulunduğu takdirde bugün üretilmekte olan tüm elektrik enerjisi, sadece hidroelektrik tesislerden üretililebilecektir.

Türkiye'nin hidroelektrik potansiyelinin akarsu havzalarına göre dağılımı incelenirse; yıllık 122420 GWh'lık ekonomik potansiyelin 37723 GWh'ı Fırat'da, 17284 GWh Dicle'de olduğu görülür. Fırat ve Dicle'nin potansiyeli, Türkiye potansiyelinin %45'i kadardır. Bu iki akarsudan sonra Doğu Karadeniz akarsularından 11416 GWh, Çoruh havzasından 10614 GWh enerji üretebilecektir. Enerji üretimi için yapılan barajların yüksek bölgelerde olanları enerji üretimi ağırlıklı, aşağı bölgelerindekiler ise hem enerji hem de sulama amaçlı olacak ve bu şekilde en yüksek yarar sağlanacaktır. Türkiye'deki hidroelektrik tesislerinin kurulu güçlerindeki gelişme 1923-1993 arasındaki on yıllık aralıklara göre aşağıdaki şekildedir.

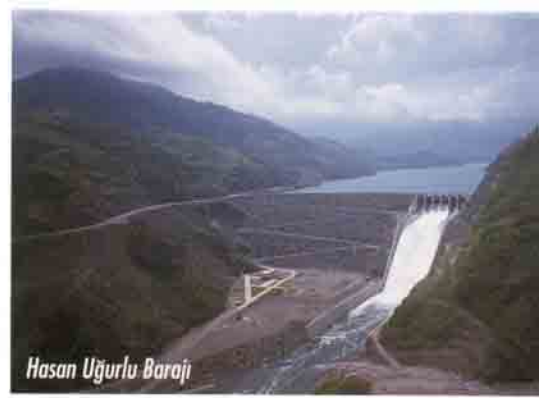
Fosil yakıtlarla enerji üreten tesislerdeki gelişmeye rağmen, son 10 yılda hidroelektrik tesislerdeki büyük gelişme nedeniyle hidroelektrik enerji üretiminin tüm enerji üretiminin %45'inin üstüne çıktığı görülmektedir.

1991 dünya istatistiklerine baktığımız zaman elektrik enerjisinin %99,6'sını hidroelektrikten üreten Norveç'ten sonra hidroelektrik enerji üretim oranı en fazla olan ülkeler Avusturya, İsviçre, Kanada ve İsveç'tir, Türkiye takip etmektedir. Diğer taraftan kişi başına yılda düşen tüm enerji miktarı olan 1029 KWh ile Türkiye'nin enerji üretimi, dünya ortalamasının yarısı kadardır. Bu bize ilerideki 70 milyon'luk bir Türkiye'de 3000 KWh/yıl/kişi hesabına göre en az 210 bin GWh'lık enerji üretilmesi gerektiğini gösterir. Gelecekte GAP projesi tamamlandığı takdirde yaklaşık 25 bin GWh'lık hidroelektrik enerji bu tesislerde üretililecektir.

Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyeli	
(Akarsu Havzalarına göre dağılımı)	
Havza Adı	Ortalama Üretim (GWh)
Susurluk	1380
Kuzey Ege	42
Gediz	425
Küç. Menderes	143
Büy. Menderes	907
Batı Akdeniz	2752
Antalya	4014
Sakarya	2362
B. Karadeniz	2125
Yeşilirmak	5277
Kızılırmak	6935
Konya-Kapalı	104
D. Akdeniz	4769
Seyhan	6880
Asi	120
Ceyhan	4634
Fırat	37723
D. Karadeniz	11416
Çoruh	10614
Aras	2256
Van Kapalı	257
Dicle	17284
Toplam	122420

Hidroelektrik Tesisin	
Yılı	Kurulu Gücü (MW)
1923	0,1
1933	3,5
1943	8,2
1953	29,4
1963	478,5
1973	985,5
1983	3239,3
1993 yılına	8500

Keban Barajı



Hasan Uğurlu Barajı

Yukarı Fırat havzasında, Murat, Peri ve Karasu kolları üzerinde toplam 13 baraj ve HES projesi tespit edilmiştir. Bunların tamamı 6300 GWh enerji üretecektir.

Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)

Ülkemize elektrik enerjisi üretimi ile sulama bakımından büyük yarar sağlayacak olan GAP'daki hidroelektrik santrallerin kurulu gücü 7.467 MW, üretilen elektrik enerjisi ise 27.345 GWh/yıl'dır. Yapılacak barajların sayısı ise 22'dir. Buna Fırat üzerinde halen çalışmakta olan Keban HES'in ürettiği 6 bin GWh/yıl ile Yukarı Fırat'ta yapılacak 8 HES'den üretilen 2.753 GWh/yıl eklenecek olursa, Fırat ve Dicle'den toplam 36.098 GWh/yıl enerji üretileceği anlaşılmış olur. Dicle'nin doğu kolları üzerinde yapılacak alanlar bu hesaba dahil değildir. Çoruh havzalarında ise enerji üretme imkanları tespit edilmiş ve bunların toplam gücünün 3185 MW ve yıllık ortalama üretimlerinin 10468 GWh olacağı hesaplanmıştır.

Göksu üzerindeki barajlı ve çevirmeli hidroelektrik santrallerinin kurulu gücü 415 MW ve yıllık toplam üretimleri ise 1394 milyon KWh olacaktır. Göksu üzerindeki 9 HES'dan 5 tanesi barajlı, diğerleri çevirmeli tesislerdir. Öteki akarsular üzerinde yapılan çalışmalar da devam etmektedir.

Doğu Karadeniz akarsularının eğimleri %2 ile %5-6 arasında değişir. Bu bölgede baraj yaparak hidroelektrik enerji üretme olanağı oldukça azdır. Bölgedeki dağ akarsularından yerel şartlara göre hazırlanacak su alma tesisleri ile alınan su galerilerle ulaştırılarak çeşitli yüksekliklerdeki hidroelektrik santrallerinde enerji üretililecektir.

Çeşitli Birincil Enerji Kaynaklarından Enerji Üretimi

Elektrik üretiminde en çok linyit, taş kömürü, petrol çeşitleri ve doğalgaz gibi fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Bacalardan çıkan H_2S , CO_2 , CO ve diğer gazların havayı kirlettiği, insanlara ve diğer tüm canlılara zarar verdiği herkes tarafından kabul edilen bir gerçektir. Özellikle linyit yakan tesislerin yakınındaki ormanların çok tahrip olduğu ve civarda yaşayanlarda solunum hastalıkları görüldüğü belirlenmiştir. Linyit yakmak suretiyle üretilen enerji başlangıçta ucuz kabul edilebilirse de yan etkileri hesaba katıldığı takdirde gerçek durumun farklı olduğu ortaya çıkar. Bacadan çıkan gazların çevreye ne kadar zarar verdiğine ise Murgul Bakır İşletmeleri civarında tamamen mahvolan sık ormanın akıbeti örnek gösterilebilir.

Alınan bütün önlemlere rağmen fosil yakıtların yanması ile bacalardan çıkan gazları tamamen zararsız hale getirmek mümkün değildir. Doğalgaz santrallerinden çıkan gazların havayı daha az kirlettiği bilinmektedir. Ancak ülkemizin elektrik ihtiyacının sadece doğalgaz ile karşılanması mümkün değildir.

Enerji üretiminde kullanılan jeotermal enerji kaynakları sınırlıdır. Ayrıca çıkan doğal sıcak suyun veya buharın içindeki maddelerin akarsulara da zarar vermemesi gerekir. Yer altına soğuk su enjekte etmek suretiyle elde edilen sıcak sudan faydalanmak mümkün ise de bu yolla üretilen enerji miktarı çok sınırlıdır.

Nükleer enerjiden yararlanma gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Çernobil kazasının bu tesislerin yapımında bir çekingenlik meydana getirmesine rağmen, Fransa ve Belçika'da ülke ihtiyacının çok büyük bir bölümü nükleer santrallerde üretilmektedir. Yeterli önlemler alındığı takdirde nükleer santrallerden üretilen enerji de temiz enerji olarak adlandırılabilir.

Çeşitli enerji kaynaklarından yararlanarak hidrojen elde etmek ve sonra da bu hidrojen-den enerji üretmek mümkündür. Enerji üretiminde hidrojen kullanıldığı takdirde havaya sadece su buharı verildiği için, bu yoldan sağlanan enerji de temiz enerjidir. Ancak hidrojen

üretimi için diğer enerji kaynaklarının kullanılması gerekir. Hidrojenden enerji üretirken çevrede herhangi bir kirlilik meydana gelmez. Kirlilik, hidrojenin üretildiği enerji kaynağının bulunduğu yere kaydırılmış olur. Hidrojenin kullanımındaki bütün avantajlara rağmen diğer enerji kaynaklarına göre iki kat daha pahalı olması, kullanım alanının sadece uzay teknolojisiyle sınırlanmasına yol açmıştır.

Türkiye'nin Birincil Enerji Kaynakları

Türkiye'de fosil enerji kaynaklarının en bol bulunan türü, düşük kaliteli linyitlerdir. Ancak linyit santrallerindeki bacalardan çıkan gazlar, bütün önlemlere rağmen, çevrede olumsuz etkiler meydana getirir. Ormanlık olmayan, çorak arazilerde nüfus yoğunluğu da fazla değilse, önlemler alınarak linyit santralleri kurulabilir. Ancak bu tür uygun bölgeler oldukça azdır. Düşük kaliteli linyitlerin başka yerlere taşınması ve santralin oralarda yapılması ise ekonomik değildir.

Ülkemizin doğalgaz ve petrol gibi fosil yakıt rezervleri çok sınırlı olduğundan, bu tür enerji üretim tesisleri yakıt bakımından dışa bağımlı olacaktır. Ayrıca bu tip santrallerin bacalarından çıkan gazlar, az da olsa, havayı kirletecektir. Ne varki, ülkemizde oldukça bol bulunan su enerjisinden faydalanabilecek, çevreyi hiç kirlilemeyen hidroelektrik tesisleri ülkemizin gelecekteki tüm ihtiyacını karşılayamaz. Hidroelektrik potansiyel bakımından Avrupa Norveç'ten sonra 122400 GWh ile ikinci sırada olmamıza rağmen 60-70 milyonluk bir Türkiye'nin yakın bir gelecekte dahi bütün enerji ihtiyacının hidroelektrikten karşılanmasına imkan yoktur.

Ülkemizde bir yılda denizlere akan su miktarı 186 milyar m^3 'dür. Bunun %29,5'i Fırat ve Dicle'dendir ve ayrıca ekonomik olabilecek tüm hidroelektrik potansiyelin ise %45'i yine bu nehirlerdedir.

Hidroelektrik Tesislerin Yapımındaki Öncelik

Türkiye'nin gelecekteki elektrik enerjisi ihtiyacının tümünü hidroelektrik santrallerde üretmek mümkün olmadığı gibi elektrik üretiminin tümünün sadece hidroelektrikten karşılanmasının da çeşitli mahzurları vardır. Ülkemizde oldukça bol bulunan linyitin ve diğer fosil yakıtların yanı sıra, gelecekte nükleer

enerji kaynaklarından faydalanmak zorunlu olacaktır. Enerji ihtiyacını karşılamak için hidroelektrik tesislerin ekonomik olanlarının yapımına öncelik tanınmalıdır. Enerjinin değeri arttıkça, bugün 122420 GWh olan ekonomik potansiyel de artacak ve hidroelektrik tesislerden daha fazla enerji üretilenecektir.

Bir damla su, akarsulardan akarak denizlere veya hududumuza ulaştığı zaman, onun enerjisi bizim için ebediyen kaybolmuştur. Petrol, kömür gibi fosil enerji kaynakları, tükenen kaynaklardır, ancak kullanılmadıkları takdirde gelecek nesillere kalır. Halbuki suyun potansiyel enerjisi, tükenmeyen veya yenilenebilen enerjidir. Ondan faydalanmak, tesisin çalıştığı günden itibaren başlar. Mesela Keban hidroelektrik tesisi 1974 yılından başlayarak yılda 7 milyar KW'lık enerji üretmiştir. Üretime geçilmeden önceki suların enerjisi ise tamamen kaybolmuştur.

Hidroelektrik tesislerde enerji üretmek için yapılan barajlar, taşkın kontrolü, sulama ve içme suyu temini, akarsuyun debisinin düzenlenmesi gibi çeşitli faydalar sağlarlar, bölgenin iklimi üzerine olumlu etkiler yaparlar. Hidroelektrik enerji çevreyi hiç kirlilemez. En temiz enerji üretme şeklidir ve dışa bağımlı değildir. Suyun tükenmeyen enerji kaynağı olması nedeniyle hidroelektrik enerji üretimi sonsuza dek devam edecektir. Barajların dolması nedeniyle tesisin belirli bir ömrü olduğu ileri sürülebilir. Ancak bu durum depolama hacminin azalması yüzünden enerji üretimini kısıtlamaya sebep olur. Fakat çevirmeli tesislerde bu mahzur da yoktur.

Barajlı hidroelektrik tesisleri enterkonekte şebekenin ihtiyaçlarına çok iyi uyum sağlar. Pik saatlerin ihtiyacı ek türbinlerle kolayca karşılanır ve bu yüzden pompalı tesislere ve pik enerji ihtiyacını karşılayacak ek tesislere ihtiyaç kalmaz.

Ülkemizde Çalışır Durumda Olan Büyük Hidroelektrik Tesislerinin Üçü de Fırat Üzerindedir.		
Tesis	Üretim/yıl Wh	Türbinler MW
Keban	60000	4x157,5 + 4x175=1240
Karakaya	7354	6x300=1800
Atatürk	8900	8x300=2400

Fırat ve Dicle gibi hudutların dışına akan akarsularda politik avantajlar sağlar ve komşu devletlere de faydalı olur.

Tüm bu sayılan nedenlerden ötürü hidroelektrik tesislerin yapımına öncelik tanınması yurdumuz için çok önemlidir.

Kaynaklar
Varlık, Y., Cumhuriyet'ten Günümüze Kadar Elektrik Enerjisi Ve Hidroelektrik Potansiyelimiz, EİE, Ankara 1993
EİE Çalışmaları 1982-1989, EİE, Ankara 1990
World Energy Council, Turkish National Committee 1991 Enerji Raporu, Ankara 1992.



Doğancı Barajı

BİLGİ İŞLEM VE İLETİŞİM PROBLEMLERİNİZİ ÇÖZÜMLEMEK İÇİN BİRLEŞTİ. **GET IT** move USE IT

© 1994 AT&T Global Information Solutions. Bütün hakları saklıdır.

Problem... Müşteri bilgisini **elde etmek, iletmek ve kullanmakta**, müşteri memnuniyetini arttırmak ve maliyetlerini azaltmakta şirketinizin daha etkili bir yola ihtiyacı var.

Çözüm... AT&T Global Information Solutions. Bilgi işlem ve iletişim teknolojilerini bütünleştirerek oluşturduğumuz **Get, Move and Use** sistemini kullanarak problemi çözüyoruz.

AT&T ve NCR'ın birleşerek tek şirket gibi çalışması bunu mümkün kılıyor.

AT&T; iletişim ve ağ yönetimi sektörlerinin dünya lideri. Her gün 140 milyon ses, veri, video ve faks mesajını işliyor.

NCR; satış noktası terminalleri ve ATM'lerden kişisel bilgisayarlara kadar müşteri ile yüz yüze gelinen tüm noktalarda bilgi toplama konusunda dünya lideri.

Veri derleme alanında eşsiz yeteneklere sahip. Hızla büyüyen küresel paralel bilgi işlem sistemleri alanında ise dünya pazarının yarısından fazlasını elinde tutuyor.

Peki AT&T ve NCR'ın bütünleşmesi size ne kazandıracak?

Elinizdeki müşteri bilgisinden yola çıkarak müşterilerin talep ve isteklerini tümüyle **kavrayabilecek**, bu bilgiyi **kullanabilecek** ve herhangi bir yerdeki herhangi bir kişiye **iletebileceksiniz**.

Böylece, müşterinizin ne istediğini daha iyi anlayacak; müşterinizi daha iyi anladıkça da daha başarılı olacaksınız.

Daha büyük başarılarla ulaşmanız için size yardımcı olmaya hazırız.

Başarıya giden ilk adımı atın. Bizi arayın.

Tel: (0-212) 251 72 20

*Artık NCR ve AT&T bir bütün.
Bilgi işlem ve iletişim, bilgiyi **elde etmeniz**
(**get**), **iletmeniz** (**move**) ve
kullanmanız (**use**) için bir araya geldi.*



AT&T
Global Information
Solutions



Orman Yangınları

İzmirli ozan Homeros (MÖ 9. yy) Truva Savaşlarını anlattığı ünlü destanı İlyada'da Truva kentini, iki ırmak (Scamander ve Simois) arasında, İda Dağı (Kaz Dağı) eteklerinde, Hellespont (Çanakkale Boğazı) yakınlarında, çok rüzgarlı bir tepe (Hisarlık) üzerinde kurulmuş bir kent olarak tanımlar. İlyada'yı ezbere bilen ve Truvayı bulmak için yanıp tutuşan Heinrich Schliemann (1822-1890), bu bilgileri kullanarak Truvayı bulmayı başardı ve ilk kazılarını yaparak insanlığın hizmetine sundu.

Tuncay Neyişçi
Akdeniz Ün. Çevre Sorunları
Uygulama ve Araştırma Merkezi

ON YIL süren Truva Savaşı'nın başlamasından (MÖ. 1190) tam 3105 yıl sonra, aynı yörenin rüzgarlı tepelerinde, bu kez, farklı ülke ve kıtalardan beş yüz bin civarında cengaverin yaşamını yitirdiği, Truva Savaşları gibi dünya tarihine geçmiş, Çanakkale Savaşları yaşandı. Savaş öylesine şiddetli geçti ki, anısına türküler yakıldı, şiirler düşüldü.

Çanakkale Savaşlarından tam 79 yıl sonra, yine aynı tepeler, yine rüzgarlı bir günde, bu kez, bir önceki savaşın kahraman şehitlerinin üzerini örten dört milyondan fazla ağacın kö-

mür olduğu bir başka savaşa sahne oldu. Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Parkındaki bu savaş da, tıpkı diğerleri gibi, çok şiddetli geçti. Yanan ağaçlardan açığa çıkan enerji, Hiroşima'da atılan atom bombasının yedi katına ulaştı.

Şiddetli rüzgarın da etkisiyle, gencecik kızılçam ağaçlarından çıkıp gökyüzüne doğru, kıvrılarak uzanan alevler güneşe değecekmiş izlenimini veriyordu. Sanki güneşten aldıkları yaşam gücünü ona geri vermek istiyorlardı. Aslında yaşamın, adına yer küre dediğimiz, iki ateş, gökyüzündeki güneş ve yer kabuğunun

derinliklerindeki ergimiş magma arasındaki dar bir şeritte ortaya çıkmış olduğu düşünülebilir. İster ayrışma yoluyla uzun sürede, ister yanmada olduğu gibi kısa sürede olsun, yanma, depolanan güneş enerjisinin geri verilmesinden başka bir şey değildir. Efesli bilge Herakleitos (MÖ 540-480), herşeyin kendi yasasına göre tutuşan bir ateşten oluştuğunu ve herşeyin yine ateşe dönüşeceğini ileri sürerken, bu gerçekleri dile getirmek istiyordu.

Ormanların ortaya çıkışından çok önceleri de yeryüzünde ateş vardı. Ormanın ateş, bir başka deyişle yangın ile ilk tanışması, ormanların yerküre üzerinde ilk görüldükleri ve tabanlarında bir yanmaya neden olabilecek miktarda kurumuş yaprak ve dallardan oluşan bir örtü oluşturdıkları güne tarihlenebilir. Bu yangıcı malzeme, yıldırım ya da volkanizma gibi, kendisini tutuşturabilecek bir kıvılcımı er ya da geç bulabilmiştir. İnsan etkisiyle çıkan yangınların devreye girmesine kadar doğal orman yangınları, belirli aralarla yenilenerek ormanların yapısı üzerinde etkili olmuşlardır.

Bilimadamları, MÖ 500 000 yıllarında yaşayan Pekin insanının ateş kullandığından eminler. Hatta, Kenya'da elde edilen bulgulara dayanarak, ilk ateş kullanımının 1 420 000 yıl öncesine gidebileceği de ileri sürülebilmektedir. Ancak, çakmaktaşı ya da sürtünme yöntemi kullanılarak ilk ateş yakma tekniğinin geliştirilmesi, bundan sadece 10 000 yıl öncesine, cilalı taş devrine rastlamaktadır. İnsanoğlunun bundan önceki dönemlerde ateş yakmayı bildiğini gösteren hiçbir kanıt yoktur. İlk kibritin icadı ise, MS. 1827 yılında gerçekleştirilmiştir.

İnsanoğlunun serüveninde ateş yakmayı öğrenmesiyle, yerleşik tarım toplumuna geçmesi, hemen hemen aynı döneme rastlamaktadır. İstenecek yerde ve zamanda bir ateşi başlatabilmek son derecede önemli bir teknolojik devrim anlamına gelir. Bu teknoloji sayesinde insa-

noğlu yaşama alanını daha soğuk bölgelere doğru da genişleterek, dünya ekosisteminin baskın türü haline gelmeye ve doğayı değiştirmeye başlayabilmiştir. Bu aşamayı, bugün üzerinde yoğunlukla durduğumuz çevre sorunlarının doğum günü olarak değerlendirebiliriz.

Önceleri orman içinde barınan insan, toplayıcılıktan avcılığa geçişiyle otlarla kaplı açık alanların, avlanma ve beslenme bakımından ormanlara oranla sağladığı avantajları farketmiştir. Bu da onu, daha iyi sömürülebilir otlaklar ve tarım alanları yaratmak amacıyla ormanları ateşe vermeye yöneltmiştir. Böylece, tarım toplumuna geçişle birlikte, ormanların yanmasının yanı sıra ormanların yakılması olgusu da sözkonusu olmuştur. Bugün bile dünyada birçok yerde, özellikle tropikal yağmur ormanlarında, aynı amaçlarla ormanlar hâlâ yakılabilmektedir. İster doğal nedenlerle, ister insan eliyle olsun yangınlar, orman ekosistemleri üzerinde ekolojik bir etkiye yol açmaktadır. Bunlar, en azından, belirli aralıklarla yenilenen yangınlara karşı ekosistem içinde kalmalarını güvence altına alabilecek ekolo-

jik özellikler geliştirmişlerdir. Bu özelliklerin geliştirilmesine örnek olarak, orman yangınlarının sıklıkla görüldüğü Ege ve Akdeniz Bölgelerimizdeki ormanların en yaygın ağaç türü olan kızılçam incelenebilir. Kızılçam orman ekosistemlerinde yangınların hangi sıklıkta ortaya çıktığını belirlemek için basit bir yöntem uygulanır: Yangınlar bazı ağaçlar üzerinde silinemeyecek izler bırakırlar.

Bilim ve Teknik Dergisi'nin Ağustos sayısında yer alan dendrokronoloji tekniğine benzer bir teknik kullanılarak, geçmiş yıllardaki yangınların çıkış yılları, o yangınların etkilediği alanlar, o ekosistemde neden olduğu ekolojik değişimler ve yangın sıklıkları hesaplanabilir. Bu yöntem kullanılarak, Antalya-Doyran yöresinde yapılan bir çalışmada,





kızılçam ormanlarında her dokuz yılda bir, örtü yangını olarak kabul edilebilecek ve sadece orman tabanındaki ince kuru yanicıların yandığı, küçük ölçekli ve her yirmi beş yılda bir de ağacın tümünün yandığı, tepé yangını olarak tanımlanabilecek büyük ölçekli bir yangın çıktığı hesaplanabilmektedir. Bu ça-

lışmada ayrıca 1860-1948 yılları arasında çıkmış olan tüm orman yangınlarının etkiledikleri alanların haritaları çizilebilmiştir.

Yangınların dokuz senede bir çıktığı kızılçam orman ekosisteminin, doğal seçim (seleksiyon) mekanizmaları ile elenerek ekosistem dışında kalmaması, yani neslinin tükenmemesi için, geliştirmesi gereken en akıllıca ekolojik uyum özelliği, neslinin devamını sağlayan tohumlarını daha önce vermeye başlaması olmalıdır. Bu anlamda kızılçam, kozalak, yani tohum vermeye 4-5 yaşında başlayarak geleceğini

güvence altına alabilmiştir. Böylece yangından sonra, alana neslini sürdürebilecek tohumlarını bırakabilir. Zorunlu olarak tohumla gençleşmek durumunda olan kızılçam için bu, hayati öneme sahip bir özelliktir. Sadece orman tabanındaki kuru, yanicı maddelerin yandığı örtü yangınlarında ağacın yaşamını ve büyümesini sağlayan ve kabuğun hemen altında bulunan kambiyum tabakasının da yangın sıcaklığından zarar görmemesi son derece önemlidir. Bu yaşamsal tehlikeden de kızılçam, çok kalın ve yalıtıcı özelliğe sahip bir kabuk geliştirerek korun-



Orman Yangınlarını Önleme ve Söndürme Çalışmaları

Yücel Çağlar
Milli Prodüktivite Merkezi

Ülkemizdeki orman yangınlarını önleme ve söndürme çalışmalarının bilimsellik düzeyine değinmeden önce, bu tartışma yönünden son derece anlamlı birkaç istatistiksel bilginin aktarılması iyi olacaktır. Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) saptamalarına göre, 1960-1986 döneminde çıkan orman yangınlarının % 47.1'inin; 1976-1986 dönemindeki yangınların ise % 51.6'sının nedeni bilinmiyor (Aynı kaynağa göre "nedeni belli" olduğu öne sürülen yangınların ise, 1960-1986 döneminde % 52.5'i ve 1976-1986 döneminde de % 47.8'i "kasıt" olarak açıklanıyor). Bu veriler, bugün için de geçerli. Bu durumda ülkemizdeki orman yangınlarının çıkma ve çıkartılma nedenlerine ilişkin bilgiler bu düzeyde olunca, önleme ve söndürme çalışmalarının stratejisini ve taktiklerini "bilimsel olarak" geliştirmek, gerekli araç-gereçleri seçmek olanaksızlaşıyor. Türkiye'deki orman yangınları, büyük ölçüde rastlantılara, bazen de doğal koşullara bağlı olarak önlenemiyor ve söndürülebiliyor. Sözelimi yangın söndürme çalışmalarının etkenlik düzeyi yönünden bir ölçüde anlamlı sayılabilecek bir gösterge olan "yangın başına düşen yanan orman genişliği" ortalaması, son üç yılda 5 hektar dolayında iken; bu yılın Temmuz ayı sonuna değin çıkan yangınlara ilişkin ortalama değer 9.9 hektardır.

Gelibolu'daki yangında yanan 4420 hektar alanın hesaplamaya katılması durumunda da bu değer, 6.9 hektar olacaktır. Oysa OGM'nin verilerine göre bu değer, 1982 yılında 4.2 ve 1983'de de 3.7 hektar şeklindedir. Öte yandan, orman yangını önleme çalışmalarının etkenlik düzeyi yönünde, yine anlamlı sayılabilecek olan "yangın sayısı" da, yıllara göre büyük değişkenlik gösteriyor: (Grafik 1)

Türkiye'deki orman yangınlarının önlenmesi ve söndürülmesine yönelik çalışmaların bilimsellik düzeyi yönünden anlamlı bir başka gösterge de örgütlenme biçimi ve görev alan personelin bilgi ve deneyim birikimidir. Türkiye ormancılığında, 6631 sayılı Orman Kanunu'nun 75. maddesiyle "... yangın tehlikesinin fazla olduğu muntikalarda yangın mevsimine münhasır olmak üzere" gereken yangın söndürme ekipleri oluşturulmalıdır. Bu ekipler, yerel egemenlerin de etkili olduğu bir seçme düzeni içinde, yöredeki işsiz köylüler ve öğrencilerden



oluşturuluyor. Yeterince eğitilip gerekli araç-gereçlerle donatılabiliyorlar mı? Sanırım bu sorunun en açık yanıtı, TV'lerdeki yangın görüntüleri sırasında veriliyor! Bilimsel olarak tasarlanmış ve uygulanmakta olan yangın önleme ve söndürme yönetim düzenine ilişkin bir yönetmelik mevcut; ancak bu yönetmelikte sayılan bürokratik iş ve işlemlerin dışında, hemen hiçbir yaptırım yeterince uygulanmıyor. Bu durumun da en açık kanıtı, orman yangını söndürme çalışmaları sırasında, deyim yerindeyse her kafadan, özellikle de yerel mülki yöneticilerden ayrı bir ses çıkması. Bu noktada, Gelibolu'daki yangın sırası ve sonrasında yaşananları anımsamak gerekir. Gerektiğinde bilimsel bir düzen kurulduğunu varsayalım. Yürürlükteki ormancılık örgütlenmesi ve özellikle de ormancı teknik personelin eğitim düzeyi ve gö-

rev alma ilişkileri, bugün olduğu gibi sürdükçe "bilimsel" düzen nedenli etkili olabilecektir. TMMOB Orman Mühendisleri Odası'nın bir araştırmasına göre:

* Orman yangını yönünden öncelikli yörelerde görev yapan orman mühendislerinin % 24'ü, 1986-1989 döneminde fakültelerini bitirmiş durumda. (Bu, orman mühendislerinin, askerlik hizmeti süresi düşüldükten sonra, ortalama 2.5-3 yıl gibi kısa bir hizmet deneyimine sahip olduğunu ortaya koyuyor.)

*Yangına duyarlı yörelerde görev alan orman mühendislerinin % 25'i, bir yıldan az ve % 54.5'i de iki yıldan az bir süre içinde görev yerini değiştirmek durumunda kalmış. (Bu durum, ormancı teknik personelin, yangınlar yönünden belirleyici olan ekolojik koşulları ne denli tanıyabileceğinin bir göstergesidir.)

*Yine yangına duyarlı yörelerde görev yapan orman mühendislerinin yalnızca % 22.4'ü, kendisini orman yangınları konusunda "uzman" sayabileceğini öne sürmüştür.

*Orman mühendisleri arasında, görev yaptıkları Orman Genel Müdürlüğü'nü orman yangınlarını önleme ve söndürme çalışmalarında yeterli bulanların oranı ise % 29.1.

Bu arada, ülkemizdeki ormanların korunması ve genişletilmesinden birinci derecede sorumlu tutulan Orman Genel Müdürlüğü'nün bu sayıları saptayan 10 kadar araştırma biriminde orman yangınları konusunda çalışan araştırmacı sayısının 2'yi geçmediğini; her düzeyden çalışana yönelik orman yangını önleme ve söndürme yönündeki hizmet içi eğitim çalışmalarının düzenli olarak yapılmadığını; insanların neden kasıtlı orman yaktıklarını açıklamaya yönelik olarak toplumsal, kültürel ve psikolojik anlamda bir tek araştırmanın yapılmadığını da belirtmek gerekir.



muştur. Örtü yangınlarının neden olduğu sıcaklık yardımı ile, tamamen açılabilen kızılçam kozalakları, içlerinde yıllarca ihtiyat olarak sakladıkları tohumları da dökerek, yangın sonrası koşullarında kendilerini yenileyebilme şanslarını artırır. Kozalaklardan dökülen, yıllarca saklanmış bu tohumlar, kül tabakası üzerinde daha kolaylıkla çimlenerek, daha hızlı büyüyen fidanlar oluşturmaktadır.

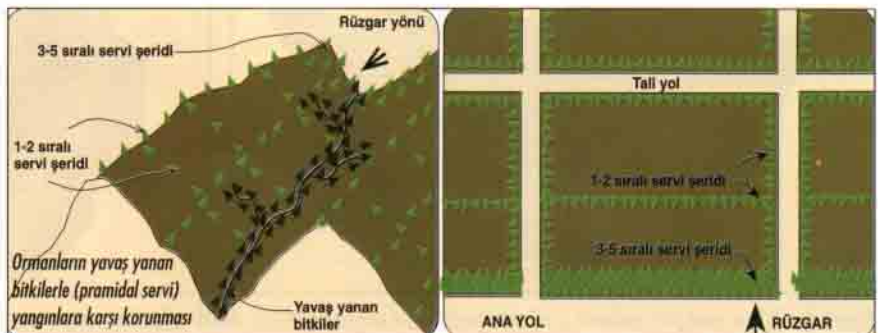
Bu ve buna benzer ekolojik uyum özellikleri, tarihi süreçte sık sık yinelenen yangınlara karşı, kızılçam orman ekosistemlerinin bugünkü varlıklarını açıklayabilmektedir. Kızılçam, bu uyum özelliklerini geliştirememiş olsaydı, bugün kızılçam ormanlarından söz etmek mümkün olamazdı. Onların yerini bu ekosistem özelliklerine uyum sağlamış başka tür ormanlar ya da bitki örtüsü tipleri alırdı. Nitekim, yangın sıklıklarının 25 yılın altına inmesi, yani yangın sıklıklarının artması ile kızılçam ormanları yerlerini, sürgünle de gençleşebilen maki türü bitki örtüsüne bırakmaktadır. Daha da sıklaşmış yangınlar, maki türü bitki örtüsünü eleyerek, boysuz çalılardan oluşan garig bitki örtüsü tipinin hakim konuma geçmesini sağlar. Bir ya da iki yıl gibi çok sık aralarla yinelenen yangınlar ise, alanı sadece geofitlerden, yani üreme organlarını toprak içinde gizlemiş olan bitkilerden oluşan, bir çöle dönüştürürler. Üreme organlarını toprak içine gizlemiş olmaları, yangınların kendilerine zarar vermesini önlemektedir. Görüldüğü gibi

yangın sıklıkları, herhangi bir ekosistemin güncel biçim ve yapısının belirlenmesinde önemli bir ekolojik etkiye sahip olabilmektedir. Kızılçam ormanları, belirli sıklıktaki yangınlardan sonra gençleşmelerini kolaylaştıracak ekolojik uyum (adaptasyon) özellikleri ve/veya üstünlükleri geliştirmiş, o halde bunların kolay yanabilme özellikleri de geliştirmiş olmaları gerekir. Bunun nedeni, yangının yarattığı uygun koşullarda kolayca gençleşebilme gereksinimleridir. Şöminede ya da sobada yakılacak kalın odunların tutuşturulabilmesi ve iyi bir yanma sağlanabilmesi için, öncelikle küçük ve ince kesilmiş odunların tutuşturulması gerekir. Ya da çoklukla, aynı iş için çıra kullanılır. Çünkü, küçük ve ince yanıcılar ile içlerinde kolay yanan maddeler bulunduran yakacaklar zorluk çıkarmadan ateş alırlar ve bunların yanması sırasında açığa çıkan enerji, daha kalın olan odunların yanmasını sağlar. Kullanılan çıralar çoğunlukla kızılçam odunlarından elde edilirler. İçerdiği yüksek miktardaki reçine, kızılçam odununun kolaylıkla yanabilmesini sağlar. Kızılçamın, uzun ve yüzeyi oldukça

genişletilmiş, rutubet miktarı düşük iğne yaprakları da kolay yanabilme özelliği gösterirler. Akdeniz kuşağında bulunan 45 bitki türünün yanmaya karşı gösterdikleri direnç konusunda yapılan bir çalışmada kızılçam iğne yaprakları, 3.06 saniyelik ateş alma gecikim süresi ile kolay yanabilen bir tür olarak belirlenmiştir. Orman tabanında ise, dökülen kuru iğne yaprakların gevşek ve gözenekli istifleniş biçimi ve gövdeye asılı duran kurumuş dalların dağılımı gibi, kolayca yanmayı sağlayıcı özelliklerle karşılaşırız. Sonuçta, gözlenen tüm bu özelliklerle kızılçam ekosistemlerinin kolay yanabilen ekosistemler olduğu kabul edilmektedir. Saptanan dokuz yıllık yangın sıklığı da bu yanma kolaylığının bir belgesini oluşturmaktadır.

Kızılçam ormanlarına göre daha sık orman yangınlarının ürünü olan maki bitki örtüsü tipinin kızılçam ormanlarına oranla daha kolay yanabileceği kabul edilebilir. Benzer biçimde de, garig bitki örtüsü tipinin makiden daha kolay yanabildiği sonucuna çıkarılabilir.

Bu saptamaların ışığında, ekosistemlerin özelliklerine ve yapılarına



Kül Fırınında 65°C'de Bitki Yapraklarının Değişik Nem Koşullarında Ateş Alma Gecikim Süreleri (AGS)						
Bitki Türleri	Kurak Mevsim			Yağışlı Mevsim		
	Nem (%)	Ateş Alma Süresi (sn.)		Nem (%)	Ateş Alma Süresi (sn.)	
		X±Sx	Max-Min		X±Sx	Max-Min
<i>Poterium spinosum</i> L.	53	3,28±0,19	4,17-2,28	2	3,36±0,23	4,84-2,37
<i>Phillyrea media</i> L.	51	3,59±0,20	5,25-2,94	60	4,23±0,21	6,07-3,49
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	58	3,60±0,12	4,16-2,96	114	4,40±0,20	5,37-3,16
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	60	3,72±0,22	4,90-2,72	89	3,82±0,24	5,08-2,26
<i>Styrax officinalis</i> L.	94	3,73±0,16	4,61-3,12	118	5,39±0,29	6,86-3,77
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	93	3,85±0,16	4,83-3,04	103	4,52±0,30	6,35-3,52
<i>Coronilla emerus</i> L.	89	4,26±0,28	6,21-3,00	119	4,57±0,28	6,27-3,29
<i>Pallurus saculatus</i> Lam.	108	4,28±0,36	6,33-3,06	97	3,97±0,28	5,04-2,16
<i>Myrtus communis</i> L.	59	4,29±0,28	5,76-3,08	128	6,24±0,41	8,52-4,46
<i>Quercus sinifactoria</i> Oliv.	72	4,31±0,26	6,12-3,16	84	5,00±0,41	7,84-3,40
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	94	4,34±0,18	5,26-3,28	110	4,93±0,20	6,01-3,85
<i>Dehne sericea</i> Vahl.	60	4,39±0,25	5,32-3,05	65	5,50±0,30	7,05-4,05
<i>Laurus nobilis</i> L.	77	4,51±0,16	5,38-3,88	113	5,63±0,20	6,79-4,77
<i>Inula graveolens</i> (L.) Desf.	170	4,77±0,23	6,35-3,83	205	5,15±0,32	7,03-3,50
<i>Pinus brutia</i> Ten.	120	4,82±0,29	6,84-3,13	123	5,00±0,22	6,51-4,17
<i>Cistus salvifolius</i> L.	60	4,84±0,28	6,98-3,51	122	6,45±0,43	9,31-4,55
<i>Vitex agnus-castus</i> L.	137	4,84±0,29	6,08-3,27	144	5,00±0,27	6,29-3,88
<i>Dephne gnidium</i> L.	148	5,07±0,22	6,14-4,04	161	7,43±0,42	9,90-5,44
<i>Juniperus oxicedrus</i> L.	83	5,42±0,18	6,18-4,19	98	6,71±0,32	8,95-5,09
<i>Rhus coriaria</i> L.	118	5,60±0,20	6,59-4,40	55	4,90±0,20	6,24-3,89
<i>Tamarix smymensis</i> Bunge.	125	5,71±0,36	7,66-3,86	183	5,99±0,43	7,95-3,22
<i>Arbutus andrachne</i> L.	104	5,83±0,39	7,90-4,00	136	6,23±0,45	8,80-3,69
<i>Pinus pinea</i> L.	139	5,83±0,42	7,70-3,11	152	6,78±0,34	8,71-4,53
<i>Phlomis fruticosa</i> L.	51	5,88±0,38	8,58-4,27	29	5,21±0,56	9,33-2,75
<i>Quercus coccifera</i> L.	82	5,95±0,54	9,12-4,20	84	7,31±0,44	9,62-5,02
<i>Erica arborea</i> L.	57	6,10±0,36	8,43-4,61	91	8,16±0,69	12,96-6,17
<i>Genista acanthioides</i> Dc.	59	6,20±0,40	8,12-3,67	73	7,84±0,47	11,69-5,67
<i>Euphorbia</i> sp.	224	6,85±0,47	10,23-5,08	207	5,77±0,36	7,40-4,16
<i>Colutea arborescens</i> L.	142	7,06±0,16	9,61-4,02	130	6,26±0,57	9,17-3,70
<i>Carex siliqua</i> L.	146	7,35±0,30	8,64-5,84	142	7,00±0,35	8,98-5,78
<i>Spartium junceum</i> L.	71	7,78±0,47	10,48-5,60	80	11,06±0,71	14,36-7,11
<i>Juniperus excelsa</i> Bieb.	83	7,91±0,37	10,43-6,08	112	8,08±0,48	10,28-5,02
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	88	8,11±0,40	9,94-6,54	119	10,09±0,45	12,26-7,76
<i>Capparis spinosa</i> L.	260	8,51±0,54	11,14-6,41	291	9,57±0,79	14,23-6,30
<i>Nerium oleander</i> L.	137	9,90±0,45	12,06-7,36	165	10,32±0,52	13,19-8,05
<i>Accacia cyanophylla</i> Lindl.	169	10,58±0,61	13,92-7,12	205	13,79±0,73	17,78-9,61

daha uygun orman yangınlarıyla mücadele stratejileri geliştirilebilir. Bu strateji, yangını ekosistemin varlığını sürdürebilmesi için gerekli ekolojik bir bileşen olarak kabul etmek ve ekosistemin kolay yanabilirliğini gözönünde bulundurmak zorundadır. Bu ise, ülkemizde çıkan orman yangınlarının sadece söndürülmesine yönelik, orman yangınlarıyla mücadele stratejisinin derhal bırakılarak, belirli ölçüde yangınlardan yararlanmayı da içine alan, yangın yönetimi stratejisine geçilmesini zorunlu kılar.

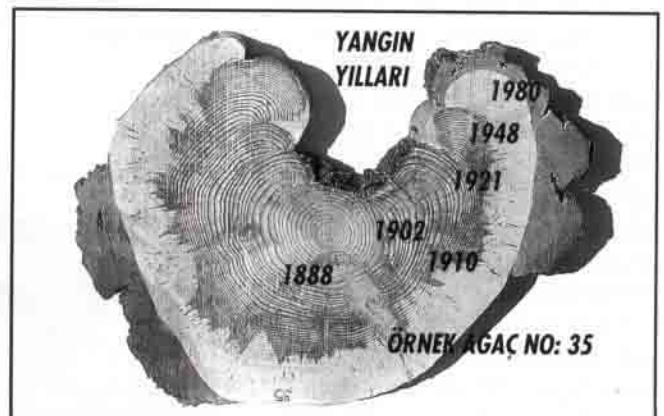
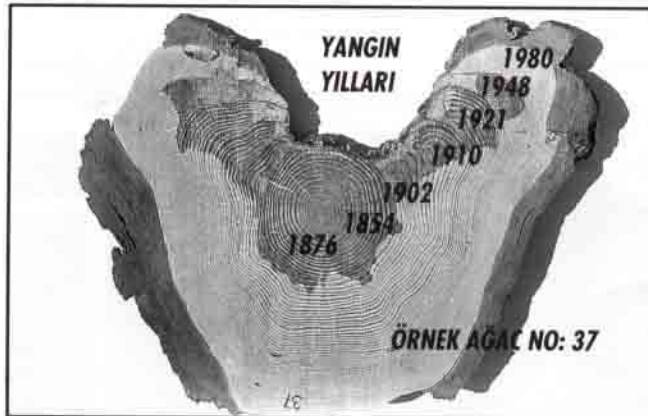
Şu örnek, durumu daha anlamlı kılmaktadır. Günlerce süren kar ya-

ğışlarından sonra, herhangi bir yağmarda üst üste birikerek tehlikeli bir hal almaya başlayan karın, tehlikeli bir çığa neden olmasını nasıl önleyebiliriz? Biriken kar miktarı daha tehlikeli ve denetlenemez bir boyut almadan önce, gerekli önlemleri alıp, uyarıları yaptıktan sonra, havaya açılan bir el ateş gibi, yarattıracak bir titreşimle, birikmiş karın denetim altındaki küçük bir çığla aşağılara indirilmesi en akılcı yöntemlerden biridir. Bunun uygun ve etkili bir yöntem olabileceği konusunda kuşku yok. Aynı yaklaşım, orman tabanında kuruyup düşen kuru

dalların birikmesi ile artan yangın riskini azaltma amacıyla da uygulanabilir. Orman içinde biriken kuru yanıcı madde miktarı, büyük bir yangına neden olabilecek boyutlara ulaşmadan önce, uygun bir yöntemle ortamdaki uzaklaştırılarak, yanma riski hemen hemen tümüyle ortadan kaldırılabilir. Tabanında yanabilecek kuru yanıcı olmayan ormanın yanması söz konusu olamaz. Bu yanıcıların uygun koşullar altında, denetimli yakma tekniği ile yakılarak ortamdaki uzaklaştırılması, en yaygın, en etkin ve en ekonomik yöntemlerden biridir. Kalın ve yalıtıcı bir kabuğa sahip olan kızılçam ağacının, yakılan ateşten olumsuz yönde etkilenmesi, zayıf bir olasılıktır. Bu arada, ekosistemin yangından beklediği diğer ekolojik işlevler de yerine getirilmiş olabilir. Ateşin önlenmesi amacıyla ateşin kullanılması ilginç bir yöntem değil mi?

Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Parkı'nda, orman tabanında biriken çok miktardaki kuru yanıcılar böyle bir yöntemle azaltılmamış olduklarından, bu bölge için çok tipik olan rüzgarın da etkisiyle, yanma çok şiddetli olmuştur. Yangının yayılma hızı 2 km/saatin üzerine çıkmış ve ortalama olarak her saat 89 hektarlık alanda 100 000'e yakın ağaç yanmıştır. Yanan toplam ağaç sayısı 4 milyon üzerindedir. 45.5 saat süren Gelibolu yangınında yaklaşık olarak her 6 saatte bir Hiroşama Bombası'na eşdeğer enerji açığa çıkmıştır. Böyle bir enerji karşısında en etkili uçakların bile yapabileceği pek bir şey yoktur.

Bitkiler arasında, yanmaya gösterdikleri direnç bakımından, önem-



Birbirinden 300 m uzaklıkta bulunan Kızılçam ağaçlarından alınan kesitlerde, belirli yıllara ait yangın izleri saptanmaktadır.

li farklılıklar vardır ve bu farklılıklardan yangınların önlenmesinde yararlanılabilir. Örneğin aptestbozan çalısı (*Poterium spinosum* L.) çok kolay yanabilirken, piramidal servi (*Cupressus sempervirens* var. *pyramidalis*) çok güç yanan bir tür olarak belirlenmiştir. İşlek yol kenarları ve yangına hassas bölgelerdeki ormanların kenarlarında piramidal serviden oluşturulacak birkaç sıralı sık şeritler, ormanları yangından korumada oldukça etkin olabileceklerdir. Servi perdeleri bir yandan güç yanma özellikleriyle alevlere karşı koyarlarken, diğer yandan da çok kompakt olan tepe çatıları yardımıyla ormanları rüzgarlara karşı da etkin bir biçimde koruyabilmektedirler.

Servi perdeleri ile rüzgar etkisinin azaltılması ve/veya ortadan kaldırılması, ormanın yanma riskini önemli ölçüde düşürebilir. Gelibolu yangınının ağır koşullarına karşın, bazı yol kenarlarındaki piramidal servi perdeleri hem alevlere ve hem de rüzgara karşı etkili bir engel olduklarını kanıtlamışlardır. Yeni kurulacak ormanların, yörenin ekolojik koşulları da dikkate alınarak, bu tür perdelerle koruma altına alınmaları, yanma risklerini önemli ölçüde düşürebilecekmiş gibi görünmektedir. Bu tür perdeler zakkum, kibris akasyası, katırtınağı, incir gibi güç yanma özelliklerine sahip bitkilerle de takviye edilebilirler. Böylece, kızılçam gibi kolay yanabilen orman ekosistemleri, orman yangınlarına karşı, güç yanan bitkiler kullanılarak korunabilirler.

Orman yangınları, açık alanda ve binlerce değişkenin denetimi altında ortaya çıkar ve gelişirler. Bu nedenle anlaşılabilirlikleri oldukça zordur. Günümüz teknolojik gelişiminin bir simgesi olan atom bombası konusunda yanıtını henüz bilemediğimiz soruların sayısı, orman yangınları konusunda bilmediklerimizden daha azdır. Orman yangınları konusunda uzmanlaşabilmenin önündeki en büyük engellerden birisi de budur.

Ağacın kendisi de bir yanıcı olduğundan, hangi gelişmiş teknik uygulanırsa uygulansın, orman yangınlarını tümüyle önleyebilmek olası değildir. Olası olan, yangın riski,

yangın sayısı ve yangın şiddetinin azaltılabilmesidir. Orman içindeki, yangınların başlangıç malzemesini oluşturan kuru yanıcıların, denetimli yakma ya da herhangi bir başka teknikle ortamdan uzaklaştırılması, yanma riski ve yanma şiddetini önemli ölçüde azaltabilmektedir. Yeni kurulacak ormanların, güç yanan bitkilerin oluşturduğu perdelerle hem alevlere ve hem de rüzgara karşı korunması yanma riski ve yanma şiddetini daha da aşağılara çekebilecektir. Bu tür önlemler alınmadan, çıkan yangınların söndürülmesine ağırlık veren bir yaklaşımın başarı şansı az olduğu gibi maliyeti de çok yüksek olur. On binlerce dolara alınıp, kullanılması için de binlerce dolar harcanan helikopter ve uçak gibi yüksek teknolojilerin bile Gelibolu yangını gibi büyük yangınları söndürmede etkileri düşüktür. Bu yüksek teknolojiler, ancak daha basit ve ucuz teknolojilerin bütünüyle uygulanabildiği, bir başka deyişle, alt yapısı olan sistemlerde etkili ve ekonomik olabilirler.

Günümüzün hızlı nüfus artışı ve kentleşme gibi gerçekleri ormanlardan olan beklentilerimizi köklü biçimde etkilemektedir. Yapılan bilimsel tahminler önümüzdeki 50 yılda, ormanlardan kereste talebinin %50, rekreasyonel talebin de %60'ın üzerinde bir artış göstereceğini ortaya koymaktadır. Diğer yandan, artık herbirimiz ormanlarla aramızdaki yamsal ilişkiyi artık daha net görebilmeye başladık. Yanan ya da başka bir nedenle yok olan her metrekaşe ormanın soluduğumuz havanın, içtiğimiz suyun, çevremizi saran atmosferin ve üzerine bastığımız toprağın kalitesinde önemli bozulmalara neden olduğunu hissed-

biliyor, görebiliyoruz. Yanan ormanların biyolojik zenginliklerimizi de silip süpürdüğünü farkedebiliyoruz. Gelibolu'da kömüre dönen 4 milyon gencecik kızılçam ağacı, iki yüz bin kişinin bir yıllık oksijen tüketimini üretiyordu; orada yatan yüz binlerce şehidin üzerindeki toprağı tutuyor, yağın yağmurların suyunu toprağın derinliklerinde depoluyordu.

Orman yangınları günümüzde artık sadece orman yöneticilerinin, orman teknik adamlarının konusu olmaktan çıkmış; ırk, renk, din, mezhep, zengin-fakir ayırımı gözetmeksizin, hepimizin ortak sorunu haline gelmiştir. Bunu herbirimiz görmek, anlamak ve gereğini yerine getirmek zorundayız; çünkü yanan ormanlar değil, ortak geleceğimiz!

Kaynaklar
Komarek, E. V. The Role of the Tall Timbers Research Station in the Development of the Study of Fire Ecology, USDA Forest Service General Technical Report WO-3, 1977.
Mutch, R. W. Wildland Fires and Ecosystems-a Hypothesis, Ecology 51, 1970.
Neyişçi, T. Antalya Doyran Yöresi Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarında Yangınların Tarihsel Etkileri. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Raporlar Serisi No: 29, 1986.
Neyişçi, T. Orman Yangınlarının Önlenmesinde Kullanılabilecek Yavaş Yanan Bitki Türleri Üzerinde Bir Çalışma, Doğa Tu Tar. ve Or.D., 1987.
OGM Orman Koruma ve Yangınla Mücadele Dairesi Başkanlığı; Orman Koruma ve Yangınla İlgili İstatistik ve Değerlendirmeler, Ankara, 1988.





Ağaçların Kültürel

ve

Bilimsel Ekolojisi

Sargun Tont
ODTÜ Biyoloji Bölümü

Tarihiçi Neçri'nin anlattığına göre, Osman Gazi rüyasında kendisini Söğüt kasabasının ünlü şeyhi Edabali'nin yanında yatarken görür: "Edabali'nin koynunda bir ay doğdu; dolunlaşınca inip kendi koynuna girdi. O anda kendi göbeğinden bir ağaç bitip büyümeye, yükselmeye başladı. Büyüdükçe yeşillendi, güzelleşti. Dallarının gölgesiyle bütün dünyayı örttü...Bir an, ağacın yaprakları, kılıç gibi uzamaya başladı. Derken bir rüzgar çıkıp, bu yaprakları İstanbul şehrine doğru çevirdi...(İstanbul) bir yüzüğün kıymetli taşını andırıyordu. Sultan Osman yüzüğü takıyorken uyandı." Keşke geçenlerde TV ekranlarında izlediğimiz görüntüler bir rüya olarak kalsaydı. Her zaman üzüntüyle izlediğimiz orman yangınları, bu kez Fatih'in takmayı başardığı yüzüğe kadar gelip dayanmıştı. Elinde hortumla ateşe su fişkırtan Gülay Anğ'dan tutun, çaresizlik içinde oraya buraya koşturan yöre halkımızın yüzündeki ifadeleri nasıl unutabiliriz? Sanki içimizin bir parçası ağaçlarla birlikte kül olup gidiyordu.

Bu yangınların neredeyse bir trajedi olarak nitelendirilmesine pek şaşmamak gerek; çünkü Sultan Osman'ın rüyasında yeni bir ulusun doğup gelişmesini simgeleyen ağaca karşı duyulan saygı ve sevginin kökeni, biz Türkler'de çok eski zamanlara dayanır. Eski Orta Asya Türkleri, Tanrı'nın yarattığı 9 insan cinsini, 9 dalı bir ağacın her dalı altında barındırdığına inanırlardı. Hun destanında Oğuz Han ve 3 kardeşi, bir Uygur efsanesinde Bugu Han ve 4 kardeşi kutsal bir ağacın kovuğu içinde doğarlar. Türkler Müslümanlığı kabul ettikten sonra, bu sevgi daha da gelişmiştir. Kuran'da birçok canlının ağaç olmadan yaşayamayacağı belirtilir ve kendisi bizzat ağaç diken Hz. Muhammed, bir hadisinde ağaç dikmenin makbul bir sadaka olacağını belirtmiş ve başka bir hadisinde gerçek bir Müslümanı, çok sevdiği hurma ağacına benzetmiştir. Yunus Emre gibi ozanlarımızda bu sevgi, kutsal boyutlara ulaşır: "Altundandır direkleri/Gümüştendir yaprakları/Uzandıkca budakları/Biter Allahı Deyü deyu..." Dede Korkut hikayelerinde "Ağaç ağaç dersem sakın arlanma ağaç" ve Pir Sultan Abdal'ın "Ağaç dersem gönüllenne" mısralarında ağaca daha değerli bir isim verememenin çaresizliği dile getirilir.

Ağaç sevgisine başka ülkelerde ve başka zamanlarda da sık sık rastlarız. Mayalar ve Aztekler, dünyanın 5 kutsal ağaç üzerine kurulduğuna inanırlardı. Bir Bolivya efsanesinde, bütün insanların Tann Tiri tarafından ikiye bölünen bir ağaçtan çıkarak dünyaya yayıldığı söylenir. Eski Mi-

sir'da gökteki yıldızlar kutsal bir ağacın meyveleri olarak kabul edilir ve tanrıların bu ağacın dalları üzerinde oturduklarına inanılırdı. Babilililer'e göre cennetin kapısını, biri doğruluğu diğeri yaşamı simgeleyen iki ağaç korurdu.

Bütün canlılara her toplumdaki daha çok saygı ve sevgi gösteren Budistler, Buddha'nın altında otururken Nirvana'ya (ermişliğe) ulaştığı Bodhi ağacına hâlâ büyük önem verirler. Hristiyan toplumlarında, Hz. İsa'nın çarmıha gerildiği putun, cennetteki hayat ağacından yapıldığı yaygın bir inançtı. Musevi inançlarına göre kutsal bir ağaç, dünyanın eksenini oluştururdu. Tarih boyunca ağaç sevgisi, özellikle Japonya'da çok yaygın bir gelenek olmuştur. Eski zamanlardan bu yana kıraz ağaçlarının çiçek açması, her yıl büyük törenlerle kutlanır.

Dinsel inançların dışında, gerek Batı'da gerek Osmanlılar'da ağaç ve ormanlar için yazılmış şiirlere çok ender rastlarız. Bu ilgisizlik, daha doğrusu ağacı estetik duygular uyandıracak bir varlık olarak görememek, 19 yy'da ortaya çıkan Romantik akıma kadar sürer. Doğu ülkelerinde, özellikle Çin ve Japonya'da ise durum tam tersidir.

Çin ozanı Wang Wei'nin (M.S 8 y.y.) siladan dönen dostuna yönelttiği soru, bu sevginin güzel bir örneğini oluşturur: "Siladan geliyorsunuz/Ne var, ne yok oralarda?/Çiçek açmış mıydı kış erikleri,/İpek perdeli pencerenin altında? (Azra Erhat- Orhan Veli tercümesi). Penceresinden ormana bakan Japon İmparatoru Fushimi (M.S 13 yy), gördüklerini şu satırlarla anlatır: "Rüzgar esiyor/Çam ağaçları arasında gürleyerek/Tepe-lerde esen rüzgar/Yamaçlara düşüyor/sesleri otların içinde kaybolana kadar."

Batılı ülkeler, doğa sevgisini 19 yy'da keşfettiler. Bir ayağını Romantik akımda demirlemiş olan Henry David Thoreau, günün 4 saate yakın bir bölümünü koruluklarda yürüyerek geçirdi. Bir yandan ağaçları bilimsel açıdan inceledi, bir yandan da ağaç sevgisini dile getiren şiirler, öyküler yazdı. Thoreau, bir makalesinde, ağacın kendisinden daha önce cennete gideceğini söyleyecek kadar ağaçlara hayran bir insandı. Batı edebiyatında son 150 yıl içinde ağaç ve ormanları konu eden çok sayıda şiir ve öykü vardır. Ahmet Haşim'den başlayarak (Orman ve Ağaç adlı iki şiir) günümüze dek bizim ozanlarımızın gün geçtikçe artan doğa şiirleri yazarken, ağacı da unutmadıklarını görmek çok sevindirici. Nazım Hikmet, kavak ağacını benliğinin bir parçası olarak görür: "Bende bir kavak ürperir,/Nerde olsam sesi gelir/Muhacirliğimden beri." Oktay Rifat'ın şu satırları, eski Japon ozanlarının yazdıklarından hiç de aşağı değil: "Güney yelinde civıltı ve koku/Kandırır her yıl çocuksu badem-

leri,/Dalları saran buğuya aldanırlar,/Sıçrar tomurcuk uykusundan, donanı/Bademler kış ortasında gelin gibi." Cahit Külebi, "Zerdali Ağacında sanki çok sevdiği bir çocukla konuşur gibidir: "Sallansın dalların çocuklar gibi/Bakma güneş ısıtsın varsın/Küçük zerdali ağacım,/Sonra donarsın." Orhan Murat Anburnu, yukarıda bahsettiğimiz Hintli tanrıları gibi dalların arasında yaşamak ister: "Ağaç!/Ne kadar güzelsin/Ne kadar başka/Yaşamak isterdim dallarında." Can Yücel, ülkemize göçmen gelen sakız ağacının öyküsünü şöyle anlatır: "O bir sakız ağacıydı, alelade/Bir gün o yeşil sahile çıktı geldi,/O zaman bu zamandır memnun yerinden/Seyreder bulutları, göğü, denizi." Bu sakız ağaçlarından biri, Cevat Çapan'da konuşacak bir dost bile bulmuş: "Sizin bahçedeki sakız ağacını/anlatmak isterdim sana/sonra da o ağacı sen anlatırdın./Sözünü ağaca bırakırdık biz yorulunca." Ekolojik kuralları doğru olarak yansıtmaya da genç ozanımız Sunay Akın'a, Akdeniz bölgesinin o cefakar Maki'sini unutmaması için teşekkür ediyoruz: "Bir an önce görülsün/diye Akdeniz/Toros'larda ağaçlar/hep çocuk kalır."

Görüldüğü gibi, birçok toplumda ağaç sevgisi oldukça yaygındır. Buna da şaşmamak ge-



rek. Kendi türümüz dışında ağaçlar en yararlı, en güzel ilişkiler kurdığımız canlılar arasındadır. Tarih boyunca hayvan sevgisi yalnız belirli türlere yönelmiş iken, bir iki istisna dışında (örneğin İslam'da zakkum ağacının makbul sayılmaması gibi), sevilmeyen ya da hor görülen bir ağaç türüne pek rastlanmaz. Ancak insanoglu, gerek dikkatsizlik, gerek ekonomik çıkarlar yüzünden doğanın bizlere armağan ettiği bu güzel canlıları hor kullanmış; geleceği dikkate almaksızın milyonlarca metrekarelik ormanları yok etmiştir.

Eski tarihçiler, daha M.Ö 3. yüzyıla' girmeyen yangın, kesim ve keçiler yüzünden Atika'nın (eski Yunanistan'ın bir yöresi) bütün ağaçlarını kaybettiğini yazarlar. Polen analizleri, İskoçya'nın kuzeybatı bölgesindeki ormanların yarısının 4 000 yıl önce yok edildiğini göstermektedir. Avrupa'da ormanların sürekli olarak yok edilmesi, M.S 11. yüzyılda da Germenik kavimlerin doğuya doğru yayılmasıyla başlar. Kuzey Amerika'da ilk Avrupalı göçmenlerin yerleşmeye başladığı sıralarda var olan 170 milyon hektarlık (bir hektar=110 dönüm) arazi, bugün 10 milyon hektara düşmüştür. Ormanların yok olması, çeşitli ekolojik sorunlar yaratır. Bunların başında, habitatlarını kaybeden binlerce canlının yok olması gelir. Yangından kaçmayı başaranların ise başka habitatlara uyum sağlamaları güçtür ve bu göçmenler yeni evlerini oluşturan ekosistemi olumsuz yönde etkileyebilir-

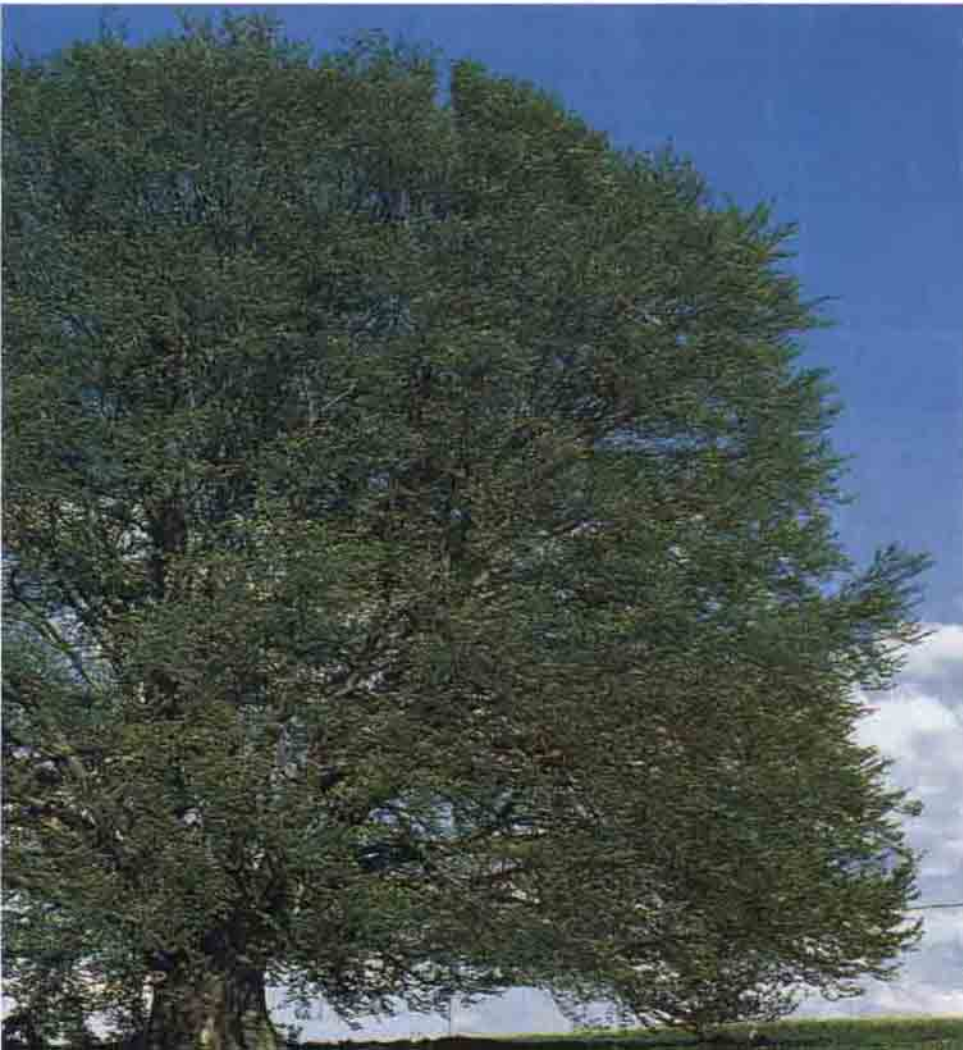
ler. Ağaçların yakılması ya da kesilmesi tehlikeli toprak kaymalarına ve erozyona neden olur.

Bugünlerde bilimadamlarına en çok endişe veren konu, tropikal yağmur ormanlarının gün geçtikçe yakılması ve kesilmesidir. Bir uzmana göre, her yıl 2 milyon; başka bir uzmana göre ise 11 milyon hektar orman yok olmaktadır. Gerek yabancı gerekse yerli basında çok kereler halka yanlış aktarılan bu endişelere, burada biraz olsun açıklık getirmek isteriz. Dünyada ilk yaşamın ortaya çıkmaya başladığı sıralarda atmosferde oksijen gazı yoktu. Bugün hayat iksirimiz olan oksijen gazını fotosentez yolu ile atmosfere ekleyen, bitkiler ve ağaçlardır. Milyonlarca yıl süren bir evrim sonucu bu günkü duruma gelen atmosferimizdeki oksijen gazının ufak bir kısmı da, güneş ışınlarının su buharından oksijeni ayırması ile oluşur. Bu bakımdan ormanlara, küremizin ' akciğerleri' olarak bakmak doğrudur. Bugünkü atmosferde yeteri kadar oksijen vardır ve oksijenin önemli bir kısmını denizlerdeki bitkilerin sağladığını unutmamamız gerekir; dolayısıyla Amazon ormanlarının ortadan kalkması, hepimizin havasızlıktan bir gün yok olacağı anlamına gelmez. Bilimadamlarının asıl endişeleri şu nedenlerden kaynaklanıyor: Bitkiler, fotosentez dediğimiz olayda, karbondioksit ve su moleküllerini güneş



ışınları yoluyla besin ve oksijene dönüştürürler. Atmosferin doğal bir gazı olan karbondioksitin atmosferdeki oranı, son yıllarda endüstriyel gelişmenin sonucu olarak önemli artışlar göstermiştir. Bazı bilimadamlarına göre bu artış, atmosfere yapay yollardan kattığımız diğer gazlarla birlikte, seralarda olduğu gibi, güneş ışınlarını atmosferin içinde tutarak havanın gittikçe ısınmasına yol açacak ve başımıza çeşitli felaketler getirecektir. Bu gazın bir kısmını atmosferden çeken ormanların azalması, bu artışı daha büyük boyutlara ulaştırabilir. (Bu senaryolara veri tabanı oluşturan karbondioksit ölçümleri en ayrıntılı olarak, Pasifik Okyanusu'nun ortasındaki Hawaii adalarında ve Güney Kutbu'nda yapılmıştır. Bu yörelerin endüstriyel merkezlerden çok uzak yerlerde olması, atılan gazların kısa bir sürede bütün dünyaya yayılması, yörel ekolojik sorunların birbirlerine eklenerek küresel boyutlara ulaşabileceğini göstermesi bakımından büyük önem taşır.)

Bugünlerde yok olan ormanlarımızı telafi etmek için açılan kampanyaları, takdirle karşılıyoruz. Bunların yanısıra, öntümüzde boş bulduğumuz her araziye, oradaki ekolojik düzeni gözönüne almadan, gelişigüzel ormanlaştırmaya çalışmak, doğru bir davranış değildir. Doğal nedenlerle ve milyonlarca yıl süren bir evrim sonucu ortaya çıkan bir bozkır ya da çöl ekosistemiyle oynamak, bu sistemler hakkında bildiklerimizin ne kadar az olduğunu gözönüne alırsak, akıllı bir davranış olmadığı gibi, gelecekte bizleri büyük sorunlarla karşı karşıya bırakabilir. Endüstri atıklarının yoğun olduğu büyük kentlerimizde, cadde kenarlarına diktiğimiz ağaçlara da bir kuratıcı gözüyle bakmak, bilimsel kanıtlara aykırı düşer. Birçok ağaç türünün bu atıklardan dolayı öldüğü ve bir kısmının yaşamlarını 'yatalak' olarak sürdükleri defalarca kanıtlanmıştır. Can Yücel, bir şiirinde sevgilisini şöyle uyayır: "Kibrit çakıyorsun karanlıkta badem çiçeklerini görmek için/Ve mart denizlerinde tedirgin bir çift sarnıç gemisi gözlerin/Bir iş açacaksın sen başımıza, yangın mı olur artık bahar mı." Burada sözkonusu ettiğimiz ekolojik sorunları gözönüne alırsak, baharın doğal bir şekilde gelmesini beklemek ve gözleri sarnıç gemisini andıran güzeller de dahil olmak üzere, hepimizin sevgili ormanlarımızı elimizden geldiği kadar koruması, çok daha akıllıca bir davranış olacaktır.





Orman Yangınları

İzmirli ozan Homeros (MÖ 9. yy) Truva Savaşlarını anlattığı ünlü destanı İlyada'da Truva kentini, iki ırmak (Scamander ve Simois) arasında, İda Dağı (Kaz Dağı) eteklerinde, Hellespont (Çanakkale Boğazı) yakınlarında, çok rüzgarlı bir tepe (Hisarlık) üzerinde kurulmuş bir kent olarak tanımlar. İlyada'yı ezbere bilen ve Truvayı bulmak için yanıp tutuşan Heinrich Schliemann (1822-1890), bu bilgileri kullanarak Truvayı bulmayı başardı ve ilk kazılarını yaparak insanlığın hizmetine sundu.

Tuncay Neyişçi
Akdeniz Ün. Çevre Sorunları
Uygulama ve Araştırma Merkezi

ON YIL süren Truva Savaşı'nın başlamasından (MÖ. 1190) tam 3105 yıl sonra, aynı yörenin rüzgarlı tepelerinde, bu kez, farklı ülke ve kıtalardan beş yüz bin civarında cengaverin yaşamını yitirdiği, Truva Savaşları gibi dünya tarihine geçmiş, Çanakkale Savaşları yaşandı. Savaş öylesine şiddetli geçti ki, anısına türküler yakıldı, şiirler düşüldü.

Çanakkale Savaşlarından tam 79 yıl sonra, yine aynı tepeler, yine rüzgarlı bir günde, bu kez, bir önceki savaşın kahraman şehitlerinin üzerini örten dört milyondan fazla ağacın kö-

mür olduğu bir başka savaşa sahne oldu. Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Parkındaki bu savaş da, tıpkı diğerleri gibi, çok şiddetli geçti. Yanan ağaçlardan açığa çıkan enerji, Hiroşima'da atılan atom bombasının yedi katına ulaştı.

Şiddetli rüzgarın da etkisiyle, gencecik kızılçam ağaçlarından çıkıp gökyüzüne doğru, kıvrılarak uzanan alevler güneşe değecekmiş izlenimini veriyordu. Sanki güneşten aldıkları yaşam gücünü ona geri vermek istiyorlardı. Aslında yaşamın, adına yer küre dediğimiz, iki ateş, gökyüzündeki güneş ve yer kabuğunun

derinliklerindeki ergimiş magma arasındaki dar bir şeritte ortaya çıkmış olduğu düşünülebilir. İster ayrışma yoluyla uzun sürede, ister yanmada olduğu gibi kısa sürede olsun, yanma, depolanan güneş enerjisinin geri verilmesinden başka bir şey değildir. Efesli bilge Herakleitos (MÖ 540-480), herşeyin kendi yasasına göre tutuşan bir ateşten oluştuğunu ve herşeyin yine ateşe dönüşeceğini ileri sürerken, bu gerçekleri dile getirmek istiyordu.

Ormanların ortaya çıkışından çok önceleri de yeryüzünde ateş vardı. Ormanın ateş, bir başka deyişle yangın ile ilk tanışması, ormanların yerküre üzerinde ilk görüldükleri ve tabanlarında bir yanmaya neden olabilecek miktarda kurumuş yaprak ve dallardan oluşan bir örtü oluşturdıkları güne tarihlenebilir. Bu yangıcı malzeme, yıldırım ya da volkanizma gibi, kendisini tutuşturabilecek bir kıvılcımı er ya da geç bulabilmiştir. İnsan etkisiyle çıkan yangınların devreye girmesine kadar doğal orman yangınları, belirli aralarla yenilenerek ormanların yapısı üzerinde etkili olmuşlardır.

Bilimadamları, MÖ 500 000 yıllarında yaşayan Pekin insanının ateş kullandığından eminler. Hatta, Kenya'da elde edilen bulgulara dayanarak, ilk ateş kullanımının 1 420 000 yıl öncesine gidebileceği de ileri sürülebilmektedir. Ancak, çakmaktaşı ya da sürtünme yöntemi kullanılarak ilk ateş yakma tekniğinin geliştirilmesi, bundan sadece 10 000 yıl öncesine, cilalı taş devrine rastlamaktadır. İnsanoğlunun bundan önceki dönemlerde ateş yakmayı bildiğini gösteren hiçbir kanıt yoktur. İlk kibritin icadı ise, MS. 1827 yılında gerçekleştirilmiştir.

İnsanoğlunun serüveninde ateş yakmayı öğrenmesiyle, yerleşik tarım toplumuna geçmesi, hemen hemen aynı döneme rastlamaktadır. İstenecek yerde ve zamanda bir ateşi başlatabilmek son derecede önemli bir teknolojik devrim anlamına gelir. Bu teknoloji sayesinde insa-

noğlu yaşama alanını daha soğuk bölgelere doğru da genişleterek, dünya ekosisteminin baskın türü haline gelmeye ve doğayı değiştirmeye başlayabilmiştir. Bu aşamayı, bugün üzerinde yoğunlukla durduğumuz çevre sorunlarının doğum günü olarak değerlendirebiliriz.

Önceleri orman içinde barınan insan, toplayıcılıktan avcılığa geçişiyle otlarla kaplı açık alanların, avlanma ve beslenme bakımından ormanlara oranla sağladığı avantajları farketmiştir. Bu da onu, daha iyi sömürülebilir otlaklar ve tarım alanları yaratmak amacıyla ormanları ateşe vermeye yöneltmiştir. Böylece, tarım toplumuna geçişle birlikte, ormanların yanmasının yanı sıra ormanların yakılması olgusu da sözkonusu olmuştur. Bugün bile dünyada birçok yerde, özellikle tropikal yağmur ormanlarında, aynı amaçlarla ormanlar hâlâ yakılabilmektedir. İster doğal nedenlerle, ister insan eliyle olsun yangınlar, orman ekosistemleri üzerinde ekolojik bir etkiye yol açmaktadır. Bunlar, en azından, belirli aralıklarla yenilenen yangınlara karşı ekosistem içinde kalmalarını güvence altına alabilecek ekolo-

jik özellikler geliştirmişlerdir. Bu özelliklerin geliştirilmesine örnek olarak, orman yangınlarının sıklıkla görüldüğü Ege ve Akdeniz Bölgelerimizdeki ormanların en yaygın ağaç türü olan kızılçam incelenebilir. Kızılçam orman ekosistemlerinde yangınların hangi sıklıkta ortaya çıktığını belirlemek için basit bir yöntem uygulanır: Yangınlar bazı ağaçlar üzerinde silinemeyecek izler bırakırlar.

Bilim ve Teknik Dergisi'nin Ağustos sayısında yer alan dendrokronoloji tekniğine benzer bir teknik kullanılarak, geçmiş yıllardaki yangınların çıkış yılları, o yangınların etkilediği alanlar, o ekosistemde neden olduğu ekolojik değişimler ve yangın sıklıkları hesaplanabilir. Bu yöntem kullanılarak, Antalya-Doyran yöresinde yapılan bir çalışmada,





kızılçam ormanlarında her dokuz yılda bir, örtü yangını olarak kabul edilebilecek ve sadece orman tabanındaki ince kuru yanicıların yandığı, küçük ölçekli ve her yirmi beş yılda bir de ağacın tümünün yandığı, tepé yangını olarak tanımlanabilecek büyük ölçekli bir yangın çıktığı hesaplanabilmektedir. Bu ça-

lışmada ayrıca 1860-1948 yılları arasında çıkmış olan tüm orman yangınlarının etkiledikleri alanların haritaları çizilebilmiştir.

Yangınların dokuz senede bir çıktığı kızılçam orman ekosisteminin, doğal seçim (seleksiyon) mekanizmaları ile elenerek ekosistem dışında kalmaması, yani neslinin tükenmemesi için, geliştirmesi gereken en akıllıca ekolojik uyum özelliği, neslinin devamını sağlayan tohumlarını daha önce vermeye başlaması olmalıdır. Bu anlamda kızılçam, kozalak, yani tohum vermeye 4-5 yaşında başlayarak geleceğini

güvence altına alabilmiştir. Böylece yangından sonra, alana neslini sürdürebilecek tohumlarını bırakabilir. Zorunlu olarak tohumla gençleşmek durumunda olan kızılçam için bu, hayati öneme sahip bir özelliktir. Sadece orman tabanındaki kuru, yanicı maddelerin yandığı örtü yangınlarında ağacın yaşamını ve büyümesini sağlayan ve kabuğun hemen altında bulunan kambiyum tabakasının da yangın sıcaklığından zarar görmemesi son derece önemlidir. Bu yaşamsal tehlikeden de kızılçam, çok kalın ve yalıtıcı özelliğe sahip bir kabuk geliştirerek korun-

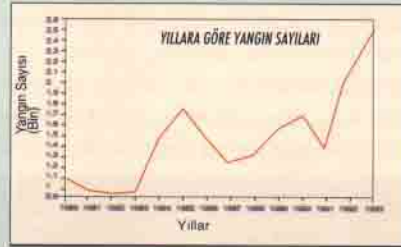


Yücel Çağlar
Milli Prodüktivite Merkezi

Ülkemizdeki orman yangınlarını önleme ve söndürme çalışmalarının bilimsellik düzeyine değinmeden önce, bu tartışma yönünden son derece anlamlı birkaç istatistiksel bilginin aktarılması iyi olacaktır. Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) saptamalarına göre, 1960-1986 döneminde çıkan orman yangınlarının % 47.1'inin; 1976-1986 dönemindeki yangınların ise % 51.6'sının nedeni bilinmiyor (Aynı kaynağa göre "nedeni belli" olduğu öne sürülen yangınların ise, 1960-1986 döneminde % 52.5'i ve 1976-1986 döneminde de % 47.8'i "kasıt" olarak açıklanıyor). Bu veriler, bugün için de geçerli. Bu durumda ülkemizdeki orman yangınlarının çıkma ve çıkartılma nedenlerine ilişkin bilgiler bu düzeyde olunca, önleme ve söndürme çalışmalarının stratejisini ve taktiklerini "bilimsel olarak" geliştirmek, gerekli araç-gereçleri seçmek olanaksızlaşıyor. Türkiye'deki orman yangınları, büyük ölçüde rastlantılara, bazen de doğal koşullara bağlı olarak önlenemiyor ve söndürülebiliyor. Sözelimi yangın söndürme çalışmalarının etkenlik düzeyi yönünden bir ölçüde anlamlı sayılabilecek bir gösterge olan "yangın başına düşen yanan orman genişliği" ortalaması, son üç yılda 5 hektar dolayında iken; bu yılın Temmuz ayı sonuna değin çıkan yangınlara ilişkin ortalama değer 9.9 hektardır.

Gelibolu'daki yangında yanan 4420 hektar alanın hesaplamaya katılması durumunda da bu değer, 6.9 hektar olacaktır. Oysa OGM'nin verilerine göre bu değer, 1982 yılında 4.2 ve 1983'de de 3.7 hektar şeklindedir. Öte yandan, orman yangını önleme çalışmalarının etkenlik düzeyi yönünde, yine anlamlı sayılabilecek olan "yangın sayısı" da, yıllara göre büyük değişkenlik gösteriyor: (Grafik 1)

Türkiye'deki orman yangınlarının önlenmesi ve söndürülmesine yönelik çalışmaların bilimsellik düzeyi yönünden anlamlı bir başka gösterge de örgütlenme biçimi ve görev alan personelin bilgi ve deneyim birikimidir. Türkiye ormancılığında, 6631 sayılı Orman Kanunu'nun 75. maddesiyle "... yangın tehlikesinin fazla olduğu muntikalarda yangın mevsimine münhasır olmak üzere" gereken yangın söndürme ekipleri oluşturulmalıdır. Bu ekipler, yerel egemenlerin de etkili olduğu bir seçme düzeni içinde, yöredeki işsiz köylüler ve öğrencilerden



oluşturuluyor. Yeterince eğitilip gerekli araç-gereçlerle donatılabiliyorlar mı? Sanırım bu sorunun en açık yanıtı, TV'lerdeki yangın görüntüleri sırasında veriliyor! Bilimsel olarak tasarlanmış ve uygulanmakta olan yangın önleme ve söndürme yönetim düzenine ilişkin bir yönetmelik mevcut; ancak bu yönetmelikte sayılan bürokratik iş ve işlemlerin dışında, hemen hiçbir yaptırım yeterince uygulanmıyor. Bu durumun da en açık kanıtı, orman yangını söndürme çalışmaları sırasında, deyim yerindeyse her kafadan, özellikle de yerel mülki yöneticilerden ayrı bir ses çıkması. Bu noktada, Gelibolu'daki yangın sırası ve sonrasında yaşananları anımsamak gerekir. Gerektiğinde bilimsel bir düzen kurulduğunu varsayalım. Yürürlükteki ormancılık örgütlenmesi ve özellikle de ormancı teknik personelin eğitim düzeyi ve gö-

rev alma ilişkileri, bugün olduğu gibi sürdükçe "bilimsel" düzen nedenli etkili olabilecektir. TMMOB Orman Mühendisleri Odası'nın bir araştırmasına göre:

* Orman yangını yönünden öncelikli yörelerde görev yapan orman mühendislerinin % 24'ü, 1986-1989 döneminde fakültelerini bitirmiş durumda. (Bu, orman mühendislerinin, askerlik hizmeti süresi düşüldükten sonra, ortalama 2.5-3 yıl gibi kısa bir hizmet deneyimine sahip olduğunu ortaya koyuyor.)

* Yangına duyarlı yörelerde görev alan orman mühendislerinin % 25'i, bir yıldan az ve % 54.5'i de iki yıldan az bir süre içinde görev yerini değiştirmek durumunda kalmış. (Bu durum, ormancı teknik personelin, yangınlar yönünden belirleyici olan ekolojik koşulları ne denli tanıyabileceğinin bir göstergesidir.)

* Yine yangına duyarlı yörelerde görev yapan orman mühendislerinin yalnızca % 22.4'ü, kendisini orman yangınları konusunda "uzman" sayabileceğini öne sürmüştür.

* Orman mühendisleri arasında, görev yaptıkları Orman Genel Müdürlüğü'nü orman yangınlarını önleme ve söndürme çalışmalarında yeterli bulanların oranı ise % 29.1.

Bu arada, ülkemizdeki ormanların korunması ve genişletilmesinden birinci derecede sorumlu tutulan Orman Genel Müdürlüğü'nün bu sayıları saptayan 10 kadar araştırma biriminde orman yangınları konusunda çalışan araştırmacı sayısının 2'yi geçmediğini; her düzeyden çalışana yönelik orman yangını önleme ve söndürme yönündeki hizmet içi eğitim çalışmalarının düzenli olarak yapılmadığını; insanların neden kasıtlı orman yaktıklarını açıklamaya yönelik olarak toplumsal, kültürel ve psikolojik anlamda bir tek araştırmanın yapılmadığını da belirtmek gerekir.



muştur. Örtü yangınlarının neden olduğu sıcaklık yardımı ile, tamamen açılabilen kızılçam kozalakları, içlerinde yıllarca ihtiyat olarak sakladıkları tohumları da dökerek, yangın sonrası koşullarında kendilerini yenileyebilme şanslarını artırır. Kozalaklardan dökülen, yıllarca saklanmış bu tohumlar, kül tabakası üzerinde daha kolaylıkla çimlenerek, daha hızlı büyüyen fidanlar oluşturmaktadır.

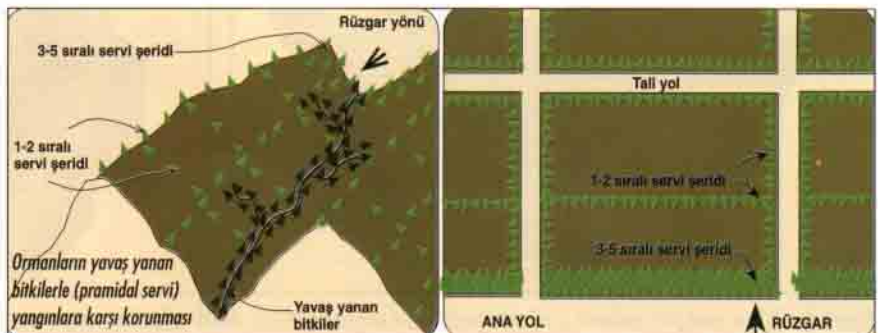
Bu ve buna benzer ekolojik uyum özellikleri, tarihi süreçte sık sık yinelenen yangınlara karşın, kızılçam orman ekosistemlerinin bugünkü varlıklarını açıklayabilmektedir. Kızılçam, bu uyum özelliklerini geliştirememiş olsaydı, bugün kızılçam ormanlarından söz etmek mümkün olamazdı. Onların yerini bu ekosistem özelliklerine uyum sağlamış başka tür ormanlar ya da bitki örtüsü tipleri alırdı. Nitekim, yangın sıklıklarının 25 yılın altına inmesi, yani yangın sıklıklarının artması ile kızılçam ormanları yerlerini, sürgünle de gençleşebilen maki türü bitki örtüsüne bırakmaktadır. Daha da sıklaşmış yangınlar, maki türü bitki örtüsünü eleyerek, boysuz çalılardan oluşan garig bitki örtüsü tipinin hakim konuma geçmesini sağlar. Bir ya da iki yıl gibi çok sık aralarla yinelenen yangınlar ise, alanı sadece geofitlerden, yani üreme organlarını toprak içinde gizlemiş olan bitkilerden oluşan, bir çöle dönüştürürler. Üreme organlarını toprak içine gizlemiş olmaları, yangınların kendilerine zarar vermesini önlemektedir. Görüldüğü gibi

yangın sıklıkları, herhangi bir ekosistemin güncel biçim ve yapısının belirlenmesinde önemli bir ekolojik etkiye sahip olabilmektedir. Kızılçam ormanları, belirli sıklıktaki yangınlardan sonra gençleşmelerini kolaylaştıracak ekolojik uyum (adaptasyon) özellikleri ve/veya üstünlükleri geliştirmiş, o halde bunların kolay yanabilme özellikleri de geliştirmiş olmaları gerekir. Bunun nedeni, yangının yarattığı uygun koşullarda kolayca gençleşebilme gereksinimleridir. Şöminede ya da sobada yakılacak kalın odunların tutuşturulabilmesi ve iyi bir yanma sağlanabilmesi için, öncelikle küçük ve ince kesilmiş odunların tutuşturulması gerekir. Ya da çoklukla, aynı iş için çıra kullanılır. Çünkü, küçük ve ince yanıcılar ile içlerinde kolay yanan maddeler bulunduran yakacaklar zorluk çıkarmadan ateş alırlar ve bunların yanması sırasında açığa çıkan enerji, daha kalın olan odunların yanmasını sağlar. Kullanılan çıralar çoğunlukla kızılçam odunlarından elde edilirler. İçerdiği yüksek miktardaki reçine, kızılçam odununun kolaylıkla yanabilmesini sağlar. Kızılçamın, uzun ve yüzeyi oldukça

genişletilmiş, rutubet miktarı düşük iğne yaprakları da kolay yanabilme özelliği gösterirler. Akdeniz kuşağında bulunan 45 bitki türünün yanmaya karşı gösterdikleri direnç konusunda yapılan bir çalışmada kızılçam iğne yaprakları, 3.06 saniyelik ateş alma gecikim süresi ile kolay yanabilen bir tür olarak belirlenmiştir. Orman tabanında ise, dökülen kuru iğne yaprakların gevşek ve gözenekli istifleniş biçimi ve gövdeye asılı duran kurumuş dalların dağılımı gibi, kolayca yanmayı sağlayıcı özelliklerle karşılaşırız. Sonuçta, gözlenen tüm bu özelliklerle kızılçam ekosistemlerinin kolay yanabilen ekosistemler olduğu kabul edilmektedir. Saptanan dokuz yıllık yangın sıklığı da bu yanma kolaylığının bir belgesini oluşturmaktadır.

Kızılçam ormanlarına göre daha sık orman yangınlarının ürünü olan maki bitki örtüsü tipinin kızılçam ormanlarına oranla daha kolay yanabileceği kabul edilebilir. Benzer biçimde de, garig bitki örtüsü tipinin makiden daha kolay yanabildiği sonucuna çıkarılabilir.

Bu saptamaların ışığında, ekosistemlerin özelliklerine ve yapılarına



Kül Fırınında 65°C'de Bitki Yapraklarının Değişik Nem Koşullarında Ateş Alma Gecikim Süreleri (AGS)						
Bitki Türleri	Kurak Mevsim			Yağışlı Mevsim		
	Nem (%)	Ateş Alma Süresi (sn.)		Nem (%)	Ateş Alma Süresi (sn.)	
		X±Sx	Max-Min		X±Sx	Max-Min
<i>Poterium spinosum</i> L.	53	3,28±0,19	4,17-2,28	2	3,36±0,23	4,84-2,37
<i>Phillyrea media</i> L.	51	3,59±0,20	5,25-2,94	60	4,23±0,21	6,07-3,49
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	58	3,60±0,12	4,16-2,96	114	4,40±0,20	5,37-3,16
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	60	3,72±0,22	4,90-2,72	89	3,82±0,24	5,08-2,26
<i>Styrax officinalis</i> L.	94	3,73±0,16	4,61-3,12	118	5,39±0,29	6,86-3,77
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	93	3,85±0,16	4,83-3,04	103	4,52±0,30	6,35-3,52
<i>Coronilla emerul</i> L.	89	4,26±0,28	6,21-3,00	119	4,57±0,28	6,27-3,29
<i>Pallurus saculatus</i> Lam.	108	4,28±0,36	6,33-3,06	97	3,97±0,28	5,04-2,16
<i>Myrtus communis</i> L.	59	4,29±0,28	5,76-3,08	128	6,24±0,41	8,52-4,46
<i>Quercus sinifectoria</i> Oliv.	72	4,31±0,26	6,12-3,16	84	5,00±0,41	7,84-3,40
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	94	4,34±0,18	5,26-3,28	110	4,93±0,20	6,01-3,85
<i>Dehne sericea</i> Vahl.	60	4,39±0,25	5,32-3,05	65	5,50±0,30	7,05-4,05
<i>Laurus nobilis</i> L.	77	4,51±0,16	5,38-3,88	113	5,63±0,20	6,79-4,77
<i>Inula graveolens</i> (L.) Desf.	170	4,77±0,23	6,35-3,83	205	5,15±0,32	7,03-3,50
<i>Pinus brutia</i> Ten.	120	4,82±0,29	6,84-3,13	123	5,00±0,22	6,51-4,17
<i>Cistus salvifolius</i> L.	60	4,84±0,28	6,98-3,51	122	6,45±0,43	9,31-4,55
<i>Vitex agnus-castus</i> L.	137	4,84±0,29	6,08-3,27	144	5,00±0,27	6,29-3,88
<i>Dephne gnidium</i> L.	148	5,07±0,22	6,14-4,04	161	7,43±0,42	9,90-5,44
<i>Juniperus oxicedrus</i> L.	83	5,42±0,18	6,18-4,19	98	6,71±0,32	8,95-5,09
<i>Rhus coriaria</i> L.	118	5,60±0,20	6,59-4,40	55	4,90±0,20	6,24-3,89
<i>Tamarix smymensis</i> Bunge.	125	5,71±0,36	7,66-3,86	183	5,99±0,43	7,95-3,22
<i>Arbutus andrachne</i> L.	104	5,83±0,39	7,90-4,00	136	6,23±0,45	8,80-3,69
<i>Pinus pinea</i> L.	139	5,83±0,42	7,70-3,11	152	6,78±0,34	8,71-4,53
<i>Phlomis fruticosa</i> L.	51	5,88±0,38	8,58-4,27	29	5,21±0,56	9,33-2,75
<i>Quercus coccifera</i> L.	82	5,95±0,54	9,12-4,20	84	7,31±0,44	9,62-5,02
<i>Erica arborea</i> L.	57	6,10±0,36	8,43-4,61	91	8,16±0,69	12,96-6,17
<i>Genista acanthioides</i> Dc.	59	6,20±0,40	8,12-3,67	73	7,84±0,47	11,69-5,67
<i>Euphorbia</i> sp.	224	6,85±0,47	10,23-5,08	207	5,77±0,36	7,40-4,16
<i>Colutea arborescens</i> L.	142	7,06±0,16	9,61-4,02	130	6,26±0,57	9,17-3,70
<i>Caretonia siliqua</i> L.	146	7,35±0,30	8,64-5,84	142	7,00±0,35	8,98-5,78
<i>Spartium junceum</i> L.	71	7,78±0,47	10,48-5,60	80	11,06±0,71	14,36-7,11
<i>Juniperus excelsa</i> Bieb.	83	7,91±0,37	10,43-6,08	112	8,08±0,48	10,28-5,02
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	88	8,11±0,40	9,94-6,54	119	10,09±0,45	12,26-7,76
<i>Capparis spinosa</i> L.	260	8,51±0,54	11,14-6,41	291	9,57±0,79	14,23-6,30
<i>Nerium oleander</i> L.	137	9,90±0,45	12,06-7,36	165	10,32±0,52	13,19-8,05
<i>Accacia cyanophylla</i> Lindl.	169	10,58±0,61	13,92-7,12	205	13,79±0,73	17,78-9,61

daha uygun orman yangınlarıyla mücadele stratejileri geliştirilebilir. Bu strateji, yangını ekosistemin varlığını sürdürebilmesi için gerekli ekolojik bir bileşen olarak kabul etmek ve ekosistemin kolay yanabilirliğini gözönünde bulundurmak zorundadır. Bu ise, ülkemizde çıkan orman yangınlarının sadece söndürülmesine yönelik, orman yangınlarıyla mücadele stratejisinin derhal bırakılarak, belirli ölçüde yangınlardan yararlanmayı da içine alan, yangın yönetimi stratejisine geçilmesini zorunlu kılar.

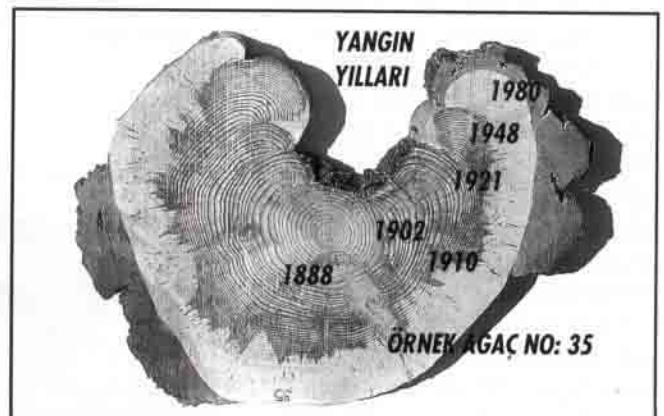
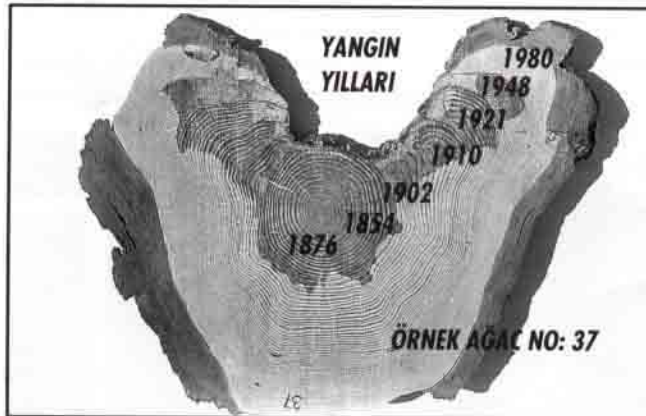
Şu örnek, durumu daha anlamlı kılmaktadır. Günlerce süren kar ya-

ğışlarından sonra, herhangi bir yağmarda üst üste birikerek tehlikeli bir hal almaya başlayan karın, tehlikeli bir çığa neden olmasını nasıl önleyebiliriz? Biriken kar miktarı daha tehlikeli ve denetlenemez bir boyut almadan önce, gerekli önlemleri alıp, uyarıları yaptıktan sonra, havaya açılan bir el ateş gibi, yaratılacak bir titreşimle, birikmiş karın denetim altındaki küçük bir çığla aşağılara indirilmesi en akılcı yöntemlerden biridir. Bunun uygun ve etkili bir yöntem olabileceği konusunda kuşku yok. Aynı yaklaşım, orman tabanında kuruyup düşen kuru

dalların birikmesi ile artan yangın riskini azaltma amacıyla da uygulanabilir. Orman içinde biriken kuru yanıcı madde miktarı, büyük bir yangına neden olabilecek boyutlara ulaşmadan önce, uygun bir yöntemle ortamdaki uzaklaştırılarak, yanma riski hemen hemen tümüyle ortadan kaldırılabilir. Tabanında yanabilecek kuru yanıcı olmayan ormanın yanması sözkonusu olamaz. Bu yanıcıların uygun koşullar altında, denetimli yakma tekniği ile yakılarak ortamdaki uzaklaştırılması, en yaygın, en etkin ve en ekonomik yöntemlerden biridir. Kalın ve yalıtıcı bir kabuğa sahip olan kızılçam ağacının, yakılan ateşten olumsuz yönde etkilenmesi, zayıf bir olasılıktır. Bu arada, ekosistemin yangından beklediği diğer ekolojik işlevler de yerine getirilmiş olabilir. Ateşin önlenmesi amacıyla ateşin kullanılması ilginç bir yöntem değil mi?

Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Parkı'nda, orman tabanında biriken çok miktardaki kuru yanıcılar böyle bir yöntemle azaltılmamış olduklarından, bu bölge için çok tipik olan rüzgarın da etkisiyle, yanma çok şiddetli olmuştur. Yangının yayılma hızı 2 km/saatin üzerine çıkmış ve ortalama olarak her saat 89 hektarlık alanda 100 000'e yakın ağaç yanmıştır. Yanan toplam ağaç sayısı 4 milyon üzerindedir. 45.5 saat süren Gelibolu yangınında yaklaşık olarak her 6 saatte bir Hiroşama Bombası'na eşdeğer enerji açığa çıkmıştır. Böyle bir enerji karşısında en etkili uçakların bile yapabileceği pek bir şey yoktur.

Bitkiler arasında, yanmaya gösterdikleri direnç bakımından, önem-



Birbirinden 300 m uzaklıkta bulunan Kızılçam ağaçlarından alınan kesitlerde, belirli yıllara ait yangın izleri saptanmaktadır.

li farklılıklar vardır ve bu farklılıklardan yangınların önlenmesinde yararlanılabilir. Örneğin aptestbozan çalısı (*Poterium spinosum* L.) çok kolay yanabilirken, piramidal servi (*Cupressus sempervirens* var. *pyramidalis*) çok güç yanan bir tür olarak belirlenmiştir. İşlek yol kenarları ve yangına hassas bölgelerdeki ormanların kenarlarında piramidal serviden oluşturulacak birkaç sıralı sık şeritler, ormanları yangından korumada oldukça etkin olabileceklerdir. Servi perdeleri bir yandan güç yanma özellikleriyle alevlere karşı koyarlarken, diğer yandan da çok kompakt olan tepe çatıları yardımıyla ormanları rüzgarlara karşı da etkin bir biçimde koruyabilmektedirler.

Servi perdeleri ile rüzgar etkisinin azaltılması ve/veya ortadan kaldırılması, ormanın yanma riskini önemli ölçüde düşürebilir. Gelibolu yangınının ağır koşullarına karşın, bazı yol kenarlarındaki piramidal servi perdeleri hem alevlere ve hem de rüzgara karşı etkili bir engel olduklarını kanıtlamışlardır. Yeni kurulacak ormanların, yörenin ekolojik koşulları da dikkate alınarak, bu tür perdelerle koruma altına alınmaları, yanma risklerini önemli ölçüde düşürebilecekmiş gibi görünmektedir. Bu tür perdeler zakkum, kibris akasyası, katırtırnağı, incir gibi güç yanma özelliklerine sahip bitkilerle de takviye edilebilirler. Böylece, kızılçam gibi kolay yanabilen orman ekosistemleri, orman yangınlarına karşı, güç yanan bitkiler kullanılarak korunabilirler.

Orman yangınları, açık alanda ve binlerce değişkenin denetimi altında ortaya çıkar ve gelişirler. Bu nedenle anlaşılabilirlikleri oldukça zordur. Günümüz teknolojik gelişiminin bir simgesi olan atom bombası konusunda yanıtını henüz bilemediğimiz soruların sayısı, orman yangınları konusunda bilmediklerimizden daha azdır. Orman yangınları konusunda uzmanlaşabilmenin önündeki en büyük engellerden birisi de budur.

Ağacın kendisi de bir yanıcı olduğundan, hangi gelişmiş teknik uygulanırsa uygulansın, orman yangınlarını tümüyle önleyebilmek olası değildir. Olası olan, yangın riski,

yangın sayısı ve yangın şiddetinin azaltılabilmesidir. Orman içindeki, yangınların başlangıç malzemesini oluşturan kuru yanıcıların, denetimli yakma ya da herhangi bir başka teknikle ortamdan uzaklaştırılması, yanma riski ve yanma şiddetini önemli ölçüde azaltabilmektedir. Yeni kurulacak ormanların, güç yanan bitkilerin oluşturduğu perdelerle hem alevlere ve hem de rüzgara karşı korunması yanma riski ve yanma şiddetini daha da aşağılara çekebilecektir. Bu tür önlemler alınmadan, çıkan yangınların söndürülmesine ağırlık veren bir yaklaşımın başarı şansı az olduğu gibi maliyeti de çok yüksek olur. On binlerce dolara alınıp, kullanılması için de binlerce dolar harcanan helikopter ve uçak gibi yüksek teknolojilerin bile Gelibolu yangını gibi büyük yangınları söndürmede etkileri düşüktür. Bu yüksek teknolojiler, ancak daha basit ve ucuz teknolojilerin bütünüyle uygulanabildiği, bir başka deyişle, alt yapısı olan sistemlerde etkili ve ekonomik olabilirler.

Günümüzün hızlı nüfus artışı ve kentleşme gibi gerçekleri ormanlardan olan beklentilerimizi köklü biçimde etkilemektedir. Yapılan bilimsel tahminler önümüzdeki 50 yılda, ormanlardan kereste talebinin %50, rekreasyonel talebin de %60'ın üzerinde bir artış göstereceğini ortaya koymaktadır. Diğer yandan, artık herbirimiz ormanlarla aramızdaki yamsal ilişkiyi artık daha net görebilmeye başladık. Yanan ya da başka bir nedenle yok olan her metrekaare ormanın soluduğumuz havanın, içtiğimiz suyun, çevremizi saran atmosferin ve üzerine bastığımız toprağın kalitesinde önemli bozulmalara neden olduğunu hissed-

biliyor, görebiliyoruz. Yanan ormanların biyolojik zenginliklerimizi de silip süpürdüğünü farkedebiliyoruz. Gelibolu'da kömüre dönen 4 milyon gencecik kızılçam ağacı, iki yüz bin kişinin bir yıllık oksijen tüketimini üretiyordu; orada yatan yüz binlerce şehidin üzerindeki toprağı tutuyor, yağın yağmurların suyunu toprağın derinliklerinde depoluyordu.

Orman yangınları günümüzde artık sadece orman yöneticilerinin, orman teknik adamlarının konusu olmaktan çıkmış; ırk, renk, din, mezhep, zengin-fakir ayırımı gözetmeksizin, hepimizin ortak sorunu haline gelmiştir. Bunu herbirimiz görmek, anlamak ve gereğini yerine getirmek zorundayız; çünkü yanan ormanlar değil, ortak geleceğimiz!

Kaynaklar
Komarek, E. V. The Role of the Tall Timbers Research Station in the Development of the Study of Fire Ecology, USDA Forest Service General Technical Report WO-3, 1977.
Mutch, R. W. Wildland Fires and Ecosystems-a Hypothesis, Ecology 51, 1970.
Neyişçi, T. Antalya Doyran Yöresi Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarında Yangınların Tarihsel Etkileri. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Raporlar Serisi No: 29, 1986.
Neyişçi, T. Orman Yangınlarının Önlenmesinde Kullanılabilecek Yavaş Yanan Bitki Türleri Üzerinde Bir Çalışma, Doğa Tu Tar. ve Or.D., 1987.
OGM Orman Koruma ve Yangınla Mücadele Dairesi Başkanlığı; Orman Koruma ve Yangınla İlgili İstatistik ve Değerlendirmeler, Ankara, 1988.





Ağaçların Kültürel

ve

Bilimsel Ekolojisi

Sargun Tont
ODTÜ Biyoloji Bölümü

Tarihiçi Neçri'nin anlattığına göre, Osman Gazi rüyasında kendisini Söğüt kasabasının ünlü şeyhi Edabali'nin yanında yatarken görür: "Edabali'nin koynunda bir ay doğdu; dolunlaşınca inip kendi koynuna girdi. O anda kendi göbeğinden bir ağaç bitip büyümeye, yükselmeye başladı. Büyüdükçe yeşillendi, güzelleşti. Dallarının gölgesiyle bütün dünyayı örttü...Bir an, ağacın yaprakları, kılıç gibi uzamaya başladı. Derken bir rüzgar çıkıp, bu yaprakları İstanbul şehrine doğru çevirdi...(İstanbul) bir yüzüğün kıymetli taşını andırıyordu. Sultan Osman yüzüğü takıyorken uyandı." Keşke geçenlerde TV ekranlarında izlediğimiz görüntüler bir rüya olarak kalsaydı. Her zaman üzüntüyle izlediğimiz orman yangınları, bu kez Fatih'in takmayı başardığı yüzüğe kadar gelip dayanmıştı. Elinde hortumla ateşe su fişkırtan Gülay Açı'dan tutun, çaresizlik içinde oraya buraya koşuran yöre halkımızın yüzündeki ifadeleri nasıl unutabiliriz? Sanki içimizin bir parçası ağaçlarla birlikte kül olup gidiyordu.

Bu yangınların neredeyse bir trajedi olarak nitelendirilmesine pek şaşmamak gerek; çünkü Sultan Osman'ın rüyasında yeni bir ulusun doğup gelişmesini simgeleyen ağaca karşı duyulan saygı ve sevginin kökeni, biz Türkler'de çok eski zamanlara dayanır. Eski Orta Asya Türkleri, Tanrı'nın yarattığı 9 insan cinsini, 9 dalı bir ağacın her dalı altında barındırdığına inanırlardı. Hun destanında Oğuz Han ve 3 kardeşi, bir Uygur efsanesinde Bugu Han ve 4 kardeşi kutsal bir ağacın kovuğu içinde doğarlar. Türkler Müslümanlığı kabul ettikten sonra, bu sevgi daha da gelişmiştir. Kuran'da birçok canlının ağaç olmadan yaşayamayacağı belirtilir ve kendisi bizzat ağaç diken Hz. Muhammed, bir hadisinde ağaç dikmenin makbul bir sadaka olacağını belirtmiş ve başka bir hadisinde gerçek bir Müslümanı, çok sevdiği hurma ağacına benzetmiştir. Yunus Emre gibi ozanlarımızda bu sevgi, kutsal boyutlara ulaşır: "Altundandır direkleri/Gümüştendir yaprakları/Uzandıkça budakları/Biter Allahı Deyü deyu..." Dede Korkut hikayelerinde "Ağaç ağaç dersem sakın arlanma ağaç" ve Pir Sultan Abdal'ın "Ağaç dersem gönüllenne" mısralarında ağaca daha değerli bir isim verememenin çaresizliği dile getirilir.

Ağaç sevgisine başka ülkelerde ve başka zamanlarda da sık sık rastlarız. Mayalar ve Aztekler, dünyanın 5 kutsal ağaç üzerine kurulduğuna inanırlardı. Bir Bolivya efsanesinde, bütün insanların Tann Tiri tarafından ikiye bölünen bir ağaçtan çıkarak dünyaya yayıldığı söylenir. Eski Mi-

sir'da gökteki yıldızlar kutsal bir ağacın meyveleri olarak kabul edilir ve tanrıların bu ağacın dalları üzerinde oturduklarına inanılırdı. Babilililer'e göre cennetin kapısını, biri doğruluğu diğeri yaşamı simgeleyen iki ağaç korurdu.

Bütün canlılara her toplumdaki daha çok saygı ve sevgi gösteren Budistler, Buddha'nın altında otururken Nirvana'ya (ermişliğe) ulaştığı Bodhi ağacına hâlâ büyük önem verirler. Hristiyan toplumlarında, Hz. İsa'nın çarmıha gerildiği putun, cennetteki hayat ağacından yapıldığı yaygın bir inançtı. Musevi inançlarına göre kutsal bir ağaç, dünyanın eksenini oluştururdu. Tarih boyunca ağaç sevgisi, özellikle Japonya'da çok yaygın bir gelenek olmuştur. Eski zamanlardan bu yana kırsal ağaçlarının çiçek açması, her yıl büyük törenlerle kutlanır.

Dinsel inançların dışında, gerek Batı'da gerek Osmanlılar'da ağaç ve ormanlar için yazılmış şiirlere çok ender rastlarız. Bu ilgisizlik, daha doğrusu ağacı estetik duygular uyandıracak bir varlık olarak görememek, 19 yy'da ortaya çıkan Romantik akıma kadar sürer. Doğu ülkelerinde, özellikle Çin ve Japonya'da ise durum tam tersidir.

Çin ozanı Wang Wei'nin (M.S 8 y.y.) siladan dönen dostuna yönelttiği soru, bu sevginin güzel bir örneğini oluşturur: "Siladan geliyorsunuz/Ne var, ne yok oralarda?/Çiçek açmış mıydı kış erik-leri,/İpek perdeli pencerenin altında? (Azra Erhat-Orhan Veli tercümesi). Penceresinden ormana bakan Japon İmparatoru Fushimi (M.S 13 yy), gördüklerini şu satırlarla anlatır: "Rüzgar esiyor/Çam ağaçları arasında gürleyerek/Tepe-lerde esen rüzgar/Yamaçlara düşüyor/sesleri otların içinde kaybolana kadar."

Batılı ülkeler, doğa sevgisini 19 yy'da keşfettiler. Bir ayağını Romantik akımda demirlemiş olan Henry David Thoreau, günün 4 saate yakın bir bölümünü koruluklarda yürüyerek geçirdi. Bir yandan ağaçları bilimsel açıdan inceledi, bir yandan da ağaç sevgisini dile getiren şiirler, öyküler yazdı. Thoreau, bir makalesinde, ağacın kendisinden daha önce cennete gideceğini söyleyecek kadar ağaçlara hayran bir insandı. Batı edebiyatında son 150 yıl içinde ağaç ve ormanları konu eden çok sayıda şiir ve öykü vardır. Ahmet Haşim'den başlayarak (Orman ve Ağaç adlı iki şiir) günümüze dek bizim ozanlarımızın gün geçtikçe artan doğa şiirleri yazarken, ağacı da unutmadıklarını görmek çok sevindirici. Nazım Hikmet, kavak ağacını benliğinin bir parçası olarak görür: "Bende bir kavak ürperir,/Nerde olsam sesi gelir/Muhacirliğimden beri." Oktay Rifat'ın şu satırları, eski Japon ozanlarının yazdıklarından hiç de aşağı değil: "Güney yelinde civıltı ve koku/Kandırır her yıl çocuksu badem-

leri,/Dalları saran buğuya aldanırlar,/Sıçrar tomurcuk uykusundan, donanı/Bademler kış ortasında gelin gibi." Cahit Külebi, "Zerdali Ağacında sanki çok sevdiği bir çocukla konuşur gibidir: "Sallansın dalların çocuklar gibi/Bakma güneş ısıtsın varsın/Küçük zerdali ağacım,/Sonra donarsın." Orhan Murat Anburnu, yukarıda bahsettiğimiz Hintli tanrıları gibi dalların arasında yaşamak ister: "Ağaç!/Ne kadar güzelsin/Ne kadar başka/Yaşamak isterdim dallarında." Can Yücel, ülkemize göçmen gelen sakız ağacının öyküsünü şöyle anlatır: "O bir sakız ağacıydı, alelade/Bir gün o yeşil sahile çıktı geldi,/O zaman bu zamandır memnun yerinden/Seyreder bulutları, göğü, denizi." Bu sakız ağaçlarından biri, Cevat Çapan'da konuşacak bir dost bile bulmuş: "Sizin bahçedeki sakız ağacını/anlatmak isterdim sana/sonra da o ağacı sen anlatırdın./Sözünü ağaca bırakırdık biz yorulunca." Ekolojik kuralları doğru olarak yansıtmaya da genç ozanımız Sunay Akın'a, Akdeniz bölgesinin o cefakar Maki'sini unutmadığı için teşekkür ediyoruz: "Bir an önce görülsün/diye Akdeniz/Toros'larda ağaçlar/hep çocuk kalır."

Görüldüğü gibi, birçok toplumda ağaç sevgisi oldukça yaygındır. Buna da şaşmamak ge-



rek. Kendi türümüz dışında ağaçlar en yararlı, en güzel ilişkiler kurdığımız canlılar arasındadır. Tarih boyunca hayvan sevgisi yalnız belirli türlere yönelmiş iken, bir iki istisna dışında (örneğin İslam'da zakkum ağacının makbul sayılmaması gibi), sevilmeyen ya da hor görülen bir ağaç türüne pek rastlanmaz. Ancak insanoglu, gerek dikkatsizlik, gerek ekonomik çıkarlar yüzünden doğanın bizlere armağan ettiği bu güzel canlıları hor kullanmış; geleceği dikkate almaksızın milyonlarca metrekarelik ormanları yok etmiştir.

Eski tarihçiler, daha M.Ö 3. yüzyıla' girmeyen yangın, kesim ve keçiler yüzünden Atika'nın (eski Yunanistan'ın bir yöresi) bütün ağaçlarını kaybettiğini yazarlar. Polen analizleri, İskoçya'nın kuzeybatı bölgesindeki ormanların yarısının 4 000 yıl önce yok edildiğini göstermektedir. Avrupa'da ormanların sürekli olarak yok edilmesi, M.S 11. yüzyılda da Germenik kavimlerin doğuya doğru yayılmasıyla başlar. Kuzey Amerika'da ilk Avrupalı göçmenlerin yerleşmeye başladığı sıralarda var olan 170 milyon hektarlık (bir hektar=110 dönüm) arazi, bugün 10 milyon hektara düşmüştür. Ormanların yok olması, çeşitli ekolojik sorunlar yaratır. Bunların başında, habitatlarını kaybeden binlerce canlının yok olması gelir. Yangından kaçmayı başaranların ise başka habitatlara uyum sağlamaları güçtür ve bu göçmenler yeni evlerini oluşturan ekosistemi olumsuz yönde etkileyebilir.

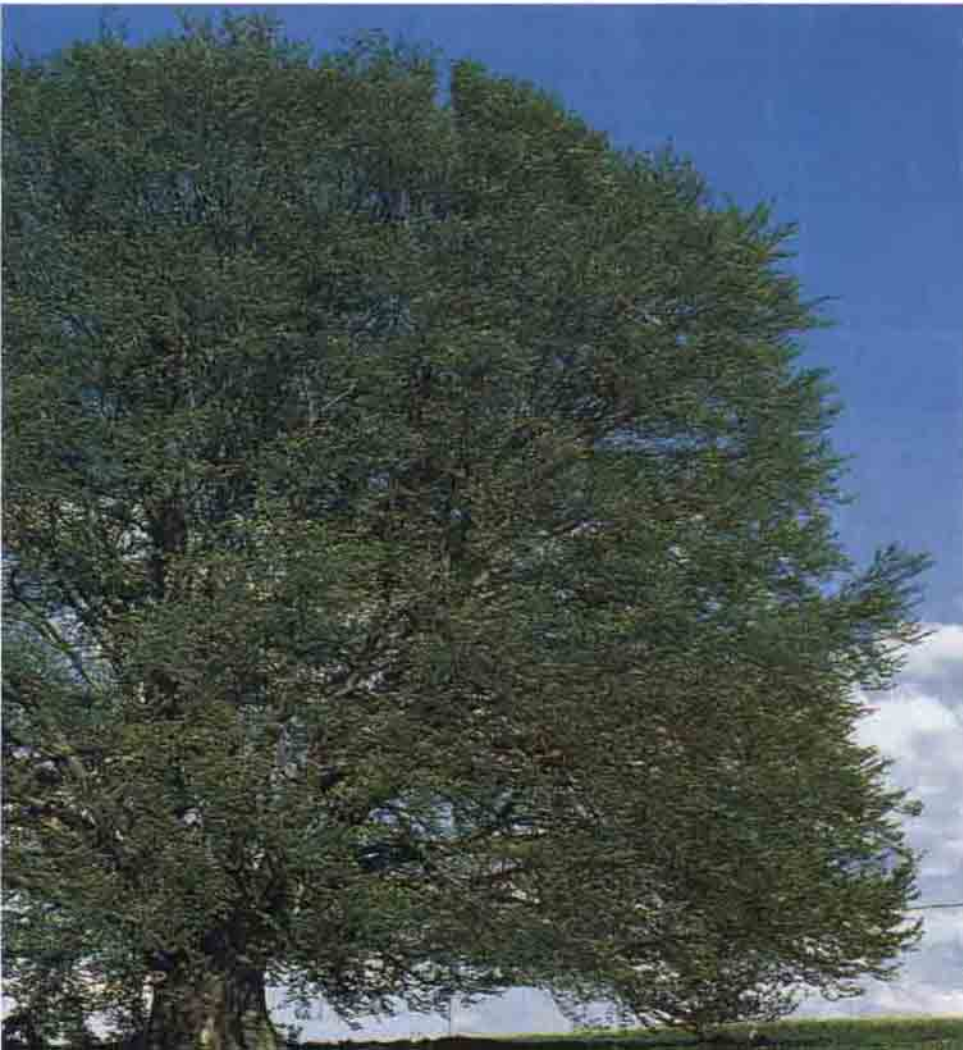
Ağaçların yakılması ya da kesilmesi tehlikeli toprak kaymalarına ve erozyona neden olur.

Bugünlerde bilimadamlarına en çok endişe veren konu, tropikal yağmur ormanlarının gün geçtikçe yakılması ve kesilmesidir. Bir uzmana göre, her yıl 2 milyon; başka bir uzmana göre ise 11 milyon hektar orman yok olmaktadır. Gerek yabancı gerekse yerli basında çok kereler halka yanlış aktarılan bu endişelere, burada biraz olsun açıklık getirmek isteriz. Dünyada ilk yaşamın ortaya çıkmaya başladığı sıralarda atmosferde oksijen gazı yoktu. Bugün hayat iksirimiz olan oksijen gazını fotosentez yolu ile atmosfere ekleyen, bitkiler ve ağaçlardır. Milyonlarca yıl süren bir evrim sonucu bu günkü duruma gelen atmosferimizdeki oksijen gazının ufak bir kısmı da, güneş ışınlarının su buharından oksijeni ayırması ile oluşur. Bu bakımdan ormanlara, küremizin ' akciğerleri' olarak bakmak doğrudur. Bugünkü atmosferde yeteri kadar oksijen vardır ve oksijenin önemli bir kısmını denizlerdeki bitkilerin sağladığını unutmamamız gerekir; dolayısıyla Amazon ormanlarının ortadan kalkması, hepimizin havasızlıktan bir gün yok olacağı anlamına gelmez. Bilimadamlarının asıl endişeleri şu nedenlerden kaynaklanıyor: Bitkiler, fotosentez dediğimiz olayda, karbondioksit ve su moleküllerini güneş



ışınları yoluyla besin ve oksijene dönüştürürler. Atmosferin doğal bir gazı olan karbondioksitin atmosferdeki oranı, son yıllarda endüstriyel gelişmenin sonucu olarak önemli artışlar göstermiştir. Bazı bilimadamlarına göre bu artış, atmosfere yapay yollardan kattığımız diğer gazlarla birlikte, serralarda olduğu gibi, güneş ışınlarını atmosferin içinde tutarak havanın gittikçe ısınmasına yol açacak ve başımıza çeşitli felaketler getirecektir. Bu gazın bir kısmını atmosferden çeken ormanların azalması, bu artışı daha büyük boyutlara ulaştırabilir. (Bu senaryolara veri tabanı oluşturan karbondioksit ölçümleri en ayrıntılı olarak, Pasifik Okyanusu'nun ortasındaki Hawaii adalarında ve Güney Kutbu'nda yapılmıştır. Bu yörelerin endüstriyel merkezlerden çok uzak yerlerde olması, atılan gazların kısa bir sürede bütün dünyaya yayılması, yörel ekolojik sorunların birbirlerine eklenerek küresel boyutlara ulaşabileceğini göstermesi bakımından büyük önem taşır.)

Bugünlerde yok olan ormanlarımızı telafi etmek için açılan kampanyaları, takdirle karşılıyoruz. Bunların yanısıra, öntümüzde boş bulduğumuz her araziye, oradaki ekolojik düzeni gözönüne almadan, gelişigüzel ormanlaştırmaya çalışmak, doğru bir davranış değildir. Doğal nedenlerle ve milyonlarca yıl süren bir evrim sonucu ortaya çıkan bir bozkır ya da çöl ekosistemiyle oynamak, bu sistemler hakkında bildiklerimizin ne kadar az olduğunu gözönüne alırsak, akıllı bir davranış olmadığı gibi, gelecekte bizleri büyük sorunlarla karşı karşıya bırakabilir. Endüstri atıklarının yoğun olduğu büyük kentlerimizde, cadde kenarlarına diktiğimiz ağaçlara da bir kuratıcı gözüyle bakmak, bilimsel kanıtlara aykırı düşer. Birçok ağaç türünün bu atıklardan dolayı öldüğü ve bir kısmının yaşamlarını 'yatalak' olarak sürdükleri defalarca kanıtlanmıştır. Can Yücel, bir şiirinde sevgilisini şöyle uyayar: "Kibrit çakıyorsun karanlıkta badem çiçeklerini görmek için/Ve mart denizlerinde tedirgin bir çift sarnıç gemisi gözlerin/Bir iş açacaksın sen başımıza, yangın mı olur artık bahar mı." Burada sözkonusu ettiğimiz ekolojik sorunları gözönüne alırsak, baharın doğal bir şekilde gelmesini beklemek ve gözleri sarnıç gemisini andıran güzeller de dahil olmak üzere, hepimizin sevgili ormanlarımızı elimizden geldiği kadar koruması, çok daha akıllıca bir davranış olacaktır.





Orman Yangınları

İzmirli ozan Homeros (MÖ 9. yy) Truva Savaşlarını anlattığı ünlü destanı İlyada'da Truva kentini, iki ırmak (Scamander ve Simois) arasında, İda Dağı (Kaz Dağı) eteklerinde, Hellespont (Çanakkale Boğazı) yakınlarında, çok rüzgarlı bir tepe (Hisarlık) üzerinde kurulmuş bir kent olarak tanımlar. İlyada'yı ezbere bilen ve Truvayı bulmak için yanıp tutuşan Heinrich Schliemann (1822-1890), bu bilgileri kullanarak Truvayı bulmayı başardı ve ilk kazılarını yaparak insanlığın hizmetine sundu.

Tuncay Neyişçi
Akdeniz Ün. Çevre Sorunları
Uygulama ve Araştırma Merkezi

ON YIL süren Truva Savaşı'nın başlamasından (MÖ. 1190) tam 3105 yıl sonra, aynı yörenin rüzgarlı tepelerinde, bu kez, farklı ülke ve kıtalardan beş yüz bin civarında cengaverin yaşamını yitirdiği, Truva Savaşları gibi dünya tarihine geçmiş, Çanakkale Savaşları yaşandı. Savaş öylesine şiddetli geçti ki, anısına türküler yakıldı, şiirler düşüldü.

Çanakkale Savaşlarından tam 79 yıl sonra, yine aynı tepeler, yine rüzgarlı bir günde, bu kez, bir önceki savaşın kahraman şehitlerinin üzerini örten dört milyondan fazla ağacın kö-

mür olduğu bir başka savaşa sahne oldu. Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Parkındaki bu savaş da, tıpkı diğerleri gibi, çok şiddetli geçti. Yanan ağaçlardan açığa çıkan enerji, Hiroşima'da atılan atom bombasının yedi katına ulaştı.

Şiddetli rüzgarın da etkisiyle, gencecik kızılçam ağaçlarından çıkıp gökyüzüne doğru, kıvrılarak uzanan alevler güneşe değecekmiş izlenimini veriyordu. Sanki güneşten aldıkları yaşam gücünü ona geri vermek istiyorlardı. Aslında yaşamın, adına yer küre dediğimiz, iki ateş, gökyüzündeki güneş ve yer kabuğunun

derinliklerindeki ergimiş magma arasındaki dar bir şeritte ortaya çıkmış olduğu düşünülebilir. İster ayrışma yoluyla uzun sürede, ister yanmada olduğu gibi kısa sürede olsun, yanma, depolanan güneş enerjisinin geri verilmesinden başka bir şey değildir. Efesli bilge Herakleitos (MÖ 540-480), herşeyin kendi yasasına göre tutuşan bir ateşten oluştuğunu ve herşeyin yine ateşe dönüşeceğini ileri sürerken, bu gerçekleri dile getirmek istiyordu.

Ormanların ortaya çıkışından çok önceleri de yeryüzünde ateş vardı. Ormanın ateş, bir başka deyişle yangın ile ilk tanışması, ormanların yerküre üzerinde ilk görüldükleri ve tabanlarında bir yanmaya neden olabilecek miktarda kurumuş yaprak ve dallardan oluşan bir örtü oluşturdıkları güne tarihlenebilir. Bu yangıcı malzeme, yıldırım ya da volkanizma gibi, kendisini tutuşturabilecek bir kıvılcımı er ya da geç bulabilmiştir. İnsan etkisiyle çıkan yangınların devreye girmesine kadar doğal orman yangınları, belirli aralarla yenilenerek ormanların yapısı üzerinde etkili olmuşlardır.

Bilimadamları, MÖ 500 000 yıllarında yaşayan Pekin insanının ateş kullandığından eminler. Hatta, Kenya'da elde edilen bulgulara dayanarak, ilk ateş kullanımının 1 420 000 yıl öncesine gidebileceği de ileri sürülebilmektedir. Ancak, çakmaktaşı ya da sürtünme yöntemi kullanılarak ilk ateş yakma tekniğinin geliştirilmesi, bundan sadece 10 000 yıl öncesine, cilalı taş devrine rastlamaktadır. İnsanoğlunun bundan önceki dönemlerde ateş yakmayı bildiğini gösteren hiçbir kanıt yoktur. İlk kibritin icadı ise, MS. 1827 yılında gerçekleştirilmiştir.

İnsanoğlunun serüveninde ateş yakmayı öğrenmesiyle, yerleşik tarım toplumuna geçmesi, hemen hemen aynı döneme rastlamaktadır. İstenen yerde ve zamanda bir ateşi başlatabilmek son derecede önemli bir teknolojik devrim anlamına gelir. Bu teknoloji sayesinde insa-

noğlu yaşama alanını daha soğuk bölgelere doğru da genişleterek, dünya ekosisteminin baskın türü haline gelmeye ve doğayı değiştirmeye başlayabilmiştir. Bu aşamayı, bugün üzerinde yoğunlukla durduğumuz çevre sorunlarının doğum günü olarak değerlendirebiliriz.

Önceleri orman içinde barınan insan, toplayıcılıktan avcılığa geçişiyle otlarla kaplı açık alanların, avlanma ve beslenme bakımından ormanlara oranla sağladığı avantajları farketmiştir. Bu da onu, daha iyi sömürülebilir otlaklar ve tarım alanları yaratmak amacıyla ormanları ateşe vermeye yöneltmiştir. Böylece, tarım toplumuna geçişle birlikte, ormanların yanmasının yanı sıra ormanların yakılması olgusu da sözkonusu olmuştur. Bugün bile dünyada birçok yerde, özellikle tropikal yağmur ormanlarında, aynı amaçlarla ormanlar hâlâ yakılabilmektedir. İster doğal nedenlerle, ister insan eliyle olsun yangınlar, orman ekosistemleri üzerinde ekolojik bir etkiye yol açmaktadır. Bunlar, en azından, belirli aralıklarla yenilenen yangınlara karşı ekosistem içinde kalmalarını güvence altına alabilecek ekolo-

jik özellikler geliştirmişlerdir. Bu özelliklerin geliştirilmesine örnek olarak, orman yangınlarının sıklıkla görüldüğü Ege ve Akdeniz Bölgelerimizdeki ormanların en yaygın ağaç türü olan kızılçam incelenebilir. Kızılçam orman ekosistemlerinde yangınların hangi sıklıkta ortaya çıktığını belirlemek için basit bir yöntem uygulanır: Yangınlar bazı ağaçlar üzerinde silinemeyecek izler bırakırlar.

Bilim ve Teknik Dergisi'nin Ağustos sayısında yer alan dendrokronoloji tekniğine benzer bir teknik kullanılarak, geçmiş yıllardaki yangınların çıkış yılları, o yangınların etkilediği alanlar, o ekosistemde neden olduğu ekolojik değişimler ve yangın sıklıkları hesaplanabilir. Bu yöntem kullanılarak, Antalya-Doyran yöresinde yapılan bir çalışmada,





kızılçam ormanlarında her dokuz yılda bir, örtü yangını olarak kabul edilebilecek ve sadece orman tabanındaki ince kuru yanicıların yandığı, küçük ölçekli ve her yirmi beş yılda bir de ağacın tümünün yandığı, tepé yangını olarak tanımlanabilecek büyük ölçekli bir yangın çıktığı hesaplanabilmektedir. Bu ça-

lışmada ayrıca 1860-1948 yılları arasında çıkmış olan tüm orman yangınlarının etkiledikleri alanların haritaları çizilebilmiştir.

Yangınların dokuz senede bir çıktığı kızılçam orman ekosisteminin, doğal seçim (seleksiyon) mekanizmaları ile elenerek ekosistem dışında kalmaması, yani neslinin tükenmemesi için, geliştirmesi gereken en akıllıca ekolojik uyum özelliği, neslinin devamını sağlayan tohumlarını daha önce vermeye başlaması olmalıdır. Bu anlamda kızılçam, kozalak, yani tohum vermeye 4-5 yaşında başlayarak geleceğini

güvence altına alabilmiştir. Böylece yangından sonra, alana neslini sürdürebilecek tohumlarını bırakabilir. Zorunlu olarak tohumla gençleşmek durumunda olan kızılçam için bu, hayati öneme sahip bir özelliktir. Sadece orman tabanındaki kuru, yanicı maddelerin yandığı örtü yangınlarında ağacın yaşamını ve büyümesini sağlayan ve kabuğun hemen altında bulunan kambiyum tabakasının da yangın sıcaklığından zarar görmemesi son derece önemlidir. Bu yaşamsal tehlikeden de kızılçam, çok kalın ve yalıtıcı özelliğe sahip bir kabuk geliştirerek korun-



Orman Yangınlarını Önleme ve Söndürme Çalışmaları

Yücel Çağlar
Milli Prodüktivite Merkezi

Ülkemizdeki orman yangınlarını önleme ve söndürme çalışmalarının bilimsellik düzeyine değinmeden önce, bu tartışma yönünden son derece anlamlı birkaç istatistiksel bilginin aktarılması iyi olacaktır. Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) saptamalarına göre, 1960-1986 döneminde çıkan orman yangınlarının % 47.1'inin; 1976-1986 dönemindeki yangınların ise % 51.6'sının nedeni bilinmiyor (Aynı kaynağa göre "nedeni belli" olduğu öne sürülen yangınların ise, 1960-1986 döneminde % 52.5'i ve 1976-1986 döneminde de % 47.8'i "kasıt" olarak açıklanıyor). Bu veriler, bugün için de geçerli. Bu durumda ülkemizdeki orman yangınlarının çıkma ve çıkartılma nedenlerine ilişkin bilgiler bu düzeyde olunca, önleme ve söndürme çalışmalarının stratejisini ve taktiklerini "bilimsel olarak" geliştirmek, gerekli araç-gereçleri seçmek olanaksızlaşıyor. Türkiye'deki orman yangınları, büyük ölçüde rastlantılara, bazen de doğal koşullara bağlı olarak önlenemiyor ve söndürülebilir. Sözelimi yangın söndürme çalışmalarının etkenlik düzeyi yönünden bir ölçüde anlamlı sayılabilecek bir gösterge olan "yangın başına düşen yanan orman genişliği" ortalaması, son üç yılda 5 hektar dolayında iken; bu yılın Temmuz ayı sonuna değin çıkan yangınlara ilişkin ortalama değer 9.9 hektardır.

Gelibolu'daki yangında yanan 4420 hektar alanın hesaplamaya katılması durumunda da bu değer, 6.9 hektar olacaktır. Oysa OGM'nin verilerine göre bu değer, 1982 yılında 4.2 ve 1983'de de 3.7 hektar şeklindedir. Öte yandan, orman yangını önleme çalışmalarının etkenlik düzeyi yönünde, yine anlamlı sayılabilecek olan "yangın sayısı" da, yıllara göre büyük değişkenlik gösteriyor: (Grafik 1)

Türkiye'deki orman yangınlarının önlenmesi ve söndürülmesine yönelik çalışmaların bilimsellik düzeyi yönünden anlamlı bir başka gösterge de örgütlenme biçimi ve görev alan personelin bilgi ve deneyim birikimidir. Türkiye ormancılığında, 6631 sayılı Orman Kanunu'nun 75. maddesiyle "... yangın tehlikesinin fazla olduğu muntikalarda yangın mevsimine münhasır olmak üzere" gereken yangın söndürme ekipleri oluşturulmalıdır. Bu ekipler, yerel egemenlerin de etkili olduğu bir seçme düzeni içinde, yöredeki işsiz köylüler ve öğrencilerden



oluşturuluyor. Yeterince eğitilip gerekli araç-gereçlerle donatılabiliyorlar mı? Sanırım bu sorunun en açık yanıtı, TV'lerdeki yangın görüntüleri sırasında veriliyor! Bilimsel olarak tasarlanmış ve uygulanmakta olan yangın önleme ve söndürme yönetim düzenine ilişkin bir yönetmelik mevcut; ancak bu yönetmelikte sayılan bürokratik iş ve işlemlerin dışında, hemen hiçbir yaptırım yeterince uygulanmıyor. Bu durumun da en açık kanıtı, orman yangını söndürme çalışmaları sırasında, deyim yerindeyse her kafadan, özellikle de yerel mülki yöneticilerden ayrı bir ses çıkması. Bu noktada, Gelibolu'daki yangın sırası ve sonrasında yaşananları anımsamak gerekir. Gerektiğinde bilimsel bir düzen kurulduğunu varsayalım. Yürürlükteki ormancılık örgütlenmesi ve özellikle de ormancı teknik personelin eğitim düzeyi ve gö-

rev alma ilişkileri, bugün olduğu gibi sürdükçe "bilimsel" düzen nedenli etkili olabilecektir. TMMOB Orman Mühendisleri Odası'nın bir araştırmasına göre:

* Orman yangını yönünden öncelikli yörelerde görev yapan orman mühendislerinin % 24'ü, 1986-1989 döneminde fakültelerini bitirmiş durumda. (Bu, orman mühendislerinin, askerlik hizmeti süresi düşüldükten sonra, ortalama 2.5-3 yıl gibi kısa bir hizmet deneyimine sahip olduğunu ortaya koyuyor.)

*Yangına duyarlı yörelerde görev alan orman mühendislerinin % 25'i, bir yıldan az ve % 54.5'i de iki yıldan az bir süre içinde görev yerini değiştirmek durumunda kalmış. (Bu durum, ormancı teknik personelin, yangınlar yönünden belirleyici olan ekolojik koşulları ne denli tanıyabileceğinin bir göstergesidir.)

*Yine yangına duyarlı yörelerde görev yapan orman mühendislerinin yalnızca % 22.4'ü, kendisini orman yangınları konusunda "uzman" sayabileceğini öne sürmüştür.

*Orman mühendisleri arasında, görev yaptıkları Orman Genel Müdürlüğü'nü orman yangınlarını önleme ve söndürme çalışmalarında yeterli bulanların oranı ise % 29.1.

Bu arada, ülkemizdeki ormanların korunması ve genişletilmesinden birinci derecede sorumlu tutulan Orman Genel Müdürlüğü'nün bu sayıları saptayan 10 kadar araştırma biriminde orman yangınları konusunda çalışan araştırmacı sayısının 2'yi geçmediğini; her düzeyden çalışana yönelik orman yangını önleme ve söndürme yönündeki hizmet içi eğitim çalışmalarının düzenli olarak yapılmadığını; insanların neden kasıtlı orman yaktıklarını açıklamaya yönelik olarak toplumsal, kültürel ve psikolojik anlamda bir tek araştırmanın yapılmadığını da belirtmek gerekir.



muştur. Örtü yangınlarının neden olduğu sıcaklık yardımı ile, tamamen açılabilen kızılçam kozalakları, içlerinde yıllarca ihtiyat olarak sakladıkları tohumları da dökerek, yangın sonrası koşullarında kendilerini yenileyebilme şanslarını artırır. Kozalaklardan dökülen, yıllarca saklanmış bu tohumlar, kül tabakası üzerinde daha kolaylıkla çimlenerek, daha hızlı büyüyen fidanlar oluşturmaktadır.

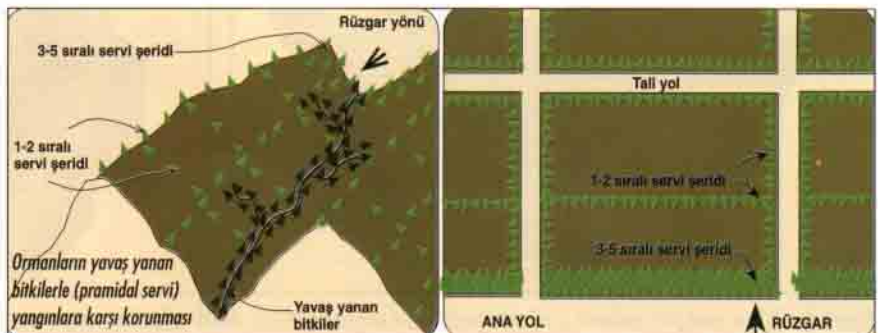
Bu ve buna benzer ekolojik uyum özellikleri, tarihi süreçte sık sık yinelenen yangınlara karşı, kızılçam orman ekosistemlerinin bugünkü varlıklarını açıklayabilmektedir. Kızılçam, bu uyum özelliklerini geliştirememiş olsaydı, bugün kızılçam ormanlarından söz etmek mümkün olamazdı. Onların yerini bu ekosistem özelliklerine uyum sağlamış başka tür ormanlar ya da bitki örtüsü tipleri alırdı. Nitekim, yangın sıklıklarının 25 yılın altına inmesi, yani yangın sıklıklarının artması ile kızılçam ormanları yerlerini, sürgünle de gençleşebilen maki türü bitki örtüsüne bırakmaktadır. Daha da sıklaşmış yangınlar, maki türü bitki örtüsünü eleyerek, boysuz çalılardan oluşan garig bitki örtüsü tipinin hakim konuma geçmesini sağlar. Bir ya da iki yıl gibi çok sık aralarla yinelenen yangınlar ise, alanı sadece geofitlerden, yani üreme organlarını toprak içinde gizlemiş olan bitkilerden oluşan, bir çöle dönüştürürler. Üreme organlarını toprak içine gizlemiş olmaları, yangınların kendilerine zarar vermesini önlemektedir. Görüldüğü gibi

yangın sıklıkları, herhangi bir ekosistemin güncel biçim ve yapısının belirlenmesinde önemli bir ekolojik etkiye sahip olabilmektedir. Kızılçam ormanları, belirli sıklıktaki yangınlardan sonra gençleşmelerini kolaylaştıracak ekolojik uyum (adaptasyon) özellikleri ve/veya üstünlükleri geliştirmiş, o halde bunların kolay yanabilme özellikleri de geliştirmiş olmaları gerekir. Bunun nedeni, yangının yarattığı uygun koşullarda kolayca gençleşebilme gereksinimleridir. Şöminede ya da sobada yakılacak kalın odunların tutuşturulabilmesi ve iyi bir yanma sağlanabilmesi için, öncelikle küçük ve ince kesilmiş odunların tutuşturulması gerekir. Ya da çoklukla, aynı iş için çıra kullanılır. Çünkü, küçük ve ince yanıcılar ile içlerinde kolay yanan maddeler bulunduran yakacaklar zorluk çıkarmadan ateş alırlar ve bunların yanması sırasında açığa çıkan enerji, daha kalın olan odunların yanmasını sağlar. Kullanılan çıralar çoğunlukla kızılçam odunlarından elde edilirler. İçerdiği yüksek miktardaki reçine, kızılçam odununun kolaylıkla yanabilmesini sağlar. Kızılçamın, uzun ve yüzeyi oldukça

genişletilmiş, rutubet miktarı düşük iğne yaprakları da kolay yanabilme özelliği gösterirler. Akdeniz kuşağında bulunan 45 bitki türünün yanmaya karşı gösterdikleri direnç konusunda yapılan bir çalışmada kızılçam iğne yaprakları, 3.06 saniyelik ateş alma gecikim süresi ile kolay yanabilen bir tür olarak belirlenmiştir. Orman tabanında ise, dökülen kuru iğne yaprakların gevşek ve gözenekli istifleniş biçimi ve gövdeye asılı duran kurumuş dalların dağılımı gibi, kolayca yanmayı sağlayıcı özelliklerle karşılaşırız. Sonuçta, gözlenen tüm bu özelliklerle kızılçam ekosistemlerinin kolay yanabilen ekosistemler olduğu kabul edilmektedir. Saptanan dokuz yıllık yangın sıklığı da bu yanma kolaylığının bir belgesini oluşturmaktadır.

Kızılçam ormanlarına göre daha sık orman yangınlarının ürünü olan maki bitki örtüsü tipinin kızılçam ormanlarına oranla daha kolay yanabileceği kabul edilebilir. Benzer biçimde de, garig bitki örtüsü tipinin makiden daha kolay yanabildiği sonucuna çıkarılabilir.

Bu saptamaların ışığında, ekosistemlerin özelliklerine ve yapılarına



Kül Fırınında 65°C'de Bitki Yapraklarının Değişik Nem Koşullarında Ateş Alma Gecikim Süreleri (AGS)						
Bitki Türleri	Kurak Mevsim			Yağışlı Mevsim		
	Nem (%)	Ateş Alma Süresi (sn.)		Nem (%)	Ateş Alma Süresi (sn.)	
		X±Sx	Max-Min		X±Sx	Max-Min
<i>Poterium spinosum</i> L.	53	3,28±0,19	4,17-2,28	2	3,36±0,23	4,84-2,37
<i>Phillyrea media</i> L.	51	3,59±0,20	5,25-2,94	60	4,23±0,21	6,07-3,49
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	58	3,60±0,12	4,16-2,96	114	4,40±0,20	5,37-3,16
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	60	3,72±0,22	4,90-2,72	89	3,82±0,24	5,08-2,26
<i>Styrax officinalis</i> L.	94	3,73±0,16	4,61-3,12	118	5,39±0,29	6,86-3,77
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	93	3,85±0,16	4,83-3,04	103	4,52±0,30	6,35-3,52
<i>Coronilla emerul</i> L.	89	4,26±0,28	6,21-3,00	119	4,57±0,28	6,27-3,29
<i>Pallurus saculatus</i> Lam.	108	4,28±0,36	6,33-3,06	97	3,97±0,28	5,04-2,16
<i>Myrtus communis</i> L.	59	4,29±0,28	5,76-3,08	128	6,24±0,41	8,52-4,46
<i>Quercus sinifectoria</i> Oliv.	72	4,31±0,26	6,12-3,16	84	5,00±0,41	7,84-3,40
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	94	4,34±0,18	5,26-3,28	110	4,93±0,20	6,01-3,85
<i>Dehne sericea</i> Vahl.	60	4,39±0,25	5,32-3,05	65	5,50±0,30	7,05-4,05
<i>Laurus nobilis</i> L.	77	4,51±0,16	5,38-3,88	113	5,63±0,20	6,79-4,77
<i>Inula graveolens</i> (L.) Desf.	170	4,77±0,23	6,35-3,83	205	5,15±0,32	7,03-3,50
<i>Pinus brutia</i> Ten.	120	4,82±0,29	6,84-3,13	123	5,00±0,22	6,51-4,17
<i>Cistus salvifolius</i> L.	60	4,84±0,28	6,98-3,51	122	6,45±0,43	9,31-4,55
<i>Vitex agnus-castus</i> L.	137	4,84±0,29	6,08-3,27	144	5,00±0,27	6,29-3,88
<i>Dephne gnidium</i> L.	148	5,07±0,22	6,14-4,04	161	7,43±0,42	9,90-5,44
<i>Juniperus oxicedrus</i> L.	83	5,42±0,18	6,18-4,19	98	6,71±0,32	8,95-5,09
<i>Rhus coriaria</i> L.	118	5,60±0,20	6,59-4,40	55	4,90±0,20	6,24-3,89
<i>Tamarix smymensis</i> Bunge.	125	5,71±0,36	7,66-3,86	183	5,99±0,43	7,95-3,22
<i>Arbutus andrachne</i> L.	104	5,83±0,39	7,90-4,00	136	6,23±0,45	8,80-3,69
<i>Pinus pinea</i> L.	139	5,83±0,42	7,70-3,11	152	6,78±0,34	8,71-4,53
<i>Phlomis fruticosa</i> L.	51	5,88±0,38	8,58-4,27	29	5,21±0,56	9,33-2,75
<i>Quercus coccifera</i> L.	82	5,95±0,54	9,12-4,20	84	7,31±0,44	9,62-5,02
<i>Erica arborea</i> L.	57	6,10±0,36	8,43-4,61	91	8,16±0,69	12,96-6,17
<i>Genista acanthioides</i> Dc.	59	6,20±0,40	8,12-3,67	73	7,84±0,47	11,69-5,67
<i>Euphorbia</i> sp.	224	6,85±0,47	10,23-5,08	207	5,77±0,36	7,40-4,16
<i>Colutea arborescens</i> L.	142	7,06±0,16	9,61-4,02	130	6,26±0,57	9,17-3,70
<i>Caretonia siliqua</i> L.	146	7,35±0,30	8,64-5,84	142	7,00±0,35	8,98-5,78
<i>Spartium junceum</i> L.	71	7,78±0,47	10,48-5,60	80	11,06±0,71	14,36-7,11
<i>Juniperus excelsa</i> Bieb.	83	7,91±0,37	10,43-6,08	112	8,08±0,48	10,28-5,02
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	88	8,11±0,40	9,94-6,54	119	10,09±0,45	12,26-7,76
<i>Capparis spinosa</i> L.	260	8,51±0,54	11,14-6,41	291	9,57±0,79	14,23-6,30
<i>Nerium oleander</i> L.	137	9,90±0,45	12,06-7,36	165	10,32±0,52	13,19-8,05
<i>Accacia cyanophylla</i> Lindl.	169	10,58±0,61	13,92-7,12	205	13,79±0,73	17,78-9,61

daha uygun orman yangınlarıyla mücadele stratejileri geliştirilebilir. Bu strateji, yangını ekosistemin varlığını sürdürebilmesi için gerekli ekolojik bir bileşen olarak kabul etmek ve ekosistemin kolay yanabilirliğini gözönünde bulundurmak zorundadır. Bu ise, ülkemizde çıkan orman yangınlarının sadece söndürülmesine yönelik, orman yangınlarıyla mücadele stratejisinin derhal bırakılarak, belirli ölçüde yangınlardan yararlanmayı da içine alan, yangın yönetimi stratejisine geçilmesini zorunlu kılar.

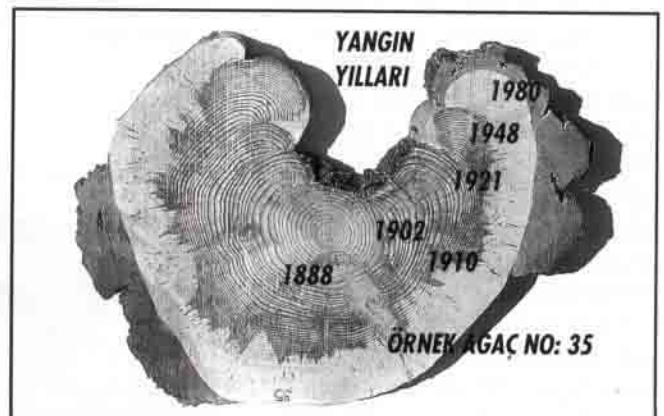
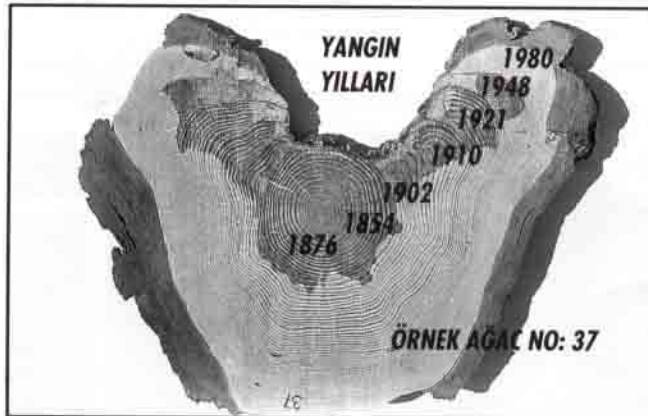
Şu örnek, durumu daha anlamlı kılmaktadır. Günlerce süren kar ya-

ğışlarından sonra, herhangi bir yağmarda üst üste birikerek tehlikeli bir hal almaya başlayan karın, tehlikeli bir çığa neden olmasını nasıl önleyebiliriz? Biriken kar miktarı daha tehlikeli ve denetlenemez bir boyut almadan önce, gerekli önlemleri alıp, uyarıları yaptıktan sonra, havaya açılan bir el ateş gibi, yaratılacak bir titreşimle, birikmiş karın denetim altındaki küçük bir çığla aşağılara indirilmesi en akılcı yöntemlerden biridir. Bunun uygun ve etkili bir yöntem olabileceği konusunda kuşku yok. Aynı yaklaşım, orman tabanında kuruyup düşen kuru

dalların birikmesi ile artan yangın riskini azaltma amacıyla da uygulanabilir. Orman içinde biriken kuru yanıcı madde miktarı, büyük bir yangına neden olabilecek boyutlara ulaşmadan önce, uygun bir yöntemle ortamdaki uzaklaştırılarak, yanma riski hemen hemen tümüyle ortadan kaldırılabilir. Tabanında yanabilecek kuru yanıcı olmayan ormanın yanması söz konusu olamaz. Bu yanıcıların uygun koşullar altında, denetimli yakma tekniği ile yakılarak ortamdaki uzaklaştırılması, en yaygın, en etkin ve en ekonomik yöntemlerden biridir. Kalın ve yalıtıcı bir kabuğa sahip olan kızılçam ağacının, yakılan ateşten olumsuz yönde etkilenmesi, zayıf bir olasılıktır. Bu arada, ekosistemin yangından beklediği diğer ekolojik işlevler de yerine getirilmiş olabilir. Ateşin önlenmesi amacıyla ateşin kullanılması ilginç bir yöntem değil mi?

Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Parkı'nda, orman tabanında biriken çok miktardaki kuru yanıcılar böyle bir yöntemle azaltılmamış olduklarından, bu bölge için çok tipik olan rüzgarın da etkisiyle, yanma çok şiddetli olmuştur. Yangının yayılma hızı 2 km/saatin üzerine çıkmış ve ortalama olarak her saat 89 hektarlık alanda 100 000'e yakın ağaç yanmıştır. Yanan toplam ağaç sayısı 4 milyon üzerindedir. 45.5 saat süren Gelibolu yangınında yaklaşık olarak her 6 saatte bir Hiroşama Bombası'na eşdeğer enerji açığa çıkmıştır. Böyle bir enerji karşısında en etkili uçakların bile yapabileceği pek bir şey yoktur.

Bitkiler arasında, yanmaya gösterdikleri direnç bakımından, önem-



Birbirinden 300 m uzaklıkta bulunan Kızılçam ağaçlarından alınan kesitlerde, belirli yıllara ait yangın izleri saptanmaktadır.

li farklılıklar vardır ve bu farklılıklardan yangınların önlenmesinde yararlanılabilir. Örneğin aptestbozan çalısı (*Poterium spinosum* L.) çok kolay yanabilirken, piramidal servi (*Cupressus sempervirens* var. *pyramidalis*) çok güç yanan bir tür olarak belirlenmiştir. İşlek yol kenarları ve yangına hassas bölgelerdeki ormanların kenarlarında piramidal serviden oluşturulacak birkaç sıralı sık şeritler, ormanları yangından korumada oldukça etkin olabileceklerdir. Servi perdeleri bir yandan güç yanma özellikleriyle alevlere karşı koyarlarken, diğer yandan da çok kompakt olan tepe çatıları yardımıyla ormanları rüzgarlara karşı da etkin bir biçimde koruyabilmektedirler.

Servi perdeleri ile rüzgar etkisinin azaltılması ve/veya ortadan kaldırılması, ormanın yanma riskini önemli ölçüde düşürebilir. Gelibolu yangınının ağır koşullarına karşın, bazı yol kenarlarındaki piramidal servi perdeleri hem alevlere ve hem de rüzgara karşı etkili bir engel olduklarını kanıtlamışlardır. Yeni kurulacak ormanların, yörenin ekolojik koşulları da dikkate alınarak, bu tür perdelerle koruma altına alınmaları, yanma risklerini önemli ölçüde düşürebilecekmiş gibi görünmektedir. Bu tür perdeler zakkum, kibris akasyası, katırtırnağı, incir gibi güç yanma özelliklerine sahip bitkilerle de takviye edilebilirler. Böylece, kızılçam gibi kolay yanabilen orman ekosistemleri, orman yangınlarına karşı, güç yanan bitkiler kullanılarak korunabilirler.

Orman yangınları, açık alanda ve binlerce değişkenin denetimi altında ortaya çıkar ve gelişirler. Bu nedenle anlaşılabilirlikleri oldukça zordur. Günümüz teknolojik gelişiminin bir simgesi olan atom bombası konusunda yanıtını henüz bilemediğimiz soruların sayısı, orman yangınları konusunda bilmediklerimizden daha azdır. Orman yangınları konusunda uzmanlaşabilmenin önündeki en büyük engellerden birisi de budur.

Ağacın kendisi de bir yanıcı olduğundan, hangi gelişmiş teknik uygulanırsa uygulansın, orman yangınlarını tümüyle önleyebilmek olası değildir. Olası olan, yangın riski,

yangın sayısı ve yangın şiddetinin azaltılabilmesidir. Orman içindeki, yangınların başlangıç malzemesini oluşturan kuru yanıcıların, denetimli yakma ya da herhangi bir başka teknikle ortamdaki uzaklaştırılması, yanma riski ve yanma şiddetini önemli ölçüde azaltabilmektedir. Yeni kurulacak ormanların, güç yanan bitkilerin oluşturduğu perdelerle hem alevlere ve hem de rüzgara karşı korunması yanma riski ve yanma şiddetini daha da aşağılara çekebilecektir. Bu tür önlemler alınmadan, çıkan yangınların söndürülmesine ağırlık veren bir yaklaşımın başarı şansı az olduğu gibi maliyeti de çok yüksek olur. On binlerce dolara alınıp, kullanılması için de binlerce dolar harcanan helikopter ve uçak gibi yüksek teknolojilerin bile Gelibolu yangını gibi büyük yangınları söndürmede etkileri düşüktür. Bu yüksek teknolojiler, ancak daha basit ve ucuz teknolojilerin bütünüyle uygulanabildiği, bir başka deyişle, alt yapısı olan sistemlerde etkili ve ekonomik olabilirler.

Günümüzün hızlı nüfus artışı ve kentleşme gibi gerçekleri ormanlardan olan beklentilerimizi köklü biçimde etkilemektedir. Yapılan bilimsel tahminler önümüzdeki 50 yılda, ormanlardan kereste talebinin %50, rekreasyonel talebin de %60'ın üzerinde bir artış göstereceğini ortaya koymaktadır. Diğer yandan, artık herbirimiz ormanlarla aramızdaki yamsal ilişkiyi artık daha net görebilmeye başladık. Yanan ya da başka bir nedenle yok olan her metrekaare ormanın soluduğumuz havanın, içtiğimiz suyun, çevremizi saran atmosferin ve üzerine bastığımız toprağın kalitesinde önemli bozulmalara neden olduğunu hissed-

biliyor, görebiliyoruz. Yanan ormanların biyolojik zenginliklerimizi de silip süpürdüğünü farkedebiliyoruz. Gelibolu'da kömüre dönen 4 milyon gencecik kızılçam ağacı, iki yüz bin kişinin bir yıllık oksijen tüketimini üretiyordu; orada yatan yüz binlerce şehidin üzerindeki toprağı tutuyor, yağın yağmurların suyunu toprağın derinliklerinde depoluyordu.

Orman yangınları günümüzde artık sadece orman yöneticilerinin, orman teknik adamlarının konusu olmaktan çıkmış; ırk, renk, din, mezhep, zengin-fakir ayırımı gözetmeksizin, hepimizin ortak sorunu haline gelmiştir. Bunu herbirimiz görmek, anlamak ve gereğini yerine getirmek zorundayız; çünkü yanan ormanlar değil, ortak geleceğimiz!

Kaynaklar
Komarek, E. V. The Role of the Tall Timbers Research Station in the Development of the Study of Fire Ecology, USDA Forest Service General Technical Report WO-3, 1977.
Mutch, R. W. Wildland Fires and Ecosystems-a Hypothesis, Ecology 51, 1970.
Neyişçi, T. Antalya Doyran Yöresi Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarında Yangınların Tarihsel Etkileri. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Raporlar Serisi No: 29, 1986.
Neyişçi, T. Orman Yangınlarının Önlenmesinde Kullanılabilecek Yavaş Yanan Bitki Türleri Üzerinde Bir Çalışma, Doğa Tu Tar. ve Or.D., 1987.
OGM Orman Koruma ve Yangınla Mücadele Dairesi Başkanlığı; Orman Koruma ve Yangınla İlgili İstatistik ve Değerlendirmeler, Ankara, 1988.





Ağaçların Kültürel

ve

Bilimsel Ekolojisi

Sargun Tont
ODTÜ Biyoloji Bölümü

Tarihiçi Neçri'nin anlattığına göre, Osman Gazi rüyasında kendisini Söğüt kasabasının ünlü şeyhi Edabali'nin yanında yatarken görür: "Edabali'nin koynunda bir ay doğdu; dolunlaşınca inip kendi koynuna girdi. O anda kendi göbeğinden bir ağaç bitip büyümeye, yükselmeye başladı. Büyüdükçe yeşillendi, güzelleşti. Dallarının gölgesiyle bütün dünyayı örttü...Bir an, ağacın yaprakları, kılıç gibi uzamaya başladı. Derken bir rüzgar çıkıp, bu yaprakları İstanbul şehrine doğru çevirdi...(İstanbul) bir yüzüğün kıymetli taşını andırıyordu. Sultan Osman yüzüğü takıyorken uyandı." Keşke geçenlerde TV ekranlarında izlediğimiz görüntüler bir rüya olarak kalsaydı. Her zaman üzüntüyle izlediğimiz orman yangınları, bu kez Fatih'in takmayı başardığı yüzüğe kadar gelip dayanmıştı. Elinde hortumla ateşe su fişkırtan Gülay Anğ'dan tutun, çaresizlik içinde oraya buraya koşturan yöre halkımızın yüzündeki ifadeleri nasıl unutabiliriz? Sanki içimizin bir parçası ağaçlarla birlikte kül olup gidiyordu.

Bu yangınların neredeyse bir trajedi olarak nitelendirilmesine pek şaşmamak gerek; çünkü Sultan Osman'ın rüyasında yeni bir ulusun doğup gelişmesini simgeleyen ağaca karşı duyulan saygı ve sevginin kökeni, biz Türkler'de çok eski zamanlara dayanır. Eski Orta Asya Türkleri, Tanrı'nın yarattığı 9 insan cinsini, 9 dalı bir ağacın her dalı altında barındırdığına inanırlardı. Hun destanında Oğuz Han ve 3 kardeşi, bir Uygur efsanesinde Bugu Han ve 4 kardeşi kutsal bir ağacın kovuğu içinde doğarlar. Türkler Müslümanlığı kabul ettikten sonra, bu sevgi daha da gelişmiştir. Kuran'da birçok canlının ağaç olmadan yaşayamayacağı belirtilir ve kendisi bizzat ağaç diken Hz. Muhammed, bir hadisinde ağaç dikmenin makbul bir sadaka olacağını belirtmiş ve başka bir hadisinde gerçek bir Müslümanı, çok sevdiği hurma ağacına benzetmiştir. Yunus Emre gibi ozanlarımızda bu sevgi, kutsal boyutlara ulaşır: "Altundandır direkleri/Gümüştendir yaprakları/Uzandıkca budakları/Biter Allahı Deyü deyi..." Dede Korkut hikayelerinde "Ağaç ağaç dersem sakın arlanma ağaç" ve Pir Sultan Abdal'ın "Ağaç dersem gönüllenne" mısralarında ağaca daha değerli bir isim verememenin çaresizliği dile getirilir.

Ağaç sevgisine başka ülkelerde ve başka zamanlarda da sık sık rastlarız. Mayalar ve Aztekler, dünyanın 5 kutsal ağaç üzerine kurulduğuna inanırlardı. Bir Bolivya efsanesinde, bütün insanların Tann Tiri tarafından ikiye bölünen bir ağaçtan çıkarak dünyaya yayıldığı söylenir. Eski Mi-

sir'da gökteki yıldızlar kutsal bir ağacın meyveleri olarak kabul edilir ve tanrıların bu ağacın dalları üzerinde oturduklarına inanılırdı. Babilililer'e göre cennetin kapısını, biri doğruluğu diğeri yaşamı simgeleyen iki ağaç korurdu.

Bütün canlılara her toplumdaki daha çok saygı ve sevgi gösteren Budistler, Buddha'nın altında otururken Nirvana'ya (ermişliğe) ulaştığı Bodhi ağacına hâlâ büyük önem verirler. Hristiyan toplumlarında, Hz. İsa'nın çarmıha gerildiği putun, cennetteki hayat ağacından yapıldığı yaygın bir inançtı. Musevi inançlarına göre kutsal bir ağaç, dünyanın eksenini oluştururdu. Tarih boyunca ağaç sevgisi, özellikle Japonya'da çok yaygın bir gelenek olmuştur. Eski zamanlardan bu yana kırsal ağaçlarının çiçek açması, her yıl büyük törenlerle kutlanır.

Dinsel inançların dışında, gerek Batı'da gerek Osmanlılar'da ağaç ve ormanlar için yazılmış şiirlere çok ender rastlarız. Bu ilgisizlik, daha doğrusu ağacı estetik duygular uyandıracak bir varlık olarak görememek, 19 yy'da ortaya çıkan Romantik akıma kadar sürer. Doğu ülkelerinde, özellikle Çin ve Japonya'da ise durum tam tersidir.

Çin ozanı Wang Wei'nin (M.S 8 y.y.) siladan dönen dostuna yönelttiği soru, bu sevginin güzel bir örneğini oluşturur: "Siladan geliyorsunuz/Ne var, ne yok oralarda?/Çiçek açmış mıydı kış erikleri,/İpek perdeli pencerenin altında? (Azra Erhat- Orhan Veli tercümesi). Penceresinden ormana bakan Japon İmparatoru Fushimi (M.S 13 yy), gördüklerini şu satırlarla anlatır: "Rüzgar esiyor/Çam ağaçları arasında gürleyerek/Tepe-lerde esen rüzgar/Yamaçlara düşüyor/sesleri otların içinde kaybolana kadar."

Batılı ülkeler, doğa sevgisini 19 yy'da keşfettiler. Bir ayağını Romantik akımda demirlemiş olan Henry David Thoreau, günün 4 saate yakın bir bölümünü koruluklarda yürüyerek geçirdi. Bir yandan ağaçları bilimsel açıdan inceledi, bir yandan da ağaç sevgisini dile getiren şiirler, öyküler yazdı. Thoreau, bir makalesinde, ağacın kendisinden daha önce cennete gideceğini söyleyecek kadar ağaçlara hayran bir insandı. Batı edebiyatında son 150 yıl içinde ağaç ve ormanları konu eden çok sayıda şiir ve öykü vardır. Ahmet Haşim'den başlayarak (Orman ve Ağaç adlı iki şiir) günümüze dek bizim ozanlarımızın gün geçtikçe artan doğa şiirleri yazarken, ağacı da unutmadıklarını görmek çok sevindirici. Nazım Hikmet, kavak ağacını benliğinin bir parçası olarak görür: "Bende bir kavak ürperir,/Nerde olsam sesi gelir/Muhacirliğimden beri." Oktay Rifat'ın şu satırları, eski Japon ozanlarının yazdıklarından hiç de aşağı değil: "Güney yelinde civıltı ve koku/Kandırır her yıl çocuksu badem-

leri,/Dalları saran buğuya aldanırlar,/Sıçrar tomurcuk uykusundan, donanı/Bademler kış ortasında gelin gibi." Cahit Külebi, "Zerdali Ağacında sanki çok sevdiği bir çocukla konuşur gibidir: "Sallansın dalların çocuklar gibi/Bakma güneş ısıtsın varsın/Küçük zerdali ağacım,/Sonra donarsın." Orhan Murat Anburnu, yukarıda bahsettiğimiz Hintli tanrıları gibi dalların arasında yaşamak ister: "Ağaç!/Ne kadar güzelsin/Ne kadar başka/Yaşamak isterdim dallarında." Can Yücel, ülkemize göçmen gelen sakız ağacının öyküsünü şöyle anlatır: "O bir sakız ağacıydı, alelade/Bir gün o yeşil sahile çıktı geldi,/O zaman bu zamandır memnun yerinden/Seyreder bulutları, göğü, denizi." Bu sakız ağaçlarından biri, Cevat Çapan'da konuşacak bir dost bile bulmuş: "Sizin bahçedeki sakız ağacını/anlatmak isterdim sana/sonra da o ağacı sen anlatırdın./Sözünü ağaca bırakırdık biz yorulunca." Ekolojik kuralları doğru olarak yansıtmaya da genç ozanımız Sunay Akın'a, Akdeniz bölgesinin o cefakar Maki'sini unutmadığı için teşekkür ediyoruz: "Bir an önce görülsün/diye Akdeniz/Toros'larda ağaçlar/hep çocuk kalır."

Görüldüğü gibi, birçok toplumda ağaç sevgisi oldukça yaygındır. Buna da şaşmamak ge-



rek. Kendi türümüz dışında ağaçlar en yararlı, en güzel ilişkiler kurdığımız canlılar arasındadır. Tarih boyunca hayvan sevgisi yalnız belirli türlere yönelmiş iken, bir iki istisna dışında (örneğin İslam'da zakkum ağacının makbul sayılmaması gibi), sevilmeyen ya da hor görülen bir ağaç türüne pek rastlanmaz. Ancak insanoglu, gerek dikkatsizlik, gerek ekonomik çıkarlar yüzünden doğanın bizlere armağan ettiği bu güzel canlıları hor kullanmış; geleceği dikkate almaksızın milyonlarca metrekarelik ormanları yok etmiştir.

Eski tarihçiler, daha M.Ö 3. yüzyıla' girmeyen yangın, kesim ve keçiler yüzünden Atika'nın (eski Yunanistan'ın bir yöresi) bütün ağaçlarını kaybettiğini yazarlar. Polen analizleri, İskoçya'nın kuzeybatı bölgesindeki ormanların yarısının 4 000 yıl önce yok edildiğini göstermektedir. Avrupa'da ormanların sürekli olarak yok edilmesi, M.S 11. yüzyılda da Germenik kavimlerin doğuya doğru yayılmasıyla başlar. Kuzey Amerika'da ilk Avrupalı göçmenlerin yerleşmeye başladığı sıralarda var olan 170 milyon hektarlık (bir hektar=110 dönüm) arazi, bugün 10 milyon hektara düşmüştür. Ormanların yok olması, çeşitli ekolojik sorunlar yaratır. Bunların başında, habitatlarını kaybeden binlerce canlının yok olması gelir. Yangından kaçmayı başaranların ise başka habitatlara uyum sağlamaları güçtür ve bu göçmenler yeni evlerini oluşturan ekosistemi olumsuz yönde etkileyebilir-

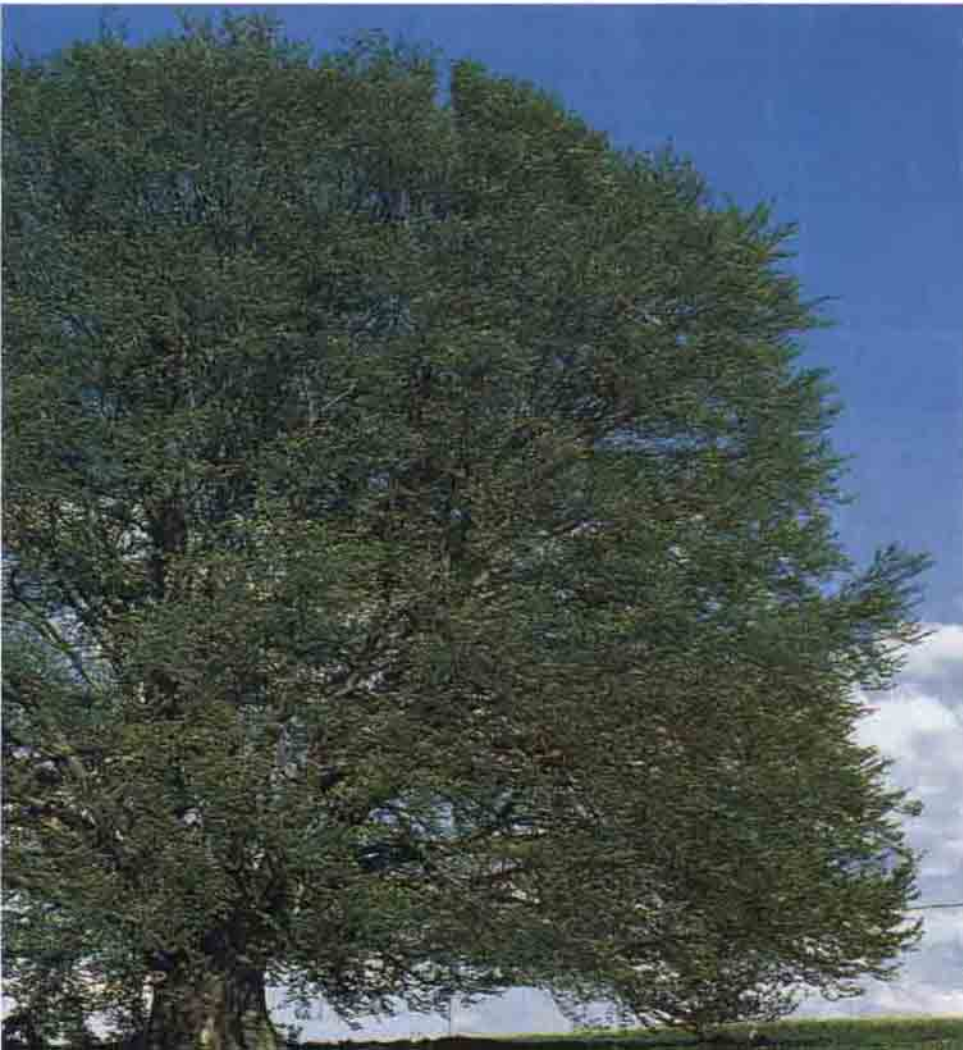
ler. Ağaçların yakılması ya da kesilmesi tehlikeli toprak kaymalarına ve erozyona neden olur.

Bugünlerde bilimadamlarına en çok endişe veren konu, tropikal yağmur ormanlarının gün geçtikçe yakılması ve kesilmesidir. Bir uzmana göre, her yıl 2 milyon; başka bir uzmana göre ise 11 milyon hektar orman yok olmaktadır. Gerek yabancı gerekse yerli basında çok kereler halka yanlış aktarılan bu endişelere, burada biraz olsun açıklık getirmek isteriz. Dünyada ilk yaşamın ortaya çıkmaya başladığı sıralarda atmosferde oksijen gazı yoktu. Bugün hayat iksirimiz olan oksijen gazını fotosentez yolu ile atmosfere ekleyen, bitkiler ve ağaçlardır. Milyonlarca yıl süren bir evrim sonucu bu günkü duruma gelen atmosferimizdeki oksijen gazının ufak bir kısmı da, güneş ışınlarının su buharından oksijeni ayırması ile oluşur. Bu bakımdan ormanlara, küremizin ' akciğerleri' olarak bakmak doğrudur. Bugünkü atmosferde yeteri kadar oksijen vardır ve oksijenin önemli bir kısmını denizlerdeki bitkilerin sağladığını unutmamamız gerekir; dolayısıyla Amazon ormanlarının ortadan kalkması, hepimizin havasızlıktan bir gün yok olacağı anlamına gelmez. Bilimadamlarının asıl endişeleri şu nedenlerden kaynaklanıyor: Bitkiler, fotosentez dediğimiz olayda, karbondioksit ve su moleküllerini güneş



ışınları yoluyla besin ve oksijene dönüştürürler. Atmosferin doğal bir gazı olan karbondioksitin atmosferdeki oranı, son yıllarda endüstriyel gelişmenin sonucu olarak önemli artışlar göstermiştir. Bazı bilimadamlarına göre bu artış, atmosfere yapay yollardan kattığımız diğer gazlarla birlikte, seralarda olduğu gibi, güneş ışınlarını atmosferin içinde tutarak havanın gittikçe ısınmasına yol açacak ve başımıza çeşitli felaketler getirecektir. Bu gazın bir kısmını atmosferden çeken ormanların azalması, bu artışı daha büyük boyutlara ulaştırabilir. (Bu senaryolara veri tabanı oluşturan karbondioksit ölçümleri en ayrıntılı olarak, Pasifik Okyanusu'nun ortasındaki Hawaii adalarında ve Güney Kutbu'nda yapılmıştır. Bu yörelerin endüstriyel merkezlerden çok uzak yerlerde olması, atılan gazların kısa bir sürede bütün dünyaya yayılması, yörel ekolojik sorunların birbirlerine eklenerek küresel boyutlara ulaşabileceğini göstermesi bakımından büyük önem taşır.)

Bugünlerde yok olan ormanlarımızı telafi etmek için açılan kampanyaları, takdirle karşılıyoruz. Bunların yanısıra, öntümüzde boş bulduğumuz her araziye, oradaki ekolojik düzeni gözönüne almadan, gelişigüzel ormanlaştırmaya çalışmak, doğru bir davranış değildir. Doğal nedenlerle ve milyonlarca yıl süren bir evrim sonucu ortaya çıkan bir bozkır ya da çöl ekosistemiyle oynamak, bu sistemler hakkında bildiklerimizin ne kadar az olduğunu gözönüne alırsak, akıllı bir davranış olmadığı gibi, gelecekte bizleri büyük sorunlarla karşı karşıya bırakabilir. Endüstri atıklarının yoğun olduğu büyük kentlerimizde, cadde kenarlarına diktiğimiz ağaçlara da bir kuratıcı gözüyle bakmak, bilimsel kanıtlara aykırı düşer. Birçok ağaç türünün bu atıklardan dolayı öldüğü ve bir kısmının yaşamlarını 'yatalak' olarak sürdükleri defalarca kanıtlanmıştır. Can Yücel, bir şiirinde sevgilisini şöyle uyandır: "Kibrit çakıyorsun karanlıkta badem çiçeklerini görmek için/Ve mart denizlerinde tedirgin bir çift sarnıç gemisi gözlerin/Bir iş açacaksın sen başımıza, yangın mı olur artık bahar mı." Burada sözkonusu ettiğimiz ekolojik sorunları gözönüne alırsak, baharın doğal bir şekilde gelmesini beklemek ve gözleri sarnıç gemisini andıran güzeller de dahil olmak üzere, hepimizin sevgili ormanlarımızı elimizden geldiği kadar koruması, çok daha akıllıca bir davranış olacaktır.





Türkiye'nin Canlılar Dünyasındaki Önemi Anadolu Faunası



Ali Demirsoy
H.Ü. Biyoloji Bölümü

Dünyada kıta özelliği gösteren, birçok türün anavatanı ve özellikle geçmişteki jeolojik ve iklimsel değişikliklerden etkilenen canlılara barınak olan Anadolu, dünyadaki herhangi bir kara parçasından çok daha fazla biyolojik öneme sahiptir. Bu önemin kavranması, hem üzerinde yaşadığımız toprakların hem de insanlığın ortak malı olan bu zenginliğin korunması için üzerimize düşen yükümlülüğün yerine getirilmesi açısından çok gereklidir.

Bu kara parçasının coğrafik konumu ve topografik özellikleri nedeniyle, geçmişte ve bugün, dünyadaki canlı bileşimini ne denli etkilediğini bilmek, bu toprakların sahibi olan bizlerin kaçınılmaz görevidir. Eğer bu bilinci kazanamamak ve gerekli önlemleri alamazsak, çok kısa bir zaman sonra ağır suçlamalarla karşı karşıya kalacağımız gibi, insanlığın ortak mirası olarak kabul edilen canlı kaynakları koruyamama nedeniyle bu zenginlik, hatta bu kara parçası üzerindeki haklarımız tartışmaya da açılabilir. Bu nedenle, ilk olarak





bu zenginliğin ne olduğunu ve nereden kaynaklandığını bilmemiz gerekiyor:

Özünde Anadolu, yaşayan öğeleri içeren zengin bir müzdir. Avrupa kıtasının tümünde bitki türlerinin sayısı yaklaşık 12.000 kadar olmasına karşın, bugün Türkiye’de saptanmış bitki türü sayısı hemen hemen bu sayıya yaklaşmıştır; gelecekteki çalışmalarla bu sayının daha da artacağı konusunda kesin kanıtlar vardır. Hayvan türlerinin sayısının ise, Avrupa Kıtasında yaşayanların hemen hemen 1.5 katı kadar, yani 80.000’in üzerinde olduğu varsayılmaktadır. Ayrıca her türün, topografik özelliklere bağlı olarak çeşitlenmesi nedeniyle, çok fazla miktarda alttür ve ırkla temsil edilmesi, bu zenginliğe birçok değer daha katmaktadır.

Fakat Anadolu’nun özenle korunma zorunluluğu sadece bu biyolojik zenginlikten gelmemekte, esas önemi, bugün, özellikle dünyadaki ekonomik bitki ve hayvan türlerinin anavatanı, yani ilk evrimleştiği yer olmasından kaynaklanmaktadır. Bunların birçoğu, geçmişte ve bugün ıslah edilerek insanlığın hizmetine sunulmuştur. Örneğin, kirazın, bademin, kayı-

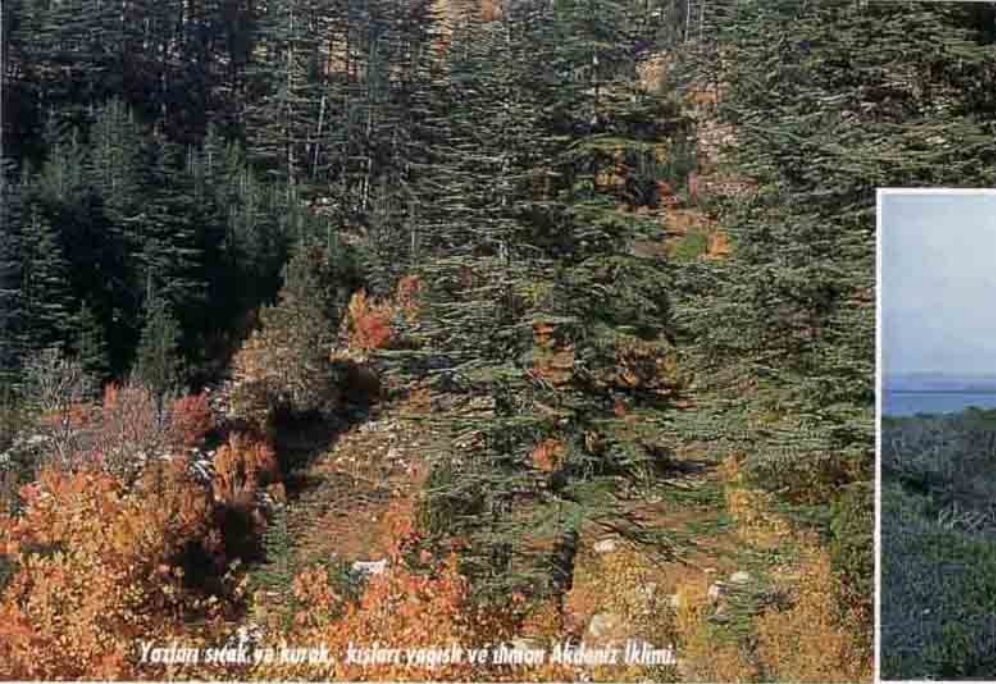
Erozyonla yırtılmış, canlı topluluklarını birbirinden yalıtmış; dolayısıyla farklılaşmaya zemin hazırlamış Anadolu coğrafyasına ait tipik bir görüntü.

Yağışlı ve ılıman iklime sahip Karadeniz bölgesi (Kaçkarlar)
Yazları kurak, kışları soğuk step (İç Anadolu ve Doğu Anadolu).

sinin, buğdayın, nohutun, mercimeğin, incirnin, lâlenin, kardelenin, çiğdem ve diğer birçok süs bitkisinin anavatanı, yani evrimleştiği topraklar, Anadolu’dur. Hatta tarla bitkilerinin % 30’unun kökeninin Anadolu olduğu kabul edilmektedir. Bu, şu demektir: Bugün, Anadolu, bu evcilleştirilmiş türlerin birçoğunun yabancı formunu, birçok varyetesiyle ve gen bileşimiyle hâlâ yaşatmaya devam ettirmektedir. Gelecekte, çok daha verimli, hastalıklara dayanıklı ırkların elde edilmesi, gelişmekte olan biyoteknolojiye gen kaynaklarının sağlanması, Anadolu’daki bu yabancı formların korunmasına bağlıdır. Bu da onların yaşadığı habitatların (yaşam ortamlarının) bilinmesine ve özenle korunmasına bağlıdır. Bunun yanı sıra, bilindiği gibi, özellikle kıtalar arasın-

da, güney-kuzey ve kuzey-güney, bazen doğu-batı ve batı-doğu yönünde göç eden kuşların kullandıkları köprülerden en önemlilerinden biri, belki de en önemlisi, Anadolu’dur denilebilir. Gerek kara gerekse su habitatlarıyla, bu kuşlara yılda en az iki kez evsahipliği, birçoğuna ise üremeleri için konak görevi yapan kara parçası yine Anadolu’dur. Bunun bilincine ulaşılmasıyla, uluslararası anlaşmaların da etkisiyle, bu göçmen kuşların varlıklarını sürdürülebilmesi için, özellikle sulak alanların korunması konusunda yoğun çalışmalar yapılmaya başlamıştır. Aynı şekilde dünyada, artık pek az bir yörede, yumurtlama olanağı bulabilen deniz kaplumbağalarının (Caretta caretta ve Chelonia mydas) ve Nil kaplumbağasının (Trionyx triunguis) soylarını sürdürülebilmesi, büyük ölçüde Türkiye’nin kumsallarının ve kıyılarının korunmasına kalmıştır. Soyları tükenmekte olan ve sayıları artık parmakla sayılacak kadar azalmış olan kelaynakların (Geronticus eremita) kuluçkaya yattıkları yer olan Birecik de bu topraklar üzerinde bulunmaktadır. Ne yazık ki geçmişte insan etkisiyle ya da insan etkisi olmadan (iklimsel koşulların değişmesi sonucu) birçok canlı türünün ortadan kalktığını vurgulamak zorundayız.

Daha birçok canlı türüne yurt görevi yapan bu kara parçasının, bu nedenle geçmişten başlayarak bugüne



Yazları sıcak ve kurak, kışları yağışlı ve ılıman Akdeniz iklimi.

Fotoğraf: T. Ökmen



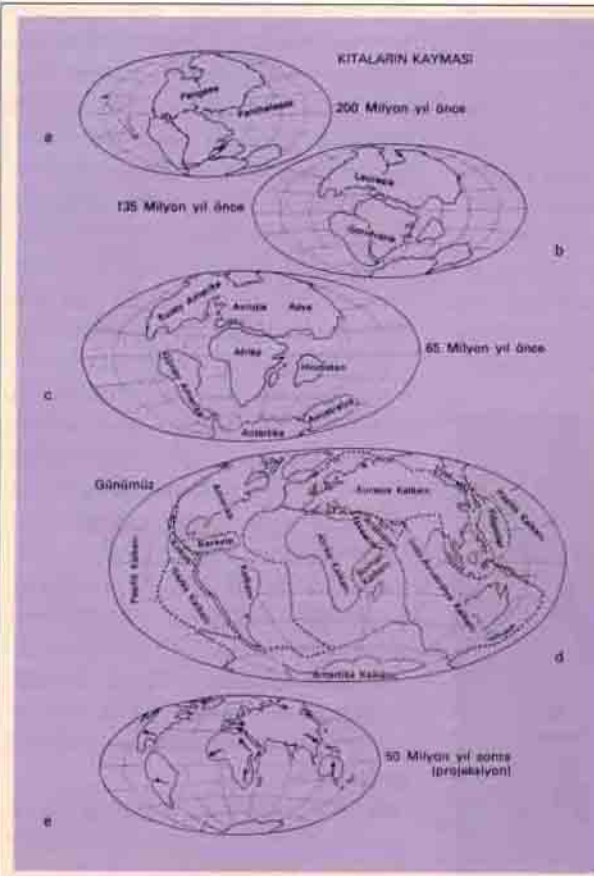
kadar fauna ve flora tarihinin bilinmesi, bilim dünyası ve ülkemizdeki her kesim için önemlidir.

Son zamanlarda, başta omurgalılar olmak üzere Anadolu ve Trakya faunasına ait bazı gruplar Türk bilimadamları tarafından ayrıntılı olarak incelenmeye başlamıştır. Şimdiye kadar birçok yabancı araştırmacı bu konuya eğilmişse de, örnek toplamada birçok zorlukla karşılaşmışlardır. Faunanın tüm olarak ya da bazı gruplarının eksiksiz ortaya çıkarılamamasının temel nedeni, Anadolu'nun iklimsel ve arazi yapısı bakımından,

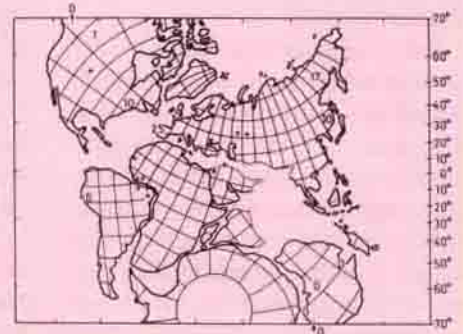
çok kısa mesafelerde şaşırtıcı derecelerde değişerek bir kıta özelliği göstermesidir. Son çeyrek yüzyılda omurgalıların (ikiyaşamlılar, balıklar, sürüngenler, kuşlar, kısmen memeliler) ve omurgasızların (özellikle Odonata, Orthoptera, Mantodea, Dermaptera ve Myriopoda vd.) en azından belirli grupları üzerinde ayrıntılı incelemeler yapılmıştır. Toplanan bu biyolojik bilgilerin ışığında, jeolojik bilgiler de gözönüne alınarak, hem ileride çalışacak sistematikçilere yardımcı olmak hem de faunanın kökeni konusunda yönlendirmeyi sağlayabil-

mek amacıyla, biyolojik zenginliklerimizin niteliği ve kökeni konusunda bir yargıya varabilmek için, ülkemiz için bir model oluşturmak olanaklı hale gelmiştir.

Bu konuda yararlanılacak temel bilgiler Prof. Dr. Curt Kosswig'in Türkiye zoocoğrafyasına katkıları, ayrıca bu konudaki diğer savlarıdır. Türkiye zoocoğrafyasının önemli ismi sayılan, Ord. Prof. Dr. C. Kosswig, geniş bilgileriyle ülkemiz konusunda en köklü modelleri ortaya koymuştur. Daha sonra bu konu üzerinde çalışan diğer araştırmacılar (Lat-



Paleomanyetik bulgulara dayanarak Alt Kretase'nin sonlarına doğru kıtaların olası konumlanması. Kıtaların yeri ve kapladıkları alan bugünküne göre oldukça farklıdır. Üst Kretase'de bulunmuş ilkel demetli bitki fosilleri: 0=Angiosperm yok; sayılar: bulunan Angiosperm diğer bitkilere göre yüzde oranını gösterir. + ve -: Diğer Angiosperm fosillerini gösterir (*= Polenlerin bulunduğu yerler).



Jeofiziki güney kutbu, yaklaşık konumlanma. Güney Amerika, Afrika ve Avustralya'daki Karbonifer buzullarının oluşumuna zamansal olarak denk gelir. Noktalı çizgiler sığ kıyıları, kesik çizgiler birbirinden ayrılmış kara parçalarını, oklar ise, karbon devrindeki buzul hareketlerinin yönünü gösterir.



tin, Weldner, Kuru, Çıplak, Bozcuk ve Demirsoy), ortaya atılan bu modelin kısmen kanıtlanmasını ve geliştirilmesini sağlamışlardır.

Anadolu ve Trakya'nın Jeolojik Geçmişine ve Fiziki Yapısına Bağlı Olarak Genel Fauna Yapısı

Türkiye'nin jeolojik yapısının her bölgesinde tam ayrıntısıyla çalışılması ve özellikle göllerin durumunun tam olarak bilinmemesi nedeniyle, fauna ve floranın tarihini açıklamada zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu nedenle, ileriye sürülen varsayım ve görüşlerin zaman içerisinde, yeni bilgiler ışığında gözden geçirilmesi kaçınılmazdır. Anadolu'da karaların, tatlı suların ve denizlerin fauna tarihi farklı şekilde geliştiği için, bu üç yaşam ortamının biyolojik öyküsü, dergimizin birbirini izleyen üç sayısında ayrı ayrı verilecek ve daha sonra fauna ile ilgili ilginç ve önemli tanıtımlara geçilecektir.

Anadolu'nun Kara Parçası Olarak Oluşumu

Yaklaşık 200 milyon yıl önce, yani dünyada tek bir kıta parçası varken, Anadolu'nun bugün bulunduğu yerdeki kısım, büyük bir olasılıkla bu kıtanın iç taraflarında yer alan bir kara parçasıydı. Pangea parçalanıp, kuzeyde Laurasia, güneyde Gondwana kıtaları oluşurken, bugün Anadolu'nun bulunduğu yerde, güneydeki sınırı (kıyısı), bugünkü Akdeniz'i kapsayan, Suriye üzerinden Basra Körfezi'ne ulaşan, Orta Amerika'daki kıta dağı da örten, yani dünyayı çepre çevre sarak, Laurasia ve Gondwana kıtalarını birbirinden ayıran Tethys denizine bakan, kuzeydeki kesimi ise Laurasia kıtasına bitişik olan, genel yapısı bakı-



Fotoğraf: T. Ekin

mından düz (yükseltisi çok az) olan bir kara parçası halindeydi. Tersiyer dönemde (bundan aşağı yukarı 60-70 milyon yıl önce), Gondwana, dar anlamda Afrika kıtasının kuzeye doğru hareketiyle, Tethys denizinin tabanı sıkıştırılmış ve bu tortullardan, yükselmek suretiyle Alp kıvrımlarının oluşması sağlanmıştır. Alp kıvrımları oluşurken, aynı dönemde Balkan, Toros, Kuzey Anadolu ve Himalaya sıradağları ve aynı şekilde birçok dağ (Büyük Ağrı, Küçük Ağrı, Süphan, Erciyes, Babadağı, Kaz Dağı, Uludağ vb) da oluşmuştur. Anadolu, bu dönemden sonra genel olarak sıkıştırma yönüne dik olarak, yani enlemler doğrultusunda birçok engebeye çeşitli bölgelere ve buna bağlı olarak iklimsel farklılıklara ayrılmıştır. Bu evrede Anadolu, Avrupa kıtasına kesintisiz olarak bağlanmış bulunuyordu. Çanakkale ve İstanbul Boğazı'nın açılışı çok daha sonraları gerçekleşmiştir. Kuzey ve Güney Anadolu dağlarının yükselmesi, iç bölgede bir iç gölün oluşmasını sağlamıştı. Daha sonraki dönemlerde bu büyük iç göl, ardında birçok göl bırakıp gerilerken, eğimi yüksek olan kara kısımları da su akıntılarıyla yırtılmaya başlamıştı.

Anadolu ve Trakya'nın İklimsel Durumu

Avrupa ile Asya arasında köprü görevi yapan, yaklaşık 776.000 km²'lik bu kara parçası, topografik özellikleri nedeniyle değişik iklim kuşaklarını bünyesinde bulundurmaktadır. Hatta dünyanın herhangi bir yerinde, bu kadar alana sahip bir bölgede bu kadar çeşitli iklim kuşakları gösteren bir kara parçası daha yoktur denilebilir.

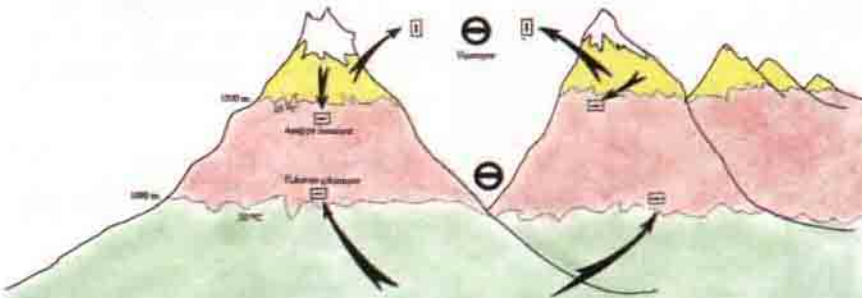
Pangea kıtası varken (yaklaşık 200 milyon yıl önce) buradaki kara parçası, bugün ekvatorda görülen tropik iklimle sahipti. Daha sonraları, yani ikinci zamanda (Mezozoyik dönemde-200-70 milyon yıl önce) subtropik iklimle sahip oldu. Tersiyer dönemde (70 milyon yıl önce-şimdiki zaman) ise ana hatlarıyla hemen hemen bugünkü özelliğini kazanmaya başladı.



Fotoğraf: T. Ekin

Yazları çok sıcak, kışları soğuk, yarı çöl iklimine sahip Güneydoğu Anadolu Bölgesi.

Fotoğraf: T. Ekin



Buzul dönemlerinde Anadolu'ya göç etmiş canlıların, buzul sonrası yükseltilere çekilişleri ve buzul sonrası dönemde göç edenlerin ise, yükseltilere çıkamayışı ile yalıtımın gerçekleşmesi.



Bugün kuzeyde, özellikle Kuzey Anadolu Sıradagları'nın kuzey kesiminde yağışlı, nemli ve ılıman boreal iklim; güneydoğu kesiminde sıcak ve kurak çöl iklimi (eremiyal iklim); doğuda, özellikle kışları soğuk ve kurak

Sibirya-tipi iklim, batıda ve güney batıda yazları sıcak ve kurak, kışları yağmurlu ve ılık-Akdeniz iklimi; iç kısımda ise yazları yağışsız, kurak ve sıcak, kışları ise karlı ve soğuk tipik step iklimi hakimdir. Tüm bu bölgelerin kapsadığı alanların içerisinde, deniz düzeyinden yükseklik ve alçaklığına ve korunmuşluğuna bağlı olarak birçok mikroklima görülebilir.

Hatta çok yakın mesafelerde, örneğin, Iğdır Ovası'nda bir çeşit Akdeniz-yarı tropik iklim gösterirken, hemen yanbaşındaki bulunan Ağrı Dağı ve Platosu, bir çeşit Sibirya iklimine sahiptir. Ayrıca, farklı türler, derin vadilerle kesilmiş bu sıradagların belirli yüksekliklerine çekilerek yeni

yaşam alanları bulmuşlardır. Bu iklimsel çeşitlenme, tür ve türaltı düzeylerinde çeşitlenmelere büyük olanaklar sağlamıştır.

Anadolu ve Trakya'nın Genel Fauna Bileşimi ve Önemli Fauna Giriş Kapıları ile, Geçişleri Önleyen Önemli Engeller.

Anadolu ve Trakya, Palearktik Bölge'nin (kabaca Orta ve Kuzey Asya+Avrupa+Kuzey Amerika) içerisinde yer aldığı için, bugünkü zoocoğrafik bileşimi ve yapısı Palearktik faunanın bir parçası olarak görülür. Bununla birlikte, özellikle güneydoğu ve doğu kesimi, kuzeye doğru gittikçe azalacak şekilde, Oryental (Güney Asya) ve Etyopya (Afrika) elemanlarının etkisinde kalmıştır. Bu fauna elemanları doğudaki (İran ve kısmen Irak) ve güneydeki ülkelere (örneğin Suriye ve Filistin'e) gidildikçe daha çok yaygınlaşmaktadır.

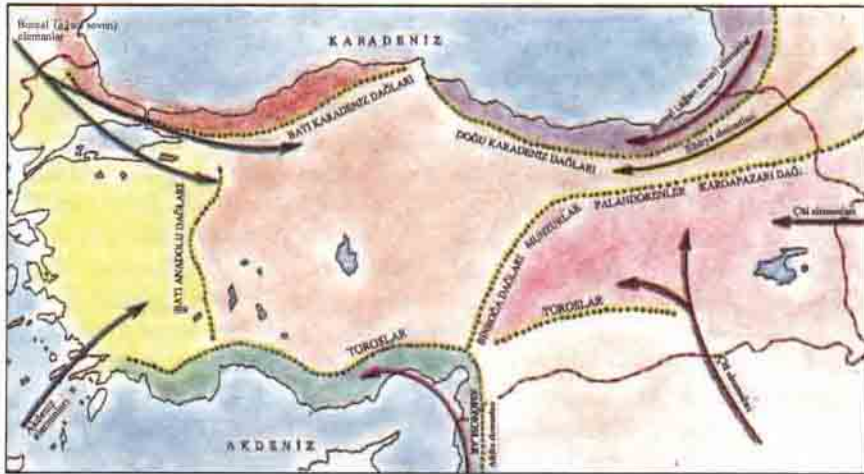
Türkiye fauna ve florası konusunda sağlıklı bir tanı koyabilmek için, diğer fauna elemanlarının giriş noktaları olan bölgeleri özellikle çok iyi bir şekilde incelemek gerekmektedir.

Canlıların Anadolu'ya Giriş Kapıları

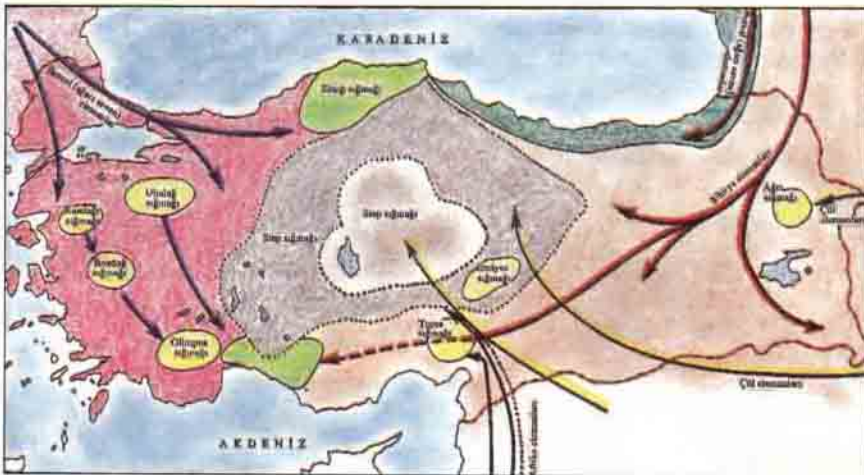
Kuzeydoğuda, Sibirya ve soğuk step elemanlarından oluşmuş Kafkas faunasının giriş bölgesi olan Kars-Erzurum Platosu, boreal (ağacı seven) Kafkas faunasının giriş bölgesi olan Doğu Karadeniz kıyı şerididir. Eremial elemanların girdiği kapılar ise Iğdır-Aralık Üçgeni ve güneydeki Hakkari-Van Platosu'dur. Çöl elemanları Suriye sınırından, Afrika elemanları ise daha çok (özellikle ağaçlara bağlı olanlar) Hatay-Amonos hatından ülkemize ulaşmışlardır. Akdeniz elemanları Güneybatı Anadolu'dan, Avrupa elemanları ise Trakya üzerinden ülkemize girmişlerdir (girmektedirler).

Ülkemizde Canlıların Yayılışlarını Önleyen Önemli Engeller

Ülkemizde sistematik ve zoocoğrafik araştırma yapacak biri, Anadolu'daki engelleri çok iyi bir şekilde



Buzul devrinde ve Buzul sonrası, Anadolu ve Trakya'ya canlıların göç yolları.



Buzul Devrinde ve buzul sonrası, Anadolu ve Trakya'ya göç etmiş canlıların yayılışları ve bu elemanların bugünkü sığınakları (refijiumları).

tanımak ve çalıştığı hayvan grubunun niteliğine göre bu engellerin etkisini gözönüne almak zorundadır. Birçok canlı grubunun evrimsel olarak farklılaşması, bu engellerin etkisi ile gerçekleşmiştir. Özellikle buzul dönemlerinde ve buzul sonrası dönemlerde bu engeller, geçişleri büyük ölçüde önlediği için, popülasyonlarda farklılaşmalara ya da yayılışların sınırlanmasına neden olmuştur.

Çöl ve kuru-sıcak step nitelikli Güneydoğu Anadolu bölgesini, soğuk-kuru step nitelikli Doğu Anadolu'dan ayıran Doğu Toros'lar; Akdeniz iklimine sahip Akdeniz Kıyı Şeridi'ni, kuru step nitelikli İç Anadolu'dan ayıran Batı Toros'lar; Ilıman ve yağışlı Karadeniz Kıyı Şeridi'ni, kurak İç Anadolu ve soğuk-kurak Doğu Anadolu stebinden ayıran Karadeniz Sıradağları; Doğu Anadolu'yu, Batı ve İç Anadolu'dan ayıran ve Anadolu'yu enine kesen Binboğa Dağları; aktif ve pasif yayılım gösteremeyen kara ve tatlısu hayvanları için etkili bir engel oluşturan İstanbul ve Çanakkale Boğazı ile ikinci derecede önemli olan Akdeniz iklimine sahip Ege bölgesi ile, kuru step özellikli İç Anadolu'yu birbirinden ayıran Dinar, Babadağ, vs.'nin oluşturduğu kısmi bariyer ve İç Anadolu'yu dar bir koridor halinde kısmen Kars-Erzurum Platosu'na bağlayan Kelkit ve özellikle Fırat Vadisi'ni güneyden sınırlayan, dolayısıyla Orta-Doğu Anadolu ile Kuzey-Doğu Anadolu arasında ikinci bir engel oluştu-



Fotoğraf: H. Karadağ

ran Munzur, Kargapazarı ve Palandöken Dağ silsileleri, bilinmesi ve dikkate alınması gereken önemli engellerdir. Bunun yanı sıra, birer refugiyum (sığınak) görevi yapan ya da ekstrem iklim kuşaklarını taşımaları nedeniyle çeşitli hayvan gruplarına ada ada evsahipliği yapan, batıdan doğuya doğru, Uludağ, Kaz Dağı, Baba Dağı, Sultan Dağı, Akdağ, Erciyes Dağı, Ilgaz Dağı, Cilo Dağı, Süphan Dağı, Nemrut Dağı, Büyük ve Küçük Ağrı Dağları dikkate alınması gereken önemli noktalar.

Anadolu Zoocoğrafyasının Önemi ve Fauna Yapısı

Anadolu faunası konusunda bilimizin kısıtlı olması nedeniyle Anadolu'nun zoocoğrafyasını açıklamak

oldukça zor olabilir; fakat Avrupa, Asya ve Afrika kıtaları arasında çeşitli fauna elemanlarına değişik zamanlarda geçit görevi yapması, özellikle buzullaşma (glacial) dönemlerinde, kuzeyden gelen canlılara (bitki ve hayvan) sığınak (refugiyum) olması ve birçok canlıların buzul sonrası dönemlerde bu sığınaklardan tekrar kuzeye yayılması, bu kıtaların zoocoğrafyasının ve fauna bileşiminin eksiksiz açıklanabilmesi açısından son derece büyük öneme sahiptir.

Anadolu'nun topografik yapısı çok farklı olması ve özellikle çok kısa mesafelerde ekolojik faktörleri çok farklı ortamlar içermesi nedeniyle, alttür cenneti denebilecek şekilde bir çeşitlenme görülmektedir. Bu nedenle hem sistematik hem de zoocoğrafik açıdan doğru bir değerlendirme yapabilmek için, grupları alttür düzeyinde ayırabilecek bilgi birikimine sahip olmak gerekir. Nitekim Calopteryx ve Pamphaginae türleri üzerinde yapılmış bazı çalışmalar, bu konuda en güvenilir bilgiyi verecek ayrıntıya sahiptir. Aynı şekilde bazı gruplarda, tarihsel iklim ve topografik değişikliklere bağlı olarak aynı cinse bağlı türlerin çeşitlenmesi Anadolu zoocoğrafyasının açıklanması açısından çok önemlidir.

Kaynaklar

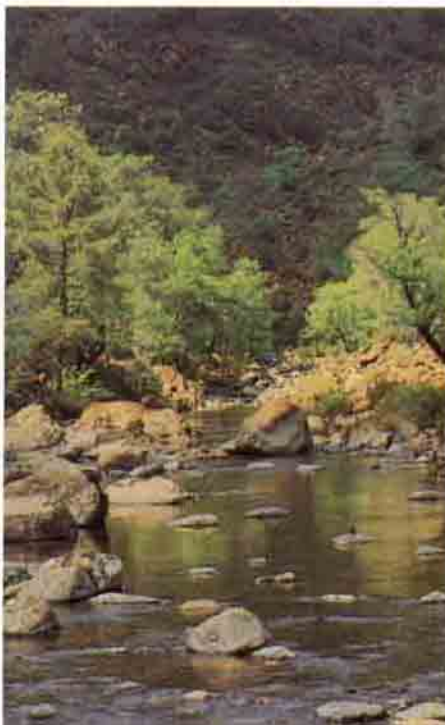
- Demirsoy, A. Revision der anatolischen Pamphaginae (Saltatoria, Caelifera, Pamphagidae), Ent. Mitt. Zool. Mus. Hamburg, 1973.
Demirsoy, A. Zoocoğrafya, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 1982.
Kosswig, C. Beiträge zur türkischen Faunengeschichte. 11. Zur Verbreitungsgeschichte türkischer Bodenkerfe. C. Soc. Turku. Sci. Phys., 1943.
Kosswig, C. Über Tethysrelikte in der türkischen Fauna. C. R. Soc. Turku. Sci. Phys., 1943.
Kosswig, C. Die Zoogeographie der türkischen Süßwasserfische. Istanbul Univ. Fen Fak. Hidrobioloji, Ser B. 1952.
Kosswig, C. Zoogeography of the Near East. Syst. Zool., 1955.



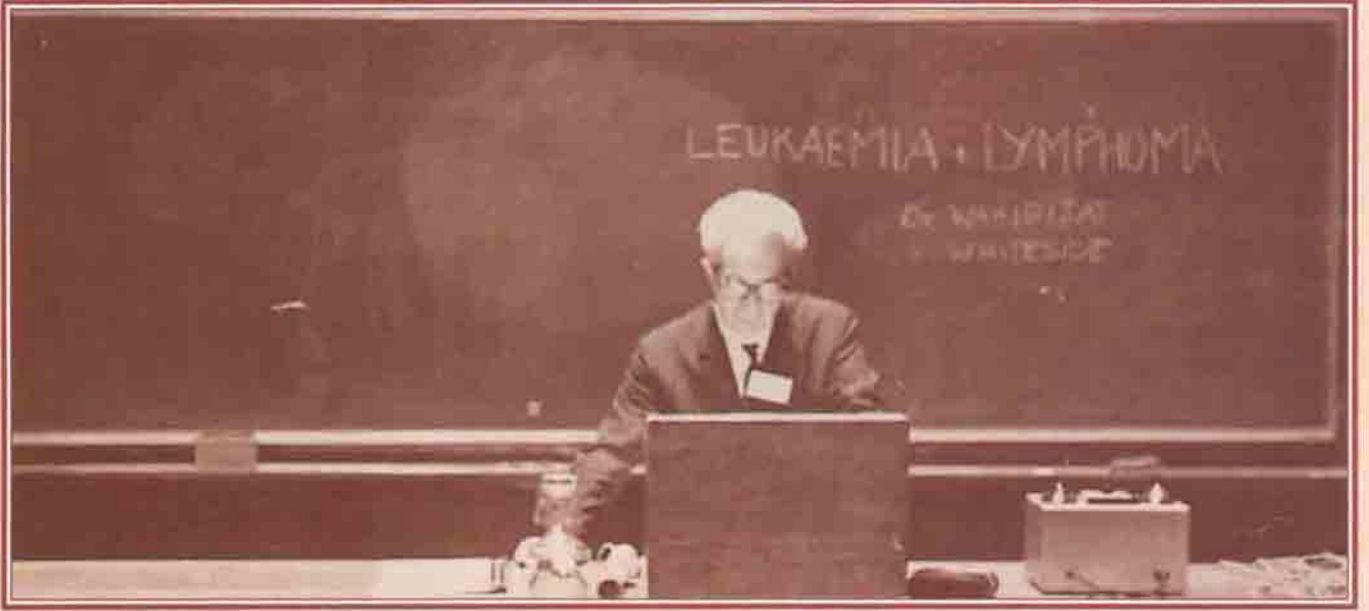
Fotoğraf: M. Koyuncu

Fotoğraf: H. Karadağ

Fotoğraf: A. Güner



Lösemi'de Umut Işığı Türk Hekimi



Muzaffer Aksoy

Çalışmaları dünya çapında yankı uyandıran Türk hekimi Muzaffer Aksoy'un eserleri kendi yurdunda sağır bir kitleye sesleniyor. Benzen'in kesin olarak lösemiye yol açtığını kanıtlaması ve anormal hemoglobinler konusundaki çalışmaları ile uluslararası tıp literatürüne geçen Aksoy, her bilim adamı gibi araştırmalarından kendi ülusunun yararlandığını görmek istiyor.

“**B**İR maddenin kanserojen olup olmadığını belirlemenin yöntemlerinden biri hayvan deneyleridir. Ancak benzen'in hayvanlarda lösemi yaptığı deneyle kanıtlanamamıştır. Ben de araştırmalarımda istatistiki yöntemlere başvurdum. Bir maddeyi kullanan ve kullanmayan topluluklar arasında kanser sıklığı bakımından bir fark varsa, bu maddenin kanserojen olduğu iddia edilebilir.” Bu anlayışla çalışmalarını sürdüren Aksoy'un, dikkatini benzen'in kanserojen etkisi üzerinde yoğunlaştırmasına neden olan olaylar, 1960'lı yıllarda bu maddenin kullanımının yaygınlaşmasından yaklaşık 5-6 yıl sonra kan

hastalıklarının ortaya çıkması ile başlamış. Ancak yaşamını bilime adanmış ve gündelik yaşama araştırma coşkusu ile bakabilen bir bilim adamının görebileceği ayrıntıları değerlendirerek, 30-650 ppm oranında benzen içeren kauçuk, lastik boya ve organik çözeltilerin kullanımından birkaç yıl sonra apilastik anemi ve akut lösemi görülmeye başladığını belirlemiş. Kan kanseri ile benzen arasındaki ilişkiyi bulmasına, Türkiye'de kunduracılar kan kanserine yakalananların fazlalığına, ayakkabı yapıştırıcılarında bulunan benzenin neden olduğunu farketmesi yolaçmış. Terlikçi ve ayakkabıcılar ile yaptığı istatistiki çalışmanın sonuçlarını 1974'de ABD'de yayınlanan “Blood” dergisinde değerlendirmiş.

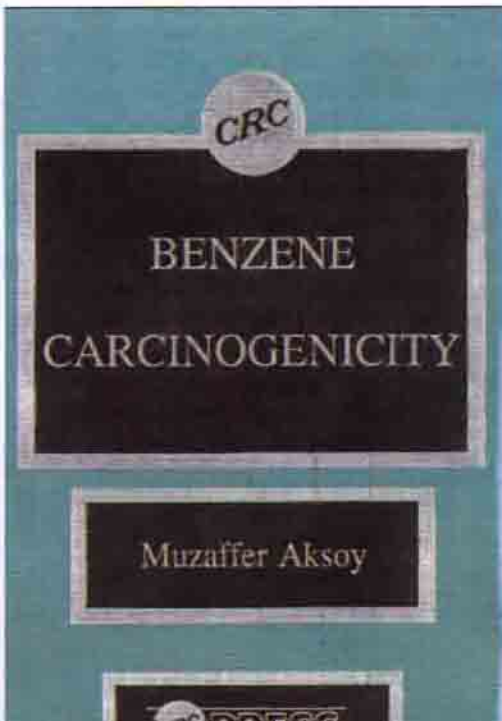


Bu makalenin yayınlanmasından üç yıl sonra ABD Çalışma Bakanlığı bilimsel bir dava açar. Muzaffer Aksoy mahkemeye birinci tanık olarak çağrılır. Benzen kullananlarla kul-

lanmayanlar arasında rastlanan kanser sıklığını istatistiki değerlerle ifade ettiği makalesini mahkemeye sunar. Davanın açılmasına sebep olan bu makale mahkemede incelenir ve İş Güvenliği ve Sağlığı Yönetmeliği'nde sekiz saatlik çalışma süresi içinde maruz kalınacak benzen miktarı 10'dan 1 ppm'e düşürülür. Yüksek Mahkeme kararı onaylamayınca oran aynı kalır. Ancak 1980 yılında geri alınan bu karar, 7 yıl sonra yürürlüğe girer ve oran 1 ppm'e düşürülür.

"Benzen'in 10-20 ppm arası değeri kan kanseri risk sınırındır. 1 ppm'lik benzen ise ağaçlarda ve değişik bitkilerde de bulunmaktadır. Acıdır ki Türkiye'de, bu mücadelede en büyük ve önemli rolü oynamış olan benim memleketimde, benzenin yasal değeri 20 ppm'dir. 1973'den beri mücadele etmeme rağmen ne Sağlık, ne Çalışma Bakanlığı bu değeri 1 ppm'e düşürme-

di". Muzaffer Aksoy, resmi makamların bu ilgisizliğini vurgulamakla beraber, Türkiye'de bu değerlerin belirlenmesinin yasal denetimlerin gevşekliliği sebebiyle çok anlamlı olmadığını da sözlerine ekliyor. 1970 yılında İstanbul Tıp Fakültesi'nin Monografi serisinden çıkan, Benzen (Benzol) Zehirlenmesi ve Hematopoietik Sisteme Etkileri başlıklı kitabın önsözünde "1961 senesinden beri İstanbul'da ve Türkiye'de kronik benzen zehirlenmesine bağlı bir kısmı fatal sonuçlanan aplastik anemi ve tek tük akut lösemi vakaları tesbit edilmiştir. Bütün uyarılara rağmen ilgililer korunma tedbirleri almadıklarından benzen kurbanları sürekli olarak artmaktadır" diyen Aksoy, son yıllarda az da olsa teselli bulmuş. Kendi ifadesiyle devletin yapmadığını ayakkabıcılar, boyacılar yapmaya başlamış; artık benzen yerine başka maddeler kullanarak kendilerini lösemiden korumaya çalışıyorlarmış!..





Istanbul Lisesi'nden arkadaşı Zeki ile



1931, Arziyat Dersi



*1940,
İstanbul Tıp Fakültesi
mezuniyet konuşması*



1953, Yılıbaşı Kanada



1940, Dahiliye Tedavi Kliniği

Bütün Mesele Gerçekten Büyük Olmaktır!

Demokrasi şehidi, aydın insan Prof. Muammer Aksoy'un iki yaş büyük ağabeyi olan Muzaffer Aksoy 1915'de Antalya'da avukat ve sonra da milletvekili olan Numan Aksoy ve eşi Nadire hanımın yaşayan ilk çocuğudur.

Üniversiteye kadar aynı sınıfta okuyan iki kardeşin birbirleri üzerindeki etkisi ömür boyu sürer. Muammer'in ağabeyine aşıladığı klasik müzik zevki o'nda çok sesli müziğe hala süren bir tutku yaratır.

Albümündeki fotoğraflar arasına not ettiği Beethoven'e ait şu sözler her ikisinin yaşam felsefesini özetler: "İnsanlar arasında iyilikten başka büyük birşey tanımıyorum. Bütün mesele büyük görünmek değil, gerçekten büyük olmaktır. Gerçek büyük; muhitinin çamuru içinden hiç bir "pislik" almadan yükselen adamdır."

Sert yapılı bir insan olan Numan Bey, çocuklarının hangi dallarda eğitim görebileceğini onlara sormadan belirlemiştir bile: Tıp, hukuk ya da mühendislik. Kardeşi hukuk okumayı seçen, matematiği kendisine sevdirmeyen eğitim sisteminden ötürü de mühendisliği düşünmeyen Muzaffer için tek seçenek kalır: Tıp tahsili... Oysa tarihe olan merakı bugüne

kadar taze kalan Muzaffer Bey'in gönlü, tarih okumaktadır. Ancak babasına bu isteğinden bahsetmeyi bile düşünmez. Önceleri ilaç içer gibi çalıştığı derslerle dolu tıp eğitiminden, klinikler başlayınca zevk almaya başlar. 1940'da İstanbul Tıp Fakültesi'nden mezun olur. İki kez askerlik yapar. Deniz ve Kara Kuvvetlerinde tamamladığı dört yıllık vatani görevden sonra Vakıf Guraba Hastanesi'ne İç Hastalıkları Kliniği'nde Prof. Dr. E. Frank ve Prof Dr. Arif İsmet Çetingil'in yanında İç Hastalıkları Uzmanı olur. 1947'de Mersin Devlet Hastanesi'nde uzman doktor olarak atanır. 1957'ye kadar bu görevine devam eder. 1952'de hematoloji'de uzmanlık için ABD'ye gitmeye karar verir. Boston'da "Blood" dergisinin kurucusu ve baş yazarı olan ünlü Prof. Dr. William Dameshek'in klinik ve laboratuvarı bu amaç için en uygun yerdir. O yıllarda Sağlık Bakanlığı olan Ekrem Hayri Üstündağ, Muzaffer Bey'in isteğini olumlu karşılar. Bir sene ücretsiz izin alarak 1952 Mayıs'ında eşi ve en büyük yardımcısı Nedime Aksoy ile Boston'a gider.

"Prof. Dr. Dameshek New England Center Hospital'da Hematoloji klinik ve araştırma laboratuvarının şefi ve kurucusu olarak çalışıyordu. Ayrıca bu hastaneye bağlı Tıp fakültesinde Hematoloji kurslarını yönetiyordu. Bir kaç gün benimle hiç alakadar olmadı. Fakat kısa bir süre sonra hasta vizitinde herkesin önünde 'Siz Türkler Yahudilere kötü davranışlar-



Kardeşi Muammer Aksoy ile...

da bulunmamış ender uluslardan birisiniz' dedi. Bu sözler beni neden kolaylıkla kabul ettiğini gösteriyordu" diyen Aksoy'un laboratuvarındaki dergilerden birinde gördüğü bir yazı, araştırmasını "anti-fetal serum üretimi" üzerine yapmasına neden olur. Bununla Beta-thalassemia ve orak hücre sendromlarında saptanan fetal hemoglobini incelemeyi amaçlar. Deney hayvanı olarak da tavşanları seçer. Önerisini Prof. Dameshek onaylar ve hazırladığı üç projeden biri sonuç verir. Kendisi bu projesini kısaca şöyle anlatıyor:

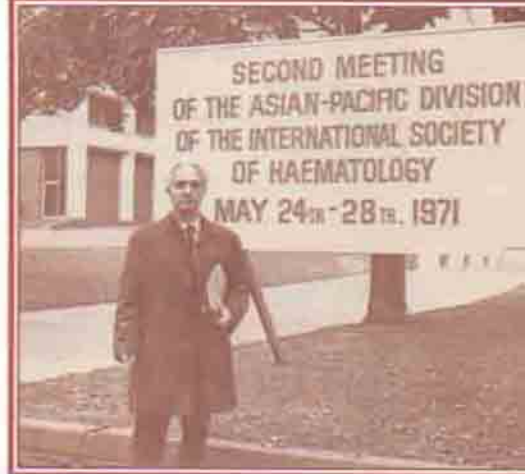
"Doğumdan hemen sonra plasentanın anne tarafındaki göbek kordonu Kocher pensi ile açılır ve içindeki kan oxalatlı steril şişelere aktarılır. Eritrositler en az üç kez yıkandıktan sonra elde edilen eritrosit kümesi, 1 volum ank suyu (steril) ve 0.4 volum toulenule parçalanır.

Bir saat iyice çalkalandıktan sonra 30 dakika 3000 hızla sentrifuz edilir. Oluşan üç tabakadan üstteki ikisi aspiratörle uzaklaştırılır. Berrak bölümü filtre edildikten sonra buzdolabında hemoglobin antijeni olarak saklanır.

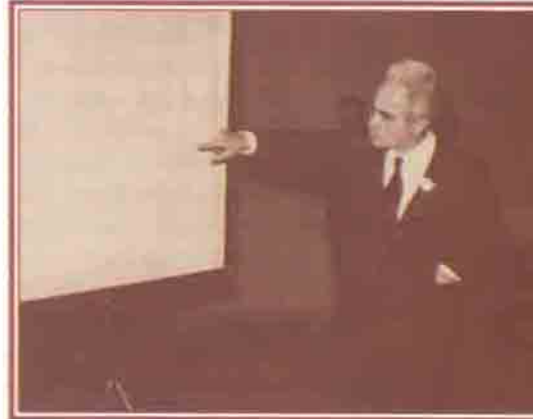
İmmünizasyon Prosedürü: İki kez 15 gün süreyle bu eriyikten 2 cc tavşanların kulak venasına enjekte edildi. Son enjeksiyondan yedi gün sonra deney hayvanlarından kalp punksiyonu ile yeterli kan alındı. Bir saat sallayıcıda (shaker) ile sallandıktan sonra yarım saat 3000 hızda sentrifuz edildi. Oluşan üç tabakadan üstteki ikisi aspirasyon ile uzaklaştırıldı. Berrak hemoglobin bölümü filtre edildikten sonra buzdolabında "hemoglobin antijeni" olarak saklandı. İmmünizasyon için haftada iki kez 15 gün süreyle hemoglobin eriyiği kulak venasından zerk olundu. Enjeksiyonlardan 7 gün sonra, deney hayvanlarından kalp punksiyonu ile yeterli kan aldım. Ürettiğim anti-fetal serumu 6 Mediterranean (Cooley anemisi) anemi olgusunda kullandım. Bu deney olgularındaki alkali ezistan hemoglobinin fetal hemoglobini olduğunu kanıtlıyordu."

Bu araştırma ile ilgili makalesi 1955'de İsviçre'de "Acta Haematologica" dergisinde yayınlandığında uluslararası tıp camiasında büyük yankı yarattı. 1953'de yurda dönerek Mersin'de görevine başladı.

Anadolu'nun küçük bir kentinde başlayan yaşam yolculuğunun durakları...



"Kısa bir süre sonra hastaneye skleraları ikterik bir delikanlı getirdiler. Ben hepatit düşünerek idrar analizi yaptırdım. Aynı zamanda kan formülünde 'orak hücre eritrositleri' vardı. Hemen bunun "orak hücre anemisi" olduğunu anladım. Bir kaç gün sonra yine ikterik ve anemik hastalar tedavi için başvurdular. Bu hastaların hepsi Türkçe'nin yanı sıra Arapça konuşuyorlardı ve ilin Bahçe Mahallesi semtinde oturuyorlardı. Bu topluluk için Mersin ve Adana'da "Arab uşağı" gibi yerinde olmayan bir deyim kullanılıyordu. Arapça konuşmalarına rağmen tam olarak bilinmeyen bir kökenden olmaları akla yakın geliyordu. Büyük Atatürk Hattay krizinde dehasına uygun bir biçimde bu topluma "Eti-Türkü" ismini vermişti. Ben de bu terimi kullanmayı yeğledim. Sonradan bu isim Batı ülkelerinin "orak hücre ile ilgili yayınlarında" aynen kullanıldı. Hemen



hastaneye yatan veya polikliniğe gelen bu toplum bireylerinden başlangıçta "Scriven-Waugh metodu" ile "oraklaşma oranını" tayin ettim. Bu oran %13.3 gibi çok yüksek bir değeri.

Sonuçları içeren bir yazıyı ünlü Lancet dergisine gönderdim. "Sickle cell trait in South Turkey" ismi altında yayınlandı."



1970'de Türk Hematoloji Cemiyeti V. Kongresinde HbS'in Türkiye'de özellikle Eti-Türklerinde yüksek oranda bulunmasının nedenlerini açıklarken, Aksoy'un tarih merakının tıp araştırmalarına nasıl ışık tuttuğunu anlayabiliyoruz. Bu kongrede 19. yüzyılda Mısır hıdivlerinin ve ardından bir çiftçi grubunun Anadolu'nun ortasına kadar geldiğini kendi aralarında evlenmeleri sonucu bazı genlerin çoğaldığını belirten

Aksoy, HbS'in gerek Türklerle gerek Eti Türklerine ve Yunanlılara Afrika'dan geçtiğini vurgulamıştır. Kullanılan deyimlerle ilgili olarak da; "Bu tabirler üzerinde politik anlamlar çıkabilecek tartışmalar yapmak doğru değildir. Esasen aşırı milliyetçilik en geri düşünce şeklidir" demektedir.

Bu çalışmalarını değerlendiren Prof. W. Dameshek'in önerisi ile iki kez araştırmaları için toplam 6500

dolarlık yardım alır. Bunlarla, Güney-Doğu Anadolu, Lübnan ve Türkiye'nin diğer bölgelerinde "Anormal Hemoglobinler, talassemik sendromlar ve G-6-fosfat eksikliği ile ilgili" araştırmalar yapar ve bu kan hastalıklarının sıklıklarını tayin eder.

Muzaffer Aksoy 1957'de Beyoğlu İlk Yardım Hastanesine atanır. Burada çalışırken CIOMS'un düzenlediği ilk uluslararası "Anormal Haemoglobinler" sempozyumuna davetli olarak katılarak ve "Türkiye'de Anormal Haemoglobinler" isimli araştırmasına ait bir rapor tebliğ eder. Beyoğlu gibi İstanbul'un eğlence yerlerinin merkezi olan bir bölgede İlk Yardım Hastanesi hekimi olmak, sarhoşlar arasında kavgalarda yaralananlar, hayat kavgaları gibi gecenin davetsiz misafirlerince birkaç kez hastaneye çağrılmak anlamını taşır. Böyle sıkıntılı bir görev sırasında Hollandalı ünlü Prof. Dr. H. P. Jonxis tarafından UNESCO'nun tıp kolu olan CIOMS'un

Araştırma Coşkusu...

Ayhan Çavdar
TUBA Başkanı

Prof. Dr. Muzaffer Aksoy, hematoloji alanında özellikle anormal hemoglobinler, talassemia ve benzer konularında yaptığı araştırmalarla, Türkiye'nin adını uluslararası bilimsel platformlarda en fazla vurgulayan ve öne çıkaran büyük bir bilim adamıdır. Ben Muzaffer hocayı, Amerika'da bulunduğum 1960'lı yıllarda ne zaman kütüphaneye gitsem kan ile ilgili ciddi mecmualarda (örneğin "Blood" gibi) yaptığı İngilizce yayınları görmek suretiyle şahsen tanımadan önce ismen tanıdım. 1961 yılında Amerika'dan döndüğümde ilk iş olarak Türkiye'nin adını bu kadar seçkin bilimsel dergilerde duyuran bilim adamını yakından tanımak isteğiyle kendisini ziyarete gittim. Bu yıllarda İstanbul Üniversitesi'nin nispeten köhne bir hastanesinde, mütevazı bir odada kendisiyle tanışmak fırsatını buldum. Araştırmalarını sürdürdüğü laboratuvarı da odası gibi mütevazı idi. Türkiye'nin pek olumlu olmayan koşullarında bu çapta araştırmalar yapabildiğini bir kere daha takdir ve hayranlıkla karşıladım. Muzaffer hoca her şeyden önce çok iyi bir gözlemciydi. Bugün moleküler düzeyde ispat

edilen talassemia ile ilgili birçok hastalığı veya sendroma önce klinik bir duyarlılıkla yaklaşmış, farklılığı önce hissetmiş ondan sonra da bunu çalışmalarıyla kanıtlamıştı. Multi-disipliner yaklaşıma her zaman açık olmuş ve bu sayede bir klinik araştırmacı olmasına rağmen sonunda moleküler düzeyde çalışmalara da katkıda bulunacak derecede ileri çalışma organizasyonlarını kurmayı başarmıştı.

Eğer yaşam öyküsünü dikkatle okursanız, esasen kendisi Mersin devlet hastanesinde dahiliye hastalıkları uzmanı olarak çalıştığı zaman araştırmaya duyduğu merak ve ilgi nedeniyle "orak hücreli" anemi vakalarını incelemeye başlamıştır. Daha sonra ABD'ye giderek çok iyi bir merkezde çalışmış, araştırma heyecanını ileri ülkelerde elde ettiği deneyim ve gelişmiş teknoloji ile birleştirerek emekli olduktan sonra da devam ettirmiştir. Ben benzer konusunda yaptığı çalışmalarını da büyük takdirle karşılıyorum. Bu konuda çok büyük mücadele yaptığını bizzat tanık oldum. Sağlık Bakanlığı'na sayısız rapor verdi, uluslararası bilim platformlarında konuyu mükerreren tartıştı gibi, Türkiye'nin önemli bir sağlık sorunu halinde olayı çeşitli raporlarla Sağlık Bakanlığı'na sundu ve bu konuda önceleri hiç sonuç alamadı, fakat yılmadı. Muzaffer hoca'dan öğrenilecek diğer bir husus, inandığı ve ispatladığı konularda yılmadan sonuna kadar mücadele edebilmesidir.

Burada onunla ilgili bir anımı nakletmek istiyorum: 1971'de "Asya Pasifik Hematoloji Kongresi" Avustralya'nın Melbourne kentinde yapıldı. Benim kongreye yolladığım iki tebliğimde kabul edilmişti. Fakülte desteğini alacağımı zannediyordum, fakat maalesef alamadım ve telgrafla Avustralya'ya bildirdim. "Avustralya Hematoloji Cemiyeti" büyük bir nezaketle yol paramı karşılayacaklarını ve beni ağırlayacaklarını söyledikleri için arkadan gitmek imkanını buldum. Burada vurgulamak istediğim, üniversitelerin araştırmalarına öteden beri pek sahip çıkamamasıdır. Orada Türk Hematologlarının en iyi temsilcisi olarak, benden çok evvel gelen değerli hoca Muzaffer Aksoy'la karşılaştım. Nitekim biz çok mütevazı şartlarda orada bir hafta süreyle yaşamak zorunda kaldık ve hiç unutmam Muzaffer hoca'nın Türkiye'den yanında getirdiği küçük çukulataları paylaşıp öğle yemeklerini idare ettik. O toplantının bendeki önemli bir anısı da Avustralya parlamentosunda verilen önemli bir resepsiyonda toplantıya katılan yüzlerce kişi arasında hem bilimsel kimliği itibarıyla hem de bilim adamlarının sözcüsü olarak Muzaffer Hoca'dan bir konuşma rica edilmiş olmasıdır. Tüylerimi ürperten bu konuşma hala aklımdadır. Muzaffer hoca o konuşmada kendinden beklemediği üzere, büyük Atatürk'ün bilime verdiği önemi çok iyi bir şekilde vurgulamış ve hakikaten Türkiye'yi en iyi bir şekilde temsil etmiştir.

(The Council for International Organizations of Medical Sciences) toplantısını organize etme daveti almasını Aksoy, "Batı'nın bilim adamlarını ünvanlarıyla değil, ortaya koydukları bilimsel ürünlerle değerlendirmesinde aramak gerekir" şeklinde değerlendirmektedir. Kendi öğretim deneyiminde objektiflik ilkesini benimsemesini insanları değerlendirirken objektif değerlere sahip olunması gerektiğini vurgulayarak açıklayan Aksoy için bilimsel tarafsızlık, öğretim görevlilerinin vazgeçilmez bir özelliği olmak zorunda. Tarafsızlığa bu kadar önem vermesi, doçentlik sınavını verirken karşılaştığı güçlüklerden kaynaklanıyor. Üç kez doçentlik sınavında İngilizce'den başarısız sayılır. Kopya verdiği adaylar sınavı verir, Muzaffer Bey veremez... Akademik kariyere dışarıdan katılmak isteyenlere karşı takınılan olumsuz tavrı Osmanlı'dan miras "tekkeyi bekleyen, çorbayı içer" anlayışının ürünü olarak değerlendiren Aksoy, çorbayı içmeyi tekkeyi bekleyen birçok kişiden daha fazla hak ettiğini 1959'da Doçentlik sınavını verdikten sonraki akademik çalışmaları ile de kanıtlar. Dekan vekili Prof. Dr. Üveys Maskar'ın jüriyi değiştirip, yeni lisan hocalarını ata-

ması Muzaffer Aksoy'un akademik yaşama kazanılması ile sonuçlanır. İstanbul Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Kliniği'nde eylemli doçent olan Aksoy, Fakülte'de Hematoloji dalını kurar. Araştırmacılığın yanısıra yetiştirdiği değerli öğrencilerle de bilime katkıda bulunmanın yolu böylece açılmış olur. 1974'de "International Istanbul Symposium on Abnormal Haemoglobins and Thalassaemia"yı organize eder.

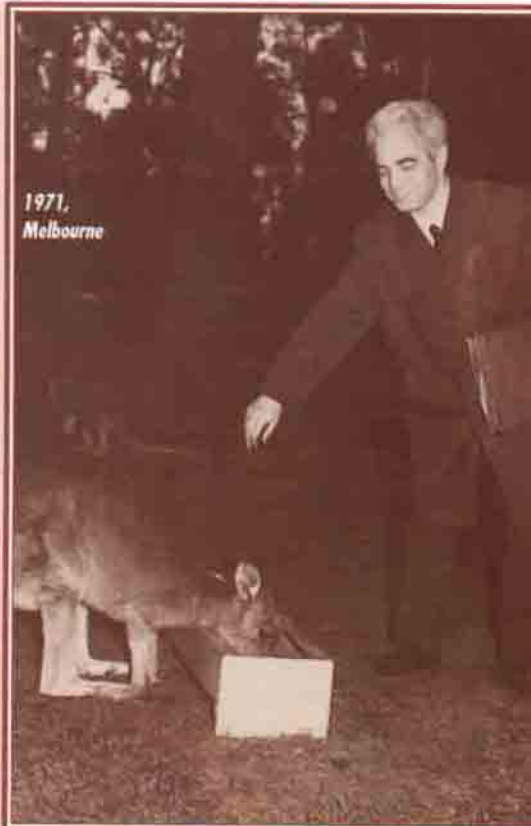
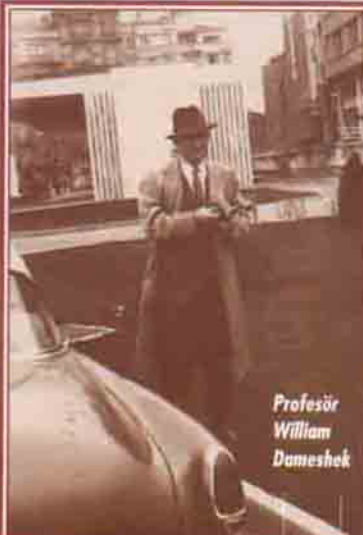
Çalışmaları sonucu bulduğu yeni hemoglobin "Hb İstanbul" adıyla dünya literatürüne geçer.

1960'dan itibaren benzenin sebep olduğu kan hastalıkları ve özellikle lösemi sorunu üzerinde sürdürdüğü çalışmalarının sonuçlarını birçok batı

ülkesi dergisinde yayınlar. Yazımızın başında da belirttiğimiz gibi 1974'de ünlü "Blood" dergisinde çıkan "Leukemia in shoeworkers exposed chronically to benzene" adlı makalesi ile ABD'de bu kimyasal maddenin yasal değerinin 1 ppm'e düşürülmesine neden olur.

1987'de ABD'nin ünlü yayınevlerinden CRC Press Muzaffer Aksoy'dan benzenin karsinogenesiti ile ilgili bir kitap yazmasını ister.

1988'de "CRC Benzene Carcinogene City" başlığıyla, Muzaffer Aksoy adına yayınlanır. 158 sayfa olarak hazırlanan bu yapıtın 100 sayfalık kısmını Muzaffer Aksoy, diğer bölümleri M. Ikada, T., T. Okino, C. A. Synder tamamlar.





1943

Atatürk Zamanının İnsanları

1986'da emekli olan Muzaffer Aksoy, yaşamı boyunca en büyük yardımcısı olan eşi Nedime Aksoy ile İstanbul'da yaşamaktadır. Nedi-

Sevgili Hocam

Turhan Akgün
İÜ Tıp Fakültesi
Muzaffer Aksoy'un Eski Baş Asistanı

Aziz Hoca, çok değerli bilim adamı, iyi bir hekim ve üstün vasıfları haiz bu büyük insanı tanımam 1956-1957 yıllarına rastlar. Refahiye'de Hükümet tabibi olarak çalıştığım sırada altı ay yolları kardan kapanan bu küçük kasabada, elimden geldiği kadar tıbbi yayınları takip etmeye çalışırdım. Bu yayınlar arasında en çok, Mersin Devlet Hastanesi'nin Dahiliye Mütchassısı Muzaffer Aksoy isimli bir hekim yayınları ve çalışmalarıyla dikkatimi çekmişti. O günlerde o'nun gibi bir hekimin yanında ihtisas yapmayı ve hekimliği ilerletmeyi hayal ederdim. 1962'de İstanbul Tıp Fakültesi 2. İç Hastalıkları Kliniği'nde idealim olan asistanlığı elde ettiğim sıralarda hematoloji koğuşunda, o sıralarda baş asistan olan Prof. Dr. Şakir Erdem'le ihtisas çalışmalarını sürdürüyordum. Yeni bir Doçentin Kliniğe geldiği duyduk. Birgün sabah viziti sırasında Arif Hoca Doçent Muzaffer Aksoy'u bizlerle tanıştırdı. Artık bütün gücümüzle o'nun huzuna ayak uydurabilmeye çalışıyorduk. Birinci koğuşa yatan hastaları hazırlamak ve hocalarımıza mahcup olmamak için gece geç saatlere kadar hastanede kalmanın bize ağır gelmesi bir yana, büyük bir zevk veriyordu. Çalışmalarımızı daima takdirle karşılar ve teşvik ederdi.

1962'nin soğuk bir kış gecesi nöbetteydim. Geç saatlerde epistaksisli 12-13 yaşlarında bir kanamalı bir çocuk babasının sırtında acile gelmişti. Hastayı bizim Hematoloji koğuşuna yatırdım. Kulak Burun Boğaz Kliniği ile temas kurduk, kanamayı durdurduk. Meğerse Müslim Bülbül isimli bu çocuk 5-6 defa bizim koğuşa yatmış, sebebi tesbit edilemeyen aplastik anemi teşhisi ile taburcu ol-

muş. Müşahadesini alırken ne iş yaptığını sordum, terlikçi olduğunu söyledi. Bu hadiseden 1-2 gün önce eşime aldığım ciciyi bicili terlikleri nasıl yaptıklarını sordum. "Ben yapmıyorum yalnız altlarını yapıstırıyorum" deyince kafamda bir şimşek çaktığını şu anda dahi hatırlıyorum. "Evladım, sen bunları solusyonla mı yapıstırıyorsun?" sualimi olumlu cevaplayınca, bunun benzole bağlı aplastik anemi vak'ası olduğunu anladım. Hemen bir yoki mya laboratuvarına koştum. Laboratuvar Şefimiz Dr. Muzaffer Öner'den biraz benzol istedim. Tüp içine aldığım benzolu çocuğun burnuna dayadım. "Bu kokulu ilaçla mı yapıstırıyorsun?" diye sordum. "Evet" deyince, orta okulda bisikletimin lastiğini tamir için yaptığım benzol kauçuk solusyonu bu defa karşıma aplastik aneminin sebepleri arasındaki benzol entoksikasyonu olarak ve Müslim Bülbül olarak çıktığını anladım. Sabah vizitinde Muzaffer Bey Hocama Müslim Bülbül'ün benzole bağlı aplastik anemi vak'ası olduğunu söyleyip izah ettiğimde, o zeka fışkıran gözlerini bana çevirip sarılmasını hiç unutmuyorum. Bu dakikayı hayatımın en mutlu anlarından biri olarak halen hatırlarım. Beni elimden tuttuğu gibi Arif hocamızın yanına götürdü ve Müslim Bülbül'ün aplastik anemisinin sebebini bulduğumu söyleyerek beni hocama karşı onore etti.

Hoca olarak öğretmeyi ve çalıştırmayı çok iyi bilen bir hocaydı. Çalışma huzuna yetiştirebilmek için enerjimizi sonuna kadar harcıyorduk. O'ndan iyi bir hekim, insan bir hekim olmanın sırlarını öğreniyorduk. Kendisi son derece mütevaziydi. Sabahın kör karanlığında Teşvikiye'deki evinden hastaneye gelecek vasıta bulamadığı günler çöp kamyonunda bizlerden daha erken saatlerde hastahaneye geldiği çok oluyordu.

Hekim hasta ilişkilerinde bizlere çok güzel örnekler sunuyordu. Hekimlikten para ka-

zanmayı hiç mi hiç bilmezdi, para aklının ucundan geçmezdi. Öğrencilerine karşı daima bir baba gibiydi. İmtihanlarda teori yanısıra hayatta çok lazım olacak can kurtaracak pratik sualleri sorar, bilmezlerse sınav odasında dahi onlara cevabı öğretmek için çırpınırdı.

Çok iyi bir aile babası, çok yüksek kalitede kâmil bir insandı. Eşi ve çocukları ile sürdürdüğü mazbut aile hayatı bizlere daima örnek olmuştur.

Muzaffer hoca Türkiye'de olduğu kadar, dünyada da tanınıyordu. 1976'da hem çalışmak hem de görmek maksadıyla Almanya'ya gittim. Düsseldorf'ta Kırım Türklerinden bir doktor arkadaşla fikrimi açtım. Çalışmamın mümkün olabileceğini, klinik şefi ile beni tanıştırmamı gerektiğini söyledi. Ertesi gün beni muayenehanesine götürdü. Az sonra şefi geldi, oturup sohbet etmeye başladık. O sırada kapı çaldı ve Tatar simalı bir hanım hasta geldi. Arkadaşım, hastayı benim muayene edip edemeyeceğimi sordu. Hastayı muayene ederken çok hafif mongoloide bir simaya sahip olduğunu fark ettim. Çok hafif bir palpabl K. C. ve dalağı vardı. Doktor arkadaşla dönerek "şunun bir eritrosit morfolojisini görsek iyi olur" dediğimi Alman hocaya tercüme etti. Hoca gözlerini iri iri açarak ne düşündüğümü, ve ne için istediğimi sordu. Hastanın bir thalassemia olabileceğini düşündüğümü söyleyince bana nereden mezun olduğum, nerede ihtisas yaptığım, hocalarımın kim olduğu şeklinde bir sürü soru sordu. Kendisine Prof. Dr. Muzaffer Aksoy'un hocalarım arasında olduğunu söyleyince bana kliniklerinin kapılarının açık olduğunu, Muzaffer beyi çok yakından takip ve takdir ettiğini, onun asistanının yanında çalışmasından memnun olacağını ve istersem hemen işe başlayabileceğimi ısrarla söyledi. O'nun öğrencisi olmaktan her zaman onur duyduğum...

Sevgili Hocam,

Sizden iyi bir insan, iyi bir hekim olmanın sırlarını öğrendik.

Sizi daima saygı ve şükranla anıyoruz...

me hanım 28 Eylül'de 52 yılını dolduran evlilikleri süresince her yıl düzenlenen kongrelere Muzaffer Bey ile beraber katılmış, çocuklarını zaman zaman ihmal etme pahasına eşine destek olmuştur... 1952'de ABD'ye ilk gi-

dişlerinde ücretsiz izinli olmanın yarattığı maddi zorlukları birlikte göğüslemişler. Öyle ki, saç traşı ABD'de hayli pahalı olduğundan Dameshek'in "ufak bir ameliyat geçirmişe benziyorsunuz" şakalarına Muzaffer Bey'i maruz bırakmak pahasına Nedime hanım eşinin saçlarını kesme işini de üstlenmiş!..

Kendisi bu sıkıntıları, "Atatürk zamanının insanlarıyız. Bu nedenle bizler paradan çok, bilimin kendisi ile uğraşmayı tercih ettik" diye açıklıyor.

Emekli olduktan sonra da bilimsel çalışmalarını sürdüren Aksoy genç araştırmacıları yönlendirmeye

ve desteklemeye devam ediyor. Bilim çevrelerinde alçak gönüllü, dost canlısı ve sanat sever bir kişi olarak ayrıcalıklı bir yeri olan Muzaffer Aksoy, Atatürk'ün Cumhuriyeti kurduğu yılların havasını solumuştur... Cumhuriyet kuşağının tüm temsilcileri gibi o da Atatürk'ün bilimsel ve demokratik ilkelerine sonuna kadar sadık kalmış ve kendi yaşamını gelecek kuşaklar için örnek kılmış... Muzaffer Aksoy idealist ve öncü kişiliği ile seçkin bir bilim adamı olarak olduğu kadar, müşfik bir hekim olarak da tıp tarihinde yerini almış. Lösemiden ölen bir hastasının eşi yazdığı şiirde onu şöyle tanımlıyor.



Prm. Hematoloji Kongresi



Kyoto, Hematoloji Kongresi

"Milyonları kazanmak istese işten değil, / O bilime sevgiye vermiş kendini / Her hastaya gönülden aynı ilgi, aynı ihtimam / Ne geçmişte ne şimdi görmedim benzerini."

Türk Hematoloji Derneği'nin kurucularından ve onursal üyelerinden olan Aksoy'un Tıp dalında TÜBİTAK ödülü, Sedat Simavi, Eczacıbaşı ve Devlet Ödüllerinin yanı sıra toksik hemopitiler alanındaki çalışmaları ile de iş hastalıkları ve işçi sağlığı Ramazini Bilimsel Onur Ödülü vardır.

Sayıları 150'yi bulan yayınları ile bilim dünyasına katkıda bulunan Aksoy'un 75. doğum yıldönümü sebebiyle 1990'da onuruna bir sempozyum düzenlenmiştir.

Muzaffer Aksoy haftada bir Esnaf Hastanesi'ne ve Çapa Hastanesi'ne giderek pratik olarak hâlâ doktorluğa devam ediyor. "Ben doktorluğun bir menfaat kapısı haline gelmesine katiyen taraftar değilim. Bu meslek belki de para üzerine kurulamayacak tek meslektir. Doktorlukla bakkallık aynı olmamalı. Bu zihniyete kesinlikle son verilmesi gerekir. Ben doktorlukta liberalizm kurallarını kabul etmiyorum" diyerek sözlerini bağlayan Aksoy, Hippokrat yemini-ne bağlı kalmış hekimlerimizden biri. O'nu saygıyla selamlıyoruz...

Bu yazının hazırlanmasında bizden yardımlarını esirgemeyen Sn. Ayhan Cavidar'a, Sn. Turhan Akgün'e, Sn. Çiğdem Altay'a, Sn. Muzaffer Aksoy ve eşi Sn. Nedime Aksoy'a teşekkür ederiz...

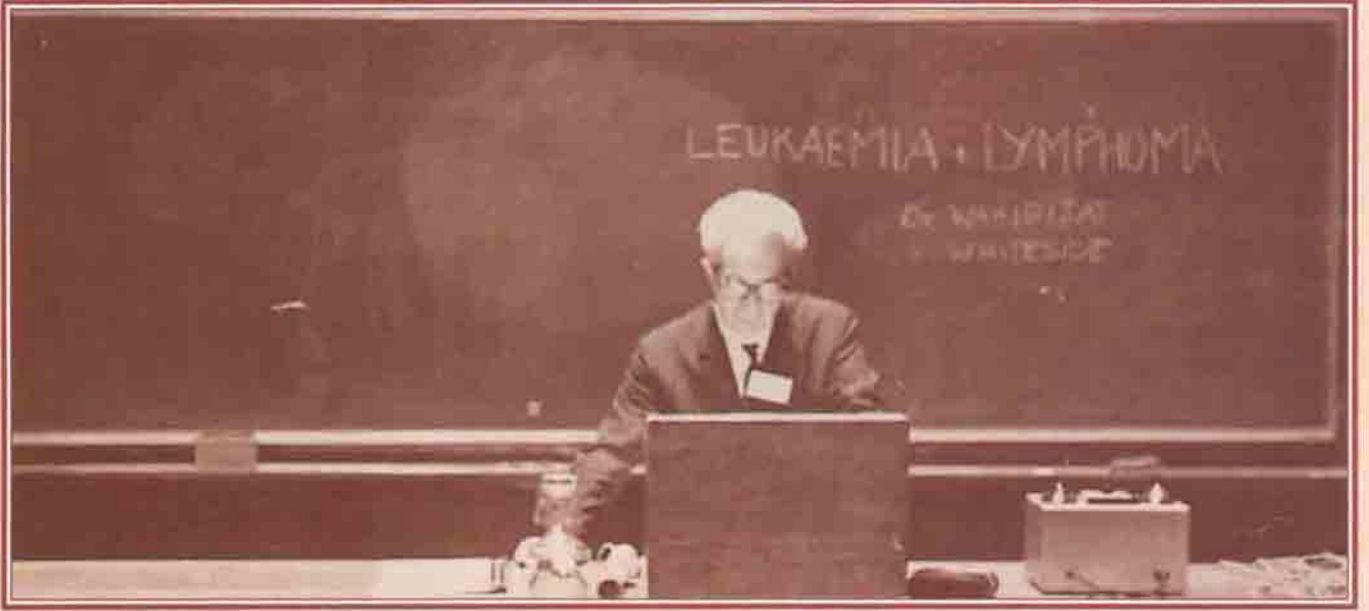
Fusun Oralalp



1984, emeklilik töreni



Lösemi'de Umut Işığı Türk Hekimi



Muzaffer Aksoy

Çalışmaları dünya çapında yankı uyandıran Türk hekimi Muzaffer Aksoy'un eserleri kendi yurdunda sağır bir kitleye sesleniyor. Benzen'in kesin olarak lösemiye yol açtığını kanıtlaması ve anormal hemoglobinler konusundaki çalışmaları ile uluslararası tıp literatürüne geçen Aksoy, her bilim adamı gibi araştırmalarından kendi ülusunun yararlandığını görmek istiyor.

“**B**İR maddenin kanserojen olup olmadığını belirlemenin yöntemlerinden biri hayvan deneyleridir. Ancak benzen'in hayvanlarda lösemi yaptığı deneyle kanıtlanamamıştır. Ben de araştırmalarımda istatistiki yöntemlere başvurdum. Bir maddeyi kullanan ve kullanmayan topluluklar arasında kanser sıklığı bakımından bir fark varsa, bu maddenin kanserojen olduğu iddia edilebilir.” Bu anlayışla çalışmalarını sürdüren Aksoy'un, dikkatini benzen'in kanserojen etkisi üzerinde yoğunlaştırmasına neden olan olaylar, 1960'lı yıllarda bu maddenin kullanımının yaygınlaşmasından yaklaşık 5-6 yıl sonra kan

hastalıklarının ortaya çıkması ile başlamış. Ancak yaşamını bilime adanmış ve gündelik yaşama araştırma coşkusu ile bakabilen bir bilim adamının görebileceği ayrıntıları değerlendirerek, 30-650 ppm oranında benzen içeren kauçuk, lastik boya ve organik çözeltilerin kullanımından birkaç yıl sonra apilastik anemi ve akut lösemi görülmeye başladığını belirlemiş. Kan kanseri ile benzen arasındaki ilişkiyi bulmasına, Türkiye'de kunduracılar da kan kanserine yakalananların fazlalığına, ayakkabı yapıştırıcılarında bulunan benzenin neden olduğunu farketmesi yolaçmış. Terlikçi ve ayakkabıcılar ile yaptığı istatistiki çalışmanın sonuçlarını 1974'de ABD'de yayınlanan “Blood” dergisinde değerlendirmiş.

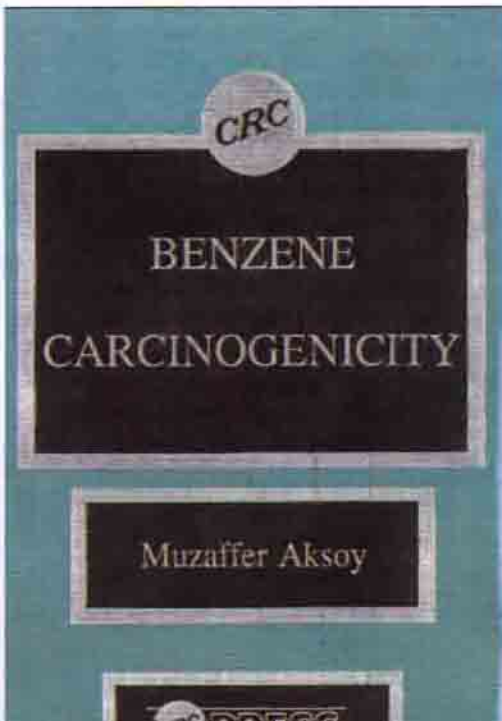


Bu makalenin yayınlanmasından üç yıl sonra ABD Çalışma Bakanlığı bilimsel bir dava açar. Muzaffer Aksoy mahkemeye birinci tanık olarak çağrılır. Benzen kullananlarla kul-

lanmayanlar arasında rastlanan kanser sıklığını istatistiki değerlerle ifade ettiği makalesini mahkemeye sunar. Davanın açılmasına sebep olan bu makale mahkemede incelenir ve İş Güvenliği ve Sağlığı Yönetmeliği'nde sekiz saatlik çalışma süresi içinde maruz kalınacak benzen miktarı 10'dan 1 ppm'e düşürülür. Yüksek Mahkeme kararı onaylamayınca oran aynı kalır. Ancak 1980 yılında geri alınan bu karar, 7 yıl sonra yürürlüğe girer ve oran 1 ppm'e düşürülür.

"Benzen'in 10-20 ppm arası değeri kan kanseri risk sınırındır. 1 ppm'lik benzen ise ağaçlarda ve değişik bitkilerde de bulunmaktadır. Acıdır ki Türkiye'de, bu mücadelede en büyük ve önemli rolü oynamış olan benim memleketimde, benzenin yasal değeri 20 ppm'dir. 1973'den beri mücadele etmeme rağmen ne Sağlık, ne Çalışma Bakanlığı bu değeri 1 ppm'e düşürme-

di". Muzaffer Aksoy, resmi makamların bu ilgisizliğini vurgulamakla beraber, Türkiye'de bu değerlerin belirlenmesinin yasal denetimlerin gevşekliliği sebebiyle çok anlamlı olmadığını da sözlerine ekliyor. 1970 yılında İstanbul Tıp Fakültesi'nin Monografi serisinden çıkan, Benzen (Benzol) Zehirlenmesi ve Hematopoietik Sisteme Etkileri başlıklı kitabın önsözünde "1961 senesinden beri İstanbul'da ve Türkiye'de kronik benzen zehirlenmesine bağlı bir kısmı fatal sonuçlanan aplastik anemi ve tek tük akut lösemi vakaları tesbit edilmiştir. Bütün uyarılara rağmen ilgililer korunma tedbirleri almadıklarından benzen kurbanları sürekli olarak artmaktadır" diyen Aksoy, son yıllarda az da olsa teselli bulmuş. Kendi ifadesiyle devletin yapmadığını ayakkabıcılar, boyacılar yapmaya başlamış; artık benzen yerine başka maddeler kullanarak kendilerini lösemiden korumaya çalışıyorlarmış!..





Istanbul Lisesi'nden arkadaşı Zeki ile



1931, Arziyat Dersi



*1940,
İstanbul Tıp Fakültesi
mezuniyet konuşması*



1953, Yılıbaşı Kanada



1940, Dahiliye Tedavi Kliniği

Bütün Mesele Gerçekten Büyük Olmaktır!

Demokrasi şehidi, aydın insan Prof. Muammer Aksoy'un iki yaş büyük ağabeyi olan Muzaffer Aksoy 1915'de Antalya'da avukat ve sonra da milletvekili olan Numan Aksoy ve eşi Nadire hanımın yaşayan ilk çocuğudur.

Üniversiteye kadar aynı sınıfta okuyan iki kardeşin birbirleri üzerindeki etkisi ömür boyu sürer. Muammer'in ağabeyine aşıladığı klasik müzik zevki o'nda çok sesli müziğe hala süren bir tutku yaratır.

Albümündeki fotoğraflar arasına not ettiği Beethoven'e ait şu sözler her ikisinin yaşam felsefesini özetler: "İnsanlar arasında iyilikten başka büyük birşey tanımıyorum. Bütün mesele büyük görünmek değil, gerçekten büyük olmaktır. Gerçek büyük; muhitinin çamuru içinden hiç bir "pislik" almadan yükselen adamdır."

Sert yapılı bir insan olan Numan Bey, çocuklarının hangi dallarda eğitim görebileceğini onlara sormadan belirlemiştir bile: Tıp, hukuk ya da mühendislik. Kardeşi hukuk okumayı seçen, matematiği kendisine sevdirmeyen eğitim sisteminden ötürü de mühendisliği düşünmeyen Muzaffer için tek seçenek kalır: Tıp tahsili... Oysa tarihe olan merakı bugüne

kadar taze kalan Muzaffer Bey'in gönlü, tarih okumaktadır. Ancak babasına bu isteğinden bahsetmeyi bile düşünmez. Önceleri ilaç içer gibi çalıştığı derslerle dolu tıp eğitiminden, klinikler başlayınca zevk almaya başlar. 1940'da İstanbul Tıp Fakültesi'nden mezun olur. İki kez askerlik yapar. Deniz ve Kara Kuvvetlerinde tamamladığı dört yıllık vatani görevden sonra Vakıf Guraba Hastanesi'ne İç Hastalıkları Kliniği'nde Prof. Dr. E. Frank ve Prof Dr. Arif İsmet Çetingil'in yanında İç Hastalıkları Uzmanı olur. 1947'de Mersin Devlet Hastanesi'nde uzman doktor olarak atanır. 1957'ye kadar bu görevine devam eder. 1952'de hematoloji'de uzmanlık için ABD'ye gitmeye karar verir. Boston'da "Blood" dergisinin kurucusu ve baş yazarı olan ünlü Prof. Dr. William Dameshek'in klinik ve laboratuvarı bu amaç için en uygun yerdir. O yıllarda Sağlık Bakanlığı olan Ekrem Hayri Üstündağ, Muzaffer Bey'in isteğini olumlu karşılar. Bir sene ücretsiz izin alarak 1952 Mayıs'ında eşi ve en büyük yardımcısı Nedime Aksoy ile Boston'a gider.

"Prof. Dr. Dameshek New England Center Hospital'da Hematoloji klinik ve araştırma laboratuvarının şefi ve kurucusu olarak çalışıyordu. Ayrıca bu hastaneye bağlı Tıp fakültesinde Hematoloji kurslarını yönetiyordu. Bir kaç gün benimle hiç alakadar olmadı. Fakat kısa bir süre sonra hasta vizitinde herkesin önünde 'Siz Türkler Yahudilere kötü davranışlar-



Kardeşi Muammer Aksoy ile...

da bulunmamış ender uluslardan birisiniz' dedi. Bu sözler beni neden kolaylıkla kabul ettiğini gösteriyordu" diyen Aksoy'un laboratuvarındaki dergilerden birinde gördüğü bir yazı, araştırmasını "anti-fetal serum üretimi" üzerine yapmasına neden olur. Bununla Beta-thalassemia ve orak hücre sendromlarında saptanan fetal hemoglobini incelemeyi amaçlar. Deney hayvanı olarak da tavşanları seçer. Önerisini Prof. Dameshek onaylar ve hazırladığı üç projeden biri sonuç verir. Kendisi bu projesini kısaca şöyle anlatıyor:

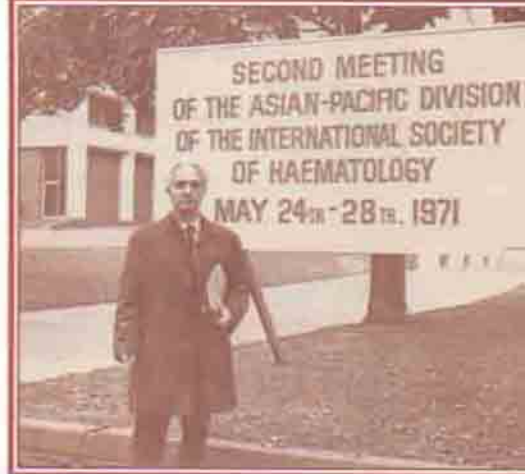
"Doğumdan hemen sonra plasentanın anne tarafındaki göbek kordonu Kocher pensi ile açılır ve içindeki kan oxalatlı steril şişelere aktarılır. Eritrositler en az üç kez yıkandıktan sonra elde edilen eritrosit kümesi, 1 volum ank suyu (steril) ve 0.4 volum toulenule parçalanır.

Bir saat iyice çalkalandıktan sonra 30 dakika 3000 hızla sentrifuz edilir. Oluşan üç tabakadan üstteki ikisi aspiratörle uzaklaştırılır. Berrak bölümü filtre edildikten sonra buzdolabında hemoglobin antijeni olarak saklanır.

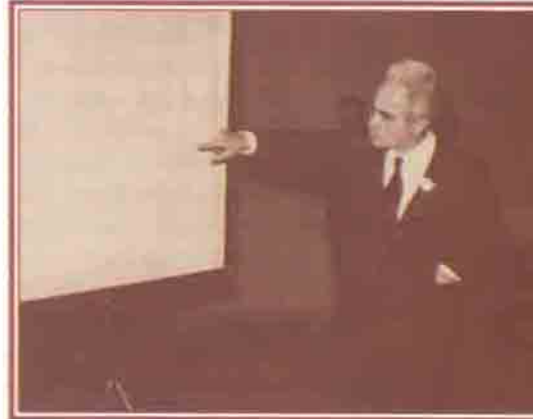
İmmünizasyon Prosedürü: İki kez 15 gün süreyle bu eriyikten 2 cc tavşanların kulak venasına enjekte edildi. Son enjeksiyondan yedi gün sonra deney hayvanlarından kalp punksiyonu ile yeterli kan alındı. Bir saat sallayıcıda (shaker) ile sallandıktan sonra yarım saat 3000 hızda sentrifuz edildi. Oluşan üç tabakadan üstteki ikisi aspirasyon ile uzaklaştırıldı. Berrak hemoglobin bölümü filtre edildikten sonra buz dolabında "hemoglobin antijeni" olarak saklandı. İmmünizasyon için haftada iki kez 15 gün süreyle hemoglobin eriyiği kulak venasından zerk olundu. Enjeksiyonlardan 7 gün sonra, deney hayvanlarından kalp punksiyonu ile yeterli kan aldım. Ürettiğim anti-fetal serumu 6 Mediterranean (Cooley anemisi) anemi olgusunda kullandım. Bu deney olgularındaki alkali ezistan hemoglobinin fetal hemoglobini olduğunu kanıtlıyordu."

Bu araştırma ile ilgili makalesi 1955'de İsviçre'de "Acta Haematologica" dergisinde yayınlandığında uluslararası tıp camiasında büyük yankı yarattı. 1953'de yurda dönerek Mersin'de görevine başladı.

Anadolu'nun küçük bir kentinde başlayan yaşam yolculuğunun durakları...



"Kısa bir süre sonra hastaneye skleraları ikterik bir delikanlı getirdiler. Ben hepatit düşünerek idrar analizi yaptırdım. Aynı zamanda kan formülünde 'orak hücre eritrositleri' vardı. Hemen bunun "orak hücre anemisi" olduğunu anladım. Bir kaç gün sonra yine ikterik ve anemik hastalar tedavi için başvurdular. Bu hastaların hepsi Türkçe'nin yanı sıra Arapça konuşuyorlardı ve ilin Bahçe Mahallesi semtinde oturuyorlardı. Bu topluluk için Mersin ve Adana'da "Arab uşağı" gibi yerinde olmayan bir deyim kullanılıyordu. Arapça konuşmalarına rağmen tam olarak bilinmeyen bir kökenden olmaları akla yakın geliyordu. Büyük Atatürk Hattay krizinde dehasına uygun bir biçimde bu topluma "Eti-Türkü" ismini vermişti. Ben de bu terimi kullanmayı yeğledim. Sonradan bu isim Batı ülkelerinin "orak hücre ile ilgili yayınlarında" aynen kullanıldı. Hemen



hastaneye yatan veya polikliniğe gelen bu toplum bireylerinden başlangıçta "Scriven-Waugh metodu" ile "oraklaşma oranını" tayin ettim. Bu oran %13.3 gibi çok yüksek bir değeri.

Sonuçları içeren bir yazıyı ünlü Lancet dergisine gönderdim. "Sickle cell trait in South Turkey" ismi altında yayımlandı."



1970'de Türk Hematoloji Cemiyeti V. Kongresinde HbS'in Türkiye'de özellikle Eti-Türklerinde yüksek oranda bulunmasının nedenlerini açıklarken, Aksoy'un tarih merakının tıp araştırmalarına nasıl ışık tuttuğunu anlayabiliyoruz. Bu kongrede 19. yüzyılda Mısır hıdivlerinin ve ardından bir çiftçi grubunun Anadolu'nun ortasına kadar geldiğini kendi aralarında evlenmeleri sonucu bazı genlerin çoğaldığını belirten

Aksoy, HbS'in gerek Türklere gerek Eti Türklerine ve Yunanlılara Afrika'dan geçtiğini vurgulamıştır. Kullanılan deyimlerle ilgili olarak da; "Bu tabirler üzerinde politik anlamlar çıkabilecek tartışmalar yapmak doğru değildir. Esasen aşırı milliyetçilik en geri düşünce şeklidir" demektedir.

Bu çalışmalarını değerlendiren Prof. W. Dameshek'in önerisi ile iki kez araştırmaları için toplam 6500

dolarlık yardım alır. Bunlarla, Güney-Doğu Anadolu, Lübnan ve Türkiye'nin diğer bölgelerinde "Anormal Hemoglobinler, talassemik sendromlar ve G-6-fosfat eksikliği ile ilgili" araştırmalar yapar ve bu kan hastalıklarının sıklıklarını tayin eder.

Muzaffer Aksoy 1957'de Beyoğlu İlk Yardım Hastanesine atanır. Burada çalışırken CIOMS'un düzenlediği ilk uluslararası "Anormal Haemoglobinler" sempozyumuna davetli olarak katılarak ve "Türkiye'de Anormal Haemoglobinler" isimli araştırmasına ait bir rapor tebliğ eder. Beyoğlu gibi İstanbul'un eğlence yerlerinin merkezi olan bir bölgede İlk Yardım Hastanesi hekimi olmak, sarhoşlar arasında kavgalarda yaralananlar, hayat kavgaları gibi gecenin davetsiz misafirlerince birkaç kez hastaneye çağrılmak anlamını taşır. Böyle sıkıntılı bir görev sırasında Hollandalı ünlü Prof. Dr. H. P. Jonxis tarafından UNESCO'nun tıp kolu olan CIOMS'un

Araştırma Coşkusu...

Ayhan Çavdar
TUBA Başkanı

Prof. Dr. Muzaffer Aksoy, hematoloji alanında özellikle anormal hemoglobinler, talassemia ve benzer konularında yaptığı araştırmalarla, Türkiye'nin adını uluslararası bilimsel platformlarda en fazla vurgulayan ve öne çıkaran büyük bir bilim adamıdır. Ben Muzaffer hocayı, Amerika'da bulunduğum 1960'lı yıllarda ne zaman kütüphaneye gitsem kan ile ilgili ciddi mecmualarda (örneğin "Blood" gibi) yaptığı İngilizce yayınları görmek suretiyle şahsen tanımadan önce ismen tanıdım. 1961 yılında Amerika'dan döndüğümde ilk iş olarak Türkiye'nin adını bu kadar seçkin bilimsel dergilerde duyuran bilim adamını yakından tanımak isteğiyle kendisini ziyarete gittim. Bu yıllarda İstanbul Üniversitesi'nin nispeten köhne bir hastanesinde, mütevazı bir odada kendisiyle tanışmak fırsatını buldum. Araştırmalarını sürdürdüğü laboratuvarı da odası gibi mütevazı idi. Türkiye'nin pek olumlu olmayan koşullarında bu çapta araştırmalar yapabildiğini bir kere daha takdir ve hayranlıkla karşıladım. Muzaffer hoca her şeyden önce çok iyi bir gözlemciydi. Bugün moleküler düzeyde ispat

edilen talassemia ile ilgili birçok hastalığı veya sendroma önce klinik bir duyarlılıkla yaklaşmış, farklılığı önce hissetmiş ondan sonra da bunu çalışmalarıyla kanıtlamıştı. Multi-disipliner yaklaşıma her zaman açık olmuş ve bu sayede bir klinik araştırmacı olmasına rağmen sonunda moleküler düzeyde çalışmalara da katkıda bulunacak derecede ileri çalışma organizasyonlarını kurmayı başarmıştı.

Eğer yaşam öyküsünü dikkatle okursanız, esasen kendisi Mersin devlet hastanesinde dahiliye hastalıkları uzmanı olarak çalıştığı zaman araştırmaya duyduğu merak ve ilgi nedeniyle "orak hücreli" anemi vakalarını incelemeye başlamıştı. Daha sonra ABD'ye giderek çok iyi bir merkezde çalışmış, araştırma heyecanını ileri ülkelerde elde ettiği deneyim ve gelişmiş teknoloji ile birleştirerek emekli olduktan sonra da devam ettirmiştir. Ben benzer konusunda yaptığı çalışmalarını da büyük takdirle karşılıyorum. Bu konuda çok büyük mücadele yaptığını bizzat tanık oldum. Sağlık Bakanlığı'na sayısız rapor verdi, uluslararası bilim platformlarında konuyu mükerreren tartıştı gibi, Türkiye'nin önemli bir sağlık sorunu halinde olayı çeşitli raporlarla Sağlık Bakanlığı'na sundu ve bu konuda önceleri hiç sonuç alamadı, fakat yılmadı. Muzaffer hoca'dan öğrenilecek diğer bir husus, inandığı ve ispatladığı konularda yılmadan sonuna kadar mücadele edebilmesidir.

Burada onunla ilgili bir anımı nakletmek istiyorum: 1971'de "Asya Pasifik Hematoloji Kongresi" Avustralya'nın Melbourne kentinde yapıldı. Benim kongreye yolladığım iki tebliğimde kabul edilmişti. Fakülte desteğini alacağımı zannediyordum, fakat maalesef alamadım ve telgrafla Avustralya'ya bildirdim. "Avustralya Hematoloji Cemiyeti" büyük bir nezaketle yol paramı karşılayacaklarını ve beni ağırlayacaklarını söyledikleri için arkadan gitmek imkanını buldum. Burada vurgulamak istediğim, üniversitelerin araştırmacılarına öteden beri pek sahip çıkamamasıdır. Orada Türk Hematologlarının en iyi temsilcisi olarak, benden çok evvel gelen değerli hoca Muzaffer Aksoy'la karşılaştım. Nitekim biz çok mütevazı şartlarda orada bir hafta süreyle yaşamak zorunda kaldık ve hiç unutmam Muzaffer hoca'nın Türkiye'den yanında getirdiği küçük çukulataları paylaşıp öğle yemeklerini idare ettik. O toplantının bendeki önemli bir anısı da Avustralya parlamentosunda verilen önemli bir resepsiyonda toplantıya katılan yüzlerce kişi arasında hem bilimsel kimliği itibarıyla hem de bilim adamlarının sözcüsü olarak Muzaffer Hoca'dan bir konuşma rica edilmiş olmasıdır. Tüylerimi ürperten bu konuşma hala aklımdadır. Muzaffer hoca o konuşmada kendinden beklemediği üzere, büyük Atatürk'ün bilime verdiği önemi çok iyi bir şekilde vurgulamış ve hakikaten Türkiye'yi en iyi bir şekilde temsil etmiştir.

(The Council for International Organizations of Medical Sciences) toplantısını organize etme daveti almasını Aksoy, "Batı'nın bilim adamlarını ünvanlarıyla değil, ortaya koydukları bilimsel ürünlerle değerlendirmesinde aramak gerekir" şeklinde değerlendirmektedir. Kendi öğretim deneyiminde objektiflik ilkesini benimsemesini insanları değerlendirirken objektif değerlere sahip olunması gerektiğini vurgulayarak açıklayan Aksoy için bilimsel tarafsızlık, öğretim görevlilerinin vazgeçilmez bir özelliği olmak zorunda. Tarafsızlığa bu kadar önem vermesi, doçentlik sınavını verirken karşılaştığı güçlüklerden kaynaklanıyor. Üç kez doçentlik sınavında İngilizce'den başarısız sayılır. Kopya verdiği adaylar sınavı verir, Muzaffer Bey veremez... Akademik kariyere dışarıdan katılmak isteyenlere karşı takınılan olumsuz tavrı Osmanlı'dan miras "tekkeyi bekleyen, çorbayı içer" anlayışının ürünü olarak değerlendiren Aksoy, çorbayı içmeyi tekkeyi bekleyen birçok kişiden daha fazla hak ettiğini 1959'da Doçentlik sınavını verdikten sonraki akademik çalışmaları ile de kanıtlar. Dekan vekili Prof. Dr. Üveys Maskar'ın jüriyi değiştirip, yeni lisan hocalarını ata-

ması Muzaffer Aksoy'un akademik yaşama kazanılması ile sonuçlanır. İstanbul Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Kliniği'nde eylemli doçent olan Aksoy, Fakülte'de Hematoloji dalını kurar. Araştırmacılığın yanısıra yetiştirdiği değerli öğrencilerle de bilime katkıda bulunmanın yolu böylece açılmış olur. 1974'de "International Istanbul Symposium on Abnormal Haemoglobins and Thalassaemia"yı organize eder.

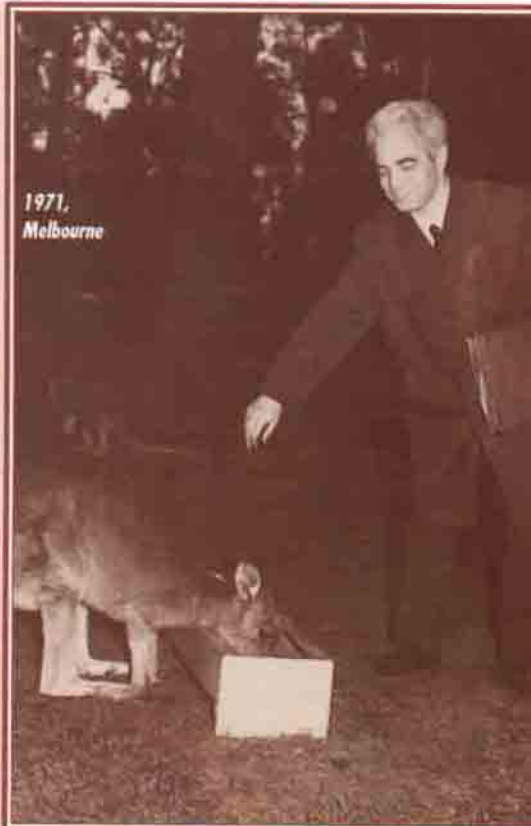
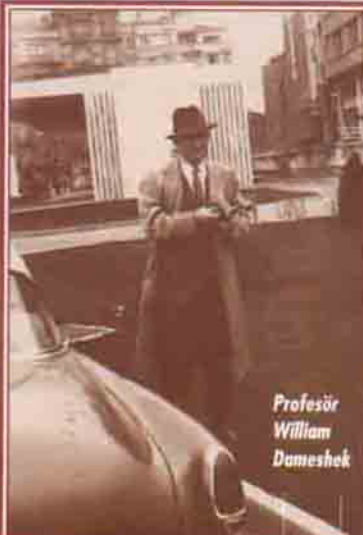
Çalışmaları sonucu bulduğu yeni hemoglobin "Hb İstanbul" adıyla dünya literatürüne geçer.

1960'dan itibaren benzenin sebep olduğu kan hastalıkları ve özellikle lösemi sorunu üzerinde sürdürdüğü çalışmalarının sonuçlarını birçok batı

ülkesi dergisinde yayınlar. Yazımızın başında da belirttiğimiz gibi 1974'de ünlü "Blood" dergisinde çıkan "Leukemia in shoeworkers exposed chronically to benzene" adlı makalesi ile ABD'de bu kimyasal maddenin yasal değerinin 1 ppm'e düşürülmesine neden olur.

1987'de ABD'nin ünlü yayınevlerinden CRC Press Muzaffer Aksoy'dan benzenin karsinogenesiti ile ilgili bir kitap yazmasını ister.

1988'de "CRC Benzene Carcinogene City" başlığıyla, Muzaffer Aksoy adına yayınlanır. 158 sayfa olarak hazırlanan bu yapıtın 100 sayfalık kısmını Muzaffer Aksoy, diğer bölümleri M. Ikada, T., T. Okino, C. A. Synder tamamlar.





1943

Atatürk Zamanının İnsanları

1986'da emekli olan Muzaffer Aksoy, yaşamı boyunca en büyük yardımcısı olan eşi Nedime Aksoy ile İstanbul'da yaşamaktadır. Nedi-

Sevgili Hocam

Turhan Akgün
İÜ Tıp Fakültesi
Muzaffer Aksoy'un Eski Baş Asistanı

Aziz Hoca, çok değerli bilim adamı, iyi bir hekim ve üstün vasıfları haiz bu büyük insanı tanımam 1956-1957 yıllarına rastlar. Refahiye'de Hükümet tabibi olarak çalıştığım sırada altı ay yolları kardan kapanan bu küçük kasabada, elimden geldiği kadar tıbbi yayınları takip etmeye çalışırdım. Bu yayınlar arasında en çok, Mersin Devlet Hastanesi'nin Dahiliye Mütchassısı Muzaffer Aksoy isimli bir hekim yayınları ve çalışmalarıyla dikkatimi çekmişti. O günlerde o'nun gibi bir hekimin yanında ihtisas yapmayı ve hekimliği ilerletmeyi hayal ederdim. 1962'de İstanbul Tıp Fakültesi 2. İç Hastalıkları Kliniği'nde idealim olan asistanlığı elde ettiğim sıralarda hematoloji koğuşunda, o sıralarda baş asistan olan Prof. Dr. Şakir Erdem'le ihtisas çalışmalarını sürdürüyordum. Yeni bir Doçentin Kliniğe geldiği duyduk. Birgün sabah viziti sırasında Arif Hoca Doçent Muzaffer Aksoy'u bizlerle tanıştırdı. Artık bütün gücümüzle o'nun huzuna ayak uydurabilmeye çalışıyorduk. Birinci koğuşa yatan hastaları hazırlamak ve hocalarımıza mahcup olmamak için gece geç saatlere kadar hastanede kalmanın bize ağır gelmesi bir yana, büyük bir zevk veriyordu. Çalışmalarımızı daima takdirle karşılar ve teşvik ederdi.

1962'nin soğuk bir kış gecesi nöbetteydim. Geç saatlerde epistaksisli 12-13 yaşlarında bir kanamalı bir çocuk babasının sırtında acile gelmişti. Hastayı bizim Hematoloji koğuşuna yatırdım. Kulak Burun Boğaz Kliniği ile temas kurduk, kanamayı durdurduk. Meğerse Müslim Bülbül isimli bu çocuk 5-6 defa bizim koğuşa yatmış, sebebi tesbit edilemeyen aplastik anemi teşhisi ile taburcu ol-

muş. Müşahadesini alırken ne iş yaptığını sordum, terlikçi olduğunu söyledi. Bu hadiseden 1-2 gün önce eşime aldığım ciciili bicili terlikleri nasıl yaptıklarını sordum. "Ben yapmıyorum yalnız altlarını yapıstırıyorum" deyince kafamda bir şimşek çaktığını şu anda dahi hatırlıyorum. "Evladım, sen bunları solusyonla mı yapıstırıyorsun?" sualimi olumlu cevaplayınca, bunun benzole bağlı aplastik anemi vak'ası olduğunu anladım. Hemen bir yoki mya laboratuvarına koştum. Laboratuvar Şefimiz Dr. Muzaffer Öner'den biraz benzol istedim. Tüp içine aldığım benzolu çocuğun burnuna dayadım. "Bu kokulu ilaçla mı yapıstırıyorsun?" diye sordum. "Evet" deyince, orta okulda bisikletimin lastiğini tamir için yaptığım benzol kauçuk solusyonu bu defa karşıma aplastik aneminin sebepleri arasındaki benzol entoksikasyonu olarak ve Müslim Bülbül olarak çıktığını anladım. Sabah vizitinde Muzaffer Bey Hocama Müslim Bülbül'ün benzole bağlı aplastik anemi vak'ası olduğunu söyleyip izah ettiğimde, o zeka fıskıran gözlerini bana çevirip sarılmasını hiç unutmuyorum. Bu dakikayı hayatımın en mutlu anlarından biri olarak halen hatırlarım. Beni elimden tuttuğu gibi Arif hocamızın yanına götürdü ve Müslim Bülbül'ün aplastik anemisinin sebebini bulduğumu söyleyerek beni hocama karşı onore etti.

Hoca olarak öğretmeyi ve çalıştırmayı çok iyi bilen bir hocaydı. Çalışma huzuna yetiştirebilmek için enerjimizi sonuna kadar harcıyorduk. O'ndan iyi bir hekim, insan bir hekim olmanın sırlarını öğreniyorduk. Kendisi son derece mütevaziydi. Sabahın kör karanlığında Teşvikiye'deki evinden hastaneye gelecek vasıta bulamadığı günler çöp kamyonunda bizlerden daha erken saatlerde hastahaneye geldiği çok oluyordu.

Hekim hasta ilişkilerinde bizlere çok güzel örnekler sunuyordu. Hekimlikten para ka-

zanmayı hiç mi hiç bilmezdi, para aklının ucundan geçmezdi. Öğrencilerine karşı daima bir baba gibiydi. İmtihanlarda teori yanısıra hayatta çok lazım olacak can kurtaracak pratik sualleri sorar, bilmezlerse sınav odasında dahi onlara cevabı öğretmek için çırpınırdı.

Çok iyi bir aile babası, çok yüksek kalitede kâmil bir insandı. Eşi ve çocukları ile sürdürdüğü mazbut aile hayatı bizlere daima örnek olmuştur.

Muzaffer hoca Türkiye'de olduğu kadar, dünyada da tanınıyordu. 1976'da hem çalışmak hem de görmek maksadıyla Almanya'ya gittim. Düsseldorf'ta Kırım Türklerinden bir doktor arkadaşla fikrimi açtım. Çalışmamın mümkün olabileceğini, klinik şefi ile beni tanıştırmamı gerektiğini söyledi. Ertesi gün beni muayenehanesine götürdü. Az sonra şefi geldi, oturup sohbet etmeye başladık. O sırada kapı çaldı ve Tatar simalı bir hanım hasta geldi. Arkadaşım, hastayı benim muayene edip edemeyeceğimi sordu. Hastayı muayene ederken çok hafif mongoloide bir simaya sahip olduğunu fark ettim. Çok hafif bir palpabl K. C. ve dalağı vardı. Doktor arkadaşla dönerek "şunun bir eritrosit morfolojisini görsek iyi olur" dediğimi Alman hocaya tercüme etti. Hoca gözlerini iri iri açarak ne düşündüğümü, ve ne için istediğimi sordu. Hastanın bir thalassemia olabileceğini düşündüğümü söyleyince bana nereden mezun olduğum, nerede ihtisas yaptığım, hocalarımın kim olduğu şeklinde bir sürü soru sordu. Kendisine Prof. Dr. Muzaffer Aksoy'un hocalarım arasında olduğunu söyleyince bana kliniklerinin kapılarının açık olduğunu, Muzaffer beyi çok yakından takip ve takdir ettiğini, onun asistanının yanında çalışmasından memnun olacağını ve istersem hemen işe başlayabileceğimi ısrarla söyledi. O'nun öğrencisi olmaktan her zaman onur duyudum...

Sevgili Hocam,

Sizden iyi bir insan, iyi bir hekim olmanın sırlarını öğrendik.

Sizi daima saygı ve şükranla anıyoruz...

me hanım 28 Eylül'de 52 yılını dolduran evlilikleri süresince her yıl düzenlenen kongrelere Muzaffer Bey ile beraber katılmış, çocuklarını zaman zaman ihmal etme pahasına eşine destek olmuştur... 1952'de ABD'ye ilk gi-

dişlerinde ücretsiz izinli olmanın yarattığı maddi zorlukları birlikte göğüslemişler. Öyle ki, saç traşı ABD'de hayli pahalı olduğundan Dameshek'in "ufak bir ameliyat geçirmişe benziyorsunuz" şakalarına Muzaffer Bey'i maruz bırakmak pahasına Nedime hanım eşinin saçlarını kesme işini de üstlenmiş!..

Kendisi bu sıkıntıları, "Atatürk zamanının insanlarıyız. Bu nedenle bizler paradan çok, bilimin kendisi ile uğraşmayı tercih ettik" diye açıklıyor.

Emekli olduktan sonra da bilimsel çalışmalarını sürdüren Aksoy genç araştırmacıları yönlendirmeye

ve desteklemeye devam ediyor. Bilim çevrelerinde alçak gönüllü, dost canlısı ve sanat sever bir kişi olarak ayrıcalıklı bir yeri olan Muzaffer Aksoy, Atatürk'ün Cumhuriyeti kurduğu yılların havasını solumuştur... Cumhuriyet kuşağının tüm temsilcileri gibi o da Atatürk'ün bilimsel ve demokratik ilkelerine sonuna kadar sadık kalmış ve kendi yaşamını gelecek kuşaklar için örnek kılmış... Muzaffer Aksoy idealist ve öncü kişiliği ile seçkin bir bilim adamı olarak olduğu kadar, müşfik bir hekim olarak da tıp tarihinde yerini almış. Lösemiden ölen bir hastasının eşi yazdığı şiirde onu şöyle tanımlıyor.



Prm. Hematoloji Kongresi



Kyoto, Hematoloji Kongresi

"Milyonları kazanmak istese işten değil, / O bilime sevgiye vermiş kendini / Her hastaya gönülden aynı ilgi, aynı ihtimam / Ne geçmişte ne şimdi görmedim benzerini."

Türk Hematoloji Derneği'nin kurucularından ve onursal üyelerinden olan Aksoy'un Tıp dalında TÜBİTAK ödülü, Sedat Simavi, Eczacıbaşı ve Devlet Ödüllerinin yanı sıra toksik hemopitiler alanındaki çalışmaları ile de iş hastalıkları ve işçi sağlığı Ramazini Bilimsel Onur Ödülü vardır.

Sayıları 150'yi bulan yayınları ile bilim dünyasına katkıda bulunan Aksoy'un 75. doğum yıldönümü sebebiyle 1990'da onuruna bir sempozyum düzenlenmiştir.

Muzaffer Aksoy haftada bir Esnaf Hastanesi'ne ve Çapa Hastanesi'ne giderek pratik olarak hâlâ doktorluğa devam ediyor. "Ben doktorluğun bir menfaat kapısı haline gelmesine katiyen taraftar değilim. Bu meslek belki de para üzerine kurulamayacak tek meslektir. Doktorlukla bakkallık aynı olmamalı. Bu zihniyete kesinlikle son verilmesi gerekir. Ben doktorlukta liberalizm kurallarını kabul etmiyorum" diyerek sözlerini bağlayan Aksoy, Hippokrat yemini-ne bağlı kalmış hekimlerimizden biri. O'nu saygıyla selamlıyoruz...

Bu yazının hazırlanmasında bizden yardımlarını esirgemeyen Sn. Ayhan Cavidar'a, Sn. Turhan Akgün'e, Sn. Çiğdem Altay'a, Sn. Muzaffer Aksoy ve eşi Sn. Nedime Aksoy'a teşekkür ederiz...

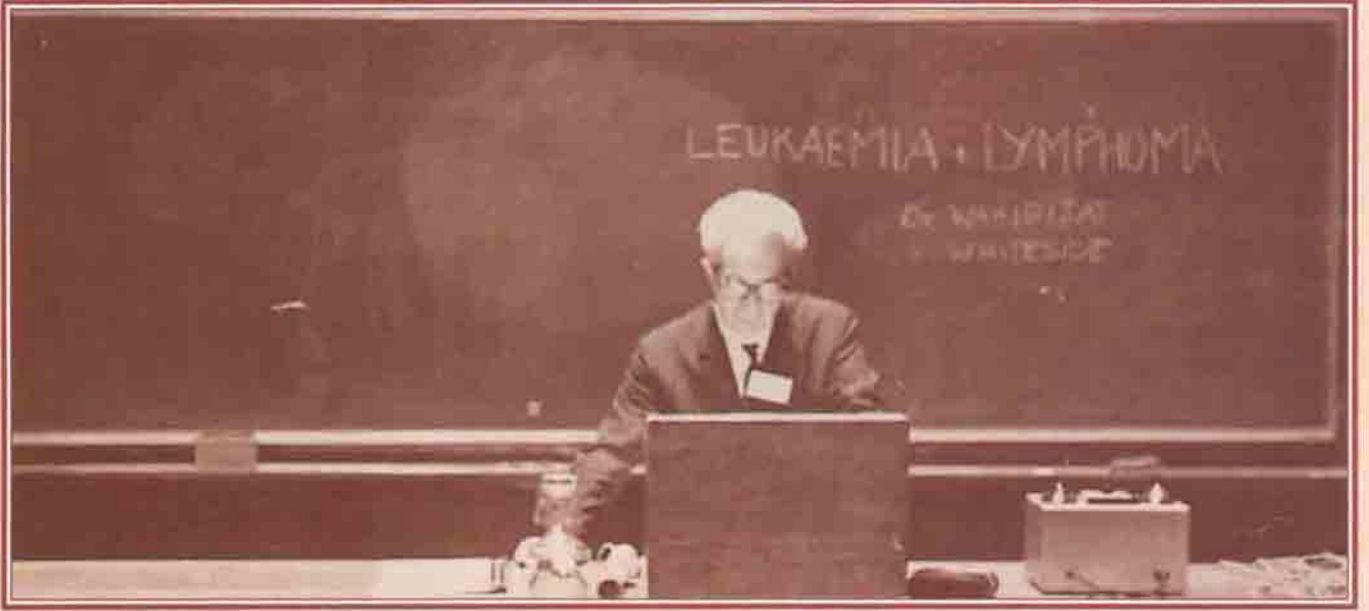
Fusun Oralalp



1984, emeklilik töreni



Lösemi'de Umut Işığı Türk Hekimi



Muzaffer Aksoy

Çalışmaları dünya çapında yankı uyandıran Türk hekimi Muzaffer Aksoy'un eserleri kendi yurdunda sağır bir kitleye sesleniyor. Benzen'in kesin olarak lösemiye yol açtığını kanıtlaması ve anormal hemoglobiner konusundaki çalışmaları ile uluslararası tıp literatürüne geçen Aksoy, her bilim adamı gibi araştırmalarından kendi ülusunun yararlandığını görmek istiyor.

“**B**İR maddenin kanserojen olup olmadığını belirlemenin yöntemlerinden biri hayvan deneyleridir. Ancak benzen'in hayvanlarda lösemi yaptığı deneyle kanıtlanamamıştır. Ben de araştırmalarımda istatistiki yöntemlere başvurdum. Bir maddeyi kullanan ve kullanmayan topluluklar arasında kanser sıklığı bakımından bir fark varsa, bu maddenin kanserojen olduğu iddia edilebilir.” Bu anlayışla çalışmalarını sürdüren Aksoy'un, dikkatini benzen'in kanserojen etkisi üzerinde yoğunlaştırmasına neden olan olaylar, 1960'lı yıllarda bu maddenin kullanımının yaygınlaşmasından yaklaşık 5-6 yıl sonra kan

hastalıklarının ortaya çıkması ile başlamış. Ancak yaşamını bilime adanmış ve gündelik yaşama araştırma coşkusu ile bakabilen bir bilim adamının görebileceği ayrıntıları değerlendirerek, 30-650 ppm oranında benzen içeren kauçuk, lastik boya ve organik çözeltilerin kullanımından birkaç yıl sonra apilastik anemi ve akut lösemi görülmeye başladığını belirlemiş. Kan kanseri ile benzen arasındaki ilişkiyi bulmasına, Türkiye'de kunduracılar kan kanserine yakalananların fazlalığına, ayakkabı yapıştırıcılarında bulunan benzenin neden olduğunu farketmesi yolaçmış. Terlikçi ve ayakkabıcılar ile yaptığı istatistiki çalışmanın sonuçlarını 1974'de ABD'de yayınlanan “Blood” dergisinde değerlendirmiş.



Bu makalenin yayınlanmasından üç yıl sonra ABD Çalışma Bakanlığı bilimsel bir dava açar. Muzaffer Aksoy mahkemeye birinci tanık olarak çağrılır. Benzen kullananlarla kul-

lanmayanlar arasında rastlanan kanser sıklığını istatistiki değerlerle ifade ettiği makalesini mahkemeye sunar. Davanın açılmasına sebep olan bu makale mahkemede incelenir ve İş Güvenliği ve Sağlığı Yönetmeliği'nde sekiz saatlik çalışma süresi içinde maruz kalınacak benzen miktarı 10'dan 1 ppm'e düşürülür. Yüksek Mahkeme kararı onaylamayınca oran aynı kalır. Ancak 1980 yılında geri alınan bu karar, 7 yıl sonra yürürlüğe girer ve oran 1 ppm'e düşürülür.

"Benzen'in 10-20 ppm arası değeri kan kanseri risk sınırındır. 1 ppm'lik benzen ise ağaçlarda ve değişik bitkilerde de bulunmaktadır. Acıdır ki Türkiye'de, bu mücadelede en büyük ve önemli rolü oynamış olan benim memleketimde, benzenin yasal değeri 20 ppm'dir. 1973'den beri mücadele etmeme rağmen ne Sağlık, ne Çalışma Bakanlığı bu değeri 1 ppm'e düşürme-

di". Muzaffer Aksoy, resmi makamların bu ilgisizliğini vurgulamakla beraber, 'Türkiye'de bu değerlerin belirlenmesinin yasal denetimlerin gevşekliği sebebiyle çok anlamlı olmadığını da sözlerine ekliyor. 1970 yılında İstanbul Tıp Fakültesi'nin Monografi serisinden çıkan, Benzen (Benzol) Zehirlenmesi ve Hematopoietik Sisteme Etkileri başlıklı kitabın önsözünde "1961 senesinden beri İstanbul'da ve Türkiye'de kronik benzen zehirlenmesine bağlı bir kısmı fatal sonuçlanan aplastik anemi ve tek tük akut lösemi vakaları tesbit edilmiştir. Bütün uyarılara rağmen ilgililer korunma tedbirleri almadıklarından benzen kurbanları sürekli olarak artmaktadır" diyen Aksoy, son yıllarda az da olsa teselli bulmuş. Kendi ifadesiyle devletin yapmadığını ayakkabıcılar, boyacılar yapmaya başlamış; artık benzen yerine başka maddeler kullanarak kendilerini lösemiden korumaya çalışıyorlarmış!..

CRC

BENZENE
CARCINOGENICITY

Muzaffer Aksoy



İstanbul Lisesi'nden arkadaşı Zeki ile



1931, Arziyat Dersi



*1940,
İstanbul Tıp Fakültesi
mezuniyet konuşması*



1953, Yılıbaşı Kanada



1940, Dahiliye Tedavi Kliniği

Bütün Mesele Gerçekten Büyük Olmaktır!

Demokrasi şehidi, aydın insan Prof. Muammer Aksoy'un iki yaş büyük ağabeyi olan Muzaffer Aksoy 1915'de Antalya'da avukat ve sonra da milletvekili olan Numan Aksoy ve eşi Nadire hanımın yaşayan ilk çocuğudur.

Üniversiteye kadar aynı sınıfta okuyan iki kardeşin birbirleri üzerindeki etkisi ömür boyu sürer. Muammer'in ağabeyine aşıladığı klasik müzik zevki o'nda çok sesli müziğe hala süren bir tutku yaratır.

Albümündeki fotoğraflar arasına not ettiği Beethoven'e ait şu sözler her ikisinin yaşam felsefesini özetler: "İnsanlar arasında iyilikten başka büyük birşey tanımıyorum. Bütün mesele büyük görünmek değil, gerçekten büyük olmaktır. Gerçek büyük; muhitinin çamuru içinden hiç bir "pislik" almadan yükselen adamdır."

Sert yapılı bir insan olan Numan Bey, çocuklarının hangi dallarda eğitim görebileceğini onlara sormadan belirlemiştir bile: Tıp, hukuk ya da mühendislik. Kardeşi hukuk okumayı seçen, matematiği kendisine sevdirmeyen eğitim sisteminden ötürü de mühendisliği düşünmeyen Muzaffer için tek seçenek kalır: Tıp tahsili... Oysa tarihe olan merakı bugüne

kadar taze kalan Muzaffer Bey'in gönlü, tarih okumaktadır. Ancak babasına bu isteğinden bahsetmeyi bile düşünmez. Önceleri ilaç içer gibi çalıştığı derslerle dolu tıp eğitiminden, klinikler başlayınca zevk almaya başlar. 1940'da İstanbul Tıp Fakültesi'nden mezun olur. İki kez askerlik yapar. Deniz ve Kara Kuvvetlerinde tamamladığı dört yıllık vatani görevden sonra Vakıf Guraba Hastanesi'ne İç Hastalıkları Kliniği'nde Prof. Dr. E. Frank ve Prof Dr. Arif İsmet Çetingil'in yanında İç Hastalıkları Uzmanı olur. 1947'de Mersin Devlet Hastanesi'nde uzman doktor olarak atanır. 1957'ye kadar bu görevine devam eder. 1952'de hematoloji'de uzmanlık için ABD'ye gitmeye karar verir. Boston'da "Blood" dergisinin kurucusu ve baş yazarı olan ünlü Prof. Dr. William Dameshek'in klinik ve laboratuvarı bu amaç için en uygun yerdir. O yıllarda Sağlık Bakanlığı olan Ekrem Hayri Üstündağ, Muzaffer Bey'in isteğini olumlu karşılar. Bir sene ücretsiz izin alarak 1952 Mayıs'ında eşi ve en büyük yardımcısı Nedime Aksoy ile Boston'a gider.

"Prof. Dr. Dameshek New England Center Hospital'da Hematoloji klinik ve araştırma laboratuvarının şefi ve kurucusu olarak çalışıyordu. Ayrıca bu hastaneye bağlı Tıp fakültesinde Hematoloji kurslarını yönetiyordu. Bir kaç gün benimle hiç alakadar olmadı. Fakat kısa bir süre sonra hasta vizitinde herkesin önünde 'Siz Türkler Yahudilere kötü davranışlar-



Kardeşi Muammer Aksoy ile...

da bulunmamış ender uluslardan birisiniz' dedi. Bu sözler beni neden kolaylıkla kabul ettiğini gösteriyordu" diyen Aksoy'un laboratuvarındaki dergilerden birinde gördüğü bir yazı, araştırmasını "anti-fetal serum üretimi" üzerine yapmasına neden olur. Bununla Beta-thalassemia ve orak hücre sendromlarında saptanan fetal hemoglobini incelemeyi amaçlar. Deney hayvanı olarak da tavşanları seçer. Önerisini Prof. Dameshek onaylar ve hazırladığı üç projeden biri sonuç verir. Kendisi bu projesini kısaca şöyle anlatıyor:

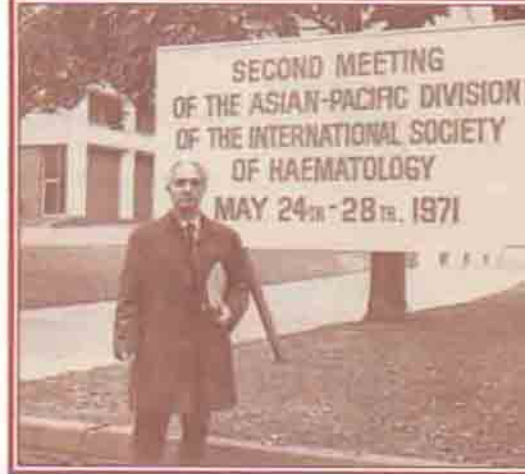
"Doğumdan hemen sonra plasentanın anne tarafındaki göbek kordonu Kocher pensi ile açılır ve içindeki kan oxalatlı steril şişelere aktarılır. Eritrositler en az üç kez yıkandıktan sonra elde edilen eritrosit kümesi, 1 volum ank suyu (steril) ve 0.4 volum toulenule parçalanır.

Bir saat iyice çalkalandıktan sonra 30 dakika 3000 hızla sentrifuz edilir. Oluşan üç tabakadan üstteki ikisi aspiratörle uzaklaştırılır. Berrak bölümü filtre edildikten sonra buzdolabında hemoglobin antijeni olarak saklanır.

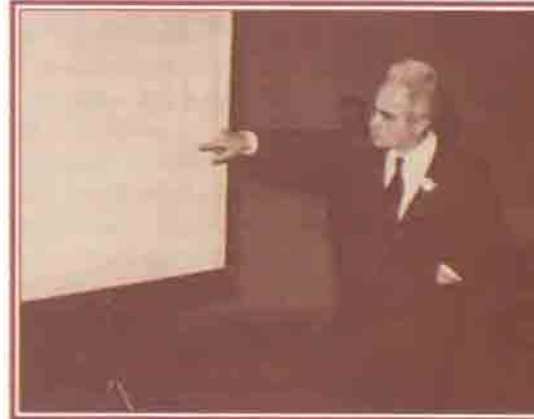
İmmünizasyon Prosedürü: İki kez 15 gün süreyle bu eriyikten 2 cc tavşanların kulak venasına enjekte edildi. Son enjeksiyondan yedi gün sonra deney hayvanlarından kalp punksiyonu ile yeterli kan alındı. Bir saat sallayıcıda (shaker) ile sallandıktan sonra yarım saat 3000 hızda sentrifuz edildi. Oluşan üç tabakadan üstteki ikisi aspirasyon ile uzaklaştırıldı. Berrak hemoglobin bölümü filtre edildikten sonra buz dolabında "hemoglobin antijeni" olarak saklandı. İmmünizasyon için haftada iki kez 15 gün süreyle hemoglobin eriyiği kulak venasından zerk olundu. Enjeksiyonlardan 7 gün sonra, deney hayvanlarından kalp punksiyonu ile yeterli kan aldım. Ürettiğim anti-fetal serumu 6 Mediterranean (Cooley anemisi) anemi olgusunda kullandım. Bu deney olgularındaki alkali ezistan hemoglobinin fetal hemoglobini olduğunu kanıtlıyordu."

Bu araştırma ile ilgili makalesi 1955'de İsviçre'de "Acta Haematologica" dergisinde yayınlandığında uluslararası tıp camiasında büyük yankı yarattı. 1953'de yurda dönerek Mersin'de görevine başladı.

Anadolu'nun küçük bir kentinde başlayan yaşam yolculuğunun durakları...



"Kısa bir süre sonra hastaneye skleraları ikterik bir delikanlı getirdiler. Ben hepatit düşünerek idrar analizi yaptırdım. Aynı zamanda kan formülünde 'orak hücre eritrositleri' vardı. Hemen bunun "orak hücre anemisi" olduğunu anladım. Bir kaç gün sonra yine ikterik ve anemik hastalar tedavi için başvurdular. Bu hastaların hepsi Türkçe'nin yanı sıra Arapça konuşuyorlardı ve ilin Bahçe Mahallesi semtinde oturuyorlardı. Bu topluluk için Mersin ve Adana'da "Arab uşağı" gibi yerinde olmayan bir deyim kullanılıyordu. Arapça konuşmalarına rağmen tam olarak bilinmeyen bir kökenden olmaları akla yakın geliyordu. Büyük Atatürk Hattay krizinde dehasına uygun bir biçimde bu topluma "Eti-Türkü" ismini vermişti. Ben de bu terimi kullanmayı yeğledim. Sonradan bu isim Batı ülkelerinin "orak hücre ile ilgili yayınlarında" aynen kullanıldı. Hemen



hastaneye yatan veya polikliniğe gelen bu toplum bireylerinden başlangıçta "Scriven-Waugh metodu" ile "oraklaşma oranını" tayin ettim. Bu oran %13.3 gibi çok yüksek bir değeri.

Sonuçları içeren bir yazıyı ünlü Lancet dergisine gönderdim. "Sickle cell trait in South Turkey" ismi altında yayımlandı."



1970'de Türk Hematoloji Cemiyeti V. Kongresinde HbS'in Türkiye'de özellikle Eti-Türklerinde yüksek oranda bulunmasının nedenlerini açıklarken, Aksoy'un tarih merakının tıp araştırmalarına nasıl ışık tuttuğunu anlayabiliyoruz. Bu kongrede 19. yüzyılda Mısır hıdivlerinin ve ardından bir çiftçi grubunun Anadolu'nun ortasına kadar geldiğini kendi aralarında evlenmeleri sonucu bazı genlerin çoğaldığını belirten

Aksoy, HbS'in gerek Türklere gerek Eti Türklerine ve Yunanlılara Afrika'dan geçtiğini vurgulamıştır. Kullanılan deyimlerle ilgili olarak da; "Bu tabirler üzerinde politik anlamlar çıkabilecek tartışmalar yapmak doğru değildir. Esasen aşırı milliyetçilik en geri düşünce şeklidir" demektedir.

Bu çalışmalarını değerlendiren Prof. W. Dameshek'in önerisi ile iki kez araştırmaları için toplam 6500

dolarlık yardım alır. Bunlarla, Güney-Doğu Anadolu, Lübnan ve Türkiye'nin diğer bölgelerinde "Anormal Hemoglobinler, talassemik sendromlar ve G-6-fosfat eksikliği ile ilgili" araştırmalar yapar ve bu kan hastalıklarının sıklıklarını tayin eder.

Muzaffer Aksoy 1957'de Beyoğlu İlk Yardım Hastanesine atanır. Burada çalışırken CIOMS'un düzenlediği ilk uluslararası "Anormal Haemoglobinler" sempozyumuna davetli olarak katılarak ve "Türkiye'de Anormal Haemoglobinler" isimli araştırmasına ait bir rapor tebliğ eder. Beyoğlu gibi İstanbul'un eğlence yerlerinin merkezi olan bir bölgede İlk Yardım Hastanesi hekimi olmak, sarhoşlar arasında kavgalarda yaralananlar, hayat kavgaları gibi gecenin davetsiz misafirlerince birkaç kez hastaneye çağrılmak anlamını taşır. Böyle sıkıntılı bir görev sırasında Hollandalı ünlü Prof. Dr. H. P. Jonxis tarafından UNESCO'nun tıp kolu olan CIOMS'un

Araştırma Coşkusu...

Ayhan Çavdar
TUBA Başkanı

Prof. Dr. Muzaffer Aksoy, hematoloji alanında özellikle anormal hemoglobinler, talassemia ve benzer konularında yaptığı araştırmalarla, Türkiye'nin adını uluslararası bilimsel platformlarda en fazla vurgulayan ve öne çıkaran büyük bir bilim adamıdır. Ben Muzaffer hocayı, Amerika'da bulunduğum 1960'lı yıllarda ne zaman kütüphaneye gitsem kan ile ilgili ciddi mecmualarda (örneğin "Blood" gibi) yaptığı İngilizce yayınları görmek suretiyle şahsen tanımadan önce ismen tanıdım. 1961 yılında Amerika'dan döndüğümde ilk iş olarak Türkiye'nin adını bu kadar seçkin bilimsel dergilerde duyuran bilim adamını yakından tanımak isteğiyle kendisini ziyarete gittim. Bu yıllarda İstanbul Üniversitesi'nin nispeten köhne bir hastanesinde, mütevazı bir odada kendisiyle tanışmak fırsatını buldum. Araştırmalarını sürdürdüğü laboratuvarı da odası gibi mütevazı idi. Türkiye'nin pek olumlu olmayan koşullarında bu çapta araştırmalar yapabildiğini bir kere daha takdir ve hayranlıkla karşıladım. Muzaffer hoca her şeyden önce çok iyi bir gözlemciydi. Bugün moleküler düzeyde ispat

edilen talassemia ile ilgili birçok hastalığı veya sendroma önce klinik bir duyarlılıkla yaklaşmış, farklılığı önce hissetmiş ondan sonra da bunu çalışmalarıyla kanıtlamıştı. Multi-disipliner yaklaşıma her zaman açık olmuş ve bu sayede bir klinik araştırmacı olmasına rağmen sonunda moleküler düzeyde çalışmalara da katkıda bulunacak derecede ileri çalışma organizasyonlarını kurmayı başarmıştı.

Eğer yaşam öyküsünü dikkatle okursanız, esasen kendisi Mersin devlet hastanesinde dahiliye hastalıkları uzmanı olarak çalıştığı zaman araştırmaya duyduğu merak ve ilgi nedeniyle "orak hücreli" anemi vakalarını incelemeye başlamıştır. Daha sonra ABD'ye giderek çok iyi bir merkezde çalışmış, araştırma heyecanını ileri ülkelerde elde ettiği deneyim ve gelişmiş teknoloji ile birleştirerek emekli olduktan sonra da devam ettirmiştir. Ben benzer konusunda yaptığı çalışmalarını da büyük takdirle karşılıyorum. Bu konuda çok büyük mücadele yaptığını bizzat tanık oldum. Sağlık Bakanlığı'na sayısız rapor verdi, uluslararası bilim platformlarında konuyu mükerreren tartıştı gibi, Türkiye'nin önemli bir sağlık sorunu halinde olayı çeşitli raporlarla Sağlık Bakanlığı'na sundu ve bu konuda önceleri hiç sonuç alamadı, fakat yılmadı. Muzaffer hoca'dan öğrenilecek diğer bir husus, inandığı ve ispatladığı konularda yılmadan sonuna kadar mücadele edebilmesidir.

Burada onunla ilgili bir anımı nakletmek istiyorum: 1971'de "Asya Pasifik Hematoloji Kongresi" Avustralya'nın Melbourne kentinde yapıldı. Benim kongreye yolladığım iki tebliğimde kabul edilmişti. Fakülte desteğini alacağımı zannediyordum, fakat maalesef alamadım ve telgrafla Avustralya'ya bildirdim. "Avustralya Hematoloji Cemiyeti" büyük bir nezaketle yol paramı karşılayacaklarını ve beni ağırlayacaklarını söyledikleri için arkadan gitmek imkanını buldum. Burada vurgulamak istediğim, üniversitelerin araştırmalarına öteden beri pek sahip çıkamamasıdır. Orada Türk Hematologlarının en iyi temsilcisi olarak, benden çok evvel gelen değerli hoca Muzaffer Aksoy'la karşılaştım. Nitekim biz çok mütevazı şartlarda orada bir hafta süreyle yaşamak zorunda kaldık ve hiç unutmam Muzaffer hoca'nın Türkiye'den yanında getirdiği küçük çukulataları paylaşarak öğle yemeklerini idare ettik. O toplantının bendeki önemli bir anısı da Avustralya parlamentosunda verilen önemli bir resepsiyonda toplantıya katılan yüzlerce kişi arasında hem bilimsel kimliği itibarıyla hem de bilim adamlarının sözcüsü olarak Muzaffer Hoca'dan bir konuşma rica edilmiş olmasıdır. Tüylerimi ürperten bu konuşma hala aklımdadır. Muzaffer hoca o konuşmada kendinden beklemediği üzere, büyük Atatürk'ün bilime verdiği önemi çok iyi bir şekilde vurgulamış ve hakikaten Türkiye'yi en iyi bir şekilde temsil etmiştir.

(The Council for International Organizations of Medical Sciences) toplantısını organize etme daveti almasını Aksoy, "Batı'nın bilim adamlarını ünvanlarıyla değil, ortaya koydukları bilimsel ürünlerle değerlendirmesinde aramak gerekir" şeklinde değerlendirmektedir. Kendi öğretim deneyiminde objektiflik ilkesini benimsemesini insanları değerlendirirken objektif değerlere sahip olunması gerektiğini vurgulayarak açıklayan Aksoy için bilimsel tarafsızlık, öğretim görevlilerinin vazgeçilmez bir özelliği olmak zorunda. Tarafsızlığa bu kadar önem vermesi, doçentlik sınavını verirken karşılaştığı güçlüklerden kaynaklanıyor. Üç kez doçentlik sınavında İngilizce'den başarısız sayılır. Kopya verdiği adaylar sınavı verir, Muzaffer Bey veremez... Akademik kariyere dışarıdan katılmak isteyenlere karşı takınılan olumsuz tavrı Osmanlı'dan miras "tekkeyi bekleyen, çorbayı içer" anlayışının ürünü olarak değerlendiren Aksoy, çorbayı içmeyi tekkeyi bekleyen birçok kişiden daha fazla hak ettiğini 1959'da Doçentlik sınavını verdikten sonraki akademik çalışmaları ile de kanıtlar. Dekan vekili Prof. Dr. Üveys Maskar'ın jüriyi değiştirip, yeni lisan hocalarını ata-

ması Muzaffer Aksoy'un akademik yaşama kazanılması ile sonuçlanır. İstanbul Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Kliniği'nde eylemli doçent olan Aksoy, Fakülte'de Hematoloji dalını kurar. Araştırmacılığın yanısıra yetiştirdiği değerli öğrencilerle de bilime katkıda bulunmanın yolu böylece açılmış olur. 1974'de "International Istanbul Symposium on Abnormal Haemoglobins and Thalassaemia"yı organize eder.

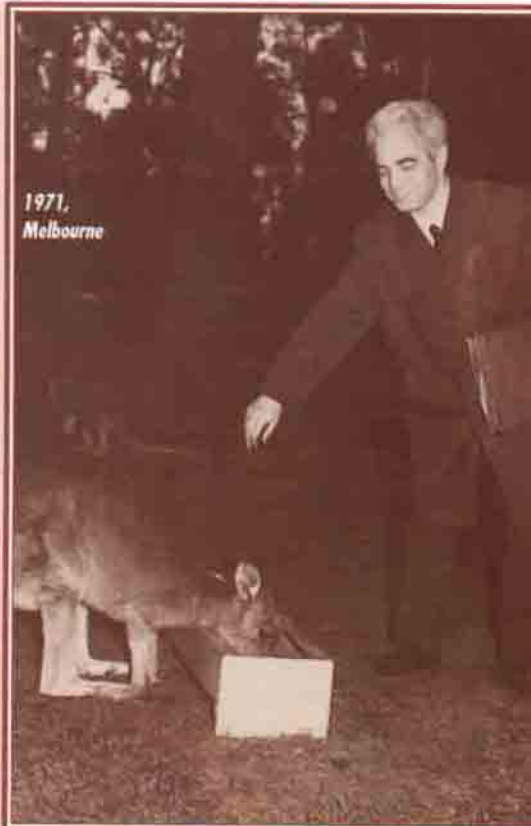
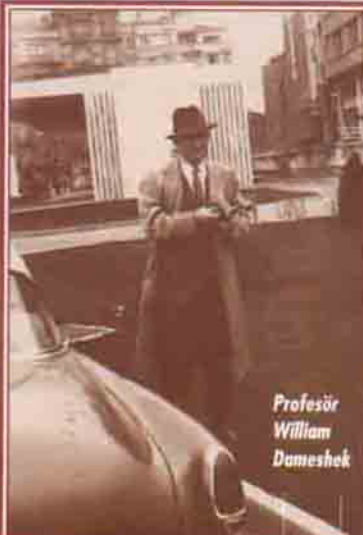
Çalışmaları sonucu bulduğu yeni hemoglobin "Hb İstanbul" adıyla dünya literatürüne geçer.

1960'dan itibaren benzenin sebep olduğu kan hastalıkları ve özellikle lösemi sorunu üzerinde sürdürdüğü çalışmalarının sonuçlarını birçok batı

ülkesi dergisinde yayınlar. Yazımızın başında da belirttiğimiz gibi 1974'de ünlü "Blood" dergisinde çıkan "Leukemia in shoeworkers exposed chronically to benzene" adlı makalesi ile ABD'de bu kimyasal maddenin yasal değerinin 1 ppm'e düşürülmesine neden olur.

1987'de ABD'nin ünlü yayınevlerinden CRC Press Muzaffer Aksoy'dan benzenin karsinogenesiti ile ilgili bir kitap yazmasını ister.

1988'de "CRC Benzene Carcinogene City" başlığıyla, Muzaffer Aksoy adına yayınlanır. 158 sayfa olarak hazırlanan bu yapıtın 100 sayfalık kısmını Muzaffer Aksoy, diğer bölümleri M. Ikada, T., T. Okino, C. A. Synder tamamlar.





1943

Atatürk Zamanının İnsanları

1986'da emekli olan Muzaffer Aksoy, yaşamı boyunca en büyük yardımcısı olan eşi Nedime Aksoy ile İstanbul'da yaşamaktadır. Nedi-

Sevgili Hocam

Turhan Akgün
İÜ Tıp Fakültesi
Muzaffer Aksoy'un Eski Baş Asistanı

Aziz Hoca, çok değerli bilim adamı, iyi bir hekim ve üstün vasıfları haiz bu büyük insanı tanımam 1956-1957 yıllarına rastlar. Refahiye'de Hükümet tabibi olarak çalıştığım sırada altı ay yolları kardan kapanan bu küçük kasabada, elimden geldiği kadar tıbbi yayınları takip etmeye çalışırdım. Bu yayınlar arasında en çok, Mersin Devlet Hastanesi'nin Dahiliye Mütchassısı Muzaffer Aksoy isimli bir hekim yayınları ve çalışmalarıyla dikkatimi çekmişti. O günlerde o'nun gibi bir hekimin yanında ihtisas yapmayı ve hekimliği ilerletmeyi hayal ederdim. 1962'de İstanbul Tıp Fakültesi 2. İç Hastalıkları Kliniği'nde idealim olan asistanlığı elde ettiğim sıralarda hematoloji koğuşunda, o sıralarda baş asistan olan Prof. Dr. Şakir Erdem'le ihtisas çalışmalarını sürdürüyordum. Yeni bir Doçentin Kliniğe geldiği duyduk. Birgün sabah viziti sırasında Arif Hoca Doçent Muzaffer Aksoy'u bizlerle tanıştırdı. Artık bütün gücümüzle o'nun huzuna ayak uydurabilmeye çalışıyorduk. Birinci koğuşa yatan hastaları hazırlamak ve hocalarımıza mahcup olmamak için gece geç saatlere kadar hastanede kalmanın bize ağır gelmesi bir yana, büyük bir zevk veriyordu. Çalışmalarımızı daima takdirle karşılar ve teşvik ederdi.

1962'nin soğuk bir kış gecesi nöbetteydim. Geç saatlerde epistaksisli 12-13 yaşlarında bir kanamalı bir çocuk babasının sırtında acile gelmişti. Hastayı bizim Hematoloji koğuşuna yatırdım. Kulak Burun Boğaz Kliniği ile temas kurduk, kanamayı durdurduk. Meğerse Müslim Bülbül isimli bu çocuk 5-6 defa bizim koğuşa yatmış, sebebi tesbit edilemeyen aplastik anemi teşhisi ile taburcu ol-

muş. Müşahadesini alırken ne iş yaptığını sordum, terlikçi olduğunu söyledi. Bu hadiseden 1-2 gün önce eşime aldığım ciciyi bicili terlikleri nasıl yaptıklarını sordum. "Ben yapmıyorum yalnız altlarını yapıstırıyorum" deyince kafamda bir şimşek çaktığını şu anda dahi hatırlıyorum. "Evladım, sen bunları solusyonla mı yapıstırıyorsun?" sualimi olumlu cevaplayınca, bunun benzole bağlı aplastik anemi vak'ası olduğunu anladım. Hemen bir yoki mya laboratuvarına koştum. Laboratuvar Şefimiz Dr. Muzaffer Öner'den biraz benzol istedim. Tüp içine aldığım benzolu çocuğun burnuna dayadım. "Bu kokulu ilaçla mı yapıstırıyorsun?" diye sordum. "Evet" deyince, orta okulda bisikletimin lastiğini tamir için yaptığım benzol kauçuk solusyonu bu defa karşıma aplastik aneminin sebepleri arasındaki benzol entoksikasyonu olarak ve Müslim Bülbül olarak çıktığını anladım. Sabah vizitinde Muzaffer Bey Hocama Müslim Bülbül'ün benzole bağlı aplastik anemi vak'ası olduğunu söyleyip izah ettiğimde, o zeka fışkıran gözlerini bana çevirip sarılmasını hiç unutmuyorum. Bu dakikayı hayatımın en mutlu anlarından biri olarak halen hatırlarım. Beni elimden tuttuğu gibi Arif hocamızın yanına götürdü ve Müslim Bülbül'ün aplastik anemisinin sebebini bulduğumu söyleyerek beni hocama karşı onore etti.

Hoca olarak öğretmeyi ve çalıştırmayı çok iyi bilen bir hocaydı. Çalışma huzuna yetiştirebilmek için enerjimizi sonuna kadar harcıyorduk. O'ndan iyi bir hekim, insan bir hekim olmanın sırlarını öğreniyorduk. Kendisi son derece mütevaziydi. Sabahın kör karanlığında Teşvikiye'deki evinden hastaneye gelecek vasıta bulamadığı günler çöp kamyonunda bizlerden daha erken saatlerde hastaneye geldiği çok oluyordu.

Hekim hasta ilişkilerinde bizlere çok güzel örnekler sunuyordu. Hekimlikten para ka-

zanmayı hiç mi hiç bilmezdi, para aklının ucundan geçmezdi. Öğrencilerine karşı daima bir baba gibiydi. İmtihanlarda teori yanısıra hayatta çok lazım olacak can kurtaracak pratik sualleri sorar, bilmezlerse sınav odasında dahi onlara cevabı öğretmek için çırpınırdı.

Çok iyi bir aile babası, çok yüksek kalitede kâmil bir insandı. Eşi ve çocukları ile sürdürdüğü mazbut aile hayatı bizlere daima örnek olmuştur.

Muzaffer hoca Türkiye'de olduğu kadar, dünyada da tanınıyordu. 1976'da hem çalışmak hem de görmek maksadıyla Almanya'ya gittim. Düsseldorf'ta Kırım Türklerinden bir doktor arkadaşla fikrimi açtım. Çalışmamın mümkün olabileceğini, klinik şefi ile beni tanıştırmamı gerektiğini söyledi. Ertesi gün beni muayenehanesine götürdü. Az sonra şefi geldi, oturup sohbet etmeye başladık. O sırada kapı çaldı ve Tatar simalı bir hanım hasta geldi. Arkadaşım, hastayı benim muayene edip edemeyeceğimi sordu. Hastayı muayene ederken çok hafif mongoloide bir simaya sahip olduğunu fark ettim. Çok hafif bir palpabl K. C. ve dalağı vardı. Doktor arkadaşla dönerek "şunun bir eritrosit morfolojisini görsek iyi olur" dediğimi Alman hocaya tercüme etti. Hoca gözlerini iri iri açarak ne düşündüğümü, ve ne için istediğimi sordu. Hastanın bir thalassemia olabileceğini düşündüğümü söyleyince bana nereden mezun olduğum, nerede ihtisas yaptığım, hocalarımın kim olduğu şeklinde bir sürü soru sordu. Kendisine Prof. Dr. Muzaffer Aksoy'un hocalarım arasında olduğunu söyleyince bana kliniklerinin kapılarının açık olduğunu, Muzaffer beyi çok yakından takip ve takdir ettiğini, onun asistanının yanında çalışmasından memnun olacağını ve istersem hemen işe başlayabileceğimi ısrarla söyledi. O'nun öğrencisi olmaktan her zaman onur duyduğum...

Sevgili Hocam,

Sizden iyi bir insan, iyi bir hekim olmanın sırlarını öğrendik.

Sizi daima saygı ve şükranla anıyoruz...

me hanım 28 Eylül'de 52 yılını dolduran evlilikleri süresince her yıl düzenlenen kongrelere Muzaffer Bey ile beraber katılmış, çocuklarını zaman zaman ihmal etme pahasına eşine destek olmuştur... 1952'de ABD'ye ilk gi-

dişlerinde ücretsiz izinli olmanın yarattığı maddi zorlukları birlikte göğüslemişler. Öyle ki, saç traşı ABD'de hayli pahalı olduğundan Dameshek'in "ufak bir ameliyat geçirmişe benziyorsunuz" şakalarına Muzaffer Bey'i maruz bırakmak pahasına Nedime hanım eşinin saçlarını kesme işini de üstlenmiş!..

Kendisi bu sıkıntıları, "Atatürk zamanının insanlarıyız. Bu nedenle bizler paradan çok, bilimin kendisi ile uğraşmayı tercih ettik" diye açıklıyor.

Emekli olduktan sonra da bilimsel çalışmalarını sürdüren Aksoy genç araştırmacıları yönlendirmeye

ve desteklemeye devam ediyor. Bilim çevrelerinde alçak gönüllü, dost canlısı ve sanat sever bir kişi olarak ayrıcalıklı bir yeri olan Muzaffer Aksoy, Atatürk'ün Cumhuriyeti kurduğu yılların havasını solumuştur... Cumhuriyet kuşağının tüm temsilcileri gibi o da Atatürk'ün bilimsel ve demokratik ilkelerine sonuna kadar sadık kalmış ve kendi yaşamını gelecek kuşaklar için örnek kılmış... Muzaffer Aksoy idealist ve öncü kişiliği ile seçkin bir bilim adamı olarak olduğu kadar, müşfik bir hekim olarak da tıp tarihinde yerini almış. Lösemiden ölen bir hastasının eşi yazdığı şiirde onu şöyle tanımlıyor.



Prm. Hematoloji Kongresi



Kyoto, Hematoloji Kongresi

"Milyonları kazanmak istese işten değil, / O bilime sevgiye vermiş kendini / Her hastaya gönülden aynı ilgi, aynı ihtimam / Ne geçmişte ne şimdi görmedim benzerini."

Türk Hematoloji Derneği'nin kurucularından ve onursal üyelerinden olan Aksoy'un Tıp dalında TÜBİTAK ödülü, Sedat Simavi, Eczacıbaşı ve Devlet Ödüllerinin yanı sıra toksik hemopitiler alanındaki çalışmaları ile de iş hastalıkları ve işçi sağlığı Ramazini Bilimsel Onur Ödülü vardır.

Sayıları 150'yi bulan yayınları ile bilim dünyasına katkıda bulunan Aksoy'un 75. doğum yıldönümü sebebiyle 1990'da onuruna bir sempozyum düzenlenmiştir.

Muzaffer Aksoy haftada bir Esnaf Hastanesi'ne ve Çapa Hastanesi'ne giderek pratik olarak hâlâ doktorluğa devam ediyor. "Ben doktorluğun bir menfaat kapısı haline gelmesine katiyen taraftar değilim. Bu meslek belki de para üzerine kurulamayacak tek meslektir. Doktorlukla bakkallık aynı olmamalı. Bu zihniyete kesinlikle son verilmesi gerekir. Ben doktorlukta liberalizm kurallarını kabul etmiyorum" diyerek sözlerini bağlayan Aksoy, Hippokrat yemini-ne bağlı kalmış hekimlerimizden biri. O'nu saygıyla selamlıyoruz...

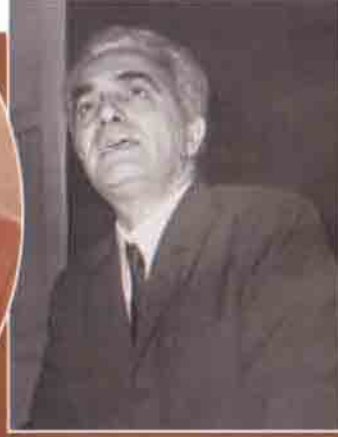
Bu yazının hazırlanmasında bizden yardımlarını esirgemeyen Sn. Ayhan Cavidar'a, Sn. Turhan Akgün'e, Sn. Çiğdem Altay'a, Sn. Muzaffer Aksoy ve eşi Sn. Nedime Aksoy'a teşekkür ederiz...

Fusun Oralalp



1984, emeklilik töreni





Eğitimdeki Bilim

Ahmet İnam
ODTÜ Felsefe Bölümü

HAYATIMIZIN karmakarışık akışında bilimin yeri nedir? Bilimden nasıl etkileniyoruz? Düşüncelerimize, bakışımıza, duyuş, algılayış, biçimlerimize nasıl karışıyor? Bu soruları bilimadamları topluluğunun dışında yaşayan biri olarak soruyorum. Bilimi merak eden, anlamak isteyen birinin soruları bunlar.

Bilime neden merak ediyorum? Çünkü evrende yanıtını aradığım nice soruyu gündemine alıp, onlara açıklamalar bulmaya çalışan insanın saygın bir bilme çabasıdır. Bilim nasıl geliştiriyor, yürütüyor bu etkinliğini, nasıl başarılı olabiliyor? Merak ettiklerimi bilen bilimadamını merak ediyorum. Biliyorum ki bilgisinin hep sınırı vardır. Biliyorum ki bilgimin sınırı vardır. İşte, bilimin nasıl bir bilme uğraşı olduğunu anlamaya çalışıyorum. Kendimi, yaşayışımı tanımada bana nasıl yardımcı olabileceğini araştırıyorum.

Yaşadığım dünyada bilimi eğitimim sırasında tanıyorum. Günümüz insanı, dünyanın belli yöreleri dışında, okuyor, eğitim görüyor. Eğitim düzeyine, amacına göre bilimin sunduğu bilgilerle karşılaşılıyor. Acaba, bu bilgiler, eğitim gören, görmüş bir

insan olarak hayatımda nasıl bir yer tutuyor? Sorunlarımı çözmeye yardımcı olabiliyor mu?

Bilimin hayata aktarılmasında önemli köprülerden biri olarak eğitim, büyük ölçüde kafamızda oluşan bilim düşüncesinden, bilim tasarımıyla sorumlu. Acaba, sağlıklı, yaşayışımızdaki sorunları çözmeye yardımcı, bir bilim anlayışının gelişmesine katkıda bulunabilecek biçimde yürütülebiliyor mu eğitim?

Bu yazıda bütün bu soruların bir açıdan yanıtını aramak amacıyla, eğitim düzenimizin işleyişinde, bu işleyişin ardında bulunduğunu düşündüğümüz bilim anlayışını, bilimin hangi noktalarda, nasıl eğitimimize karıştığını sorgulama konusunda ipuçları vermeye çalışacağım.

Eğitimle Gelen Bilimin Üç Önemli Ögesi

Nedir bilim? Bu sorunun yanıtında belli bir açıklığa kavuşmadan, eğitimle gelen bilimin hayatımızdaki yerini sorgulayabilmek olanaklı değil. Doğrusu bilimin bir tanımını, hele eskilerin deyi-

miyle "efradını câmi, ağıyarını mâni" (ona ait tüm öğeleri içine alıp, olmayanları dışta bırakan) biçimde verebilmek çok zor. Bilim çok cepheli, birçok boyutu olan bir insan yaratısı, etkinliği. Ben bunu derslerimde ve konuşmalarında "bilimin 1001 yüzü" diye anlatırım. Biraz abartmalı bir deyimdir ama, bilimin karmaşık yapısını anlayabilmek için gereklidir diye düşünürüm. Bilim konusunda yargılar verirken düşünülen yanlışlardan çoğu, onu tek ya da birkaç boyutuyla görmekten ileri geliyor. Bu yazının çerçevesi içinde, özellikle üç yanı üstünde durmayı uygun buluyorum.

Bilim, bir bilme biçimidir, daha ayrıntılı söylersek, bir bilme-düşünme biçimidir (Epistemo-lojik boyut!). Tarihi içinde, araştırmaların yürütüldüğü alanda, belli geleneği olan bilgi birikimine dayanır. Araştırmalarla giderek değiştirilen, genişletilen özellikler taşır bilimsel bilgi. Üzerine eğildiği konunun olgularını düzenli biçimde gözlemeye, ölçmeye, bunlar arasında çoğunlukla niceliksel bağlantılar, orantılar kurmaya çalışır. Matematiksel dile yaslanmaya, bu dil aracılığıyla oluşturulan genellemelerle olgular arasında düzenli ilişkiler, çalışma alanı el verdiğince giderek daha soyut formüller, kuramlar içinde açıklanmaya çalışılır. Olgulardan, onları açıklamaya, nasıl davranacakların önceden tahmin etmeye yarayan yasalar, kuramlar oluşturulur. Elde edilen bilgiler önceki bilgilerle karşılaştırılır, aralarında tutarsızlıkların bulunmamasına çalışılır. Bilimsel araştırmayla yürütülen, geliştirilen bilgiler, tarihsel bir gelişim içinde, mantıksal tutarsızlıklardan ya da olgusal uyumsuzluklardan ortaya çıkan sorunların çözülmesi yönünde sürekli olarak gözden geçirilir, eleştirilir, gerekirse değiştirilir.

Demek ki, birbirleriyle ve gözlemle-nebilir olgu ya da olaylarla uyum içinde olmaları istenen, belli mantıksal, matematiksel yapıları olan, tarihsel olarak birbirleriyle ilişkili bilgilerdir. Anlama, açıklama, önceden belirleme amacına yöneliktirler.

Olağan ki, bilimsel bilgi için bu saptamalarımız, özellikle son kırk elli yıldır teknoloji-bilim ilişkisinin gittikçe yoğunlaşmasıyla daha karmaşık bir görüntü kazanan bilimsel bilgiyi anlatmada yeterli değil. Üstelik bilimsel araştırma alanlarının giderek dallanıp budaklanması, disiplinlerarası araştırmaların

önem kazanması, uygulamalı-kuramsal araştırmaların iç içeliği, bilimsel bilginin yapısını, özelliklerini saptamada karşımıza çıkan engellerden birkaçıdır. Yine de bu bilginin belli bir tarihsel boyutu taşıması, matematiksel, mantıksal bir dille olgulara yönelik olması, kendi içinde belli bir tutarlılığa kavuşma çabasıyla birlikte bu yazının sınırları içinde onu tanımamız için yeterlidir sanıyorum.

Bilimin ikinci ögesi, bir bilgi, bir bilme biçimi olmasının yanında, onun bir toplumsal kurum olmasıdır. Ne anlamda bir kurum? Bilimsel bilgiyi oluşturan insanların, bilimadamlarının da bir topluluğu vardır. Sorumluluğu vardır. "Ben araştırmamı yapar, bulgularımı ortaya koyarım, gerisi beni ilgilendirmez" görüşü sorumluluktan bir kaçıştır. Elbette, öncelikle araştırmasını gerektiği gibi yapması beklenir ondan. Ama, unutmayalım ki bilim yalnızca "bilgi"ler, den oluşmuyor. Bilimadamı bir bilimadamları topluluğunda yaşar. Bu toplulukta diğer bilimadamlarına karşı bir sorumluluğu vardır. Bu topluluğun da içinde yer aldığı ülkenin sorunlarıyla, yaşamıyla ilgisi vardır. Bilim hayatımızdan sorumludur.

Burada çok bilinen şöyle bir itiraz söz konusudur: "Ben bilimadamıyım. Atomu inceledim, kuramlar oluşturdum ya da oluşturulmuş kuramlara katkımlar oldu. Deneyler düzenledim. Buluşlar yaptım. Bu çalışmalarımın birileri atom bombası yapmışsa bunda benim suçum ne?" Bence böylesi bir akıl yürütmede bilimin insan yaşamından soyutlanarak yürütüldüğü düşüncesi saklıdır. Oysa bilimin bu yazıdaki deyimle "kuramsal" bir ögesi de vardır. O nedenle bilim eğitiminde bilim ahlakı, bilim adamının yalnızca ürettiği bilgiye değil, toplumuna insanlığa karşı sorumluluğu olduğu görüşü önem kazanmalıdır.

Ders kitaplarındaki ve sınavdaki problemleri çözerek bilimadamı olunamaz. Giderek, okul bittikten sonraki araştırmalarımızda da karşımıza çıkan sorunların üstesinden gelmekle bilimadamların sorumluluğu bitmiyor. Evet, bilimadamı araştırma alanındaki bilgilere karşı sorumluluk taşır. Onların yanlışsız, tutarlı olmasına özen gösterir. Ama bu sorumluluk toplumsal, ahlaki sorumlulukla birlikte yürütülmelidir. Bilimin çok ögeli yapısına karşı sorumluluğumuz vardır.

Bilgimiz, insan oluşumunun diğer öğeleriyle birleştiğinde anlamlıdır. İnsan yalnızca bilen bir varlık değildir. Düşünen, duyan, sanat yapan, sorumluluğu olan bir varlıktır. İnsanı oluşturan bütün bu bileşenler göz önüne alınmadığında, bilim, hayatımızda yerini alırken üstesinden gelemeyeceğimiz sorunlarla karşılaşırız.

Eğitimimizdeki bilimi araştırıp sorgularken, insanlığı ortadan kaldıracak böylesi sorunları ortadan kaldırmayı amaçlıyoruz. Bu topluluğun içinde araştırmalar, tartışmalar, eleştiriler, değerlendirmeler yürütülür. Bu toplulukta da liderler, otoriteler vardır. Belli bir üniversite içinde ya da devlete bağlı bir kuruluş olarak çalışabildikleri gibi, özel sektör tarafından da destekleniyor olabilirler. Bu özellikleriyle bilimsel topluluklar ekonomik ve politik açıdan kendilerinden daha büyük toplumsal örgütlerin etkisindedirler. Bilimadamları arasındaki ilişkiler, bilimadamlarının ruhsal yapıları bu toplulukların ana hedefi olan bilgi üretme, sorun çözme çabalarını etkiler.

Demek ki "bilim" dendiğinde yalnızca "bilgi"yi anlamamak gerekiyor. Bu bilginin ortaya konduğu bir toplumsal çevreyi de göz önüne almalı. Bu topluluğun içindeki bilimadamlarının





ruhsal yapılarına, ahlak değerlerine beklentilerine umutlarına, bilimin, çoğu kez önemsenmeyen boyutları olarak bakmalı. Bu antropolojik, sosyolojik, ahlaksal

özelliklerinin yanında topluluğun kendi içinde ve bağlı olduğu kurumlar tarafından belirlenen politik yapısı da vardır.

Bilim bir araştırma sürecidir, bir insan etkinliği. Bu anlamda "ölü" bilgilerden oluşmuş değildir, yalnızca kitaplar da, ansiklopedilerde yazılan "soğuk" malumat yığını değildir. Bilimin kendi hayatı, üretimi vardır. Geçmişten devir alıp geleceğe aktardığı sorunları, çözümler bunlar için harcanan insan emeği vardır. Bilimadamı da bir toplulukta yaşar, onun da içinde bulunduğu toplulukla ilgili ruhsal, toplumsal sorunları sözkonusudur. Bu topluluk, iktidarı elinde bulunduranlarca yönlendirilmeye çalışılır. Bütün bunları bilimi insan-üstü, sanki onu yaratan insandan bağımsız bir yerde görmeyelim diye söylüyorum. Yalnız burada dikkat etmemiz gereken bir nokta var: Bilimsel bilginin kendi geleneği içinde bir iç işleyişi vardır (Toplum bilimlerinde bu nokta oldukça tartışılmaya açıktır.). Bu iç işleyişi, politik ekonomik baskılarla dilediğiniz yöne çeviremezsiniz. Geciktirebilirsiniz belki. Fiziğin belli bir dalında, belli bir sorunun çözümünü, politik, askeri kararlarla dilediğiniz gibi çözemezsiniz. Son karar o konunun iç işleyişini bilen, bu konuya kendisini vermiş, araştırma, düşünme, yaratma özgürlüğüne sahip olması gereken bilimadamının. Bu açıdan, bilimadamı gerçekliğin anlaşılıp, yorumlanmasında sorumluluğu olan biridir. Olgulara, hesaplara, kavramların, matematiksel ilişkilerin işleyişine saygısı olan bilimadamı, bilim namusu olan bilimadamıdır.

Bakın, bilimin toplumsal, politik, ruhsal yanlarından söz ettik. İşte burada bilim ahlakı söz konusudur. Gözlemediği olguları gözlediğini, bulmadığı bulguları bulduğunu söyleyen sahtekârlara za-

man zaman bilim topluluğunda rastlıyoruz (Sevgili Hocam Hüseyin Batuhan'ın Yapı Kredi Bankası Yayınlarında çıkan Bilimde Şarlatanlar kitabını okumanızı salık veririm!). Bilimadamları yetiştirirken dikkat etmek gerek: Bilim yalnızca bilgiden ibaret değildir. Bu bilginin araştırılması, tartışılması, eleştirilmesi sorumluluğunu taşıyabilecek bilimadamlarına gerek var. Namuslu, bilim aşkıyla dolu bilimadamlarına. Konusunun sorunlarını ve sınırlarını görebilen, kendini araştırmaya adanmış, ruhsal, toplumsal eksik ve özürlerinin farkına varmış, bilim ahlakına sahip bilimadamlarına.

İşte bu noktada, son olarak vurgulayacağım bilimin üçüncü ögesi gündeme geliyor: Bilimsellik, bir tutum, bir tavrıdır. Dünyaya, incelenen konuya bilim açısından bakabilme tavrı. Bu tavrı kazanamamış bilimadamları yaratıcı olamazlar, kendilerini bilimin sorunlarına adanmakta zorluk çekerler. Belki bilimadamları topluluğunun yapısına göre araştırmalar yapabilirler; ama çoğunlukla bilimsel tutumla konularına bakamadıkları için taklitçi olarak kalırlar. Bilim na-



mussuzluğu nasıl büyük bir tehlike ise, bilimsel tavır eksikliği de bilimadamları topluluğunun kokuşmasına yol açacak istenmeyen bir durumdur.

Öyleyse, bilimadamı yetiştirirken, bir takım bilgileri her nasılsa öğrenmiş, zeki insanların bilimadamı olabileceğini sanmak yanlıştır. Onu bilim ahlakı ve bilimsel tavırla donatmak gerek.

Bilimsel tavır nasıl bir tavrıdır? Nasıl öğrenilir? Nasıl öğrenileceğinden başlayalım. Ustalardan öğrenilir. Topluluk içinde yaşayarak. Bundan dolayı, birçok yazımda defalarca vurguladığım gibi, salt kitap okuyarak bilimadamı olamazsınız. Bilimadamları topluluğunda sağlıklı bir biçimde yetişmiş olmanız gere-

kir. İşte o zaman ustanızdan, bir sorunu ele almayı, araştırmayı, bu sorunun üstesinden gelmeyi, kısaca, bilimle gerçekliğe nasıl bakılacağını öğrenebilirsiniz. Salt ustanızdan değil belki, öteki bilimadamlarından, meslektaşlarınızdan, soru sormayı, yanıt aramayı, deney yapmayı, hesaplamayı, sorunlarla boğuşmayı, kısaca bilimadamı gibi yaşamayı öğrenebilirsiniz.

Bilimi böylece gözden geçirdikten sonra eğitimle bize aktarılan bilimi anlamaya, sorgulamaya geçebiliriz. Buradaki eğitimi en geniş anlamıyla alıyorum. Bilimadamı yetiştirmeye yönelik bir eğitimi değil de, insanı bir meslek, bir bakış, kavrayış, bir beceri kazandırmayı amaçlayan eğitimi söz konusu ediyorum.

Eğitimle Yansıtılan Bilim Üstüne Düşünmek

Hangi alanda eğitilirse eğitilelim, eğitimimiz içinde açık ya da örtük olarak belli bir bilim anlayışını taşıyor. Önce eğitimimiz hangi noktalarda bilimle ilgilidir, bu konu üstünde duralım.

Eğitimimiz, sanat ve beceri geliştirme eğitimi gibi dalları bir yana bırakırsak, bilimin çalışma alanlarından devşirilen bilgiler üstüne kuruludur çoğu kez. Bilim bu anlamda malzeme sağlar eğitime, eğitimin içeriğini oluşturur. Eğitim bilimden elde edilen bilgileri tanıtmak, öğretmek, yaymakta bilime bir olanak sağlar.

Eğitimin düzenlemesi, planlanması, geliştirilmesi, kuramsal temelleri de bulunmaya çalışılan uygulamalı bir bilimdir. Eğitimin kendisi de bir yoruma göre bilimdir.

Asıl sorumuz, bize aktarılan bilimsel bilgilerin, bu bilgileri aktarma yolları hakkındaki "bilimsel" tartışmalarının ardındaki bilim anlayışının ne olduğu üzerinde odaklaşıyor. Somutlayalım. Örneğin, üniversitede fizik okuyan bir öğrenciyim. Fizik bilimi bana eğitim yoluyla aktarılıyor. İlk sorumuz, "fizik bilminde olup bitenleri anlamaya, kavramaya, giderek onları tartışabilip geliştirmeye başarabilecek kafaları yetiştirebilen bir eğitim düzenimiz var mı?" olacak. Ders programları, okutulan derslerin içeriği, öğretmenlerin bu bilgileri aktarabilme yetenekleri amacına uygun

mu? Kısaca, okutulan fiziğin içeriği ve sunulmuş biçimi eğitimi araştırma konusu eden bilimin ilkelerine uygun mu? Eğitimin "bilimselliğinin" yanında, onun bir sanat olabileceği kaygısıyla, bu bilimselliğin, değişik bilim dalları arasında kurulan ortaklaşa bir çalışma içinde, belli bir "tutum" ve tavırla, "eğitimci" kavrayışı ve yönelimiyle yürütüldüğünde anlamlı olabileceğini düşünüyorum. Eğitimin "sanat" yanını eğitimcilerin bir sanatçı gibi yaratıcı olabileceklerini düşünerek vurguluyorum! Ardından gelen sorun: Okuduğum fizik, tarihi içinde geliştirilmiş, bugünkü tartışmaları içindeki fiziği yansıtabiliyor mu? İlk sorun, fiziğin sunulmuş biçimi, aktarılış tarzıyla ilgiliydi. İkincisi bu aktarımın, iletimin içeriğiyle ilgili. Örneğin, çoğunda fizikçilerin tartıştığı sorunları anlayabilecek, şu anda fizikçilerin önünde bekleyen zorlukları kavrayabilecek biçimde ve içerikte mi yazılıyor fizikteki ders kitapları? Çok mu uzağında kalıyorum bu yaşayan fiziğin? Gerçekte sürüp gitmekte olan fizik araştırmalarını kavramaya olanak sağlayacak biçimde eğitiliyor muyum? Yoksa ders kitapları bana anlattığı fizik, bu ferçek, bu yaşayan fizik sorunlarını çarpıtarak mı anlatıyor bana? (Öğretme amacıyla yapılan basitleştirmeleri bir yana bırakarak düşünüyorum).

Korkarım, bu iki sorunun ardından gelecek yanıtlar pek iç açıcı olmayacak. Yanıtların olumlu olabilmesi için sorularımızı sürdürmemiz, eğitimimizi sorgulamamız gerek. Yazık ki çok az sayıdaki uzmanın dışında ne fizik öğrenenlerin ne de öğretenlerin böyle soruların yanıtları için ayıracak zamanları pek olmuyor. Elektromanyetik teoriyi bana niçin böyle anlatıyorlar? Acaba başka türlü anlatma olanağı yok muydu? Bu teori tarihsel olarak nasıl ortaya çıkmış? Nasıl daha sevimli, daha heyecan verici, ilgi çekici biçimde aktarabilirim bu teoriyi? Öğretmenler ve öğrenciler olarak bu tür sorulara ayıracak zamanımız neden yok? Niçin eleştirimiz yok eğitimimize? Niçin daha "iyi" yürütülmesi için beklentimiz, talebimiz yok? Bunlar yoksa, bize dayatılan eğitime katlanıp, bir an önce diploma alıp kurtulup gitmekten başka çaremiz yok demektir. Tersine, eğitimden "memnunsak" neden memnunuz? Neden ders kitaplarımız "iyi", hocalarımız "yeterli"dir? Olumlu eğitim de sorulanmalıdır. Daha iyi olması için.

Memnuniyetimizin cahilliğimizden kaynaklanmaması için.

Üçüncü ana sorumuz ne olabilir? Fizik okurken, nasıl bir bilim anlayışıyla okuyoruz. Sanırım, konumuzun can alıcı noktası buradadır. Bu sorunun yanıtını vermek kolay değil; çünkü fizik ve eğitim bilginin ötesinde bir eğitim ve bilim felsefesini gündeme getiriyor.

Anımsayalım bilimin üç ana ögesini. Fizik ders kitabını bu açıdan irdeleyelim. Bu kitabın bize fiziği aktarırken nasıl bir anlayışla yola çıktığını araştıralım.



Örneğin şu sorularımızla açabiliriz böyle bir araştırma yolunu: "Kitap, fizikteki yasaları, formülleri değişmez, tartışılmaz kurallar olarak mı sunuyor? Dile getirilen kuramlar tek açıdan, eleştirileri, ortaya çıktıkları toplumsal, tarihsel bağlam verilmeden mi anlatılıyor? Bize mekanik, ezberci bir fizik bilimi mi sunmaya çalışıyor? Kuramların birbirleriyle olan bağlantıları verilebiliyor mu? Yani, bilimin üç ana ögesi dengeli bir biçimde ele alınabiliyor mu? Bilim yalnızca bilgiler yığını olarak mı anlaşılıyor? (Yazık ki çoğu ders kitapları bilimin bir boyutu üzerinde gereğinden fazla duruyorlar!) Yoksa, o bilgilerin ortaya çıktığı tarihsel, toplumsal, psikolojik ortam kısa ip uclarıyla bile olsa dile getirilebiliyor mu? Hele hele, bilimin "bilimsel" bir tutum ve tavırla geliştirilebileceğinin farkında mı kitabın yazarı ya da yazarları? Kitabı okuduğunuzda bilim hakkında; bilimsel etkinlik ve tutum konusunda bir görüş kazanabiliyor musunuz?

Elbette kitap, eğitimin biricik aracı

değil. Laboratuvarlarımız, dersanelerimizdeki öğretmenlerin tutumu ve fizik bilimine bakışları da eğitimimizi tamamlayan öğeleri oluşturuyorlar. Laboratuvarlardaki deneyler gerçekçi mi? Yoksa gerçekte fizik alanında bilgi üreten bilimadamlarının yaptıklarından çok uzakta, baştan sona deneyler mi? Öğrenciler bu deneylerde yaratıcılıklarını sınavabiliyorlar mı? Fiziğin işleyişini kavrayabiliyorlar mı? Kuramla uygulama arasındaki farklılıkları, bunların nedenlerini anlayabiliyorlar mı? Sınıftaki eğitim sağlıklı mı? Ana kavramlar, bunların ortaya çıkışının dayandığı temeller anlaşılabilir mi? Yoksa, çoğunlukla yapıldığı gibi, bir takım formüllere sayılar yerleştirilerek, ezbere çözülmüş problemlerle mi yürütülüyor eğitim? Bakın sorular hiç bitmiyor. Sizler de sorular sorabilirsiniz? Fizik okuyan bir öğrencinin kafasında nasıl bir bilim anlayışı oluşuyor? Yararlı, sonuç getirici olması beklenen bize verilen bilgileri sorgulamaksızın kabul eden bir zihniyetle bu sorgulamanın gerçekleşmesi olanaklı değil.

Bu yazıda örnek olarak fiziği ele aldık. Her öğrenci ister doğa bilimleri, ister toplum bilimleri alanlarında, benzeri sorgulamaları yapabilir. Uygulamalı bilimlerde, mühendislik ve tıp gibi, sorular bilimin ahlaksal, toplumsal, politik yanları da gözönüne alınarak geliştirilebilir.

Eğitimimizdeki bilimi sorgulamak, herşeyden önce bilimsel tutumu kazanmış olmanın bir sonucudur. Bilim okuyan bir öğrencinin, okuduğu bilim dalını, bu daldaki deneyimlerinden yola çıkarak (Bu deneyimler ne denli yetersiz olsa da) genel olarak bilimi sorgulayamaması, eğitimindeki eksikliği gösterir. Aynı durum öğreticiler içinde söz konusudur. Bilim okutan bir öğretmen nasıl olur da uzmanı olduğu dalın nasıl okutulacağını, bu dalda nelerin neden dolaşıp okutulması gerektiği üstünde düşünmez? Hele hele, kendi araştırma alanının içinde yer aldığı bilim hakkında görüş geliştirmek istemez? "Efendim, bize verilen program ve kitap bu. Nesini sorgulayacağız ki eğitimin? Üstelik, eğitimi sorgulamak, eğitimcilerin işidir, benim değil" diyebilir mi? Bilimadamlarının sorumluluğundan söz etmiştik. Eğer bu kişi eğitimle ilgisi olmayan bir araştırmacı olsa bile, yalnızca araştırmalarına karşı değil, bilimin kendisine karşı da sorumluluğu vardır.

Açın Kitaplarınızı!

Hasan Aslan
ODTU Felsefe Bölümü

DERS kitapları, çağımız eğitim dünyasında kullanımı giderek yaygınlaşan gelişkin uygulamı bilim ürünlerinin yanında oldukça yalın kalır. Yazıya dayalı geleneksel eğitim, bilgisayarların, uydu bildiririm aygıtlarının, görsel-işitsel araçların, öğrenme-öğretme sürecinde artan kullanımıyla, görüntüye dayalı eğitime dönüşmek üzere. Öğrenme-öğretme işi de bu eğitim araçlarının doğasına uygun olarak bir iletişim sorunu olarak görülmeğe başlanmıştır. Pek çok eğitim bilimci, bu 'renkli' eğitim araçlarındaki görsel-işitsel zenginliğin büyümesine kapılıp ders kitaplarını iletişim açısından etkisiz görüp, eğitimdeki önemini, işlevini küçümseyerek gözden düşürmekte.

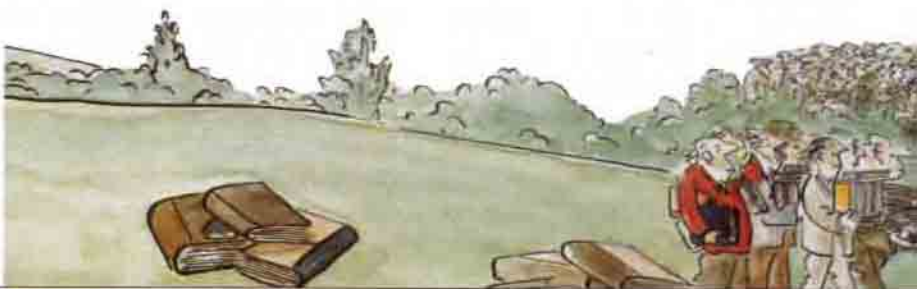
Gelişkin uygulamı bilimin, toplumsal yaşamımızın önemli bir parçası olan, öğrenme-öğretme biçimini de değiştirdiği açık. İçinde bulunduğumuz döneme verilen "iletişim çağı", "bilgi çağı" gibi adlar, önemli ölçüde gelişkin uygulamı bilimin etkin, yaygın kullanımının vurgular. Bilgi sözcüğü ise günümüzde biliş, ileti anlamlarına kaymaktadır, giderek de bu anlamlarla sınırlanmaktadır. Buna koşut olarak, eğitim bilimciler de etkili öğrenme-öğretmeyi sağlayacak "iletişim modelleri" geliştirmeye, sınamaya yönelmişlerdir. Gelişkin uygulamı bilim üzerine temellendirilen bu yönelişle birlikte, kaçınılmaz olarak öğrenci, öğretmen kavramları da değişmekte, neredeyse bir "iletişim nesnesi" durumuna dönüşmekte. Ancak sorgulamak gerekir. Eğitimin bu denli görsel-işitsel düzeye indirgenmesi doğru mu? Gelişkin uygulamı bilim kullanımı öğrenme, öğretme yetilerimizi geliştiriyor mu? Daha mı iyi, daha mı çok öğreniyoruz, öğretiyoruz? Acaba bu aşırı görsellik, işitsellik düş gücü tükenmiş bir gençlik yaratmaz mı? Bu ya da benzeri soruların açık yanıtları yok. Nasıl bir toplum, nasıl bir birey istediğimize bağlı.

Eğitim uygulamı bilimi yönünden gelişmiş ülkelerde, ders kitaplarının öğrenme-öğretme sürecinde azalan etkinliğine karşın, bu yönden yeteri kadar gelişmemiş ülkelerde de ders kitaplarının işlevi artmakta. Kitap eski bir eğitim aracıdır. Birçok eğitim amacına yönelik olarak değişik eğitim ortamlarında kullanıma esnekliği vardır. Taşınması, kullanımı, yeniden kullanımı kolay; elde edilmesi diğer eğitim araçlarına kıyasla daha ucuzdur. Pek çok eğitim aracının tersine, kitapların ne özel bir bakıma ne de enerjiye gereksinimi yoktur. Bir kez elde edilince bütün giderleri bitmiştir demek! Bu yalın özelliklerinden ötürü kitaplar daha uzun yıllar temel eğitim aracı olarak kalmaya devam edecek gibi. Ülkemiz koşulları gözönüne alındığında, ders kitaplarının önemi daha da belirginleşir; ekonomik zorluk, nüfus artışı, eğitim araç-gereçlerinin yetersizliği, kalabalık sınıflar... Bununla birlikte ne yazık ki ders kitapları, üzerinde pek durulmayan saksaklanan bir konudur ülkemizde.

Bir eğitim aracı olan ders kitaplarıyla ilgili sorunların, öğrenme-öğretme sürecinde ortaya çıktığını biliriz. Bu sorunların başında da dilden, kitabın dilinden doğanlar gelir. Anlatım bozukluğu, dilin yanlış kullanılması, devrik tümceler, sözcüklerin, terimlerin geliş güzel seçilmesi... Bunlara bir de şekillerin, renklerin, oranların uyumsuzluğunu; örneklerin, soruların uygunsuzluğunu eklemeli! Öğrenmeyi-öğretmeyi kolaylaştırması beklenen bu yardımcı araçlar çoğu kez başarısız kalır. Ders kitaplarına konan resimlerin, şekil-

lerin, çizimlerin ya öğrencilerin bir konuya ilgisini çekmek ya görsel olarak bir konunun anlaşılmasını sağlamak ya da düşünsel olarak bellekte kalması güç olan bir bilginin anımsanmasını kolaylaştırmak gibi öğrenme-öğretme sürecinde önemli işlevleri vardır. Yoksa genellikle sanıldığı gibi, amacı sayfa boşluklarını doldurmak, süslemek değildir. Bundan dolayı bu resimlerde, şekillerde, çizimlerde kullanılan renklerin, oranların önemi sanıldığından da ötedir.

Öğrencilerin dil becerisi kazanmasına, dilbilgisi derslerinin yanı sıra önemli ölçüde diğer ders kitaplarının dili de katkıda bulunur. Belirli bir dil anlayışı, dil siyasasi gözetilmeksizin yıllardır ülkemizde ders kitapları yazılmakta, yazılmakta. Dahası, ilgili Bakan'ın değişmesiyle ders kitaplarının yazarları, konuları, dili de değişmekte. Bu tutum, ülkemizde köklü bir eğitim geleneğinin dolayısıyla da bir ders kitabı geleneğinin oluşmasını kösteklemiştir. Eğitim, kendisinden beklenen en öncelikli işi de bu yüzden başaramamıştır. Ana dilini doğru, güzel konuşan bir gençlik yetiştirmek... "Okuyan insan" sayımızın azlığını sürekli yakınma konusu edinmişiz. Okumayı, okumasını sevmeyen bir toplumuz! Neden? Açın ders kitaplarını, bakın; yanıtın önemli bir bölümünü orada bulacaksınız! Hem ilk hem de orta öğretim ders kitaplarının dili öğrenciler konuyu anlasın diye "basitleştirilmekte". Bunun sonucu da ortaya yapay, cansız, soğuk, etkisiz, bozuk bir dil çıkmakta: Ders kitabı dili! Dile, kitabın diline bu yaklaşım, öğrencilerin okuma istemini olumsuz yönde etkileyip, daha sonra-



ları ortaya çıkan okumaya karşı isteksizliğin de ilk tohumlarından.

Eğitim, önemli ölçüde kültür ile bilgi birikimini kuşaktan kuşağa aktarma aracıdır. Unutmamalı ki dil de bir kültürün öz suyudur. Öğrencilerimizi kendi dilini kullanmaya özendirilmeli, kendi dilinde okuma hazzını sağlamalıyız. "Ders kitabı yazarları" sorumludurlar! Dil basitleştirilemez! Öğrencilerin konuyu anlamalarını kolaylaştırmak istiyorsak dili doğru, güzel kullanmak gerekir. Basitleştirilmesi gereken konudur, içeriktir, dil değil. Ne yazık ki çoğu kez konuların basitleştirilmesi, dilin basitleştirilmesi sanılıp ders kitapları da bu anlayışla "basitçe" yazılmakta. Konuların basitleştirilmesi sanıldığının tersine sıradan bir iş değildir. Bir yandan konuyu çok iyi bilmeyi, o konuda uzman olmayı, diğer yandan da dili ustaca kullanabilmeyi, dile eğitimsel özellikler katabilmeyi gerektirir. Başka bir basitleştirme konunun öğrenilir, öğretilir biçime so-

kulmasıdır. Bunu da bir ders kitabı değişik biçimlerde yansıtır; içerdiği görüşlerin, düşüncelerin bütünselliğinde, mantıksal örgüsündedir. Örneklerin gücünde, metinlerin okunma kolaylığında... Öğrencileri bu soğuk ders kitabı dilinden ivedilikle kurtarmalı! Dil bakımından ders kitapları biri biriyle uyumlu, tutarlı olmalıdır. Yabancı kaynaklı sözcüklerin sorumsuzca gelişigüzel kullanılması hem konuşma dilimizde hem de yazı dilimizde istenmedik bir durum yaratmıştır. Dilimiz hızlı kirleniyor. Yayıtları, çalışmaları, okullarda "önerilen kaynak" olmakla yetinilen TDK (Türk Dil Kurumu), etkisini eğitim dilinde göstermeli; eğitim dili siyasasını belirleyip, denetlemelidir. Ders kitaplarının dili, yazarının "insiyatıfine" dahası "insafına" bırakılmaz! Ders kitaplarındaki terimler sözlüğü, "indeksler" kitabın dili konusunda önemli ipuçları vermektedir. Ders kitabı, dili bakımından yazarının sözcük dağarcığına, dilbilgisi becerisine terkedilemez!

Ders kitaplarının hazırlanmasında öğrenme-öğretmeyle ilgili temel bir nokta hep gözden kaçmakta, belki de kaçırılmakta. Öğrenme-öğretme büyük ölçüde kültürel dir! Belirli bir dil, bir gelenek, bir inanç bütünlüğü kısaca bir yaşam biçimi içerisinde gerçekleşir. Her kültürün kendine özgü öğrenme-öğretme biçimi,

kalıbı, kısaca yolu-yordamı vardır. Ders kitaplarında içerilen konular her ne kadar "evrensel" olsalar da öğrenme-öğretme işte bu kültürel boyutta gerçekleşir. Ders kitaplarımızı kültürel değerlerimizle besledikçe yavanlıktan, soğukluktan, anlaşılmazlıktan, iticilikten kurtarabiliriz. Örnekler, elverdiğince kendi yaşam dünyamızdan seçilmeli, kendi kültürel kalıtımızı yoklamalıyız.

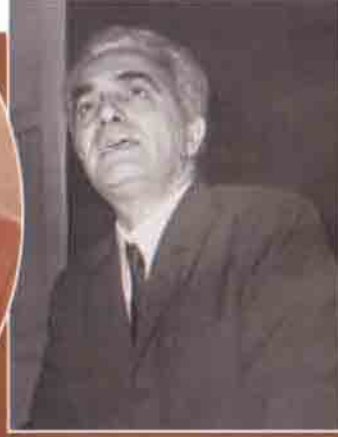
Bir bakıma ulusal istencimizi, ulusal siyasamızı yansıtır ders kitaplarımız. Yansıtmalı da! Daha da öteye bu istencin, bu siyasanın oluşturulmasında önemli bir olanaktır ve istendik yönde bilinçli bir güdeleme aracıdır ders kitapları. İçeriğiyle, uygulamalarıyla, yorumlarıyla, örnekleriyle, sorularıyla...

Ders kitabı, yapraklarında yazılı olan bilgilerin ötesinde de bilgiler içerir! Kapak tasarımıyla, kullanılan kağıdın niteliğiyle, seçilen yazı türüyle, sayfa düzeniyle bir ders kitabı "müfredat programında" içerilmeyen bilgiler taşır. Daha ilk bakışta bir ders kitabı bu yönüyle çok şey söylemez mi? Öğrenciye, öğretmene, belirli bir derse verdiğimiz önemi, kültürümüzü, uygulamayı bilim düzeyimizi, kısaca pek çok yönümüzü bir ders kitabı örtük bir biçimde ele verir!

Ders kitaplarını, içerisinde bir takım yazılı metinler bulunan, araçlar olarak görmemeliyiz yalnızca. Elbette bir ders kitabında hangi bilgilerin içerilmesi gerektiği önemli; ayrıca da öncelikli bir sorun. Yanıtında önemli ölçüde, dünya görüşümüzde, eğitim felsefemizde yatar. Yetiştirmek istediğimiz insan, biçimlendirmek istediğimiz toplum amacına yönelik olarak belirlenmeli ders kitabına konacak bilgiler. Ancak bu bilgilerin nasıl içerildiği ya da nasıl içerilmesi gerektiği en az içerilen bilgiler kadar önemli. Bir kişiliği olmalı ders kitaplarımızın, renkli, canlı, güvenilir sağlam bir kişiliği. Hani o öğrencilerimize kazandırmak istediğimiz kişilik var ya, işte ona benzemeli ders kitaplarımızın kişiliği de!

Eğitim yatırımdır. Geleceğimize yatırım. Ulusal geleceğimize vermek istediğimiz biçim. Kararlı, tutarlı, gerçekçi bir eğitim siyasası yokluğundan, eğitime ayrılan "yükü bütçeler" her keresinde çarçur olup gitmekte. Gerçekte, çarçur edilen geleceğimizdir; hem de ulusal geleceğimiz!





Eğitimdeki Bilim

Ahmet İnam
ODTÜ Felsefe Bölümü

HAYATIMIZIN karmakarışık akışında bilimin yeri nedir? Bilimden nasıl etkileniyoruz? Düşüncelerimize, bakışımıza, duyuş, algılayış, biçimlerimize nasıl karışıyor? Bu soruları bilimadamları topluluğunun dışında yaşayan biri olarak soruyorum. Bilimi merak eden, anlamak isteyen birinin soruları bunlar.

Bilime neden merak ediyorum? Çünkü evrende yanıtını aradığım nice soruyu gündemine alıp, onlara açıklamalar bulmaya çalışan insanın saygın bir bilme çabasıdır. Bilim nasıl geliştiriyor, yürütüyor bu etkinliğini, nasıl başarılı olabiliyor? Merak ettiklerimi bilen bilimadamını merak ediyorum. Biliyorum ki bilgisinin hep sınırı vardır. Biliyorum ki bilgimin sınırı vardır. İşte, bilimin nasıl bir bilme uğraşı olduğunu anlamaya çalışıyorum. Kendimi, yaşayışımı tanımada bana nasıl yardımcı olabileceğini araştırıyorum.

Yaşadığım dünyada bilimi eğitimim sırasında tanıyorum. Günümüz insanı, dünyanın belli yöreleri dışında, okuyor, eğitim görüyor. Eğitim düzeyine, amacına göre bilimin sunduğu bilgilerle karşılaşılıyor. Acaba, bu bilgiler, eğitim gören, görmüş bir

insan olarak hayatımda nasıl bir yer tutuyor? Sorunlarımı çözmeye yardımcı olabiliyor mu?

Bilimin hayata aktarılmasında önemli köprülerden biri olarak eğitim, büyük ölçüde kafamızda oluşan bilim düşüncesinden, bilim tasarımıyla sorumlu. Acaba, sağlıklı, yaşayışımızdaki sorunları çözmede yardımcı, bir bilim anlayışının gelişmesine katkıda bulunabilecek biçimde yürütülebiliyor mu eğitim?

Bu yazıda bütün bu soruların bir açıdan yanıtını aramak amacıyla, eğitim düzenimizin işleyişinde, bu işleyişin ardında bulunduğunu düşündüğümüz bilim anlayışını, bilimin hangi noktalarda, nasıl eğitimimize karıştığını sorgulama konusunda ipuçları vermeye çalışacağım.

Eğitimle Gelen Bilimin Üç Önemli Ögesi

Nedir bilim? Bu sorunun yanıtında belli bir açıklığa kavuşmadan, eğitimle gelen bilimin hayatımızdaki yerini sorgulayabilmek olanaklı değil. Doğrusu bilimin bir tanımını, hele eskilerin deyi-

miyle "efradını câmi, ağıyarını mâni" (ona ait tüm öğeleri içine alıp, olmayanları dışta bırakan) biçimde verebilmek çok zor. Bilim çok cepheli, birçok boyutu olan bir insan yaratısı, etkinliği. Ben bunu derslerimde ve konuşmalarında "bilimin 1001 yüzü" diye anlatırım. Biraz abartmalı bir deyimdir ama, bilimin karmaşık yapısını anlayabilmek için gereklidir diye düşünürüm. Bilim konusunda yargılar verirken düşünülen yanlışlardan çoğu, onu tek ya da birkaç boyutuyla görmekten ileri geliyor. Bu yazının çerçevesi içinde, özellikle üç yanı üstünde durmayı uygun buluyorum.

Bilim, bir bilme biçimidir, daha ayrıntılı söylersek, bir bilme-düşünme biçimidir (Epistemo-lojik boyut!). Tarihi içinde, araştırmaların yürütüldüğü alanda, belli geleneği olan bilgi birikimine dayanır. Araştırmalarla giderek değiştirilen, genişletilen özellikler taşır bilimsel bilgi. Üzerine eğildiği konunun olgularını düzenli biçimde gözlemeye, ölçmeye, bunlar arasında çoğunlukla niceliksel bağlantılar, orantılar kurmaya çalışır. Matematiksel dile yaslanmaya, bu dil aracılığıyla oluşturulan genellemelerle olgular arasında düzenli ilişkiler, çalışma alanı el verdiğince giderek daha soyut formüller, kuramlar içinde açıklanmaya çalışılır. Olgulardan, onları açıklamaya, nasıl davranacakların önceden tahmin etmeye yarayan yasalar, kuramlar oluşturulur. Elde edilen bilgiler önceki bilgilerle karşılaştırılır, aralarında tutarsızlıkların bulunmamasına çalışılır. Bilimsel araştırmayla yürütülen, geliştirilen bilgiler, tarihsel bir gelişim içinde, mantıksal tutarsızlıklardan ya da olgusal uyumsuzluklardan ortaya çıkan sorunların çözülmesi yönünde sürekli olarak gözden geçirilir, eleştirilir, gerekirse değiştirilir.

Demek ki, birbirleriyle ve gözlemle-
nebilir olgu ya da olaylarla uyum içinde olmaları istenen, belli mantıksal, matematiksel yapıları olan, tarihsel olarak birbirleriyle ilişkili bilgilerdir. Anlama, açıklama, önceden belirleme amacına yöneliktirler.

Olağan ki, bilimsel bilgi için bu saptamalarımız, özellikle son kırk elli yıldır teknoloji-bilim ilişkisinin gittikçe yoğunlaşmasıyla daha karmaşık bir görüntü kazanan bilimsel bilgiyi anlatmada yeterli değil. Üstelik bilimsel araştırma alanlarının giderek dallanıp budaklanması, disiplinlerarası araştırmaların

önem kazanması, uygulamalı-kuramsal araştırmaların iç içeliği, bilimsel bilginin yapısını, özelliklerini saptamada karşımıza çıkan engellerden birkaçıdır. Yine de bu bilginin belli bir tarihsel boyutu taşıması, matematiksel, mantıksal bir dille olgulara yönelik olması, kendi içinde belli bir tutarlılığa kavuşma çabasıyla birlikte bu yazının sınırları içinde onu tanımamız için yeterlidir sanıyorum.

Bilimin ikinci ögesi, bir bilgi, bir bilme biçimi olmasının yanında, onun bir toplumsal kurum olmasıdır. Ne anlamda bir kurum? Bilimsel bilgiyi oluşturan insanların, bilimadamlarının da bir topluluğu vardır. Sorumluluğu vardır. "Ben araştırmamı yapar, bulgularımı ortaya koyarım, gerisi beni ilgilendirmez" görüşü sorumluluktan bir kaçıştır. Elbette, öncelikle araştırmasını gerektiği gibi yapması beklenir ondan. Ama, unutmayalım ki bilim yalnızca "bilgi"ler, den oluşmuyor. Bilimadamı bir bilimadamları topluluğunda yaşar. Bu toplulukta diğer bilimadamlarına karşı bir sorumluluğu vardır. Bu topluluğun da içinde yer aldığı ülkenin sorunlarıyla, yaşamıyla ilgisi vardır. Bilim hayatımızdan sorumludur.

Burada çok bilinen şöyle bir itiraz söz konusudur: "Ben bilimadamıyım. Atomu inceledim, kuramlar oluşturdum ya da oluşturulmuş kuramlara katkımda bulundum. Deneyler düzenledim. Buluşlar yaptım. Bu çalışmalarımın birileri atom bombası yapmışsa bunda benim suçum ne?" Bence böylesi bir akıl yürütmede bilimin insan yaşamından soyutlanarak yürütüldüğü düşüncesi saklıdır. Oysa bilimin bu yazıdaki deyimle "kuramsal" bir ögesi de vardır. O nedenle bilim eğitiminde bilim ahlakı, bilim adamının yalnızca ürettiği bilgiye değil, toplumuna insanlığa karşı sorumluluğu olduğu görüşü önem kazanmalıdır.

Ders kitaplarındaki ve sınavdaki problemleri çözerek bilimadamı olunamaz. Giderek, okul bittikten sonraki araştırmalarımızda da karşımıza çıkan sorunların üstesinden gelmekle bilimadamların sorumluluğu bitmiyor. Evet, bilimadamı araştırma alanındaki bilgilere karşı sorumluluk taşır. Onların yanlışsız, tutarlı olmasına özen gösterir. Ama bu sorumluluk toplumsal, ahlaki sorumlulukla birlikte yürütülmelidir. Bilimin çok ögeli yapısına karşı sorumluluğumuz vardır.

Bilgimiz, insan oluşumunun diğer öğeleriyle birleştiğinde anlamlıdır. İnsan yalnızca bilen bir varlık değildir. Düşünen, duyan, sanat yapan, sorumluluğu olan bir varlıktır. İnsanı oluşturan bütün bu bileşenler göz önüne alınmadığında, bilim, hayatımızda yerini alırken üstesinden gelemeyeceğimiz sorunlarla karşılaşırız.

Eğitimimizdeki bilimi araştırıp sorgularken, insanlığı ortadan kaldıracak böylesi sorunları ortadan kaldırmayı amaçlıyoruz. Bu topluluğun içinde araştırmalar, tartışmalar, eleştiriler, değerlendirmeler yürütülür. Bu toplulukta da liderler, otoriteler vardır. Belli bir üniversite içinde ya da devlete bağlı bir kuruluş olarak çalışabildikleri gibi, özel sektör tarafından da destekleniyor olabilirler. Bu özellikleriyle bilimsel topluluklar ekonomik ve politik açıdan kendilerinden daha büyük toplumsal örgütlerin etkisindedirler. Bilimadamları arasındaki ilişkiler, bilimadamlarının ruhsal yapıları bu toplulukların ana hedefi olan bilgi üretme, sorun çözme çabalarını etkiler.

Demek ki "bilim" dendiğinde yalnızca "bilgi"yi anlamamak gerekiyor. Bu bilginin ortaya konduğu bir toplumsal çevreyi de göz önüne almalı. Bu topluluğun içindeki bilimadamlarının





ruhsal yapılarına, ahlak değerlerine beklentilerine umutlarına, bilimin, çoğu kez önemsenmeyen boyutları olarak bakmalı. Bu antropolojik, sosyolojik, ahlaksal

özelliklerinin yanında topluluğun kendi içinde ve bağlı olduğu kurumlar tarafından belirlenen politik yapısı da vardır.

Bilim bir araştırma sürecidir, bir insan etkinliği. Bu anlamda "ölü" bilgilerden oluşmuş değildir, yalnızca kitaplar da, ansiklopedilerde yazılan "soğuk" malumat yığını değildir. Bilimin kendi hayatı, üretimi vardır. Geçmişten devir alıp geleceğe aktardığı sorunları, çözümler bunlar için harcanan insan emeği vardır. Bilimadamı da bir toplulukta yaşar, onun da içinde bulunduğu toplulukla ilgili ruhsal, toplumsal sorunları sözkonusudur. Bu topluluk, iktidarı elinde bulunduranlarca yönlendirilmeye çalışılır. Bütün bunları bilimi insan-üstü, sanki onu yaratan insandan bağımsız bir yerde görmeyelim diye söylüyorum. Yalnız burada dikkat etmemiz gereken bir nokta var: Bilimsel bilginin kendi geleneği içinde bir iç işleyişi vardır (Toplum bilimlerinde bu nokta oldukça tartışılmaya açıktır.). Bu iç işleyişi, politik ekonomik baskılarla dilediğiniz yöne çeviremezsiniz. Geciktirebilirsiniz belki. Fiziğin belli bir dalında, belli bir sorunun çözümünü, politik, askeri kararlarla dilediğiniz gibi çözemezsiniz. Son karar o konunun iç işleyişini bilen, bu konuya kendisini vermiş, araştırma, düşünme, yaratma özgürlüğüne sahip olması gereken bilimadamının. Bu açıdan, bilimadamı gerçekliğin anlaşılıp, yorumlanmasında sorumluluğu olan biridir. Olgulara, hesaplara, kavramların, matematiksel ilişkilerin işleyişine saygısı olan bilimadamı, bilim namusu olan bilimadamıdır.

Bakın, bilimin toplumsal, politik, ruhsal yanlarından söz ettik. İşte burada bilim ahlakı söz konusudur. Gözlemediği olguları gözlediğini, bulmadığı bulguları bulduğunu söyleyen sahtekârlara za-

man zaman bilim topluluğunda rastlıyoruz (Sevgili Hocam Hüseyin Batuhan'ın Yapı Kredi Bankası Yayınlarında çıkan Bilimde Şarlatanlar kitabını okumanızı salık veririm!). Bilimadamları yetiştirirken dikkat etmek gerek: Bilim yalnızca bilgiden ibaret değildir. Bu bilginin araştırılması, tartışılması, eleştirilmesi sorumluluğunu taşıyabilecek bilimadamlarına gerek var. Namuslu, bilim aşkıyla dolu bilimadamlarına. Konusunun sorunlarını ve sınırlarını görebilen, kendini araştırmaya adanmış, ruhsal, toplumsal eksik ve özürlerinin farkına varmış, bilim ahlakına sahip bilimadamlarına.

İşte bu noktada, son olarak vurgulayacağım bilimin üçüncü ögesi gündeme geliyor: Bilimsellik, bir tutum, bir tavrıdır. Dünyaya, incelenen konuya bilim açısından bakabilme tavrı. Bu tavrı kazanamamış bilimadamları yaratıcı olamazlar, kendilerini bilimin sorunlarına adanmakta zorluk çekerler. Belki bilimadamları topluluğunun yapısına göre araştırmalar yapabilirler; ama çoğunlukla bilimsel tutumla konularına bakamadıkları için taklitçi olarak kalırlar. Bilim na-



mussuzluğu nasıl büyük bir tehlike ise, bilimsel tavır eksikliği de bilimadamları topluluğunun kokuşmasına yol açacak istenmeyen bir durumdur.

Öyleyse, bilimadamı yetiştirirken, bir takım bilgileri her nasılsa öğrenmiş, zeki insanların bilimadamı olabileceğini sanmak yanlıştır. Onu bilim ahlakı ve bilimsel tavırla donatmak gerek.

Bilimsel tavır nasıl bir tavrıdır? Nasıl öğrenilir? Nasıl öğrenileceğinden başlayalım. Ustalardan öğrenilir. Topluluk içinde yaşayarak. Bundan dolayı, birçok yazımda defalarca vurguladığım gibi, salt kitap okuyarak bilimadamı olamazsınız. Bilimadamları topluluğunda sağlıklı bir biçimde yetişmiş olmanız gere-

kir. İşte o zaman ustanızdan, bir sorunu ele almayı, araştırmayı, bu sorunun üstesinden gelmeyi, kısaca, bilimle gerçekliğe nasıl bakılacağını öğrenebilirsiniz. Salt ustanızdan değil belki, öteki bilimadamlarından, meslektaşlarınızdan, soru sormayı, yanıt aramayı, deney yapmayı, hesaplamayı, sorunlarla boğuşmayı, kısaca bilimadamı gibi yaşamayı öğrenebilirsiniz.

Bilimi böylece gözden geçirdikten sonra eğitimle bize aktarılan bilimi anlamaya, sorgulamaya geçebiliriz. Buradaki eğitimi en geniş anlamıyla alıyorum. Bilimadamı yetiştirmeye yönelik bir eğitimi değil de, insanı bir meslek, bir bakış, kavrayış, bir beceri kazandırmayı amaçlayan eğitimi söz konusu ediyorum.

Eğitimle Yansıtılan Bilim Üstüne Düşünmek

Hangi alanda eğitilirse eğitilelim, eğitimimiz içinde açık ya da örtük olarak belli bir bilim anlayışını taşıyor. Önce eğitimimiz hangi noktalarda bilimle ilgilidir, bu konu üstünde duralım.

Eğitimimiz, sanat ve beceri geliştirme eğitimi gibi dalları bir yana bırakırsak, bilimin çalışma alanlarından devşirilen bilgiler üstüne kuruludur çoğu kez. Bilim bu anlamda malzeme sağlar eğitime, eğitimin içeriğini oluşturur. Eğitim bilimden elde edilen bilgileri tanıtmak, öğretmek, yaymakta bilime bir olanak sağlar.

Eğitimin düzenlemesi, planlanması, geliştirilmesi, kuramsal temelleri de bulunmaya çalışılan uygulamalı bir bilimdir. Eğitimin kendisi de bir yoruma göre bilimdir.

Asıl sorumuz, bize aktarılan bilimsel bilgilerin, bu bilgileri aktarma yolları hakkındaki "bilimsel" tartışmalarının ardındaki bilim anlayışının ne olduğu üzerinde odaklaşıyor. Somutlayalım. Örneğin, üniversitede fizik okuyan bir öğrenciyim. Fizik bilimi bana eğitim yoluyla aktarılıyor. İlk sorumuz, "fizik bilminde olup bitenleri anlamaya, kavramaya, giderek onları tartışabilip geliştirmeye başarabilecek kafaları yetiştirebilen bir eğitim düzenimiz var mı?" olacak. Ders programları, okutulan derslerin içeriği, öğretmenlerin bu bilgileri aktarabilme yetenekleri amacına uygun

mu? Kısaca, okutulan fiziğin içeriği ve sunulmuş biçimi eğitimi araştırma konusu eden bilimin ilkelerine uygun mu? Eğitimin "bilimselliğinin" yanında, onun bir sanat olabileceği kaygısıyla, bu bilimselliğin, değişik bilim dalları arasında kurulan ortaklaşa bir çalışma içinde, belli bir "tutum" ve tavırla, "eğitimci" kavrayışı ve yönelimiyle yürütüldüğünde anlamlı olabileceğini düşünüyorum. Eğitimin "sanat" yanını eğitimcilerin bir sanatçı gibi yaratıcı olabileceklerini düşünerek vurguluyorum! Ardından gelen sorun: Okuduğum fizik, tarihi içinde geliştirilmiş, bugünkü tartışmaları içindeki fiziği yansıtabiliyor mu? İlk sorun, fiziğin sunulmuş biçimi, aktarılış tarzıyla ilgiliydi. İkincisi bu aktarımın, iletimin içeriğiyle ilgili. Örneğin, çoğunda fizikçilerin tartıştığı sorunları anlayabilecek, şu anda fizikçilerin önünde bekleyen zorlukları kavrayabilecek biçimde ve içerikte mi yazılıyor fizikteki ders kitapları? Çok mu uzağında kalıyorum bu yaşayan fiziğin? Gerçekte sürüp gitmekte olan fizik araştırmalarını kavramaya olanak sağlayacak biçimde eğitiliyor muyum? Yoksa ders kitapları bana anlattığı fizik, bu ferçek, bu yaşayan fizik sorunlarını çarpıtarak mı anlatıyor bana? (Öğretme amacıyla yapılan basitleştirmeleri bir yana bırakarak düşünüyorum).

Korkarım, bu iki sorunun ardından gelecek yanıtlar pek iç açıcı olmayacak. Yanıtların olumlu olabilmesi için sorularımızı sürdürmemiz, eğitimimizi sorgulamamız gerek. Yazık ki çok az sayıdaki uzmanın dışında ne fizik öğrenenlerin ne de öğretenlerin böyle soruların yanıtları için ayıracak zamanları pek olmuyor. Elektromanyetik teoriyi bana niçin böyle anlatıyorlar? Acaba başka türlü anlatma olanağı yok muydu? Bu teori tarihsel olarak nasıl ortaya çıkmış? Nasıl daha sevimli, daha heyecan verici, ilgi çekici biçimde aktarabilirim bu teoriyi? Öğretmenler ve öğrenciler olarak bu tür sorulara ayıracak zamanımız neden yok? Niçin eleştirimiz yok eğitimimize? Niçin daha "iyi" yürütülmesi için beklentimiz, talebimiz yok? Bunlar yoksa, bize dayatılan eğitime katlanıp, bir an önce diploma alıp kurtulup gitmekten başka çaremiz yok demektir. Tersine, eğitimden "memnunsak" neden memnunuz? Neden ders kitaplarımız "iyi", hocalarımız "yeterli"dir? Olumlu eğitim de sorulanmalıdır. Daha iyi olması için.

Memnuniyetimizin cahilliğimizden kaynaklanmaması için.

Üçüncü ana sorumuz ne olabilir? Fizik okurken, nasıl bir bilim anlayışıyla okuyoruz. Sanırım, konumuzun can alıcı noktası buradadır. Bu sorunun yanıtını vermek kolay değil; çünkü fizik ve eğitim bilginin ötesinde bir eğitim ve bilim felsefesini gündeme getiriyor.

Anımsayalım bilimin üç ana ögesini. Fizik ders kitabını bu açıdan irdeleyelim. Bu kitabın bize fiziği aktarıncan nasıl bir anlayışla yola çıktığını araştıralım.



Örneğin şu sorularımızla açabiliriz böyle bir araştırma yolunu: "Kitap, fizikteki yasaları, formülleri değişmez, tartışılmaz kurallar olarak mı sunuyor? Dile getirilen kuramlar tek açıdan, eleştirileri, ortaya çıktıkları toplumsal, tarihsel bağlam verilmeden mi anlatılıyor? Bize mekanik, ezberci bir fizik bilimi mi sunmaya çalışıyor? Kuramların birbirleriyle olan bağlantıları verilebiliyor mu? Yani, bilimin üç ana ögesi dengeli bir biçimde ele alınabiliyor mu? Bilim yalnızca bilgiler yığını olarak mı anlaşılıyor? (Yazık ki çoğu ders kitapları bilimin bir boyutu üzerinde gereğinden fazla duruyorlar!) Yoksa, o bilgilerin ortaya çıktığı tarihsel, toplumsal, psikolojik ortam kısa ip uclarıyla bile olsa dile getirilebiliyor mu? Hele hele, bilimin "bilimsel" bir tutum ve tavırla geliştirilebileceğinin farkında mı kitabın yazarı ya da yazarları? Kitabı okuduğunuzda bilim hakkında; bilimsel etkinlik ve tutum konusunda bir görüş kazanabiliyor musunuz?

Elbette kitap, eğitimin biricik aracı

değil. Laboratuvarlarımız, dersanelerimizdeki öğretmenlerin tutumu ve fizik bilimine bakışları da eğitimimizi tamamlayan öğeleri oluşturuyorlar. Laboratuvarlardaki deneyler gerçekçi mi? Yoksa gerçekte fizik alanında bilgi üreten bilimadamlarının yaptıklarından çok uzakta, baştan sona deneyler mi? Öğrenciler bu deneylerde yaratıcılıklarını sinayabiliyorlar mı? Fiziğin işleyişini kavrayabiliyorlar mı? Kuramla uygulama arasındaki farklılıkları, bunların nedenlerini anlayabiliyorlar mı? Sınıftaki eğitim sağlıklı mı? Ana kavramlar, bunların ortaya çıkışının dayandığı temeller anlaşılabilir mi? Yoksa, çoğunlukla yapıldığı gibi, bir takım formüllere sayılar yerleştirilerek, ezbere çözülmüş problemlerle mi yürütülüyor eğitim? Bakın sorular hiç bitmiyor. Sizler de sorular sorabilirsiniz? Fizik okuyan bir öğrencinin kafasında nasıl bir bilim anlayışı oluşuyor? Yaratıcı, sonuç getirici olması beklenen bize verilen bilgileri sorgulamaksızın kabul eden bir zihniyetle bu sorgulamanın gerçekleşmesi olanaklı değil.

Bu yazıda örnek olarak fiziği ele aldık. Her öğrenci ister doğa bilimleri, ister toplum bilimleri alanlarında, benzeri sorgulamaları yapabilir. Uygulamalı bilimlerde, mühendislik ve tıp gibi, sorular bilimin ahlaksal, toplumsal, politik yanları da gözönüne alınarak geliştirilebilir.

Eğitimimizdeki bilimi sorgulamak, herşeyden önce bilimsel tutumu kazanmış olmanın bir sonucudur. Bilim okuyan bir öğrencinin, okuduğu bilim dalını, bu daldaki deneyimlerinden yola çıkarak (Bu deneyimler ne denli yetersiz olsa da) genel olarak bilimi sorgulayamaması, eğitimindeki eksikliği gösterir. Aynı durum öğreticiler içinde söz konusudur. Bilim okutan bir öğretmen nasıl olur da uzmanı olduğu dalın nasıl okutulacağını, bu dalda nelerin neden dolaşıp okutulması gerektiği üstünde düşünmez? Hele hele, kendi araştırma alanının içinde yer aldığı bilim hakkında görüş geliştirmek istemez? "Efendim, bize verilen program ve kitap bu. Nesini sorgulayacağız ki eğitimin? Üstelik, eğitimi sorgulamak, eğitimcilerin işidir, benim değil" diyebilir mi? Bilimadamlarının sorumluluğundan söz etmiştik. Eğer bu kişi eğitimle ilgisi olmayan bir araştırmacı olsa bile, yalnızca araştırmalarına karşı değil, bilimin kendisine karşı da sorumluluğu vardır.

Açın Kitaplarınızı!

Hasan Aslan
ODTU Felsefe Bölümü

DERS kitapları, çağımız eğitim dünyasında kullanımı giderek yaygınlaşan gelişkin uygulamı bilim ürünlerinin yanında oldukça yalın kalır. Yazıya dayalı geleneksel eğitim, bilgisayarların, uydu bildiririm aygıtlarının, görsel-işitsel araçların, öğrenme-öğretme sürecinde artan kullanımıyla, görüntüye dayalı eğitime dönüşmek üzere. Öğrenme-öğretme işi de bu eğitim araçlarının doğasına uygun olarak bir iletişim sorunu olarak görülmeğe başlanmıştır. Pek çok eğitim bilimci, bu 'renkli' eğitim araçlarındaki görsel-işitsel zenginliğin büyümesine kapılıp ders kitaplarını iletişim açısından etkisiz görüp, eğitimdeki önemini, işlevini küçümseyerek gözden düşürmekte.

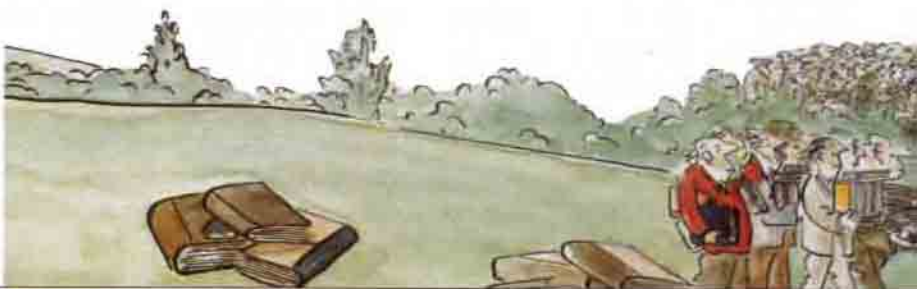
Gelişkin uygulamı bilimin, toplumsal yaşamımızın önemli bir parçası olan, öğrenme-öğretme biçimini de değiştirdiği açık. İçinde bulunduğumuz döneme verilen "iletişim çağı", "bilgi çağı" gibi adlar, önemli ölçüde gelişkin uygulamı bilimin etkin, yaygın kullanımının vurgular. Bilgi sözcüğü ise günümüzde biliş, ileti anlamlarına kaymaktadır, giderek de bu anlamlarla sınırlanmaktadır. Buna koşut olarak, eğitim bilimciler de etkili öğrenme-öğretmeyi sağlayacak "iletişim modelleri" geliştirmeye, sınamaya yönelmişlerdir. Gelişkin uygulamı bilim üzerine temellendirilen bu yönelişle birlikte, kaçınılmaz olarak öğrenci, öğretmen kavramları da değişmekte, neredeyse bir "iletişim nesnesi" durumuna dönüşmekte. Ancak sorgulamak gerekir. Eğitimin bu denli görsel-işitsel düzeye indirgenmesi doğru mu? Gelişkin uygulamı bilim kullanımı öğrenme, öğretme yetilerimizi geliştiriyor mu? Daha mı iyi, daha mı çok öğreniyoruz, öğretiyoruz? Acaba bu aşırı görsellik, işitsellik düş gücü tükenmiş bir gençlik yaratmaz mı? Bu ya da benzeri soruların açık yanıtları yok. Nasıl bir toplum, nasıl bir birey istediğimize bağlı.

Eğitim uygulamı bilimi yönünden gelişmiş ülkelerde, ders kitaplarının öğrenme-öğretme sürecinde azalan etkinliğine karşın, bu yönden yeteri kadar gelişmemiş ülkelerde de ders kitaplarının işlevi artmakta. Kitap eski bir eğitim aracıdır. Birçok eğitim amacına yönelik olarak değişik eğitim ortamlarında kullanıma esnekliği vardır. Taşınması, kullanımı, yeniden kullanımı kolay; elde edilmesi diğer eğitim araçlarına kıyasla daha ucuzdur. Pek çok eğitim aracının tersine, kitapların ne özel bir bakıma ne de enerjiye gereksinimi yoktur. Bir kez elde edilince bütün giderleri bitmiştir demek! Bu yalın özelliklerinden ötürü kitaplar daha uzun yıllar temel eğitim aracı olarak kalmaya devam edecek gibi. Ülkemiz koşulları gözönüne alındığında, ders kitaplarının önemi daha da belirginleşir; ekonomik zorluk, nüfus artışı, eğitim araç-gereçlerinin yetersizliği, kalabalık sınıflar... Bununla birlikte ne yazık ki ders kitapları, üzerinde pek durulmayan saksaklanan bir konudur ülkemizde.

Bir eğitim aracı olan ders kitaplarıyla ilgili sorunların, öğrenme-öğretme sürecinde ortaya çıktığını biliriz. Bu sorunların başında da dilden, kitabın dilinden doğanlar gelir. Anlatım bozukluğu, dilin yanlış kullanılması, devrik tümceler, sözcüklerin, terimlerin geliş güzel seçilmesi... Bunlara bir de şekillerin, renklerin, oranların uyumsuzluğunu; örneklerin, soruların uygunsuzluğunu eklemeli! Öğrenmeyi-öğretmeyi kolaylaştırması beklenen bu yardımcı araçlar çoğu kez başarısız kalır. Ders kitaplarına konan resimlerin, şekil-

lerin, çizeneklerin ya öğrencilerin bir konuya ilgisini çekmek ya görsel olarak bir konunun anlaşılmasını sağlamak ya da düşünsel olarak bellekte kalması güç olan bir bilginin anımsanmasını kolaylaştırmak gibi öğrenme-öğretme sürecinde önemli işlevleri vardır. Yoksa genellikle sanıldığı gibi, amacı sayfa boşluklarını doldurmak, süslemek değildir. Bundan dolayı bu resimlerde, şekillerde, çizeneklerde kullanılan renklerin, oranların önemi sanıldığından da ötedir.

Öğrencilerin dil becerisi kazanmasına, dilbilgisi derslerinin yanı sıra önemli ölçüde diğer ders kitaplarının dili de katkıda bulunur. Belirli bir dil anlayışı, dil siyasasi gözetilmeksizin yıllardır ülkemizde ders kitapları yazılmakta, yazdırılmakta. Dahası, ilgili Bakan'ın değişmesiyle ders kitaplarının yazarları, konuları, dili de değişmekte. Bu tutum, ülkemizde köklü bir eğitim geleneğinin dolayısıyla da bir ders kitabı geleneğinin oluşmasını kösteklemiştir. Eğitim, kendisinden beklenen en öncelikli işi de bu yüzden başaramamıştır. Ana dilini doğru, güzel konuşan bir gençlik yetiştirmek... "Okuyan insan" sayımızın azlığını sürekli yakınma konusu edinmişiz. Okumayı, okumasını sevmeyen bir toplumuz! Neden? Açın ders kitaplarını, bakın; yanıtın önemli bir bölümünü orada bulacaksınız! Hem ilk hem de orta öğretim ders kitaplarının dili öğrenciler konuyu anlasın diye "basitleştirilmekte". Bunun sonucu da ortaya yapay, cansız, soğuk, etkisiz, bozuk bir dil çıkmakta: Ders kitabı dili! Dile, kitabın diline bu yaklaşım, öğrencilerin okuma istemini olumsuz yönde etkileyip, daha sonra-



ları ortaya çıkan okumaya karşı isteksizliğin de ilk tohumlarından.

Eğitim, önemli ölçüde kültür ile bilgi birikimini kuşaktan kuşağa aktarma aracıdır. Unutmamalı ki dil de bir kültürün öz suyudur. Öğrencilerimizi kendi dilini kullanmaya özendirilmeli, kendi dilinde okuma hazzını sağlamalıyız. "Ders kitabı yazarları" sorumludurlar! Dil basitleştirilemez! Öğrencilerin konuyu anlamalarını kolaylaştırmak istiyorsak dili doğru, güzel kullanmak gerekir. Basitleştirilmesi gereken konudur, içeriktir, dil değil. Ne yazık ki çoğu kez konuların basitleştirilmesi, dilin basitleştirilmesi sanılıp ders kitapları da bu anlayışla "basitçe" yazılmakta. Konuların basitleştirilmesi sanıldığının tersine sıradan bir iş değildir. Bir yandan konuyu çok iyi bilmeyi, o konuda uzman olmayı, diğer yandan da dili ustaca kullanabilmeyi, dile eğitimsel özellikler katabilmeyi gerektirir. Başka bir basitleştirme konunun öğrenilir, öğretilir biçime so-

kulmasıdır. Bunu da bir ders kitabı değişik biçimlerde yansıtır; içerdiği görüşlerin, düşüncelerin bütünselliğinde, mantıksal örgüsündedir. Örneklerin gücünde, metinlerin okunma kolaylığında... Öğrencileri bu soğuk ders kitabı dilinden ivedilikle kurtarmalı! Dil bakımından ders kitapları biri biriyle uyumlu, tutarlı olmalıdır. Yabancı kaynaklı sözcüklerin sorumsuzca gelişigüzel kullanılması hem konuşma dilimizde hem de yazı dilimizde istenmedik bir durum yaratmıştır. Dilimiz hızlı kirleniyor. Yayıtları, çalışmaları, okullarda "önerilen kaynak" olmakla yetinilen TDK (Türk Dil Kurumu), etkisini eğitim dilinde göstermeli; eğitim dili siyasasını belirleyip, denetlemelidir. Ders kitaplarının dili, yazarının "insiyatıfine" dahası "insafına" bırakılmaz! Ders kitaplarındaki terimler sözlüğü, "indeksler" kitabın dili konusunda önemli ipuçları vermektedir. Ders kitabı, dili bakımından yazarının sözcük dağarcığına, dilbilgisi becerisine terkedilemez!

Ders kitaplarının hazırlanmasında öğrenme-öğretmeyle ilgili temel bir nokta hep gözden kaçmakta, belki de kaçırılmakta. Öğrenme-öğretme büyük ölçüde kültürel dir! Belirli bir dil, bir gelenek, bir inanç bütünlüğü kısaca bir yaşam biçimi içerisinde gerçekleşir. Her kültürün kendine özgü öğrenme-öğretme biçimi,

kalıbı, kısaca yolu-yordamı vardır. Ders kitaplarında içerilen konular her ne kadar "evrensel" olsalar da öğrenme-öğretme işte bu kültürel boyutta gerçekleşir. Ders kitaplarımızı kültürel değerlerimizle besledikçe yavanlıktan, soğukluktan, anlaşılmazlıktan, iticilikten kurtarabiliriz. Örnekler, elverdiğince kendi yaşam dünyamızdan seçilmeli, kendi kültürel kalıtımızı yoklamalıyız.

Bir bakıma ulusal istencimizi, ulusal siyasamızı yansıtır ders kitaplarımız. Yansıtmalı da! Daha da öteye bu istencin, bu siyasanın oluşturulmasında önemli bir olanaktır ve istendik yönde bilinçli bir güdeleme aracıdır ders kitapları. İçeriğiyle, uygulamalarıyla, yorumlarıyla, örnekleriyle, sorularıyla...

Ders kitabı, yapraklarında yazılı olan bilgilerin ötesinde de bilgiler içerir! Kapak tasarımıyla, kullanılan kağıdın niteliğiyle, seçilen yazı türüyle, sayfa düzeniyle bir ders kitabı "müfredat programında" içerilmeyen bilgiler taşır. Daha ilk bakışta bir ders kitabı bu yönüyle çok şey söylemez mi? Öğrenciye, öğretmene, belirli bir derse verdiğimiz önemi, kültürümüzü, uygulamayı bilim düzeyimizi, kısaca pek çok yönümüzü bir ders kitabı örtük bir biçimde ele verir!

Ders kitaplarını, içerisinde bir takım yazılı metinler bulunan, araçlar olarak görmemeliyiz yalnızca. Elbette bir ders kitabında hangi bilgilerin içerilmesi gerektiği önemli; ayrıca da öncelikli bir sorun. Yanıtında önemli ölçüde, dünya görüşümüzde, eğitim felsefemizde yatar. Yetiştirmek istediğimiz insan, biçimlendirmek istediğimiz toplum amacına yönelik olarak belirlenmeli ders kitabına konacak bilgiler. Ancak bu bilgilerin nasıl içerildiği ya da nasıl içerilmesi gerektiği en az içerilen bilgiler kadar önemli. Bir kişiliği olmalı ders kitaplarımızın, renkli, canlı, güvenilir sağlam bir kişiliği. Hani o öğrencilerimize kazandırmak istediğimiz kişilik var ya, işte ona benzemeli ders kitaplarımızın kişiliği de!

Eğitim yatırımdır. Geleceğimize yatırım. Ulusal geleceğimize vermek istediğimiz biçim. Kararlı, tutarlı, gerçekçi bir eğitim siyasası yokluğundan, eğitime ayrılan "yükü bütçeler" her keresinde çarçur olup gitmekte. Gerçekte, çarçur edilen geleceğimizdir; hem de ulusal geleceğimiz!



Werner Heisenberg (1901-1976)



Bilim tarihinde yüzyılımızın ilk çeyreği, devrimsel atılımların birbirini izlediği, fırtınalı bir dönemdir. Planck'ın kuantum, Einstein'ın rölativite kuramları ve Rutherford'un atom modeli, bu atılımların başlıcalarıdır. Bohr'un 1913'de ortaya koyduğu kuantum atom modeli, 1920'lerde özellikle genç fizikçilerin ilgi odağı olmuştu. Ne var ki bu model, bazı önemli noktalara ışık tutmakla birlikte, yeterince belirgin ve tutarlı olmaktan uzaktı. Üstelik, Bohr'un "kuantum yörüngeleri" dediği kavram için ortada deneysel kanıt da yoktu. Elektronların çekirdek çevresinde dönmesi, güneş sistemine bir benzetme olarak kalan bir varsayımdı. Modeli kimi yönleriyle yetersiz bulan genç fizikçilerin başında De Broglie, Pauli, Heisenberg, Schrödinger ve Dirac gibi, çalışmalarıyla daha sonra ünlenen seçkin isimler vardı. Bunlar arasında en büyük atılımın Heisenberg'den geldiği söylenebilir.

HEISENBERG, yirmi dört yaşında iken oluşturduğu matris mekanik ve kendi adıyla bilinen belirsizlik ilkesiyle, atom fiziğine yeni bir kimlik kazandırarak 1932'de Nobel Ödülü'nü aldı. Fizikçi arkadaşları arasında sezgi gücüyle tanınan Heisenberg, daha okul yıllarındayken, ders kitaplarında yer alan görsel modellere kuşkuyla bakmış; Bohr modelini bile pek inandırı bulmamıştı. Özellikle modele dayanan varsayımlardan, görsel imgelerden kaçınıyordu. Atom, modellerde işlendiği gibi karmaşık değil; basit bir yapıda olmalıydı. Bohr ile karşılaşp ve tartışmak, çok istediği bir şeydi.

Bu fırsat çıktığında delikanlı, Münich Üniversitesi'ndeki öğrenimini keserek Göttingen'e gitti. Bohr, bir sömestr için Göttingen Üniversitesi'ne konuk öğretim üyesi olarak çağırılmıştı. Atom fiziğinin önde gelen bir kurucusuyla tanışmak, kaçırılacak bir fırsat değildi. Heisenberg, dikkatli bir dinleyiciydi; ancak sırası geldiğinde doyurucu bulmadığı noktaları belirtmekten, dahası Bohr'u düpedüz eleştir-

mekten çekinmiyordu. Bohr, bu iddialı gencin olağanüstü yetenek ve coşkusunu farketmekte gecikmemiş; sömestr sonunda ona Kopenhag Teorik Fizik Enstitüsü'ne katılma önerisinde bulunmuştu. Üniversiteyi bitirir bitirmez, seçkin genç fizikçilerin toplandığı Enstitü'ye katılan Heisenberg'in sorguladığı temel nokta şuydu: Bohr modelinde öngörüldüğü gibi elektron, devindiği yörüngeyi nasıl "seçmekte"; dahası bir başka yörüngeye sıçramadan önce titreşim frekansını nasıl "belirlemektedir"? Bohr, bu varsayımını açıklamamıştı. Onun yaptığı, Planck'ın kuantum sabitini uygulamaktı. Bohr'a göre, atomun dengesini koruması, Planck sabitinin enerjisi sınırlama ve düzenleme etkisiyle gerçekleşmekteydi. Ancak bu yaklaşım, doyurucu bir açıklama getirmiyordu.

Elektronun çekirdek çevresinde devinen, sıradan bir parçacık olduğu savı da dayanaksızdı. Aslında Bohr'un atomik olgulara Planck sabitini uygulaması, yerinde bir yaklaşımdı; çünkü kuantum teorisi klasik mekanikten daha yeterli sonuç vermemekteydi. Ancak bu, teorisinin birtakım sorunlar içermediği anlamına gelmiyordu.

Heisenberg, varsayımlar ve görsel modeller yerine, doğrudan deneysel verilere dayanan matematiksel bir dizge arayışı içindeydi. Özellikle kimi saptamaların göz önünde tutulması gerektiğine inanıyordu. Örneğin, atom içinde kaldığı sürece elektrona ilişkin, tahminlerin ötesinde fazla bir şey söyleyemeyiz. Ancak atom dışındaki davranışına ilişkin elimizde epey deneysel veri vardır. Bunun yanı sıra, ivmeli devinen bir elektrik yükü olarak elektronun, elektro-manyetik radyasyon saldı, salınan radyasyonun frekansının, deviniminin yinelenme frekansıyla daima aynı olduğu (Elektronun radyo antenindeki iniş-çıkış devinimi frekansının, salınan radyasyon frekansıyla aynı olması buna gösterilebilecek bir örnektir); bu durumda, elektronun, atom içinde de ivmeli devinen bir elektrik yükü olması koşuluyla, radyasyon saldı, salınan radyasyon frekansının, deviniminin yinelenme frekansıyla aynı olduğu söylenebilirdi. Ne var ki, elektronun bir yörüngede devindiği varsayımına göre hesaplandığında, bu sav doğrulanmamıştır.

Bu türden kimi olumsuz sonuçlar, Bohr'u yörüngeler arasında "sıçrama" hi-

potezine götürmüştü. Buna göre, sıçramada yiten enerji, salınan radyasyonun frekansını belirlemekteydi. Tek elektronlu hidrojen atomunda bu sav doğrulanmaktaydı. Öte yandan "sıçrama" düşüncesi yörünge varsayımını içeriyordu; oysa ortada yörüngelerin varlığını gösteren hiç bir kanıt yoktu. Ancak, yukarıda örnek olarak aldığımız radyo anten olayı da yadsınmazdı. Ancak Bohr'un teorisine dayanan kimi öndeşmelerin bu olaya uyduğu bir durumdan söz edilebilir: Elektron çekirdekten uzakta, geniş bir yörüngede devindiğinde varsayılan sıçrama enerjisi sıfıra yakındır.

Atomun dış sınırında elektronun yörüngeyi tamamlama frekansı, beklenen sonuca uymakta; yani yörüngesel frekans, radyasyon frekansına eşit çıkmaktadır. Bohr, "karşılık" (correspondence) dediği yöntemiyle, atom dışından atom içi spektruma gidilebileceğini göstermişti. Heisenberg, yeterince akılcı bulmadığı bu yöntem yerine, bu gidişi daha mantıksal bir yöntemle gerçekleştirmeyi önermekteydi. Ona göre spektral kod, ancak böyle çözülebiliirdi.

Heisenberg, çözüm için aradığı ipucunu klasik devrim yasalarında bulabileceğini düşünür. Bilindiği gibi, bir gezegenin aldığı yolu belirlemek için, gezegenin belli bir andaki konumunu belirleyen nicelikler, momentü (kütle x hız) çarpılır. Öyleyse atom düzeyinde bir frekans çöküntüsüyle, bir başka frekans çöküntüsünün çarpımının, bize aradığımızı vermesi olasıdır.

Ancak Heisenberg'in frekanslara ilişkin olarak ortaya koyduğu simgelerin kullanımı, değişik bir çarpım tablosu gerektirmekteydi. Heisenberg, farkında olmaksızın "matris cebir" denen bir sistemin kimi kurallarını yeniden keşfetmişti. Hocası Max Born'un yardımıyla aradığı teorisinin (kuantum mekaniği) matematiksel temelini oluşturmakta artık gecikmeyecekti.

Aslında oluşturulmakta olan yeni sistem, bir bakıma, klasik mekaniği andırmaktaydı. Klasik mekaniğin simgesel sözlüğü, "konum", "moment" ve devrimine ilişkin diğer nicelikleri dile getirirken; yeni mekaniğin simgelerinin, atomik verileri temsil etmesi, aradaki farkı oluştuyordu.

Matris cebir, klasik mekaniğin yetersiz kaldığı atomik problemlerin çözümüne elverişli bir yöntemdi. Ne var ki, başlangıçta Heisenberg, hayal kırıklığına uğramaktan kurtulamıyor; yeni yöntemle hidrojen spectrumunu hesaplamada başarısız oluyordu. Ancak çok geçmeden onu umutsuzluktan kurtaran bir gelişmeyi fark etti. Fizikçi arkadaşı Pauli'nin bulduğu



Erwin Schrödinger

"dışlama" (exclusion) ilkesi, geliştirmekte olduğu teoriye önemli destek sağlamaktaydı Pauli'nin çalışması, atomik spektraya ilişkin gözlemlere dayanıyordu. Bu gözlemler çoğunlukla birbirinden farklıydı. Pauli, bu gözlemlerin hepsi için geçerli bir açıklama arayışındaydı.

Bulduğu açıklayıcı ilke şuydu: Herhangi bir elementer parçacıklar sisteminde, örneğin atom kapsamındaki elektron topluluğunda, iki parçacık hiçbir zaman aynı biçimde devinmez ya da aynı enerji durumunda olmaz. Bu basit ilke yalnız elektronlar için değil; daha sonra keşfedilenlerle birlikte, atom-altı tüm parçacıklar için geçerliydi. Üstelik bu ilke, Bohr'un atom modelinde bir bakıma el yordamıyla yaptığı bir sınırlamayı (elektron davranışları üzerindeki sınırlamayı) da anlamlı kılıyordu.

"Pauli dışlama ilkesi" olarak bilinen buluş, Heisenberg'e teorisini tamamlama yolunu açmıştı. Artık, Bohr'un "karşılık" yöntemini, yetkin mantıksal bir dizgeye dönüştürebiliirdi. Spektral kod, çözüm aşamasına ulaşmış; kuantum mekaniği doğmuş demektir. Tam bu sırada beklenmeyen, dahası şaşkınlık yaratan yeni bir gelişme ortaya çıktı: Avusturyalı fizikçi Erwin Schrödinger, matris cebirine başvurmaksızın atomik spektrayı, dalga olayına uygulanabilen bir diferansiyel denklemle çözüyordu. Böylece, klasik fizik yasalarıyla çelişen kuantum kurallarına gerek kalmadan, atomun kesintili enerjisi açıklanabilmekteydi. Schrödinger'in dalga denklemi, "enerji bölümleri" düşüncesinin, fizikte yarattığı uyumsuzluğu gidermeye yeterli görünmekteydi.

Kuantum düşüncesi, fiziğin temel ilkelerinden biri olan neden-sonuç bağıntısını dışlamaktaydı; öyle ki, kesin öndeşlere olanak yoktu. Öndeşler ancak olasılık çerçevesinde yapılabiliirdi. Oysa Schrödinger, dalga mekaniğiyle, bu tür sakinçalara yol açmaksızın, atom-altı düzeydeki tüm olguları açıklayabileceği inancındaydı. Örneğin, dalga mekaniği formülü, kara-cisim radyasyonuna ilişkin gözlem verilerine, Planck formülü ölçüsünde uygun düşmekteydi. Ona göre madde, dalgasal bir olaydı; "elementer parçacık" diye nitelenen şey, aslında, dalgaların birbirini pekiştirdiği küçük uzay bölgelerinden başka bir şey değildi. Sıçrama fikrine gerek yoktu.

Şimdi yanıtlanması gereken soru şuydu: dalga mekaniği gerçekten fiziği eski bütünlüğüne kavuşturuyor muydu? "Kuantum" kavramına artık gerek yok muydu? Bohr ve Heisenberg'e göre buna olanak yoktu; çünkü elektron, ister yörüngede

devinen bir parçacık olarak düşünülün, ister bir dalga titreşimi olarak algılandın, kesintilik gözardı edilemez, sıçrama varsayımından vazgeçilemezdi. Kaldı ki, dalga dilinde üstü örtük de olsa, sıçrama düşüncesinin var olduğu söylenebilirdi.

Öte yandan başta Max Planck ve de Broglie olmak üzere kimi fizikçiler, Schrödinger'i desteklemekteydi. Bu, de Broglie için doğaldı, çünkü atom fiziğinde dalga düşüncesi ondan kaynaklanmıştı. Oysa Max Planck, öncüsü olduğu kuantum teorisine ters düşen bir yaklaşıma arka çıkmaktaydı. Ne var ki Planck, yaratılıştan tutucu bir kişiydi; kurdugu teorisinin sonraki gelişmelerinde ortaya çıkan "aykırılık"ları, özellikle nedensellik ilkesinden uzaklaşmayı içine sindirememişti. Schrödinger'e, fiziği içine düşüştüğü bunalımdan kurtaran bir kahraman gözüyle bakıyordu.

Fizik dünyası bir ikileme karşı karşıyaydı. Bir yanda parçacık kavramına dayanan kuantum mekaniği, öte yanda parçacık kavramını dışlayan dalga mekaniği; aynı olgu kümesini açıklamaya yönelik birbirine ters düşen iki teori! Bu arada, Bohr'un esnek bir tutum içinde iki teoriyi bağdaştırma girişimi de ilginçtir. Belki de atomu ve bileşenlerini, ne salt parçacıklar ne de salt dalgasal birimler olarak düşünmek doğrudur. Belki de doğru olan, iki teorisinin de sınırlı bir geçerliliğe sahip olduğunu söylemektir. Dahası, alternatif açıklamalar getirmeleri, iki teorisinin bağdaşmazlığı olarak düşünölmeliydi.

Bohr bu tür olasılıklar üzerinde dururken Heisenberg, iki teori arasında bir uzlaşmaya olanak tanımıyordu. Ona göre atomun dalga yapısını gösteren herhangi bir

deneyisel kanıt yoktu. Sıradan deneyleri-mize aykırı düşen elementer parçacıkları, somut maddesel değil; soyut nesneler ola-rak algılamak yerinde bir yaklaşımdır. An-cak, bu soyut nesnelerin davranışlarını be-timlemede birtakım varsayımlara değil, öl-çülebilir deneySEL sonuçlara bağlı kalmak gerekir. Heisenberg, önerdiği matris me-kanik bu nitelikte bir dizge olduğu sa-vındaydı. Belli bir fiziksel olgu ya parça-cık, ya da dalga kavramıyla açıklanabilirdi; ikisiyle birlikte değil! DoğA, birbirine ters düşen iki kavrama aynı bağlamda elveren bir çelişki ya da karışıklık içinde olabilir miydi?

Sıkıntı bir ölçüde, yine Heisenberg'in ortaya koyduğu bir ilkeyle, "belirsizlik il-kesi"yle giderilir. Bu ilke, belli tanımlar arasındaki bir ilişkinin, matematiksel tür-den dile getirilmesidir. Kısaca şö-y-le demektir: belli bir anda, ko-num ve momentin birlikte ölçü-münün, en az Planck sabiti kadar bir belirsizlik taşıması kaçınılmaz-dır: $\Delta p \times \Delta q \geq h$. Başka bir deyiş-le, konum ve moment birbirinden bağımsız değişkenler değildir; biri tam olarak belirlendiğinde diğeri belirsiz kalır.

Klasik fizikte ölçülen değiş-kenler, Planck sabitine (h) göre çok büyük olduğundan, öyle bir belirsizlik söz konusu değildir. Oysa atom-altı düzeyde önemli bir sayı olan Planck sabiti (h), bildiği-miz anlamda belirleme kesinliğine olanak vermemektedir. Tüm be-lirlemeler, istatistiksel türden orta-lamalar olarak yapılabilir. Heisen-berg'in belirsizlik ilkesi, kuantum mekaniğinin genel bir dizge niteli-ği kazanmasında anahtar işlevi gö-rür.

Şimdi sorulabilir: Konum ve moment değişkenlerinin eş-zaman ölçümünü olanaksız kılan şey nedir? Bu olayda Planck sabitinin rolü nedir? Daha da önemlisi, belirsizlik ilkesi bilgi arayış-ının sınırlaması anlamına mı gelmektedir?

Klasik fizikte konum, hız, frekans vb. değişkenler üzerindeki deney ve ölçmele-rin, bu değişkenleri etkilemediği varsayı-mına dayanılır. Oysa bu varsayım, atom-altı düzey için geçerli değildir. Planck sa-bitinin çok önemli olduğu bu düzeyde, deneySEL araç ve düzenlemelerin, ölçülen bu değişkenleri bir şekilde etkilemesi ka-çınılmazdır. Orta-boy düzeyde bu etki önemsizdir. Atom-altı düzeyde ise en kü-çük etki bile çok önemlidir. Örneğin, bu düzeyde fotoğraf çekiminde salınan ışık, sonucu büyük ölçüde değiştirebilir. Bu, belirleme yöntemimizin etkisinin, belirle-diğimiz nesne veya sürecin ayrılmaz bir parçası olması anlamına gelmektedir. Öy-

leyse, algıladığımız şey, algımız dışında salt nesnel bir gerçekliği yansıtmamakta-dır. Peki bunun, araştırmaya bir sınır koy-duğu söylenebilir mi? Bu soruyu yanıtlam-ak için, Heisenberg'in belirsizlik ilkesi-ni iyi kavramak gerekir.

Atom-altı düzeyde ilişkilerini neden-sel olarak belirlemeye çalıştığımız değiş-kenler (konum, momentum, vb.), biribi-riyle karşılıklı dışlaşma içindedirler. Biri belirlendiğinde diğeri belirsizlik içine dü-şer. Bu yüzden, yetersiz belirlemeyle ye-tinmek koşuluyla, bir tür nedensel bağıntı kurulabilir. Bir deneyde konum tam sap-tanırken bir başka deneyde momentin tam saptanması yoluna gidilebilir. Kuan-tum mekaniğinde olasılıklara yönelik ista-tistiksel belirleme yöntemi, matematiksel sembolizmin özünü oluşturmaktadır.



Paul A. M. Dirac

Atom fizikinde Heisenberg gibi, gör-sel model yaklaşımının karşısına çıkan bir başka genç fizikçi de, Paul A.M. Dirac'tı. Heisenberg ile Schrödinger'in birbirin-den bağımsız atılımlarına bir üçüncüsünü Dirac ekler. Kuantum mekaniğinde, klasik mekaniğin q ve p ile simgelediği konum ve momentum nicelikleri yerine, frekans çöküşleri konmuştu. Bu teoride, bildiğimiz aritmetik kurallarının tersine pxq ile qxp , aynı şeyler değildi. Çarpım-da, çarpan ile çarpılanın sırası, sonucu değiştirmekteydi. Dirac, başlangıçta hemen herkesi şaşırtan bu terslikte, klasik fizik yasalarıyla henüz belirsiz kalan atomik yasalar arasındaki temel far-kın ipucunu buldu. pxq ile qxp çarpım-ları arasındaki fark biliniyorsa, ayrıca bu farkın tüm gözlemlerde değişmediği doğ-ru kabul ediliyorsa, o zaman, klasik

mekanikteki herhangi bir denklem atom-ik bir denkleme kolayca dönüştürülebilir.

Bu temel noktaya parmak basan Dirac, aradığı matematiksel aracı, "Pois-son parantezleri" denen teknikte buldu. Dirac, bu tekniği Heisenberg dizgesine uyguladığında, beklentisi doğrultusunda, pxq ile qxp 'nin farkını belirledi ve bu farkın değişmezliğini saptadı. Böylece Poisson parantezleri tekniği kullanılarak, herhangi bir klasik denklemin, kuantum mekaniğine ait eşdeğer bir denkleme dönüştürülebileceği gösterildi. Sonuçta ortaya çıkan, klasik mekaniğin yapısal bütünlüğünü kazanan yeni bir mekanik-ti.

Dirac'ın ulaştığı bu sonuca, çok geç-medeyen, değişik bir yoldan Max Born da ulaştı: Heisenberg ve Schrödinger mekaniği üzerindeki tartışmalar-la çalkalanan fizik dünyası, bir üçüncü mekanikle yüz yüze geldi.

Ne var ki, görünüşteki tüm farklara karşın, temelde üç mekanik de eşdeğer nitelikteydi. Örneğin Dirac mekaniğinin de pay-laştığı Heisenberg çarpım kuralının, Schrödinger mekaniğince de içerildiği söylenebilir. Bu yakın-lığın Dirac'ın attığı yeni bir adımla daha da pekiştirdiğini görmekteyiz: Dirac, özel rlativite kavramların-dan yararlanarak Schrödinger dalga denklemini değişik bir biçimde or-taya koymayı başardı. Yeni den-klem, elektronun "spin" denen bir özellik taşıdığını ifade ediyordu. Eldeki deneySEL veriler de, böyle bir özelliğin varlığını kanıtlayıcı nitelikteydi. Ancak Dirac'ın oluş-turduğu rlativistik dalga mekaniği, önemli bir savı daha içeriyordu: elektron ve diğer elementer par-çacıkların, karşıt bir parçacıkla ikiz bir çift olduğu. Ne var ki, "pozit-ron" denen pozitif elektron ile diğer bazı karşıt parçacıkların ne olduğu anlaşılm-caya değin, Dirac'ın bu hipotezi ciddiye alınmamıştı.

Şimdi "kuantum mekaniği" diye bil-digimiz teori, başlangıçta farklı yaklaşımlardan doğan bu üç gelişmeyi, eşdeğer "versiyon" olarak kapsamında tutmak-tadır. Ancak, ulaştığı ileri gelişmişlik düzeyine karşın kuantum mekaniğinin bugün de bazı "kalıtsal" diyebileceğimiz güçlüklerden yeterince arınmış olmadığı da belirtilmelidir.

Giderek yoğunlaşan deneySEL çalış-malarla toplanan verilerin, daha tutarlı ve kapsamlı bir teori gerektirdiği açıktır. Dirac'ın son konuşmalarından birinde belirttiği gibi, öylesi kuramsal bir atılım için, yeni bir Heisenberg'in gelmesini bekleyeceğiz.

Madde Nedir?

En uzak yıldızdan en küçük toz taneciğine kadar evrende bulunan her şey, inanılmaz çeşitlilikte maddeden yapılmıştır. Yaklaşık 200 yıl kadar önce ısı, birçok bilimadamı tarafından maddenin özel bir çeşidi olarak görülüyordu. Fakat ısıнын küçük madde parçalarının hareketi olduğu artık biliniyor. Aynı şekilde, ses de maddenin belirli bir hareketidir. Uzunca bir süre, radyasyon (ışık, radyo dalgaları, x-ışınları) gibi enerji türleri, genellikle madde olarak algılanmamasına karşın, madde ile yakından ilişkili olduğu daha sonra farkedildi... Tüm değişik madde çeşitlerinin ortak bir özelliği vardır; kütle. Kütle, herhangi bir cisim içindeki malzeme miktarıdır ve harekete karşı direnç gösterir. Örneğin bir kamyon, oyuncak arabadan çok daha fazla kütleyle sahiptir ve hareket ettirilmesi çok daha zordur. Evrende her parça madde, diğer tüm madde parçalarını çeker, ancak maddenin miktarı önemlidir; büyük bir parça, küçük parçayı bir diğer küçük madde parçasından daha güçlü çeker.

Kapsanmış Evren

Resimde görülen terrarium, yaşayan dünyanın küçük evrenidir. Maddenin üç durumu olan katılar, sıvılar ve gazların yanında maddelerin dünyasında bulunan diğer ilginç cisimleri de kapsar.

Yaşayan Dünya

Tüm yaşayan maddeler, kendilerini karışık şekillerde düzenleyebilirler ve karmaşık davranış biçimleri gösterirler. Bir zamanlar, canlı varlıklardaki maddenin "hayati ilke" olarak adlandırılan hayali bir güçle kontrol edildiğine inanılıyordu. Fakat bugün bilimadamları, yaşayan ve yaşamayan maddenin aynı bilimsel yasalara uyduğunu düşünüyorlar.

Maddeyi Karıştırmak ve Ayrıştırmak

Çakıl, kum ve su, karışım yapacak şekilde karıştırılabilir ve daha sonra kolaylıkla ayrıştırılabilir. Bu maddelerin her biri kendi başlarına, çok güçlü birleşmiş başka maddelerden yapılmıştır ve ayrıştırılmaları güçtür. Örneğin su, hidrojen ve oksijen gazlarının birleşimidir. Böyle bir birleşime kimyasal bileşik adı verilir.

Bitkiler ısıya ulaşmak için yukarı uzarlar.

Madeni Madde

Metaller taşlarda bulunur ve maden cevheri adını alır. Saf metaller nadir bulunur ve genellikle cevherlerinden ayrılması gerekir. Bir kere ayrıldıca genellikle diğer metallerle birleşerek alaşımlar (metal ve başka maddelerin karışımı) oluştururlar.

Çakıl, kum ve su karışımı

Kurşun, katı görünümlü bir metaldir fakat onlarca yılda son derece yavaş şekilde akar.



Çözeltiler ve Kolloitler

Maddeler genellikle sıvı veya katının içinde erirler ve karışımlar oluştururlar. Sıvı veya katı ile mükemmel karışırlar; az miktarda atomdan hatta tek bir atomdan oluşan gruplara parçalanırlar (bunlar maddenin en küçük parçasıdır). Kolloit katılar, sıvı veya gazda asılı olan büyükçe madde taneciklerinden oluşur.

Gazların Dünyası

Bir maddenin parçacıkları birbirinden ayrıldığı zaman, madde gaz haline gelir. Kendi başına bir şekli yoktur ancak bulunan tüm boşluğu kaplayacak şekilde genişler. Hava (çoğunlukla nitrojen ve oksijen karışımıdır) tanımlanan ilk gazdır. Bundan yüzyıllar önce bilimadamları, hava dışında gazların da olduğunu farketmişlerdi. Çünkü gazların birbirlerine benzer görünme eğilimleri vardı; çoğunlukla renksiz ve saydamdılar.

Cam Saydam bir maddedir

Sıvı Madde

Sıvılar da gazlar gibi akabilen maddeden oluşur fakat gazların tersine, içinde bulunduğu kabın tabanında kalır. Hemen hemen tüm maddeler belli sıcaklıklarda sıvı olur. Tüm canlılar için en

önemli sıvı olan su, insan vücudunun da büyük bir kısmını oluşturur. Erimiş yiyecek maddelerini ve atıkları vücut boyunca taşıyan insan kanının da çoğunluğu sudur.

Su, erimiş halde, havadan gelen oksijen ve karbondioksit içerir.

Katı Şekiller

Terrarium'un metal ve camı eğer sabit bir şekilde kalmazsa, bitki ve hayvanlara kap görevi göremez. Sabit şekilde olan maddeye katı denir. Ancak çoğu katı, yeterince ısıtılınca şekillerini kaybedip, sıvı ya da gaz olurlar.

Terrarium

Taş benzeri katılar belirli bir şekli korurlar.

Eski Yunan'da Madde



Empedocles

Eski Yunan filozofları, maddenin doğasını şiddetle tartışılar ve tüm görünen karmaşıklığına rağmen dünyanın basit olduğu sonucuna vardılar. İ.Ö. 600'lü yıllarda Thales, bütün maddelerin sudan yapıldığını ortaya attı. Empedocles (İ.Ö 5. yy), tüm maddelerin farklı oranlarda karışmış olarak, dört temel madde ya da elementten oluştuğuna inandı; toprak, su, hava ve ateş. Bir sonraki yüzyılda Aristot, cennetten geldiğine inanılan, "eter" adını verdiği beşinci bir maddeyi ekledi. Leucippus'un (İ.Ö 5. yy) da sadece bir çeyit madde olduğuna dair bir teorisi vardı. Buna göre eğer madde defalarca kesilirse, kalan son kısmın kesilemeyecek madde parçacığı olduğunu düşündü. Daha sonra Democritus, İ.Ö 400'lü yıllarda, kesilemeyen bu parçacıklara "bölünemeyen" anlamına gelen "atom" adını verdi. Fakat atomlara inanmayan Aristot, kendisini izleyen 2000 yıl boyunca en yetkin filozof olarak kabul edildiği için onun elementler ile ilgili düşüncesi hüküm sürdü.



Paraların üzerindeki şekiller aşınıp gitmiş.

Aşınma

Eski filozoflara göre, para ve heykel gibi cisimler zaman içinde aşındıkla- rında, gözle görülemeyecek kadar küçük madde parçacıkları kaybediyorlardı.



Temel Atomlar

Democritus, atomlarla ilgili teoriyi oluşturdu ve bunu elementler teorisi ile birleştirdi. Platon gibi o da herbiri bir element için, dört şekil atom olduğunu düşündü. Atomların rasgele hareket ettiğini ve evreni kontrol eden tanrılar olmadığını savunarak yaşadığı dönemin dinsel inanışlarına karşı durdu.

Küller Küllere

Element teorisi, kül ve cürufun bir miktar ateş elementi ile birlikte genelde topraktan olduğunu ileri sürmekteydi. Yanma işleminin sonunda, daha fazla kül oluşturacak yeterli ateş kalmaz; ancak inanışa göre bir kısım ateş ısı şeklinde bir süre daha kalmaktaydı. Yunanlılar, toprak ve suyun doğal olarak düşme eğiliminde olduğunu düşündüler.

Özsu, su elementinden oluşmuştur.

Kül ve cürufun genellikle toprak elementidir.

Ağaç Kütüğündeki Dört Element

Empedocles'in dört elementinin belli özellikleri, birbirlerine sıkı sıkıya bağlıdır. Toprak, kuru ve soğuktur; su, ıslak ve soğuktur; ateş, sıcak ve kurudur ve hava, sıcak ve ıslaktır. Yanan ağaç kütüğünde, dört elementin tamamı görülebilir. Empedocles'in düşüncesine göre bir madde, örneğin ağaç kütüğü, başka bir maddeye dönüşürken -yanan kütüğün duman çıkarması, özsu yayması ve kül oluşturması gibi- ağaç kütüğünü oluşturan elementler iki kuvvetin etkisi altında ayrılır veya yeniden birleşirler. Bu kuvvetler; aevgi (birleştirici kuvvet) ve nefret ya da uyuşmazlıktır (ayırıcı kuvvet).

Ağaç Kütüğünden Çıkan Sıvı

Empedocles'in inancına göre sıvılar, hatıra yanan bir kütükten sızan özsu gibi kalın (akışkanlığı düşük) olanlar da genellikle suydur. Teorisine göre küçük miktarlarda başka elementler de esas elementle her zaman karışabilir.

Özsu, su elementinden oluşmuştur.

Kül ve cürufun genellikle toprak elementidir.



Beş Element

Bu gravürde tasvir edilmiş insan figürü, toprak ve suyu simgeleyen, iki küre üzerinde durmakta ve ellerinde hava ile ateşi tutmaktadır. Güneş, ay ve yıldızlar, beşinci element olan eter'den yapılmıştır.

Toprak Modeli

Platon, toprağın atomlarının, güçlülüğü ve katılığı sağlamak için birbirine sıkı sıkıya yığılmış küplerden oluştuğunu düşündü.



Su Modeli

Platon (İ.Ö 4. yy), suyun 20 üçgen yüzü olan, ikosaedron adı verilen katı bir cisimden oluştuğunu düşündü.

Hava Modeli

Platon'un hava modeline göre hava atomu, düzgün sekiz yüzlü katı oktahedron'dur.



Ateş Olmayınca Duman Çıkamaz

Bir parça madde yakıldığında, içindeki hava maddesinin duman olarak açığa çıktığına inanılıyordu. Yunanlılar ateş gibi havanın da doğal bir yükselme eğilimi olduğunu düşündüler.

Duman çoğunlukla havadır, içine bir miktar kurum şeklinde toprak karışmıştır.

Delip Geçen Alev

Ateş elementi en belirgin şekilde alev ve kıvılcımda görülmekteydi. Ancak Yunanlılar, herçeyde bir tür ateşin var olduğunu düşündüler. Platon'un modeline göre ateş atomu, keskin ve noktasal idi. Çünkü ısı, her türlü maddeye nüfuz edebiliyordu gibi görünüyordu.

Alevler ve kıvılcıklar, ateş elementidir.

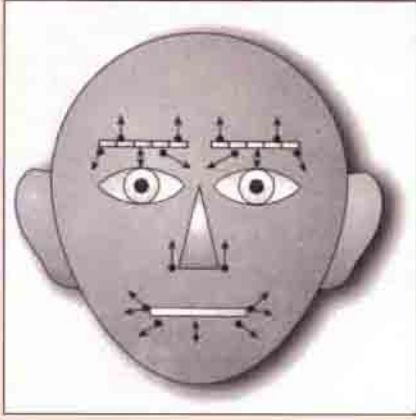


Kaynak: A. Zeller, *Antik Yunan Felsefesi*, İstanbul, Tanrısal Kitaplar, İstanbul, 1992

Teknoloji Dünyası

Sinan Göktepeli

Gülümseyen Robot



Geçmişte yalnızca bilim-kurgu filmlerinde gördüğümüz robotlar, günümüzde endüstriyel toplumlarda, üretim hatlarının vazgeçilmez bir parçası oldular. Ancak Japonlar, yorulmaksızın çalışan robotların insanlar ile daha iyi iletişim kurmaları için, çeşitli yüz ifadelerini kullanabilme yeteneği üzerine çalışmalar yapıyorlar. Tokyo'da bir üniversitede, bu konudaki çalışmalar hızla ilerliyor. On beş yıldır sürdürülen çalışmalar, robot yüzünün değişik parçalarının hareketi ile istenilen mimikği sağlaması üzerinde yoğunlaşmış durumda.

Geliştirilen robot, altı değişik duygulanımı, yüz ifadesine yansıtabiliyor; sevinç, üzüntü, nefret, korku, kızgınlık ve sürpriz. Bu ifadeler yapay yüzü oluşturan silikon derinin hareketi ile sağlanmakta. Ağız gibi hareketli büyük parçalar, bir elektrik motoru ile; daha küçük, hassas ve esnek parçalar, basınçla hareketlendiriliyorlar. Normal olarak insanlarda yüz ifadeleri, kasların kırktan fazla değişik hareketi ile sağlanırken, robotların altı değişik yüz ifadesi, 18 hareketli parça ile elde edilmiştir. Üniversitede öğrencilerle yapılan testler sonucu, korku dışında diğer ifadelerin rahatlıkla tanımlanabildiği görülmüştür. Öğrenciler, korku ifadesi için nefret ve sürpriz arası bir tanımlamayı daha uygun bulmuşlar.

Bu araştırmalarda robotlar ve insanlar arasındaki iletişimin artırılması ve gelecekte robotlardan, insanların sosyal yaşantısında da yararlanılması hedeflenmiştir. Son çalışmalar, yapay zeka teknikleri ile beraber yürütülmektedir. Robot, gözüne takılan kamera ile insan yüzündeki ifadeyi algılamakta ve bunu standart yüz ifadeleri ile karşılaştırarak değerlendirme yapmaktadır. Sonuçta robot, uygun yüz ifadesi ile karşılık vermektedir. Bundan sonra robotlara bakarken dikkatli olmamız gerekebilir. Sert ve kızgın bir bakışa robottan nasıl bir karşılık geleceğini merak ediyoruz doğrusu.

İlaç Tasarımında Bilgisayar

Günlük yaşamımızda pek çok alana giren bilgisayarlar, şimdi de yeni ilaçların tasarım ve geliştirilmesinde kullanılacaklar. ABD'de Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı'ndaki bilimadamları ve Bionumerik Pharmaceuticals şirketi elemanlarının işbirliği ile, önümüzdeki üç yıl içinde ilaç tasarımı için gerekli yazılım geliştirilecek ve bu iş için 6 milyon dolar harcanacak. Geliştirilen yazılım ile, ilaç tasarım maliyetinin düşürülmesi ve tasarım süresinin de hızlandırılması amaçlanmaktadır. Bionumerik şirketi, geliştirilen ilaçları kullanarak kanser ve kalp-damar hastalıklarının tedavisini planlanmaktadır. Yazılım ile tasarımı yapılan ilacın, kanserli DNA'nın çoğalmasını hangi mekanizmaları kullanarak durduracağı ya da koroner damarlarda kolesterol kümesinin büyümesini ne şekilde önleyeceği, benzeşim yöntemleri ile araştırılacaktır. Yazılımın paralel bilgisayarlara uyarlanması için Lawrence Livermore Laboratuvarı ve Colorado State Üniversitesi işbirliği ile yeni geliştirilen SISAL adındaki programlama dilinin kullanılması planlanmaktadır. Sonuçta tasarım maliyetinden 200 milyon dolar kadar tasarruf edilmesi ve tasarım süresinin de yarı yarıya kısaltılması beklenmektedir.

Lazer İle Enfeksiyon Tedavisi

Bazı bakterilerin neden olduğu enfeksiyonların lazer ile aktive edilmiş moleküller yoluyla tedavisi, başarılı olmaktadır. Pseudomonas aeruginosa bakterisi, nemli ortamlarda gelişmekte ve açık yaralarda enfeksiyona neden olmaktadır. Sonuçta yaradan yeşilimsi irin sızıntısı ve hastada hafif ateş görülmektedir. Kan dolaşımına karışması halinde bakteri, sepsisemiye neden olmaktadır. Yalnız İngiltere'de bu bakterinin bir yılda neden olduğu vaka sayısı, 1500 dolayındadır.

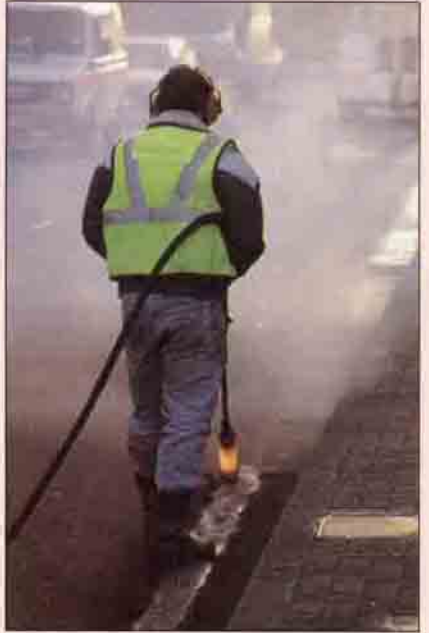
Geleneksel tedavide kullanılan penisilinli antibiyotikler mide bulantısı, ciltte dökülmeler ve ender olarak da sarılık gibi yan etkilere yol açmaktadır. Boston Hastanesi uzmanlarına göre, bazı kanserli tümörlerin tedavisinde kullanılan antibody hedeflenmiş fotoliz tekniği, bu bakterinin neden olduğu enfeksiyonların tedavisinde de başarı ile kullanılabilir. Bu teknik, sağlıklı dokuyu etkilemediği için hastalar, antibiyotiklerde görülen yan etkilere maruz kalmayacaklar.

Tedavi, enfeksiyonlu dokuya antikorla birlikte ışık duyarlayıcılar adı verilen moleküllerin enjeksiyonu ile yapılır. Bu moleküller,

ışıkla aktiflenmedikleri sürece, herhangi bir etkide bulunmazlar. İkinci aşamada enfeksiyonlu bölgeye lazer ışını odaklanır; lazer, molekülleri uyarak zincirleme tepkimeyi başlatır ve üretilen kısa ömürlü toksik maddeler, bakterileri öldürür.

Toksik maddeler enfeksiyonlu bölgenin hemen dışında, yaklaşık 100 nanometre uzaklıkta etkisiz hale gelmektedirler. Böyle bir tedavi, en az antibiyotik tedavisi kadar etkili olmakta ve lazer dışında özel bir donanım gerektirmemektedir. Geçen yıl hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde, enfeksiyonlu bölgede bakterilerin %75'inden fazlasının gideildiği gözlemlenmiş; klinik deneylerin başlatılmasından önce tekniğin etkinliğinin artırılmasına çalışılacağı bildirilmiştir.

Amerika Otoyollarında Robot-Onarıcılar



Yoldaki bir çatlağı doldururken hızla üzerine doğru gelen bir kamyon görmek, işçinin gerilmesine yol açacaktır; üstelik her yıl birkaç arka-
daşı otoyol üzerinde çalışırken ölüyorsa...

Kaliforniya Eyaleti'nde 1972'den beri 57 işçinin yollarda öldüğünü göz önüne alan Kaliforniya Üniversitesi'nin AHMCT (Advanced Highway Maintenance and Construction Technology Center) çalışanları, yollardaki onarım işlerinin daha güvenli, ucuz ve kolay yapılabilmesi için, robotlar geliştiriyorlar. Bu robotlar, bakım kamyonlarına monte edilecekler. Operatör, robotları kamyonun içinden veya daha da iyisi uzaktan kumanda edecek. Robotlar, yapacakları işlere

göre çeşitli tiplerde üretilecek. Bunlardan biri yolda büyüyen yabancı otlara karşı "akıllı ilaçlama sistemi". Yol üzerindeki yeşil bitkileri tanıyabilmek için görsel bir sistem kullanan bu robot, bir seri delikten uygun şekilde ilacı bitkiye püskürtecek. Bu sistem, elle ilaçlamadan daha verimli ve ucuz olacak.

Bir başka iş ise, yol onarımı. AHMCT bu iş için iki çeşit robot geliştirdi. Birincisi, yola paralel olmuş çatlaklar için, kamyonun yanına yerleştirilecek; kamyonun arkasına yerleştirilecek olan diğer tip ise, yolu enine kesen çatlaklar için. İki sistemde de görsel sistemler çatlağı tespit edince, bir bilgisayara sinyal gönderiyorlar; bilgisayar, yönettiği robot kolla ilk olarak çatlağı temizliyor; sonrada dolgu malzemesiyle kapatıyor. AHMCT, bunların dışında, yol çizgilerini çeken uzaktan kumandalı robotlar, yol kenarındaki kedi gözlerini değiştiren sistemler, yoldaki kar, çamur ve diğer tehlikeli maddeleri atan veya lazerle yollardaki yazıları silen robotlar gibi makineler de geliştiriyor. Kısacası Amerikalılar için yollar, artık daha güvenli.

Biraz Televizyon Dinleyelim mi?



Bir ankete göre, insanların yüzde 39'u, iş yaparken televizyon "seyretmekte". Bu kişiler, BBC ve ITV'nin, aslında görme özürlülerin de televizyondan yararlanabilmeleri için geliştirilen ve şu anda deneme aşamasında olan, Audetel (audio described television: ses tanımlamalı televizyon) hizmetinden yararlanabilirler. Bu sistem, televizyon ekranında olan olayların sözlü tanımlamalarını, normal TV sinyalleriyle birlikte gönderiyor ve bir kod çözümü aracılığıyla görme özürlülerin televizyon ekranında olanları "dinleyebilmelerini" sağlıyor.

Sistemi geliştirenlerin en çok zorlandıkları nokta, PAL televizyon sinyallerinde dijital olarak kodlandırılmış konuşmaları yerleştirecek bir yer bulmaktı. NICAM dijital stereo sistemi kullanan ülkelerde saniyede 11 kilobitlik bir boşluk var; ancak Almanya gibi bu sistemi kullanan ülkelere, boşluk, saniyede 7.6 kilo-

bite düşüyor. Aynı zamanda Audetel kullanımı, bazı televizyon tiplerinde kanışma da yol açabiliyor. Normal bir telefon hattında dahi konuşmak, saniyede 64 kilobit gerektirdiğinden, Audetel için pek yer kalmıyor.

Ancak cellfonlar için geliştirilen sıkıştırma yöntemlerini, Motorola tarafından geliştirilmiş bir sinyal işlemcisi ile bir arada kullanan Survey Üniversitesi araştırma grubu, bu boşlukta oldukça yüksek kalitede ses iletimini başardı. Bunlara ek olarak Philips de, ürettiği bir VHS video ile, insanlara Audetel yayınlarını kaydetme olanağı sağlıyor.

Şu anda İngiltere'de 140 deneme alıcısı mevcut. Temmuz ortalarından itibaren, BBC ve ITV, dört ay süreyle Audetel tanımlamalı programlar yayınlamaya başladılar.

Daha Farklı Bir Geçmiş

Mutsuz bir evlilikten sonra, geçen acı yılları unutmaya çalışırken, Boğaz'a karşı çektiği resimde eski eşinin de yer aldığını gören birinin düşüneceği ilk şey, onu resimden çıkarmak olacaktır. Bu durumda, Troçki'yi fotoğraftan çıkarıp yerine merdiven koyan kişiyi tanımış olmayı çok isterdi kuşkusuz...

Bu isteğin artık yerine geldiğini söyleyebiliriz. Vancouver'deki Western Pro Imaging Labs'da çalışan Keith Guelpa, Kanaadalılar'a geçmişlerini değiştirmeye olanağı veren yeni bir bilgisayar servisini başlatıyor: DivoceX. Guelpa, Macintosh'lar

için yazılmış olan Photoshop programını kullanarak değiştirmeyi istediğiniz herhangi bir fotoğrafa müdahalede bulunabiliyor; fotoğraftaki eski kişinin yerine her kimi ya da neyi isterseniz koyabiliyor.

Virajı Alırken

Robotlar tarafından kontrol edilen araçların üretimi konusunda en önemli sorunlardan biri, bir virajı dönebilmektir. Araba kullanan insanların, virajları nasıl aldıklarını son zamanlara kadar kimse bilmiyordu. Edinburgh Üniversitesi'nden David Lee ve Sussex Üniversitesi'nden Mike Land, bu sorunun yanıtını buldular.

Land ve iki araştırma görevlisi, Edinburgh'da virajlı bir yolda araba

kullanan üç sürücüye başlarına giymeleri için kameralı birer sistem verdiler. Yaptıkları gözlemlerde sürücülerin gözlerini, baktıkları yönde çekilecek bir çizgi virajın iç kısmına teğet olacak şekilde çevirdiklerini tespit ettiler. Bundan bir saniye kadar sonra sürücü, direksiyonu teğet noktasına doğru çevirmeye başlıyor ve ilerleyen noktayı takip ediyordu.

Bu teğet noktasının neden bu kadar önemli olduğunu merak eden araştırmacılar, noktanın değil, arabanın gidiş yönüyle, bu noktaya doğru çizilen çizginin (yani sürücünün baktığı yönün) arasındaki θ açısının asıl önemli nokta olduğunu belirlediler; çünkü yoldaki virajın yarıçapı, yani R, θ'nun kosinüsü

$$R = \frac{1}{(\cos \theta)} \cdot \frac{1}{d} \text{ denklemiyle bağlıdır.}$$

Bu denklemde d sürücüyle teğet noktası arasındaki mesafedir. Virajın yarıçapı, sertliğiyle ters orantılı olduğundan, sürücünün direksiyonu $\cos \theta / (1 - \cos \theta)$ değerine oranlı çevirmesi gerekiyor.

Peki sürücüler her viraja girişlerinde bu değeri hesaplıyorlar mı? Lee'ye göre sürücü θ açısını belirli bir değerin altında tutmaya çalışıyor. Sürücü, viraja girdikçe açı artıyor ve belirli bir eşik değerine gelince direksiyonu çeviriyor. Sonuçta açının büyümesi duruyor ve küçülmeye başlıyor.

θ'yı sürekli küçültmeye çalışarak virajları alma denemesi, New Jersey'deki Princeton Üniversitesi'nde üretilen bir robotta denendi ve başarılı sonuçlar alındı. Ama robotun programcıları, evden işe giderken bu stratejiyi kullandıklarından haberdar değillerdi.

Zeki ve kendi kendine hareket edebilen araçların üretimi üzerinde çalışan gruplar da, bu yönde çalışmalar yapmaya başladılar.

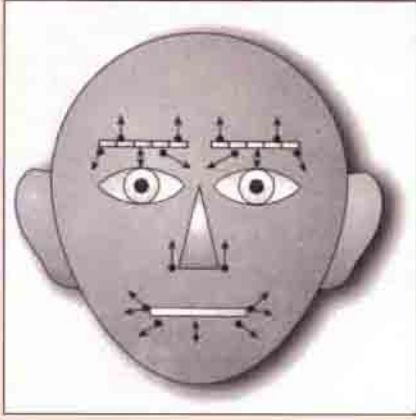
Kaynaklar:
New Scientist, 16 Temmuz 1994.
New Scientist, 23 Temmuz 1994.
New Scientist, 30 Temmuz 1994,
Chemical and Engineering News,
June 20 1994.



Teknoloji Dünyası

Sinan Göktepeli

Gülümseyen Robot



Geçmişte yalnızca bilim-kurgu filmlerinde gördüğümüz robotlar, günümüzde endüstriyel toplumlarda, üretim hatlarının vazgeçilmez bir parçası oldular. Ancak Japonlar, yorulmaksızın çalışan robotların insanlar ile daha iyi iletişim kurmaları için, çeşitli yüz ifadelerini kullanabilme yeteneği üzerine çalışmalar yapıyorlar. Tokyo'da bir üniversitede, bu konudaki çalışmalar hızla ilerliyor. On beş yıldır sürdürülen çalışmalar, robot yüzünün değişik parçalarının hareketi ile istenilen mimikği sağlaması üzerinde yoğunlaşmış durumda.

Geliştirilen robot, altı değişik duygulanımı, yüz ifadesine yansıtabiliyor; sevinç, üzüntü, nefret, korku, kızgınlık ve sürpriz. Bu ifadeler yapay yüzü oluşturan silikon derinin hareketi ile sağlanmakta. Ağız gibi hareketli büyük parçalar, bir elektrik motoru ile; daha küçük, hassas ve esnek parçalar, basınçla hareketlendiriliyorlar. Normal olarak insanlarda yüz ifadeleri, kasların kırktan fazla değişik hareketi ile sağlanırken, robotların altı değişik yüz ifadesi, 18 hareketli parça ile elde edilmiştir. Üniversitede öğrencilerle yapılan testler sonucu, korku dışında diğer ifadelerin rahatlıkla tanımlanabildiği görülmüştür. Öğrenciler, korku ifadesi için nefret ve sürpriz arası bir tanımlamayı daha uygun bulmuşlar.

Bu araştırmalarda robotlar ve insanlar arasındaki iletişimin artırılması ve gelecekte robotlardan, insanların sosyal yaşantısında da yararlanılması hedeflenmiştir. Son çalışmalar, yapay zeka teknikleri ile beraber yürütülmektedir. Robot, gözüne takılan kamera ile insan yüzündeki ifadeyi algılamakta ve bunu standart yüz ifadeleri ile karşılaştırarak değerlendirme yapmaktadır. Sonuçta robot, uygun yüz ifadesi ile karşılık vermektedir. Bundan sonra robotlara bakarken dikkatli olmamız gerekebilir. Sert ve kızgın bir bakışa robottan nasıl bir karşılık geleceğini merak ediyoruz doğrusu.

İlaç Tasarımında Bilgisayar

Günlük yaşamımızda pek çok alana giren bilgisayarlar, şimdi de yeni ilaçların tasarım ve geliştirilmesinde kullanılacaklar. ABD'de Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı'ndaki bilimadamları ve Bionumerik Pharmaceuticals şirketi elemanlarının işbirliği ile, önümüzdeki üç yıl içinde ilaç tasarımı için gerekli yazılım geliştirilecek ve bu iş için 6 milyon dolar harcanacak. Geliştirilen yazılım ile, ilaç tasarım maliyetinin düşürülmesi ve tasarım süresinin de hızlandırılması amaçlanmaktadır. Bionumerik şirketi, geliştirilen ilaçları kullanarak kanser ve kalp-damar hastalıklarının tedavisini planlanmaktadır. Yazılım ile tasarımı yapılan ilacın, kanserli DNA'nın çoğalmasını hangi mekanizmaları kullanarak durduracağı ya da koroner damarlarda kolesterol kümesinin büyümesini ne şekilde önleyeceği, benzeşim yöntemleri ile araştırılacaktır. Yazılımın paralel bilgisayarlara uyarlanması için Lawrence Livermore Laboratuvarı ve Colorado State Üniversitesi işbirliği ile yeni geliştirilen SISAL adındaki programlama dilinin kullanılması planlanmaktadır. Sonuçta tasarım maliyetinden 200 milyon dolar kadar tasarruf edilmesi ve tasarım süresinin de yarı yarıya kısaltılması beklenmektedir.

Lazer İle Enfeksiyon Tedavisi

Bazı bakterilerin neden olduğu enfeksiyonların lazer ile aktive edilmiş moleküller yoluyla tedavisi, başarılı olmaktadır. Pseudomonas aeruginosa bakterisi, nemli ortamlarda gelişmekte ve açık yaralarda enfeksiyona neden olmaktadır. Sonuçta yaradan yeşilimsi irin sızıntısı ve hastada hafif ateş görülmektedir. Kan dolaşımına karışması halinde bakteri, sepsisemiye neden olmaktadır. Yalnız İngiltere'de bu bakterinin bir yılda neden olduğu vaka sayısı, 1500 dolaylarındadır.

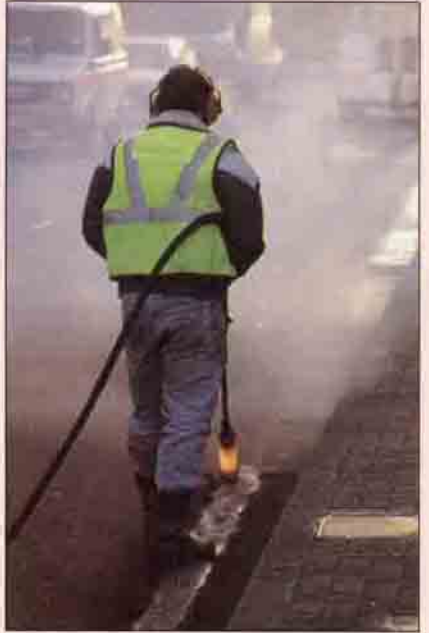
Geleneksel tedavide kullanılan penisilinli antibiyotikler mide bulantısı, ciltte dökülmeler ve ender olarak da sarılık gibi yan etkilere yol açmaktadır. Boston Hastanesi uzmanlarına göre, bazı kanserli tümörlerin tedavisinde kullanılan antibody hedeflenmiş fotoliz tekniği, bu bakterinin neden olduğu enfeksiyonların tedavisinde de başarı ile kullanılabilir. Bu teknik, sağlıklı dokuyu etkilemediği için hastalar, antibiyotiklerde görülen yan etkilere maruz kalmayacaklar.

Tedavi, enfeksiyonlu dokuya antikorla birlikte ışık duyarlayıcılar adı verilen moleküllerin enjeksiyonu ile yapılır. Bu moleküller,

ışıkla aktiflenmedikleri sürece, herhangi bir etkide bulunmazlar. İkinci aşamada enfeksiyonlu bölgeye lazer ışını odaklanır; lazer, molekülleri uyarak zincirleme tepkimeyi başlatır ve üretilen kısa ömürlü toksik maddeler, bakterileri öldürür.

Toksik maddeler enfeksiyonlu bölgenin hemen dışında, yaklaşık 100 nanometre uzaklıkta etkisiz hale gelmektedirler. Böyle bir tedavi, en az antibiyotik tedavisi kadar etkili olmakta ve lazer dışında özel bir donanım gerektirmemektedir. Geçen yıl hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde, enfeksiyonlu bölgede bakterilerin %75'inden fazlasının gideildiği gözlemlenmiş; klinik deneylerin başlatılmasından önce tekniğin etkinliğinin artırılmasına çalışılacağı bildirilmiştir.

Amerika Otoyollarında Robot-Onarıcılar



Yoldaki bir çatlağı doldururken hızla üzerine doğru gelen bir kamyon görmek, işçinin gerilmesine yol açacaktır; üstelik her yıl birkaç arka-daşı otoyol üzerinde çalışırken ölüyorsa...

Kaliforniya Eyaleti'nde 1972'den beri 57 işçinin yollarda öldüğünü göz önüne alan Kaliforniya Üniversitesi'nin AHMCT (Advanced Highway Maintenance and Construction Technology Center) çalışanları, yollardaki onarım işlerinin daha güvenli, ucuz ve kolay yapılabilmesi için, robotlar geliştiriyorlar. Bu robotlar, bakım kamyonlarına monte edilecekler. Operatör, robotları kamyonun içinden veya daha da iyisi uzaktan kumanda edecek. Robotlar, yapacakları işlere

göre çeşitli tiplerde üretilecek. Bunlardan biri yolda büyüyen yabancı otlara karşı "akıllı ilaçlama sistemi". Yol üzerindeki yeşil bitkileri tanıyabilmek için görsel bir sistem kullanan bu robot, bir seri delikten uygun şekilde ilacı bitkiye püskürtecek. Bu sistem, elle ilaçlamadan daha verimli ve ucuz olacak.

Bir başka iş ise, yol onarımı. AHMCT bu iş için iki çeşit robot geliştirdi. Birincisi, yola paralel olmuş çatlaklar için, kamyonun yanına yerleştirilecek; kamyonun arkasına yerleştirilecek olan diğer tip ise, yolu enine kesen çatlaklar için. İki sistemde de görsel sistemler çatlağı tespit edince, bir bilgisayara sinyal gönderiyorlar; bilgisayar, yönettiği robot kolla ilk olarak çatlağı temizliyor; sonrada dolgu malzemesiyle kapatıyor. AHMCT, bunların dışında, yol çizgilerini çeken uzaktan kumandalı robotlar, yol kenarındaki kedi gözlerini değiştiren sistemler, yoldaki kar, çamur ve diğer tehlikeli maddeleri atan veya lazerle yollardaki yazıları silen robotlar gibi makineler de geliştiriyor. Kısacası Amerikalılar için yollar, artık daha güvenli.

Biraz Televizyon Dinleyelim mi?



Bir ankete göre, insanların yüzde 39'u, iş yaparken televizyon "seyretmekte". Bu kişiler, BBC ve ITV'nin, aslında görme özürlülerin de televizyondan yararlanabilmeleri için geliştirilen ve şu anda deneme aşamasında olan, Audetel (audio described television: ses tanımlamalı televizyon) hizmetinden yararlanabilirler. Bu sistem, televizyon ekranında olan olayların sözlü tanımlamalarını, normal TV sinyalleriyle birlikte gönderiyor ve bir kod çözümü aracılığıyla görme özürlülerin televizyon ekranında olanları "dinleyebilmelerini" sağlıyor.

Sistemi geliştirenlerin en çok zorlandıkları nokta, PAL televizyon sinyallerinde dijital olarak kodlandırılmış konuşmaları yerleştirecek bir yer bulmaktı. NICAM dijital stereo sistemi kullanan ülkelerde saniyede 11 kilobitlik bir boşluk var; ancak Almanya gibi bu sistemi kullananmayan ülkelerde, boşluk, saniyede 7.6 kilo-

bite düşüyor. Aynı zamanda Audetel kullanımı, bazı televizyon tiplerinde kanışma da yol açabiliyor. Normal bir telefon hattında dahi konuşmak, saniyede 64 kilobit gerektirdiğinden, Audetel için pek yer kalmıyor.

Ancak cellfonlar için geliştirilen sıkıştırma yöntemlerini, Motorola tarafından geliştirilmiş bir sinyal işlemcisi ile bir arada kullanan Survey Üniversitesi araştırma grubu, bu boşlukta oldukça yüksek kalitede ses iletimini başardı. Bunlara ek olarak Philips de, ürettiği bir VHS video ile, insanlara Audetel yayınlarını kaydetme olanağı sağlıyor.

Şu anda İngiltere'de 140 deneme alıcısı mevcut. Temmuz ortalarından itibaren, BBC ve ITV, dört ay süreyle Audetel tanımlamalı programlar yayınlamaya başladılar.

Daha Farklı Bir Geçmiş

Mutsuz bir evlilikten sonra, geçen acı yılları unutmaya çalışırken, Boğaz'a karşı çektiği resimde eski eşinin de yer aldığını gören birinin düşüneceği ilk şey, onu resimden çıkarmak olacaktır. Bu durumda, Troçki'yi fotoğraftan çıkarıp yerine merdiven koyan kişiyi tanımış olmayı çok isterdi kuşkusuz...

Bu isteğin artık yerine geldiğini söyleyebiliriz. Vanco-üver'deki Western Pro Imaging Labs'da çalışan Keith Guelpa, Kana-dahlar'a geçmişlerini değiştirme olanağı veren yeni bir bilgisayar servisini başlatıyor: DivoceX. Guelpa, Macintosh'lar

için yazılmış olan Photoshop programını kullanarak değiştirmeyi istediğiniz herhangi bir fotoğrafa müdahalede bulunabiliyor; fotoğraftaki eski kişinin yerine her kimi ya da neyi isterseniz koyabiliyor.

Virajı Alırken

Robotlar tarafından kontrol edilen araçların üretimi konusunda en önemli sorunlardan biri, bir virajı dönebilmektir. Araba kullanan insanların, virajları nasıl aldıklarını son zamanlara kadar kimse bilmiyordu. Edinburgh Üniversitesi'nden David Lee ve Sussex Üniversitesi'nden Mike Land, bu sorunun yanıtını buldular.

Land ve iki araştırma görevlisi, Edinburgh'da virajlı bir yolda araba

kullanan üç sürücüye başlarına giymeleri için kameralı birer sistem verdiler. Yaptıkları gözlemlerde sürücülerin gözlerini, baktıkları yönde çekilecek bir çizgi virajın iç kısmına teğet olacak şekilde çevirdiklerini tespit ettiler. Bundan bir saniye kadar sonra sürücü, direksiyonu teğet noktasına doğru çevirmeye başlıyor ve ilerleyen noktayı takip ediyordu.

Bu teğet noktasının neden bu kadar önemli olduğunu merak eden araştırmacılar, noktanın değil, arabanın gidiş yönüyle, bu noktaya doğru çizilen çizginin (yani sürücünün baktığı yönün) arasındaki θ açısının asıl önemli nokta olduğunu belirlediler; çünkü yoldaki virajın yarıçapı, yani R, θ'nun kosinüsü

$$R = \frac{1}{(\cos \theta)} \cdot \frac{1}{d} \text{ denklemiyle bağlıdır.}$$

Bu denklemde d sürücüyle teğet noktası arasındaki mesafedir. Virajın yarıçapı, sertliğiyle ters orantılı olduğundan, sürücünün direksiyonu $\cos \theta / (1 - \cos \theta)$ değerine oranlı çevirmesi gerekiyor.

Peki sürücüler her viraja girişlerinde bu değeri hesaplıyorlar mı? Lee'ye göre sürücü θ açısını belirli bir değerin altında tutmaya çalışıyor. Sürücü, viraja girdikçe açı artıyor ve belirli bir eşik değerine gelince direksiyonu çeviriyor. Sonuçta açının büyümesi duruyor ve küçülmeye başlıyor.

θ'yı sürekli küçültmeye çalışarak virajları alma denemesi, New Jersey'deki Princeton Üniversitesi'nde üretilen bir robotta denendi ve başarılı sonuçlar alındı. Ama robotun programcıları, evden işe giderken bu stratejiyi kullandıklarından haberdar değillerdi.

Zeki ve kendi kendine hareket edebilen araçların üretimi üzerinde çalışan gruplar da, bu yönde çalışmalar yapmaya başladılar.

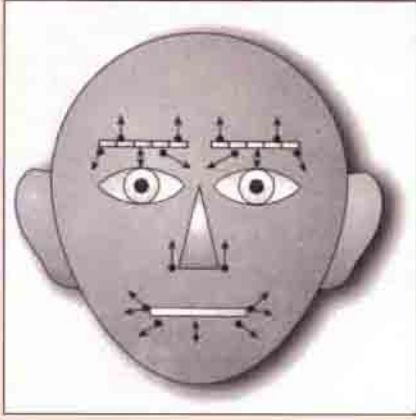
Kaynaklar:
New Scientist, 16 Temmuz 1994.
New Scientist, 23 Temmuz 1994.
New Scientist, 30 Temmuz 1994,
Chemical and Engineering News,
June 20 1994.



Teknoloji Dünyası

Sinan Göktepeli

Gülümseyen Robot



Geçmişte yalnızca bilim-kurgu filmlerinde gördüğümüz robotlar, günümüzde endüstriyel toplumlarda, üretim hatlarının vazgeçilmez bir parçası oldular. Ancak Japonlar, yorulmaksızın çalışan robotların insanlar ile daha iyi iletişim kurmaları için, çeşitli yüz ifadelerini kullanabilme yeteneği üzerine çalışmalar yapıyorlar. Tokyo'da bir üniversitede, bu konudaki çalışmalar hızla ilerliyor. On beş yıldır sürdürülen çalışmalar, robot yüzünün değişik parçalarının hareketi ile istenilen mimikği sağlaması üzerinde yoğunlaşmış durumda.

Geliştirilen robot, altı değişik duygulanımı, yüz ifadesine yansıtabiliyor; sevinç, üzüntü, nefret, korku, kızgınlık ve sürpriz. Bu ifadeler yapay yüzü oluşturan silikon derinin hareketi ile sağlanmakta. Ağız gibi hareketli büyük parçalar, bir elektrik motoru ile; daha küçük, hassas ve esnek parçalar, basınçla hareketlendiriliyorlar. Normal olarak insanlarda yüz ifadeleri, kasların kırktan fazla değişik hareketi ile sağlanırken, robotların altı değişik yüz ifadesi, 18 hareketli parça ile elde edilmiştir. Üniversitede öğrencilerle yapılan testler sonucu, korku dışında diğer ifadelerin rahatlıkla tanımlanabildiği görülmüştür. Öğrenciler, korku ifadesi için nefret ve sürpriz arası bir tanımlamayı daha uygun bulmuşlar.

Bu araştırmalarda robotlar ve insanlar arasındaki iletişimin artırılması ve gelecekte robotlardan, insanların sosyal yaşantısında da yararlanılması hedeflenmiştir. Son çalışmalar, yapay zeka teknikleri ile beraber yürütülmektedir. Robot, gözüne takılan kamera ile insan yüzündeki ifadeyi algılamakta ve bunu standart yüz ifadeleri ile karşılaştırarak değerlendirme yapmaktadır. Sonuçta robot, uygun yüz ifadesi ile karşılık vermektedir. Bundan sonra robotlara bakarken dikkatli olmamız gerekebilir. Sert ve kızgın bir bakışa robottan nasıl bir karşılık geleceğini merak ediyoruz doğrusu.

İlaç Tasarımında Bilgisayar

Günlük yaşamımızda pek çok alana giren bilgisayarlar, şimdi de yeni ilaçların tasarım ve geliştirilmesinde kullanılacaklar. ABD'de Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı'ndaki bilimadamları ve Bionumerik Pharmaceuticals şirketi elemanlarının işbirliği ile, önümüzdeki üç yıl içinde ilaç tasarımı için gerekli yazılım geliştirilecek ve bu iş için 6 milyon dolar harcayacak. Geliştirilen yazılım ile, ilaç tasarım maliyetinin düşürülmesi ve tasarım süresinin de hızlandırılması amaçlanmaktadır. Bionumerik şirketi, geliştirilen ilaçları kullanarak kanser ve kalp-damar hastalıklarının tedavisini planlanmaktadır. Yazılım ile tasarımı yapılan ilacın, kanserli DNA'nın çoğalmasını hangi mekanizmaları kullanarak durduracağı ya da koroner damarlarda kolesterol kümesinin büyümesini ne şekilde önleyeceği, benzeşim yöntemleri ile araştırılacaktır. Yazılımın paralel bilgisayarlara uyarlanması için Lawrence Livermore Laboratuvarı ve Colorado State Üniversitesi işbirliği ile yeni geliştirilen SISAL adındaki programlama dilinin kullanılması planlanmaktadır. Sonuçta tasarım maliyetinden 200 milyon dolar kadar tasarruf edilmesi ve tasarım süresinin de yarı yarıya kısaltılması beklenmektedir.

Lazer İle Enfeksiyon Tedavisi

Bazı bakterilerin neden olduğu enfeksiyonların lazer ile aktive edilmiş moleküller yoluyla tedavisi, başarılı olmaktadır. Pseudomonas aeruginosa bakterisi, nemli ortamlarda gelişmekte ve açık yaralarda enfeksiyona neden olmaktadır. Sonuçta yaradan yeşilimsi irin sızıntısı ve hastada hafif ateş görülmektedir. Kan dolaşımına karışması halinde bakteri, sepsisemiye neden olmaktadır. Yalnız İngiltere'de bu bakterinin bir yılda neden olduğu vaka sayısı, 1500 dolaylarındadır.

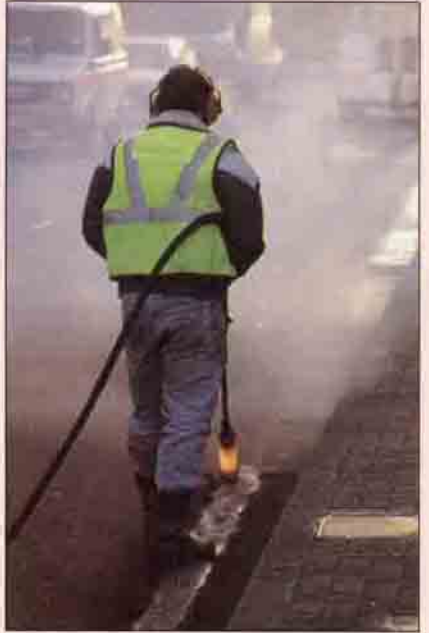
Geleneksel tedavide kullanılan penisilinli antibiyotikler mide bulantısı, ciltte dökülmeler ve ender olarak da sarılık gibi yan etkilere yol açmaktadır. Boston Hastanesi uzmanlarına göre, bazı kanserli tümörlerin tedavisinde kullanılan antibody hedeflenmiş fotoliz tekniği, bu bakterinin neden olduğu enfeksiyonların tedavisinde de başarı ile kullanılabilir. Bu teknik, sağlıklı dokuyu etkilemediği için hastalar, antibiyotiklerde görülen yan etkilere maruz kalmayacaklar.

Tedavi, enfeksiyonlu dokuya antikorla birlikte ışık duyarlayıcılar adı verilen moleküllerin enjeksiyonu ile yapılır. Bu moleküller,

ışıkla aktiflenmedikleri sürece, herhangi bir etkide bulunmazlar. İkinci aşamada enfeksiyonlu bölgeye lazer ışını odaklanır; lazer, molekülleri uyarak zincirleme tepkimeyi başlatır ve üretilen kısa ömürlü toksik maddeler, bakterileri öldürür.

Toksik maddeler enfeksiyonlu bölgenin hemen dışında, yaklaşık 100 nanometre uzaklıkta etkisiz hale gelmektedirler. Böyle bir tedavi, en az antibiyotik tedavisi kadar etkili olmakta ve lazer dışında özel bir donanım gerektirmemektedir. Geçen yıl hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde, enfeksiyonlu bölgede bakterilerin %75'inden fazlasının gideildiği gözlemlenmiş; klinik deneylerin başlatılmasından önce tekniğin etkinliğinin artırılmasına çalışılacağı bildirilmiştir.

Amerika Otoyollarında Robot-Onarıcılar



Yoldaki bir çatlağı doldururken hızla üzerine doğru gelen bir kamyon görmek, işçinin gerilmesine yol açacaktır; üstelik her yıl birkaç arka-
daşı otoyol üzerinde çalışırken ölüyorsa...

Kaliforniya Eyaleti'nde 1972'den beri 57 işçinin yollarda öldüğünü göz önüne alan Kaliforniya Üniversitesi'nin AHMCT (Advanced Highway Maintenance and Construction Technology Center) çalışanları, yollardaki onarım işlerinin daha güvenli, ucuz ve kolay yapılabilmesi için, robotlar geliştiriyorlar. Bu robotlar, bakım kamyonlarına monte edilecekler. Operatör, robotları kamyonun içinden veya daha da iyisi uzaktan kumanda edecek. Robotlar, yapacakları işlere

göre çeşitli tiplerde üretilecek. Bunlardan biri yolda büyüyen yabancı otlara karşı "akıllı ilaçlama sistemi". Yol üzerindeki yeşil bitkileri tanıyabilmek için görsel bir sistem kullanan bu robot, bir seri delikten uygun şekilde ilacı bitkiye püskürtecek. Bu sistem, elle ilaçlamadan daha verimli ve ucuz olacak.

Bir başka iş ise, yol onarımı. AHMCT bu iş için iki çeşit robot geliştirdi. Birincisi, yola paralel olmuş çatlaklar için, kamyonun yanına yerleştirilecek; kamyonun arkasına yerleştirilecek olan diğer tip ise, yolu enine kesen çatlaklar için. İki sistemde de görsel sistemler çatlağı tespit edince, bir bilgisayara sinyal gönderiyorlar; bilgisayar, yönettiği robot kolla ilk olarak çatlağı temizliyor; sonrada dolgu malzemesiyle kapatıyor. AHMCT, bunların dışında, yol çizgilerini çeken uzaktan kumandalı robotlar, yol kenarındaki kedi gözlerini değiştiren sistemler, yoldaki kar, çamur ve diğer tehlikeli maddeleri atan veya lazerle yollardaki yazıları silen robotlar gibi makineler de geliştiriyor. Kısacası Amerikalılar için yollar, artık daha güvenli.

Biraz Televizyon Dinleyelim mi?



Bir ankete göre, insanların yüzde 39'u, iş yaparken televizyon "seyretmekte". Bu kişiler, BBC ve ITV'nin, aslında görme özürlülerin de televizyondan yararlanabilmelerini sağlayabilmek için geliştirilen ve şu anda deneme aşamasında olan, Audetel (audio described television: ses tanımlamalı televizyon) hizmetinden yararlanabilirler. Bu sistem, televizyon ekranında olan olayların sözlü tanımlamalarını, normal TV sinyalleriyle birlikte gönderiyor ve bir kod çözümü aracılığıyla görme özürlülerin televizyon ekranında olanları "dinleyebilmelerini" sağlıyor.

Sistemi geliştirenlerin en çok zorlandıkları nokta, PAL televizyon sinyallerinde dijital olarak kodlandırılmış konuşmaları yerleştirecek bir yer bulmaktı. NICAM dijital stereo sistemi kullanan ülkelerde saniyede 11 kilobitlik bir boşluk var; ancak Almanya gibi bu sistemi kullananmayan ülkelerde, boşluk, saniyede 7.6 kilo-

bite düşüyor. Aynı zamanda Audetel kullanımı, bazı televizyon tiplerinde kanışma da yol açabiliyor. Normal bir telefon hattında dahi konuşmak, saniyede 64 kilobit gerektirdiğinden, Audetel için pek yer kalmıyor.

Ancak cellfonlar için geliştirilen sıkıştırma yöntemlerini, Motorola tarafından geliştirilmiş bir sinyal işlemcisi ile bir arada kullanan Survey Üniversitesi araştırma grubu, bu boşlukta oldukça yüksek kalitede ses iletimini başardı. Bunlara ek olarak Philips de, ürettiği bir VHS video ile, insanlara Audetel yayınlarını kaydetme olanağı sağlıyor.

Şu anda İngiltere'de 140 deneme alıcısı mevcut. Temmuz ortalarından itibaren, BBC ve ITV, dört ay süreyle Audetel tanımlamalı programlar yayınlamaya başladılar.

Daha Farklı Bir Geçmiş

Mutsuz bir evlilikten sonra, geçen acı yılları unutmaya çalışırken, Boğaz'a karşı çektiği resimde eski eşinin de yer aldığını gören birinin düşüneceği ilk şey, onu resimden çıkarmak olacaktır. Bu durumda, Troçki'yi fotoğraftan çıkarıp yerine merdiven koyan kişiyi tanımış olmayı çok isterdi kuşkusuz...

Bu isteğin artık yerine geldiğini söyleyebiliriz. Vancouver'deki Western Pro Imaging Labs'da çalışan Keith Guelpa, Kanaadalılar'a geçmişlerini değiştirme olanağı veren yeni bir bilgisayar servisini başlatıyor: DivoceX. Guelpa, Macintosh'lar

için yazılmış olan Photoshop programını kullanarak değiştirmeyi istediğiniz herhangi bir fotoğrafa müdahalede bulunabiliyor; fotoğraftaki eski kişinin yerine her kimi ya da neyi isterseniz koyabiliyor.

Virajı Alırken

Robotlar tarafından kontrol edilen araçların üretimi konusunda en önemli sorunlardan biri, bir virajı dönebilmektir. Araba kullanan insanların, virajları nasıl aldıklarını son zamanlara kadar kimse bilmiyordu. Edinburgh Üniversitesi'nden David Lee ve Sussex Üniversitesi'nden Mike Land, bu sorunun yanıtını buldular.

Land ve iki araştırma görevlisi, Edinburgh'da virajlı bir yolda araba

kullanan üç sürücüye başlarına giymeleri için kameralı birer sistem verdiler. Yaptıkları gözlemlerde sürücülerin gözlerini, baktıkları yönde çekilecek bir çizgi virajın iç kısmına teğet olacak şekilde çevirdiklerini tespit ettiler. Bundan bir saniye kadar sonra sürücü, direksiyonu teğet noktasına doğru çevirmeye başlıyor ve ilerleyen noktayı takip ediyordu.

Bu teğet noktasının neden bu kadar önemli olduğunu merak eden araştırmacılar, noktanın değil, arabanın gidiş yönüyle, bu noktaya doğru çizilen çizginin (yani sürücünün baktığı yönün) arasındaki θ açısının asıl önemli nokta olduğunu belirlediler; çünkü yoldaki virajın yarıçapı, yani R, θ'nun kosinüsü

$$R = \frac{1}{(\cos \theta)} \cdot \frac{1}{d} \text{ denklemiyle bağlıdır.}$$

Bu denklemde d sürücüyle teğet noktası arasındaki mesafedir. Virajın yarıçapı, sertliğiyle ters orantılı olduğundan, sürücünün direksiyonu $\cos \theta / (1 - \cos \theta)$ değerine oranlı çevirmesi gerekiyor.

Peki sürücüler her viraja girişlerinde bu değeri hesaplıyorlar mı? Lee'ye göre sürücü θ açısını belirli bir değerin altında tutmaya çalışıyor. Sürücü, viraja girdikçe açı artıyor ve belirli bir eşik değerine gelince direksiyonu çeviriyor. Sonuçta açının büyümesi duruyor ve küçülmeye başlıyor.

θ'yı sürekli küçültmeye çalışarak virajları alma denemesi, New Jersey'deki Princeton Üniversitesi'nde üretilen bir robotta denendi ve başarılı sonuçlar alındı. Ama robotun programcıları, evden işe giderken bu stratejiyi kullandıklarından haberdar değillerdi.

Zeki ve kendi kendine hareket edebilen araçların üretimi üzerinde çalışan gruplar da, bu yönde çalışmalar yapmaya başladılar.

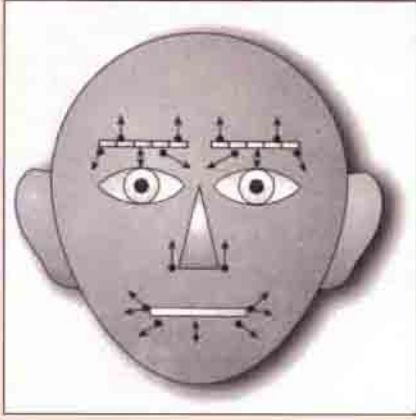
Kaynaklar:
New Scientist, 16 Temmuz 1994.
New Scientist, 23 Temmuz 1994.
New Scientist, 30 Temmuz 1994,
Chemical and Engineering News,
June 20 1994.



Teknoloji Dünyası

Sinan Göktepeli

Gülümseyen Robot



Geçmişte yalnızca bilim-kurgu filmlerinde gördüğümüz robotlar, günümüzde endüstriyel toplumlarda, üretim hatlarının vazgeçilmez bir parçası oldular. Ancak Japonlar, yorulmaksızın çalışan robotların insanlar ile daha iyi iletişim kurmaları için, çeşitli yüz ifadelerini kullanabilme yeteneği üzerine çalışmalar yapıyorlar. Tokyo'da bir üniversitede, bu konudaki çalışmalar hızla ilerliyor. On beş yıldır sürdürülen çalışmalar, robot yüzünün değişik parçalarının hareketi ile istenilen mimikği sağlaması üzerinde yoğunlaşmış durumda.

Geliştirilen robot, altı değişik duygulanımı, yüz ifadesine yansıtabiliyor; sevinç, üzüntü, nefret, korku, kızgınlık ve sürpriz. Bu ifadeler yapay yüzü oluşturan silikon derinin hareketi ile sağlanmakta. Ağız gibi hareketli büyük parçalar, bir elektrik motoru ile; daha küçük, hassas ve esnek parçalar, basınçla hareketlendiriliyorlar. Normal olarak insanlarda yüz ifadeleri, kasların kırktan fazla değişik hareketi ile sağlanırken, robotların altı değişik yüz ifadesi, 18 hareketli parça ile elde edilmiştir. Üniversitede öğrencilerle yapılan testler sonucu, korku dışında diğer ifadelerin rahatlıkla tanımlanabildiği görülmüştür. Öğrenciler, korku ifadesi için nefret ve sürpriz arası bir tanımlamayı daha uygun bulmuşlar.

Bu araştırmalarda robotlar ve insanlar arasındaki iletişimin artırılması ve gelecekte robotlardan, insanların sosyal yaşantısında da yararlanılması hedeflenmiştir. Son çalışmalar, yapay zeka teknikleri ile beraber yürütülmektedir. Robot, gözüne takılan kamera ile insan yüzündeki ifadeyi algılamakta ve bunu standart yüz ifadeleri ile karşılaştırarak değerlendirme yapmaktadır. Sonuçta robot, uygun yüz ifadesi ile karşılık vermektedir. Bundan sonra robotlara bakarken dikkatli olmamız gerekebilir. Sert ve kızgın bir bakışa robottan nasıl bir karşılık geleceğini merak ediyoruz doğrusu.

İlaç Tasarımında Bilgisayar

Günlük yaşamımızda pek çok alana giren bilgisayarlar, şimdi de yeni ilaçların tasarım ve geliştirilmesinde kullanılacaklar. ABD'de Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı'ndaki bilimadamları ve Bionumerik Pharmaceuticals şirketi elemanlarının işbirliği ile, önümüzdeki üç yıl içinde ilaç tasarımı için gerekli yazılım geliştirilecek ve bu iş için 6 milyon dolar harcayacak. Geliştirilen yazılım ile, ilaç tasarım maliyetinin düşürülmesi ve tasarım süresinin de hızlandırılması amaçlanmaktadır. Bionumerik şirketi, geliştirilen ilaçları kullanarak kanser ve kalp-damar hastalıklarının tedavisini planlanmaktadır. Yazılım ile tasarımı yapılan ilacın, kanserli DNA'nın çoğalmasını hangi mekanizmaları kullanarak durduracağı ya da koroner damarlarda kolesterol kümesinin büyümesini ne şekilde önleyeceği, benzeşim yöntemleri ile araştırılacaktır. Yazılımın paralel bilgisayarlara uyarlanması için Lawrence Livermore Laboratuvarı ve Colorado State Üniversitesi işbirliği ile yeni geliştirilen SISAL adındaki programlama dilinin kullanılması planlanmaktadır. Sonuçta tasarım maliyetinden 200 milyon dolar kadar tasarruf edilmesi ve tasarım süresinin de yarı yarıya kısaltılması beklenmektedir.

Lazer İle Enfeksiyon Tedavisi

Bazı bakterilerin neden olduğu enfeksiyonların lazer ile aktive edilmiş moleküller yoluyla tedavisi, başarılı olmaktadır. Pseudomonas aeruginosa bakterisi, nemli ortamlarda gelişmekte ve açık yaralarda enfeksiyona neden olmaktadır. Sonuçta yaradan yeşilimsi irin sızıntısı ve hastada hafif ateş görülmektedir. Kan dolaşımına karışması halinde bakteri, sepsisemiye neden olmaktadır. Yalnız İngiltere'de bu bakterinin bir yılda neden olduğu vaka sayısı, 1500 dolaylarındadır.

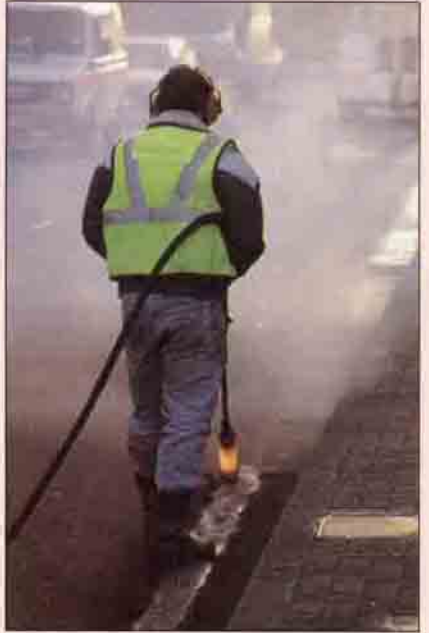
Geleneksel tedavide kullanılan penisilinli antibiyotikler mide bulantısı, ciltte dökülmeler ve ender olarak da sarılık gibi yan etkilere yol açmaktadır. Boston Hastanesi uzmanlarına göre, bazı kanserli tümörlerin tedavisinde kullanılan antibody hedeflenmiş fotoliz tekniği, bu bakterinin neden olduğu enfeksiyonların tedavisinde de başarı ile kullanılabilir. Bu teknik, sağlıklı dokuyu etkilemediği için hastalar, antibiyotiklerde görülen yan etkilere maruz kalmayacaklar.

Tedavi, enfeksiyonlu dokuya antikorla birlikte ışık duyarlayıcılar adı verilen moleküllerin enjeksiyonu ile yapılır. Bu moleküller,

ışıkla aktiflenmedikleri sürece, herhangi bir etkide bulunmazlar. İkinci aşamada enfeksiyonlu bölgeye lazer ışını odaklanır; lazer, molekülleri uyarak zincirleme tepkimeyi başlatır ve üretilen kısa ömürlü toksik maddeler, bakterileri öldürür.

Toksik maddeler enfeksiyonlu bölgenin hemen dışında, yaklaşık 100 nanometre uzaklıkta etkisiz hale gelmektedirler. Böyle bir tedavi, en az antibiyotik tedavisi kadar etkili olmakta ve lazer dışında özel bir donanım gerektirmemektedir. Geçen yıl hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde, enfeksiyonlu bölgede bakterilerin %75'inden fazlasının gideildiği gözlemlenmiş; klinik deneylerin başlatılmasından önce tekniğin etkinliğinin artırılmasına çalışılacağı bildirilmiştir.

Amerika Otoyollarında Robot-Onarıcılar



Yoldaki bir çatlağı doldururken hızla üzerine doğru gelen bir kamyon görmek, işçinin gerilmesine yol açacaktır; üstelik her yıl birkaç arka-
daşı otoyol üzerinde çalışırken ölüyorsa...

Kaliforniya Eyaleti'nde 1972'den beri 57 işçinin yollarda öldüğünü göz önüne alan Kaliforniya Üniversitesi'nin AHMCT (Advanced Highway Maintenance and Construction Technology Center) çalışanları, yollardaki onarım işlerinin daha güvenli, ucuz ve kolay yapılabilmesi için, robotlar geliştiriyorlar. Bu robotlar, bakım kamyonlarına monte edilecekler. Operatör, robotları kamyonun içinden veya daha da iyisi uzaktan kumanda edecek. Robotlar, yapacakları işlere

göre çeşitli tiplerde üretilecek. Bunlardan biri yolda büyüyen yabancı otlara karşı "akıllı ilaçlama sistemi". Yol üzerindeki yeşil bitkileri tanıyabilmek için görsel bir sistem kullanan bu robot, bir seri delikten uygun şekilde ilacı bitkiye püskürtecek. Bu sistem, elle ilaçlamadan daha verimli ve ucuz olacak.

Bir başka iş ise, yol onarımı. AHMCT bu iş için iki çeşit robot geliştirdi. Birincisi, yola paralel olmuş çatlaklar için, kamyonun yanına yerleştirilecek; kamyonun arkasına yerleştirilecek olan diğer tip ise, yolu enine kesen çatlaklar için. İki sistemde de görsel sistemler çatlağı tespit edince, bir bilgisayara sinyal gönderiyorlar; bilgisayar, yönettiği robot kolla ilk olarak çatlağı temizliyor; sonrada dolgu malzemesiyle kapatıyor. AHMCT, bunların dışında, yol çizgilerini çeken uzaktan kumandalı robotlar, yol kenarındaki kedi gözlerini değiştiren sistemler, yoldaki kar, çamur ve diğer tehlikeli maddeleri atan veya lazerle yollardaki yazıları silen robotlar gibi makineler de geliştiriyor. Kısacası Amerikalılar için yollar, artık daha güvenli.

Biraz Televizyon Dinleyelim mi?



Bir ankete göre, insanların yüzde 39'u, iş yaparken televizyon "seyretmekte". Bu kişiler, BBC ve ITV'nin, aslında görme özürlülerin de televizyondan yararlanabilmeleri için geliştirilen ve şu anda deneme aşamasında olan, Audetel (audio described television: ses tanımlamalı televizyon) hizmetinden yararlanabilirler. Bu sistem, televizyon ekranında olan olayların sözlü tanımlamalarını, normal TV sinyalleriyle birlikte gönderiyor ve bir kod çözümü aracılığıyla görme özürlülerin televizyon ekranında olanları "dinleyebilmelerini" sağlıyor.

Sistemi geliştirenlerin en çok zorlandıkları nokta, PAL televizyon sinyallerinde dijital olarak kodlandırılmış konuşmaları yerleştirecek bir yer bulmaktı. NICAM dijital stereo sistemi kullanan ülkelerde saniyede 11 kilobitlik bir boşluk var; ancak Almanya gibi bu sistemi kullananmayan ülkelerde, boşluk, saniyede 7.6 kilo-

bite düşüyor. Aynı zamanda Audetel kullanımı, bazı televizyon tiplerinde kanışma da yol açabiliyor. Normal bir telefon hattında dahi konuşmak, saniyede 64 kilobit gerektirdiğinden, Audetel için pek yer kalmıyor.

Ancak cellfonlar için geliştirilen sıkıştırma yöntemlerini, Motorola tarafından geliştirilmiş bir sinyal işlemcisi ile bir arada kullanan Survey Üniversitesi araştırma grubu, bu boşlukta oldukça yüksek kalitede ses iletimini başardı. Bunlara ek olarak Philips de, ürettiği bir VHS video ile, insanlara Audetel yayınlarını kaydetme olanağı sağlıyor.

Şu anda İngiltere'de 140 deneme alıcısı mevcut. Temmuz ortalarından itibaren, BBC ve ITV, dört ay süreyle Audetel tanımlamalı programlar yayınlamaya başladılar.

Daha Farklı Bir Geçmiş

Mutsuz bir evlilikten sonra, geçen acı yılları unutmaya çalışırken, Boğaz'a karşı çektiği resimde eski eşinin de yer aldığını gören birinin düşüneceği ilk şey, onu resimden çıkarmak olacaktır. Bu durumda, Troçki'yi fotoğraftan çıkarıp yerine merdiven koyan kişiyi tanımış olmayı çok isterdi kuşkusuz...

Bu isteğin artık yerine geldiğini söyleyebiliriz. Vancouver'deki Western Pro Imaging Labs'da çalışan Keith Guelpa, Kanaadalılar'a geçmişlerini değiştirmeye olanağı veren yeni bir bilgisayar servisini başlatıyor: DivoceX. Guelpa, Macintosh'lar

için yazılmış olan Photoshop programını kullanarak değiştirmeyi istediğiniz herhangi bir fotoğrafa müdahalede bulunabiliyor; fotoğraftaki eski kişinin yerine her kimi ya da neyi isterseniz koyabiliyor.

Virajı Alırken

Robotlar tarafından kontrol edilen araçların üretimi konusunda en önemli sorunlardan biri, bir virajı dönebilmektir. Araba kullanan insanların, virajları nasıl aldıklarını son zamanlara kadar kimse bilmiyordu. Edinburgh Üniversitesi'nden David Lee ve Sussex Üniversitesi'nden Mike Land, bu sorunun yanıtını buldular.

Land ve iki araştırma görevlisi, Edinburgh'da virajlı bir yolda araba

kullanan üç sürücüye başlarına giymeleri için kameralı birer sistem verdiler. Yaptıkları gözlemlerde sürücülerin gözlerini, baktıkları yönde çekilecek bir çizgi virajın iç kısmına teğet olacak şekilde çevirdiklerini tespit ettiler. Bundan bir saniye kadar sonra sürücü, direksiyonu teğet noktasına doğru çevirmeye başlıyor ve ilerleyen noktayı takip ediyordu.

Bu teğet noktasının neden bu kadar önemli olduğunu merak eden araştırmacılar, noktanın değil, arabanın gidiş yönüyle, bu noktaya doğru çizilen çizginin (yani sürücünün baktığı yönün) arasındaki θ açısının asıl önemli nokta olduğunu belirlediler; çünkü yoldaki virajın yarıçapı, yani R, θ'nun kosinüsü

$$R = \frac{1}{(\cos \theta)} \cdot \frac{1}{d} \text{ denklemiyle bağlıdır.}$$

Bu denklemde d sürücüyle teğet noktası arasındaki mesafedir. Virajın yarıçapı, sertliğiyle ters orantılı olduğundan, sürücünün direksiyonu $\cos \theta / (1 - \cos \theta)$ değerine oranlı çevirmesi gerekiyor.

Peki sürücüler her viraja girişlerinde bu değeri hesaplıyorlar mı? Lee'ye göre sürücü θ açısını belirli bir değerin altında tutmaya çalışıyor. Sürücü, viraja girdikçe açı artıyor ve belirli bir eşik değerine gelince direksiyonu çeviriyor. Sonuçta açının büyümesi duruyor ve küçülmeye başlıyor.

θ'yı sürekli küçültmeye çalışarak virajları alma denemesi, New Jersey'deki Princeton Üniversitesi'nde üretilen bir robotta denendi ve başarılı sonuçlar alındı. Ama robotun programcıları, evden işe giderken bu stratejiyi kullandıklarından haberdar değillerdi.

Zeki ve kendi kendine hareket edebilen araçların üretimi üzerinde çalışan gruplar da, bu yönde çalışmalar yapmaya başladılar.

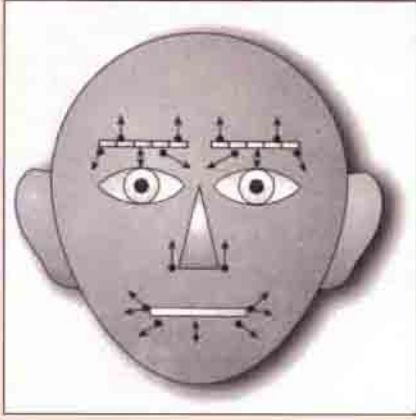
Kaynaklar:
New Scientist, 16 Temmuz 1994.
New Scientist, 23 Temmuz 1994.
New Scientist, 30 Temmuz 1994,
Chemical and Engineering News,
June 20 1994.



Teknoloji Dünyası

Sinan Göktepeli

Gülümseyen Robot



Geçmişte yalnızca bilim-kurgu filmlerinde gördüğümüz robotlar, günümüzde endüstriyel toplumlarda, üretim hatlarının vazgeçilmez bir parçası oldular. Ancak Japonlar, yorulmaksızın çalışan robotların insanlar ile daha iyi iletişim kurmaları için, çeşitli yüz ifadelerini kullanabilme yeteneği üzerine çalışmalar yapıyorlar. Tokyo'da bir üniversitede, bu konudaki çalışmalar hızla ilerliyor. On beş yıldır sürdürülen çalışmalar, robot yüzünün değişik parçalarının hareketi ile istenilen mimikği sağlaması üzerinde yoğunlaşmış durumda.

Geliştirilen robot, altı değişik duygulanımı, yüz ifadesine yansıtabiliyor; sevinç, üzüntü, nefret, korku, kızgınlık ve sürpriz. Bu ifadeler yapay yüzü oluşturan silikon derinin hareketi ile sağlanmakta. Ağız gibi hareketli büyük parçalar, bir elektrik motoru ile; daha küçük, hassas ve esnek parçalar, basınçla hareketlendiriliyorlar. Normal olarak insanlarda yüz ifadeleri, kasların kırktan fazla değişik hareketi ile sağlanırken, robotların altı değişik yüz ifadesi, 18 hareketli parça ile elde edilmiştir. Üniversitede öğrencilerle yapılan testler sonucu, korku dışında diğer ifadelerin rahatlıkla tanımlanabildiği görülmüştür. Öğrenciler, korku ifadesi için nefret ve sürpriz arası bir tanımlamayı daha uygun bulmuşlar.

Bu araştırmalarda robotlar ve insanlar arasındaki iletişimin artırılması ve gelecekte robotlardan, insanların sosyal yaşantısında da yararlanılması hedeflenmiştir. Son çalışmalar, yapay zeka teknikleri ile beraber yürütülmektedir. Robot, gözüne takılan kamera ile insan yüzündeki ifadeyi algılamakta ve bunu standart yüz ifadeleri ile karşılaştırarak değerlendirme yapmaktadır. Sonuçta robot, uygun yüz ifadesi ile karşılık vermektedir. Bundan sonra robotlara bakarken dikkatli olmamız gerekebilir. Sert ve kızgın bir bakışa robottan nasıl bir karşılık geleceğini merak ediyoruz doğrusu.

İlaç Tasarımında Bilgisayar

Günlük yaşamımızda pek çok alana giren bilgisayarlar, şimdi de yeni ilaçların tasarım ve geliştirilmesinde kullanılacaklar. ABD'de Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı'ndaki bilimadamları ve Bionumerik Pharmaceuticals şirketi elemanlarının işbirliği ile, önümüzdeki üç yıl içinde ilaç tasarımı için gerekli yazılım geliştirilecek ve bu iş için 6 milyon dolar harcanacak. Geliştirilen yazılım ile, ilaç tasarım maliyetinin düşürülmesi ve tasarım süresinin de hızlandırılması amaçlanmaktadır. Bionumerik şirketi, geliştirilen ilaçları kullanarak kanser ve kalp-damar hastalıklarının tedavisini planlanmaktadır. Yazılım ile tasarımı yapılan ilacın, kanserli DNA'nın çoğalmasını hangi mekanizmaları kullanarak durduracağı ya da koroner damarlarda kolesterol kümesinin büyümesini ne şekilde önleyeceği, benzeşim yöntemleri ile araştırılacaktır. Yazılımın paralel bilgisayarlara uyarlanması için Lawrence Livermore Laboratuvarı ve Colorado State Üniversitesi işbirliği ile yeni geliştirilen SISAL adındaki programlama dilinin kullanılması planlanmaktadır. Sonuçta tasarım maliyetinden 200 milyon dolar kadar tasarruf edilmesi ve tasarım süresinin de yarı yarıya kısaltılması beklenmektedir.

Lazer İle Enfeksiyon Tedavisi

Bazı bakterilerin neden olduğu enfeksiyonların lazer ile aktive edilmiş moleküller yoluyla tedavisi, başarılı olmaktadır. Pseudomonas aeruginosa bakterisi, nemli ortamlarda gelişmekte ve açık yaralarda enfeksiyona neden olmaktadır. Sonuçta yaradan yeşilimsi irin sızıntısı ve hastada hafif ateş görülmektedir. Kan dolaşımına karışması halinde bakteri, sepsisemiye neden olmaktadır. Yalnız İngiltere'de bu bakterinin bir yılda neden olduğu vaka sayısı, 1500 dolaylarındadır.

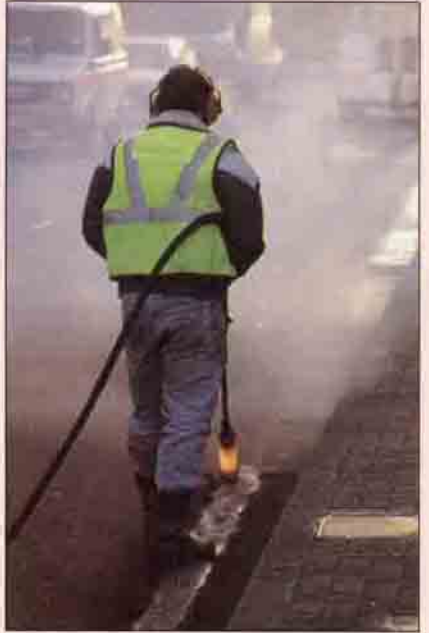
Geleneksel tedavide kullanılan penisilinli antibiyotikler mide bulantısı, ciltte dökülmeler ve ender olarak da sarılık gibi yan etkilere yol açmaktadır. Boston Hastanesi uzmanlarına göre, bazı kanserli tümörlerin tedavisinde kullanılan antibody hedeflenmiş fotoliz tekniği, bu bakterinin neden olduğu enfeksiyonların tedavisinde de başarı ile kullanılabilir. Bu teknik, sağlıklı dokuyu etkilemediği için hastalar, antibiyotiklerde görülen yan etkilere maruz kalmayacaklar.

Tedavi, enfeksiyonlu dokuya antikorla birlikte ışık duyarlayıcılar adı verilen moleküllerin enjeksiyonu ile yapılır. Bu moleküller,

ışıkla aktiflenmedikleri sürece, herhangi bir etkide bulunmazlar. İkinci aşamada enfeksiyonlu bölgeye lazer ışını odaklanır; lazer, molekülleri uyarak zincirleme tepkimeyi başlatır ve üretilen kısa ömürlü toksik maddeler, bakterileri öldürür.

Toksik maddeler enfeksiyonlu bölgenin hemen dışında, yaklaşık 100 nanometre uzaklıkta etkisiz hale gelmektedirler. Böyle bir tedavi, en az antibiyotik tedavisi kadar etkili olmakta ve lazer dışında özel bir donanım gerektirmemektedir. Geçen yıl hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde, enfeksiyonlu bölgede bakterilerin %75'inden fazlasının gideildiği gözlemlenmiş; klinik deneylerin başlatılmasından önce tekniğin etkinliğinin artırılmasına çalışılacağı bildirilmiştir.

Amerika Otoyollarında Robot-Onarıcılar



Yoldaki bir çatlağı doldururken hızla üzerine doğru gelen bir kamyon görmek, işçinin gerilmesine yol açacaktır; üstelik her yıl birkaç arka-
daşı otoyol üzerinde çalışırken ölüyorsa...

Kaliforniya Eyaleti'nde 1972'den beri 57 işçinin yollarda öldüğünü göz önüne alan Kaliforniya Üniversitesi'nin AHMCT (Advanced Highway Maintenance and Construction Technology Center) çalışanları, yollardaki onarım işlerinin daha güvenli, ucuz ve kolay yapılabilmesi için, robotlar geliştiriyorlar. Bu robotlar, bakım kamyonlarına monte edilecekler. Operatör, robotları kamyonun içinden veya daha da iyisi uzaktan kumanda edecek. Robotlar, yapacakları işlere

göre çeşitli tiplerde üretilecek. Bunlardan biri yolda büyüyen yabancı otlara karşı "akıllı ilaçlama sistemi". Yol üzerindeki yeşil bitkileri tanıyabilmek için görsel bir sistem kullanan bu robot, bir seri delikten uygun şekilde ilacı bitkiye püskürtecek. Bu sistem, elle ilaçlamadan daha verimli ve ucuz olacak.

Bir başka iş ise, yol onarımı. AHMCT bu iş için iki çeşit robot geliştirdi. Birincisi, yola paralel olmuş çatlaklar için, kamyonun yanına yerleştirilecek; kamyonun arkasına yerleştirilecek olan diğer tip ise, yolu enine kesen çatlaklar için. İki sistemde de görsel sistemler çatlağı tespit edince, bir bilgisayara sinyal gönderiyorlar; bilgisayar, yönettiği robot kolla ilk olarak çatlağı temizliyor; sonrada dolgu malzemesiyle kapatıyor. AHMCT, bunların dışında, yol çizgilerini çeken uzaktan kumandalı robotlar, yol kenarındaki kedi gözlerini değiştiren sistemler, yoldaki kar, çamur ve diğer tehlikeli maddeleri atan veya lazerle yollardaki yazıları silen robotlar gibi makineler de geliştiriyor. Kısacası Amerikalılar için yollar, artık daha güvenli.

Biraz Televizyon Dinleyelim mi?



Bir ankete göre, insanların yüzde 39'u, iş yaparken televizyon "seyretmekte". Bu kişiler, BBC ve ITV'nin, aslında görme özürlülerin de televizyondan yararlanabilmelerini sağlayabilmek için geliştirilen ve şu anda deneme aşamasında olan, Audetel (audio described television: ses tanımlamalı televizyon) hizmetinden yararlanabilirler. Bu sistem, televizyon ekranında olan olayların sözlü tanımlamalarını, normal TV sinyalleriyle birlikte gönderiyor ve bir kod çözümü aracılığıyla görme özürlülerin televizyon ekranında olanları "dinleyebilmelerini" sağlıyor.

Sistemi geliştirenlerin en çok zorlandıkları nokta, PAL televizyon sinyallerinde dijital olarak kodlandırılmış konuşmaları yerleştirecek bir yer bulmaktı. NICAM dijital stereo sistemi kullanan ülkelerde saniyede 11 kilobitlik bir boşluk var; ancak Almanya gibi bu sistemi kullananmayan ülkelerde, boşluk, saniyede 7.6 kilo-

bite düşüyor. Aynı zamanda Audetel kullanımı, bazı televizyon tiplerinde kanışma da yol açabiliyor. Normal bir telefon hattında dahi konuşmak, saniyede 64 kilobit gerektirdiğinden, Audetel için pek yer kalmıyor.

Ancak cellfonlar için geliştirilen sıkıştırma yöntemlerini, Motorola tarafından geliştirilmiş bir sinyal işlemcisi ile bir arada kullanan Survey Üniversitesi araştırma grubu, bu boşlukta oldukça yüksek kalitede ses iletimini başardı. Bunlara ek olarak Philips de, ürettiği bir VHS video ile, insanlara Audetel yayınlarını kaydetme olanağı sağlıyor.

Şu anda İngiltere'de 140 deneme alıcısı mevcut. Temmuz ortalarından itibaren, BBC ve ITV, dört ay süreyle Audetel tanımlamalı programlar yayınlamaya başladılar.

Daha Farklı Bir Geçmiş

Mutsuz bir evlilikten sonra, geçen acı yılları unutmaya çalışırken, Boğaz'a karşı çektiği resimde eski eşinin de yer aldığını gören birinin düşüneceği ilk şey, onu resimden çıkarmak olacaktır. Bu durumda, Troçki'yi fotoğraftan çıkarıp yerine merdiven koyan kişiyi tanımış olmayı çok isterdi kuşkusuz...

Bu isteğin artık yerine geldiğini söyleyebiliriz. Vancouver'deki Western Pro Imaging Labs'da çalışan Keith Guelpa, Kanaadalılar'a geçmişlerini değiştirmeye olanağı veren yeni bir bilgisayar servisini başlatıyor: DivoceX. Guelpa, Macintosh'lar

için yazılmış olan Photoshop programını kullanarak değiştirmeyi istediğiniz herhangi bir fotoğrafa müdahalede bulunabiliyor; fotoğraftaki eski kişinin yerine her kimi ya da neyi isterseniz koyabiliyor.

Virajı Alırken

Robotlar tarafından kontrol edilen araçların üretimi konusunda en önemli sorunlardan biri, bir virajı dönebilmektir. Araba kullanan insanların, virajları nasıl aldıklarını son zamanlara kadar kimse bilmiyordu. Edinburgh Üniversitesi'nden David Lee ve Sussex Üniversitesi'nden Mike Land, bu sorunun yanıtını buldular.

Land ve iki araştırma görevlisi, Edinburgh'da virajlı bir yolda araba

kullanan üç sürücüye başlarına giymeleri için kameralı birer sistem verdiler. Yaptıkları gözlemlerde sürücülerin gözlerini, baktıkları yönde çekilecek bir çizgi virajın iç kısmına teğet olacak şekilde çevirdiklerini tespit ettiler. Bundan bir saniye kadar sonra sürücü, direksiyonu teğet noktasına doğru çevirmeye başlıyor ve ilerleyen noktayı takip ediyordu.

Bu teğet noktasının neden bu kadar önemli olduğunu merak eden araştırmacılar, noktanın değil, arabanın gidiş yönüyle, bu noktaya doğru çizilen çizginin (yani sürücünün baktığı yönün) arasındaki θ açısının asıl önemli nokta olduğunu belirlediler; çünkü yoldaki virajın yarıçapı, yani R, θ'nun kosinüsü

$$R = \frac{1}{(\cos \theta)} \cdot \frac{1}{d} \text{ denklemiyle bağlıdır.}$$

Bu denklemde d sürücüyle teğet noktası arasındaki mesafedir. Virajın yarıçapı, sertliğiyle ters orantılı olduğundan, sürücünün direksiyonu $\cos \theta / (1 - \cos \theta)$ değerine oranlı çevirmesi gerekiyor.

Peki sürücüler her viraja girişlerinde bu değeri hesaplıyorlar mı? Lee'ye göre sürücü θ açısını belirli bir değerin altında tutmaya çalışıyor. Sürücü, viraja girdikçe açı artıyor ve belirli bir eşik değerine gelince direksiyonu çeviriyor. Sonuçta açının büyümesi duruyor ve küçülmeye başlıyor.

θ'yı sürekli küçültmeye çalışarak virajları alma denemesi, New Jersey'deki Princeton Üniversitesi'nde üretilen bir robotta denendi ve başarılı sonuçlar alındı. Ama robotun programcıları, evden işe giderken bu stratejiyi kullandıklarından haberdar değillerdi.

Zeki ve kendi kendine hareket edebilen araçların üretimi üzerinde çalışan gruplar da, bu yönde çalışmalar yapmaya başladılar.

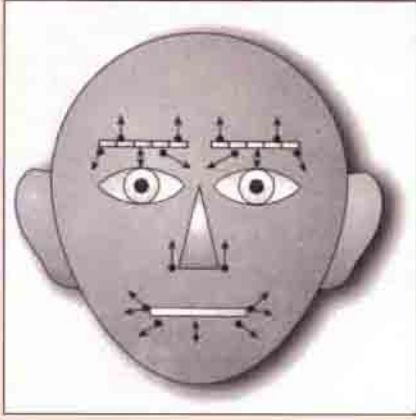
Kaynaklar:
New Scientist, 16 Temmuz 1994.
New Scientist, 23 Temmuz 1994.
New Scientist, 30 Temmuz 1994,
Chemical and Engineering News,
June 20 1994.



Teknoloji Dünyası

Sinan Göktepeli

Gülümseyen Robot



Geçmişte yalnızca bilim-kurgu filmlerinde gördüğümüz robotlar, günümüzde endüstriyel toplumlarda, üretim hatlarının vazgeçilmez bir parçası oldular. Ancak Japonlar, yorulmaksızın çalışan robotların insanlar ile daha iyi iletişim kurmaları için, çeşitli yüz ifadelerini kullanabilme yeteneği üzerine çalışmalar yapıyorlar. Tokyo'da bir üniversitede, bu konudaki çalışmalar hızla ilerliyor. On beş yıldır sürdürülen çalışmalar, robot yüzünün değişik parçalarının hareketi ile istenilen mimikçi sağlaması üzerinde yoğunlaşmış durumda.

Geliştirilen robot, altı değişik duygulanımı, yüz ifadesine yansıtabiliyor; sevinç, üzüntü, nefret, korku, kızgınlık ve sürpriz. Bu ifadeler yapay yüzü oluşturan silikon derinin hareketi ile sağlanmakta. Ağız gibi hareketli büyük parçalar, bir elektrik motoru ile; daha küçük, hassas ve esnek parçalar, basınçla hareketlendiriliyorlar. Normal olarak insanlarda yüz ifadeleri, kasların kırktan fazla değişik hareketi ile sağlanırken, robotların altı değişik yüz ifadesi, 18 hareketli parça ile elde edilmiştir. Üniversitede öğrencilerle yapılan testler sonucu, korku dışında diğer ifadelerin rahatlıkla tanımlanabildiği görülmüştür. Öğrenciler, korku ifadesi için nefret ve sürpriz arası bir tanımlamayı daha uygun bulmuşlar.

Bu araştırmalarda robotlar ve insanlar arasındaki iletişimin artırılması ve gelecekte robotlardan, insanların sosyal yaşantısında da yararlanılması hedeflenmiştir. Son çalışmalar, yapay zeka teknikleri ile beraber yürütülmektedir. Robot, gözüne takılan kamera ile insan yüzündeki ifadeyi algılamakta ve bunu standart yüz ifadeleri ile karşılaştırarak değerlendirme yapmaktadır. Sonuçta robot, uygun yüz ifadesi ile karşılık vermektedir. Bundan sonra robotlara bakarken dikkatli olmamız gerekebilir. Sert ve kızgın bir bakışa robottan nasıl bir karşılık geleceğini merak ediyoruz doğrusu.

İlaç Tasarımında Bilgisayar

Günlük yaşamımızda pek çok alana giren bilgisayarlar, şimdi de yeni ilaçların tasarım ve geliştirilmesinde kullanılacaklar. ABD'de Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı'ndaki bilimadamları ve Bionumerik Pharmaceuticals şirketi elemanlarının işbirliği ile, önümüzdeki üç yıl içinde ilaç tasarımı için gerekli yazılım geliştirilecek ve bu iş için 6 milyon dolar harcanacak. Geliştirilen yazılım ile, ilaç tasarım maliyetinin düşürülmesi ve tasarım süresinin de hızlandırılması amaçlanmaktadır. Bionumerik şirketi, geliştirilen ilaçları kullanarak kanser ve kalp-damar hastalıklarının tedavisini planlanmaktadır. Yazılım ile tasarımılanan ilacın, kanserli DNA'nın çoğalmasını hangi mekanizmaları kullanarak durduracağı ya da koroner damarlarda kolesterol kümesinin büyümesini ne şekilde önleyeceği, benzeşim yöntemleri ile araştırılacaktır. Yazılımın paralel bilgisayarlara uyarlanması için Lawrence Livermore Laboratuvarı ve Colorado State Üniversitesi işbirliği ile yeni geliştirilen SISAL adındaki programlama dilinin kullanılması planlanmaktadır. Sonuçta tasarım maliyetinden 200 milyon dolar kadar tasarruf edilmesi ve tasarım süresinin de yarı yarıya kısaltılması beklenmektedir.

Lazer İle Enfeksiyon Tedavisi

Bazı bakterilerin neden olduğu enfeksiyonların lazer ile aktive edilmiş moleküller yoluyla tedavisi, başarılı olmaktadır. Pseudomonas aeruginosa bakterisi, nemli ortamlarda gelişmekte ve açık yaralarda enfeksiyona neden olmaktadır. Sonuçta yaradan yeşilimsi irin sızıntısı ve hastada hafif ateş görülmektedir. Kan dolaşımına karışması halinde bakteri, sepsisemiye neden olmaktadır. Yalnız İngiltere'de bu bakterinin bir yılda neden olduğu vaka sayısı, 1500 dolaylarındadır.

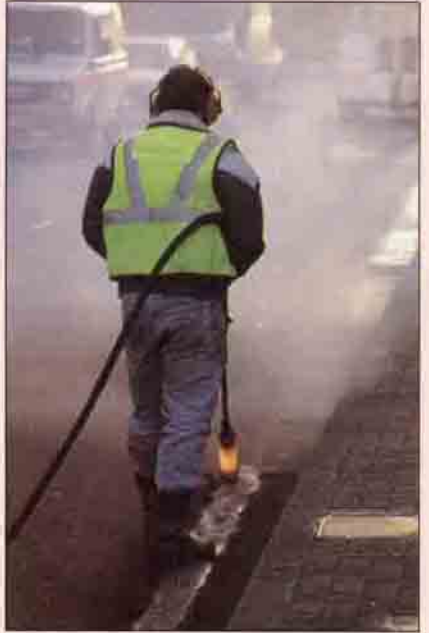
Geleneksel tedavide kullanılan penisilinli antibiyotikler mide bulantısı, ciltte dökülmeler ve ender olarak da sarılık gibi yan etkilere yol açmaktadır. Boston Hastanesi uzmanlarına göre, bazı kanserli tümörlerin tedavisinde kullanılan antibody hedeflenmiş fotoliz tekniği, bu bakterinin neden olduğu enfeksiyonların tedavisinde de başarı ile kullanılabilir. Bu teknik, sağlıklı dokuyu etkilemediği için hastalar, antibiyotiklerde görülen yan etkilere maruz kalmayacaklar.

Tedavi, enfeksiyonlu dokuya antikorla birlikte ışık duyarlayıcılar adı verilen moleküllerin enjeksiyonu ile yapılır. Bu moleküller,

ışıkla aktiflenmedikleri sürece, herhangi bir etkide bulunmazlar. İkinci aşamada enfeksiyonlu bölgeye lazer ışını odaklanır; lazer, molekülleri uyarak zincirleme tepkimeyi başlatır ve üretilen kısa ömürlü toksik maddeler, bakterileri öldürür.

Toksik maddeler enfeksiyonlu bölgenin hemen dışında, yaklaşık 100 nanometre uzaklıkta etkisiz hale gelmektedirler. Böyle bir tedavi, en az antibiyotik tedavisi kadar etkili olmakta ve lazer dışında özel bir donanım gerektirmemektedir. Geçen yıl hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde, enfeksiyonlu bölgede bakterilerin %75'inden fazlasının gideildiği gözlemlenmiş; klinik deneylerin başlatılmasından önce tekniğin etkinliğinin artırılmasına çalışılacağı bildirilmiştir.

Amerika Otoyollarında Robot-Onarıcılar



Yoldaki bir çatlağı doldururken hızla üzerine doğru gelen bir kamyon görmek, işçinin gerilmesine yol açacaktır; üstelik her yıl birkaç arka-daşı otoyol üzerinde çalışırken ölüyorsa...

Kaliforniya Eyaleti'nde 1972'den beri 57 işçinin yollarda öldüğünü göz önüne alan Kaliforniya Üniversitesi'nin AHMCT (Advanced Highway Maintenance and Construction Technology Center) çalışanları, yollardaki onarım işlerinin daha güvenli, ucuz ve kolay yapılabilmesi için, robotlar geliştiriyorlar. Bu robotlar, bakım kamyonlarına monte edilecekler. Operatör, robotları kamyonun içinden veya daha da iyisi uzaktan kumanda edecek. Robotlar, yapacakları işlere

göre çeşitli tiplerde üretilecek. Bunlardan biri yolda büyüyen yabancı otlara karşı "akıllı ilaçlama sistemi". Yol üzerindeki yeşil bitkileri tanıyabilmek için görsel bir sistem kullanan bu robot, bir seri delikten uygun şekilde ilacı bitkiye püskürtecek. Bu sistem, elle ilaçlamadan daha verimli ve ucuz olacak.

Bir başka iş ise, yol onarımı. AHMCT bu iş için iki çeşit robot geliştirdi. Birincisi, yola paralel olmuş çatlaklar için, kamyonun yanına yerleştirilecek; kamyonun arkasına yerleştirilecek olan diğer tip ise, yolu enine kesen çatlaklar için. İki sistemde de görsel sistemler çatlağı tespit edince, bir bilgisayara sinyal gönderiyorlar; bilgisayar, yönettiği robot kolla ilk olarak çatlağı temizliyor; sonrada dolgu malzemesiyle kapatıyor. AHMCT, bunların dışında, yol çizgilerini çeken uzaktan kumandalı robotlar, yol kenarındaki kedi gözlerini değiştiren sistemler, yoldaki kar, çamur ve diğer tehlikeli maddeleri atan veya lazerle yollardaki yazıları silen robotlar gibi makineler de geliştiriyor. Kısacası Amerikalılar için yollar, artık daha güvenli.

Biraz Televizyon Dinleyelim mi?



Bir ankete göre, insanların yüzde 39'u, iş yaparken televizyon "seyretmekte". Bu kişiler, BBC ve ITV'nin, aslında görme özürlülerin de televizyondan yararlanabilmelerini sağlayabilmek için geliştirilen ve şu anda deneme aşamasında olan, Audetel (audio described television: ses tanımlamalı televizyon) hizmetinden yararlanabilirler. Bu sistem, televizyon ekranında olan olayların sözlü tanımlamalarını, normal TV sinyalleriyle birlikte gönderiyor ve bir kod çözümü aracılığıyla görme özürlülerin televizyon ekranında olanları "dinleyebilmelerini" sağlıyor.

Sistemi geliştirenlerin en çok zorlandıkları nokta, PAL televizyon sinyallerinde dijital olarak kodlandırılmış konuşmaları yerleştirecek bir yer bulmaktı. NICAM dijital stereo sistemi kullanan ülkelerde saniyede 11 kilobitlik bir boşluk var; ancak Almanya gibi bu sistemi kullananmayan ülkelerde, boşluk, saniyede 7.6 kilo-

bite düşüyor. Aynı zamanda Audetel kullanımı, bazı televizyon tiplerinde kanışma da yol açabiliyor. Normal bir telefon hattında dahi konuşmak, saniyede 64 kilobit gerektirdiğinden, Audetel için pek yer kalmıyor.

Ancak cellfonlar için geliştirilen sıkıştırma yöntemlerini, Motorola tarafından geliştirilmiş bir sinyal işlemcisi ile bir arada kullanan Survey Üniversitesi araştırma grubu, bu boşlukta oldukça yüksek kalitede ses iletimini başardı. Bunlara ek olarak Philips de, ürettiği bir VHS video ile, insanlara Audetel yayınlarını kaydetme olanağı sağlıyor.

Şu anda İngiltere'de 140 deneme alıcısı mevcut. Temmuz ortalarından itibaren, BBC ve ITV, dört ay süreyle Audetel tanımlamalı programlar yayınlamaya başladılar.

Daha Farklı Bir Geçmiş

Mutsuz bir evlilikten sonra, geçen acı yılları unutmaya çalışırken, Boğaz'a karşı çektiği resimde eski eşinin de yer aldığını gören birinin düşüneceği ilk şey, onu resimden çıkarmak olacaktır. Bu durumda, Troçki'yi fotoğraftan çıkarıp yerine merdiven koyan kişiyi tanımış olmayı çok isterdi kuşkusuz...

Bu isteğin artık yerine geldiğini söyleyebiliriz. Vancou-ver'deki Western Pro Imaging Labs'da çalışan Keith Guelpa, Kana-dalılar'a geçmişlerini değiştirme olanağı veren yeni bir bilgisayar servisini başlatıyor: DivoceX. Guelpa, Macintosh'lar

için yazılmış olan Photoshop programını kullanarak değiştirmeyi istediğiniz herhangi bir fotoğrafa müdahalede bulunabiliyor; fotoğraftaki eski kişinin yerine her kimi ya da neyi isterseniz koyabiliyor.

Virajı Alırken

Robotlar tarafından kontrol edilen araçların üretimi konusunda en önemli sorunlardan biri, bir virajı dönebilmektir. Araba kullanan insanların, virajları nasıl aldıklarını son zamanlara kadar kimse bilmiyordu. Edinburgh Üniversitesi'nden David Lee ve Sussex Üniversitesi'nden Mike Land, bu sorunun yanıtını buldular.

Land ve iki araştırma görevlisi, Edinburgh'da virajlı bir yolda araba

kullanan üç sürücüye başlarına giymeleri için kameralı birer sistem verdiler. Yaptıkları gözlemlerde sürücülerin gözlerini, baktıkları yönde çekilecek bir çizgi virajın iç kısmına teğet olacak şekilde çevirdiklerini tespit ettiler. Bundan bir saniye kadar sonra sürücü, direksiyonu teğet noktasına doğru çevirmeye başlıyor ve ilerleyen noktayı takip ediyordu.

Bu teğet noktasının neden bu kadar önemli olduğunu merak eden araştırmacılar, noktanın değil, arabanın gidiş yönüyle, bu noktaya doğru çizilen çizginin (yani sürücünün baktığı yönün) arasındaki θ açısının asıl önemli nokta olduğunu belirlediler; çünkü yoldaki virajın yarıçapı, yani R, θ'nun kosinüsü

$$R = \frac{1}{(\cos \theta)} \cdot \frac{1}{d} \text{ denklemiyle bağlıdır.}$$

Bu denklemde d sürücüyle teğet noktası arasındaki mesafedir. Virajın yarıçapı, sertliğiyle ters orantılı olduğundan, sürücünün direksiyonu $\cos \theta / (1 - \cos \theta)$ değerine oranlı çevirmesi gerekiyor.

Peki sürücüler her viraja girişlerinde bu değeri hesaplıyorlar mı? Lee'ye göre sürücü θ açısını belirli bir değerin altında tutmaya çalışıyor. Sürücü, viraja girdikçe açı artıyor ve belirli bir eşik değerine gelince direksiyonu çeviriyor. Sonuçta açının büyümesi duruyor ve küçülmeye başlıyor.

θ'yı sürekli küçültmeye çalışarak virajları alma denemesi, New Jersey'deki Princeton Üniversitesi'nde üretilen bir robotta denendi ve başarılı sonuçlar alındı. Ama robotun programcıları, evden işe giderken bu stratejiyi kullandıklarından haberdar değillerdi.

Zeki ve kendi kendine hareket edebilen araçların üretimi üzerinde çalışan gruplar da, bu yönde çalışmalar yapmaya başladılar.

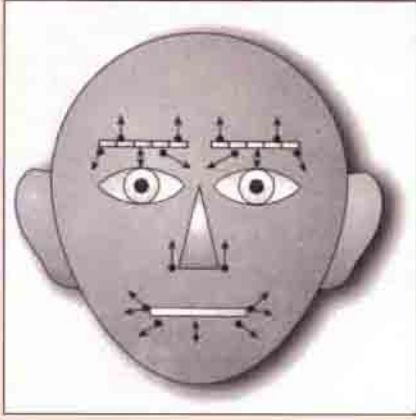
Kaynaklar:
New Scientist, 16 Temmuz 1994.
New Scientist, 23 Temmuz 1994.
New Scientist, 30 Temmuz 1994,
Chemical and Engineering News,
June 20 1994.



Teknoloji Dünyası

Sinan Göktepeli

Gülümseyen Robot



Geçmişte yalnızca bilim-kurgu filmlerinde gördüğümüz robotlar, günümüzde endüstriyel toplumlarda, üretim hatlarının vazgeçilmez bir parçası oldular. Ancak Japonlar, yorulmaksızın çalışan robotların insanlar ile daha iyi iletişim kurmaları için, çeşitli yüz ifadelerini kullanabilme yeteneği üzerine çalışmalar yapıyorlar. Tokyo'da bir üniversitede, bu konudaki çalışmalar hızla ilerliyor. On beş yıldır sürdürülen çalışmalar, robot yüzünün değişik parçalarının hareketi ile istenilen mimikği sağlaması üzerinde yoğunlaşmış durumda.

Geliştirilen robot, altı değişik duygulanımı, yüz ifadesine yansıtabiliyor; sevinç, üzüntü, nefret, korku, kızgınlık ve sürpriz. Bu ifadeler yapay yüzü oluşturan silikon derinin hareketi ile sağlanmakta. Ağız gibi hareketli büyük parçalar, bir elektrik motoru ile; daha küçük, hassas ve esnek parçalar, basınçla hareketlendiriliyorlar. Normal olarak insanlarda yüz ifadeleri, kasların kırktan fazla değişik hareketi ile sağlanırken, robotların altı değişik yüz ifadesi, 18 hareketli parça ile elde edilmiştir. Üniversitede öğrencilerle yapılan testler sonucu, korku dışında diğer ifadelerin rahatlıkla tanımlanabildiği görülmüştür. Öğrenciler, korku ifadesi için nefret ve sürpriz arası bir tanımlamayı daha uygun bulmuşlar.

Bu araştırmalarda robotlar ve insanlar arasındaki iletişimin artırılması ve gelecekte robotlardan, insanların sosyal yaşantısında da yararlanılması hedeflenmiştir. Son çalışmalar, yapay zeka teknikleri ile beraber yürütülmektedir. Robot, gözüne takılan kamera ile insan yüzündeki ifadeyi algılamakta ve bunu standart yüz ifadeleri ile karşılaştırarak değerlendirme yapmaktadır. Sonuçta robot, uygun yüz ifadesi ile karşılık vermektedir. Bundan sonra robotlara bakarken dikkatli olmamız gerekebilir. Sert ve kızgın bir bakışa robottan nasıl bir karşılık geleceğini merak ediyoruz doğrusu.

İlaç Tasarımında Bilgisayar

Günlük yaşamımızda pek çok alana giren bilgisayarlar, şimdi de yeni ilaçların tasarım ve geliştirilmesinde kullanılacaklar. ABD'de Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı'ndaki bilimadamları ve Bionumerik Pharmaceuticals şirketi elemanlarının işbirliği ile, önümüzdeki üç yıl içinde ilaç tasarımı için gerekli yazılım geliştirilecek ve bu iş için 6 milyon dolar harcanacak. Geliştirilen yazılım ile, ilaç tasarım maliyetinin düşürülmesi ve tasarım süresinin de hızlandırılması amaçlanmaktadır. Bionumerik şirketi, geliştirilen ilaçları kullanarak kanser ve kalp-damar hastalıklarının tedavisini planlanmaktadır. Yazılım ile tasarımı yapılan ilacın, kanserli DNA'nın çoğalmasını hangi mekanizmaları kullanarak durduracağı ya da koroner damarlarda kolesterol kümesinin büyümesini ne şekilde önleyeceği, benzeşim yöntemleri ile araştırılacaktır. Yazılımın paralel bilgisayarlara uyarlanması için Lawrence Livermore Laboratuvarı ve Colorado State Üniversitesi işbirliği ile yeni geliştirilen SISAL adındaki programlama dilinin kullanılması planlanmaktadır. Sonuçta tasarım maliyetinden 200 milyon dolar kadar tasarruf edilmesi ve tasarım süresinin de yarı yarıya kısaltılması beklenmektedir.

Lazer İle Enfeksiyon Tedavisi

Bazı bakterilerin neden olduğu enfeksiyonların lazer ile aktive edilmiş moleküller yoluyla tedavisi, başarılı olmaktadır. Pseudomonas aeruginosa bakterisi, nemli ortamlarda gelişmekte ve açık yaralarda enfeksiyona neden olmaktadır. Sonuçta yaradan yeşilimsi irin sızıntısı ve hastada hafif ateş görülmektedir. Kan dolaşımına karışması halinde bakteri, sepsisemiye neden olmaktadır. Yalnız İngiltere'de bu bakterinin bir yılda neden olduğu vaka sayısı, 1500 dolaylarındadır.

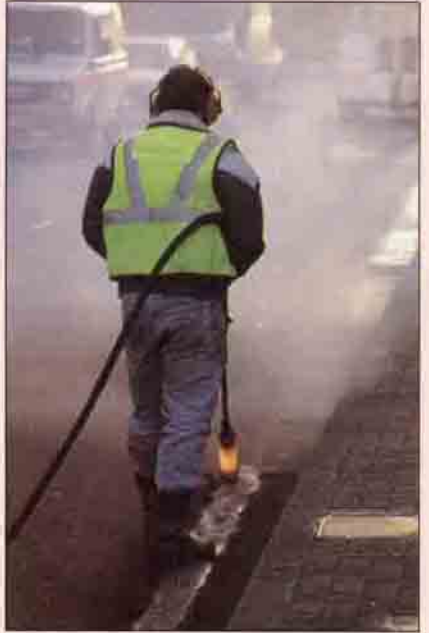
Geleneksel tedavide kullanılan penisilinli antibiyotikler mide bulantısı, ciltte dökülmeler ve ender olarak da sarılık gibi yan etkilere yol açmaktadır. Boston Hastanesi uzmanlarına göre, bazı kanserli tümörlerin tedavisinde kullanılan antibody hedeflenmiş fotoliz tekniği, bu bakterinin neden olduğu enfeksiyonların tedavisinde de başarı ile kullanılabilir. Bu teknik, sağlıklı dokuyu etkilemediği için hastalar, antibiyotiklerde görülen yan etkilere maruz kalmayacaklar.

Tedavi, enfeksiyonlu dokuya antikorla birlikte ışık duyarlayıcılar adı verilen moleküllerin enjeksiyonu ile yapılır. Bu moleküller,

ışıkla aktiflenmedikleri sürece, herhangi bir etkide bulunmazlar. İkinci aşamada enfeksiyonlu bölgeye lazer ışını odaklanır; lazer, molekülleri uyarak zincirleme tepkimeyi başlatır ve üretilen kısa ömürlü toksik maddeler, bakterileri öldürür.

Toksik maddeler enfeksiyonlu bölgenin hemen dışında, yaklaşık 100 nanometre uzaklıkta etkisiz hale gelmektedirler. Böyle bir tedavi, en az antibiyotik tedavisi kadar etkili olmakta ve lazer dışında özel bir donanım gerektirmemektedir. Geçen yıl hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde, enfeksiyonlu bölgede bakterilerin %75'inden fazlasının gideildiği gözlemlenmiş; klinik deneylerin başlatılmasından önce tekniğin etkinliğinin artırılmasına çalışılacağı bildirilmiştir.

Amerika Otoyollarında Robot-Onarıcılar



Yoldaki bir çatlağı doldururken hızla üzerine doğru gelen bir kamyon görmek, işçinin gerilmesine yol açacaktır; üstelik her yıl birkaç arka-daşı otoyol üzerinde çalışırken ölüyorsa...

Kaliforniya Eyaleti'nde 1972'den beri 57 işçinin yollarda öldüğünü göz önüne alan Kaliforniya Üniversitesi'nin AHMCT (Advanced Highway Maintenance and Construction Technology Center) çalışanları, yollardaki onarım işlerinin daha güvenli, ucuz ve kolay yapılabilmesi için, robotlar geliştiriyorlar. Bu robotlar, bakım kamyonlarına monte edilecekler. Operatör, robotları kamyonun içinden veya daha da iyisi uzaktan kumanda edecek. Robotlar, yapacakları işlere

göre çeşitli tiplerde üretilecek. Bunlardan biri yolda büyüyen yabancı otlara karşı "akıllı ilaçlama sistemi". Yol üzerindeki yeşil bitkileri tanıyabilmek için görsel bir sistem kullanan bu robot, bir seri delikten uygun şekilde ilacı bitkiye püskürtecek. Bu sistem, elle ilaçlamadan daha verimli ve ucuz olacak.

Bir başka iş ise, yol onarımı. AHMCT bu iş için iki çeşit robot geliştirdi. Birincisi, yola paralel olmuş çatlaklar için, kamyonun yanına yerleştirilecek; kamyonun arkasına yerleştirilecek olan diğer tip ise, yolu enine kesen çatlaklar için. İki sistemde de görsel sistemler çatlağı tespit edince, bir bilgisayara sinyal gönderiyorlar; bilgisayar, yönettiği robot kolla ilk olarak çatlağı temizliyor; sonrada dolgu malzemesiyle kapatıyor. AHMCT, bunların dışında, yol çizgilerini çeken uzaktan kumandalı robotlar, yol kenarındaki kedi gözlerini değiştiren sistemler, yoldaki kar, çamur ve diğer tehlikeli maddeleri atan veya lazerle yollardaki yazıları silen robotlar gibi makineler de geliştiriyor. Kısacası Amerikalılar için yollar, artık daha güvenli.

Biraz Televizyon Dinleyelim mi?



Bir ankete göre, insanların yüzde 39'u, iş yaparken televizyon "seyretmekte". Bu kişiler, BBC ve ITV'nin, aslında görme özürlülerin de televizyondan yararlanabilmelerini sağlayabilmek için geliştirilen ve şu anda deneme aşamasında olan, Audetel (audio described television: ses tanımlamalı televizyon) hizmetinden yararlanabilirler. Bu sistem, televizyon ekranında olan olayların sözlü tanımlamalarını, normal TV sinyalleriyle birlikte gönderiyor ve bir kod çözümü aracılığıyla görme özürlülerin televizyon ekranında olanları "dinleyebilmelerini" sağlıyor.

Sistemi geliştirenlerin en çok zorlandıkları nokta, PAL televizyon sinyallerinde dijital olarak kodlandırılmış konuşmaları yerleştirecek bir yer bulmaktı. NICAM dijital stereo sistemi kullanan ülkelerde saniyede 11 kilobitlik bir boşluk var; ancak Almanya gibi bu sistemi kullananmayan ülkelerde, boşluk, saniyede 7.6 kilo-

bite düşüyor. Aynı zamanda Audetel kullanımı, bazı televizyon tiplerinde kanışma da yol açabiliyor. Normal bir telefon hattında dahi konuşmak, saniyede 64 kilobit gerektirdiğinden, Audetel için pek yer kalmıyor.

Ancak cellfonlar için geliştirilen sıkıştırma yöntemlerini, Motorola tarafından geliştirilmiş bir sinyal işlemcisi ile bir arada kullanan Survey Üniversitesi araştırma grubu, bu boşlukta oldukça yüksek kalitede ses iletimini başardı. Bunlara ek olarak Philips de, ürettiği bir VHS video ile, insanlara Audetel yayınlarını kaydetme olanağı sağlıyor.

Şu anda İngiltere'de 140 deneme alıcısı mevcut. Temmuz ortalarından itibaren, BBC ve ITV, dört ay süreyle Audetel tanımlamalı programlar yayınlamaya başladılar.

Daha Farklı Bir Geçmiş

Mutsuz bir evlilikten sonra, geçen acı yılları unutmaya çalışırken, Boğaz'a karşı çektiği resimde eski eşinin de yer aldığını gören birinin düşüneceği ilk şey, onu resimden çıkarmak olacaktır. Bu durumda, Troçki'yi fotoğraftan çıkarıp yerine merdiven koyan kişiyi tanımış olmayı çok isterdi kuşkusuz...

Bu isteğin artık yerine geldiğini söyleyebiliriz. Vancou-ver'deki Western Pro Imaging Labs'da çalışan Keith Guelpa, Kana-dalılar'a geçmişlerini değiştirme olanağı veren yeni bir bilgisayar servisini başlatıyor: DivoceX. Guelpa, Macintosh'lar

için yazılmış olan Photoshop programını kullanarak değiştirmeyi istediğiniz herhangi bir fotoğrafa müdahalede bulunabiliyor; fotoğraftaki eski kişinin yerine her kimi ya da neyi isterseniz koyabiliyor.

Virajı Alırken

Robotlar tarafından kontrol edilen araçların üretimi konusunda en önemli sorunlardan biri, bir virajı dönebilmektir. Araba kullanan insanların, virajları nasıl aldıklarını son zamanlara kadar kimse bilmiyordu. Edinburgh Üniversitesi'nden David Lee ve Sussex Üniversitesi'nden Mike Land, bu sorunun yanıtını buldular.

Land ve iki araştırma görevlisi, Edinburgh'da virajlı bir yolda araba

kullanan üç sürücüye başlarına giymeleri için kameralı birer sistem verdiler. Yaptıkları gözlemlerde sürücülerin gözlerini, baktıkları yönde çekilecek bir çizgi virajın iç kısmına teğet olacak şekilde çevirdiklerini tespit ettiler. Bundan bir saniye kadar sonra sürücü, direksiyonu teğet noktasına doğru çevirmeye başlıyor ve ilerleyen noktayı takip ediyordu.

Bu teğet noktasının neden bu kadar önemli olduğunu merak eden araştırmacılar, noktanın değil, arabanın gidiş yönüyle, bu noktaya doğru çizilen çizginin (yani sürücünün baktığı yönün) arasındaki θ açısının asıl önemli nokta olduğunu belirlediler; çünkü yoldaki virajın yarıçapı, yani R, θ'nun kosinüsü

$$R = \frac{1}{(\cos \theta)} \cdot \frac{1}{d} \text{ denklemiyle bağlıdır.}$$

Bu denklemde d sürücüyle teğet noktası arasındaki mesafedir. Virajın yarıçapı, sertliğiyle ters orantılı olduğundan, sürücünün direksiyonu $\cos \theta / (1 - \cos \theta)$ değerine oranlı çevirmesi gerekiyor.

Peki sürücüler her viraja girişlerinde bu değeri hesaplıyorlar mı? Lee'ye göre sürücü θ açısını belirli bir değerin altında tutmaya çalışıyor. Sürücü, viraja girdikçe açı artıyor ve belirli bir eşik değerine gelince direksiyonu çeviriyor. Sonuçta açının büyümesi duruyor ve küçülmeye başlıyor.

θ'yı sürekli küçültmeye çalışarak virajları alma denemesi, New Jersey'deki Princeton Üniversitesi'nde üretilen bir robotta denendi ve başarılı sonuçlar alındı. Ama robotun programcıları, evden işe giderken bu stratejiyi kullandıklarından haberdar değillerdi.

Zeki ve kendi kendine hareket edebilen araçların üretimi üzerinde çalışan gruplar da, bu yönde çalışmalar yapmaya başladılar.

Kaynaklar:
New Scientist, 16 Temmuz 1994.
New Scientist, 23 Temmuz 1994.
New Scientist, 30 Temmuz 1994,
Chemical and Engineering News,
June 20 1994.



Halkalı Gezegen Satürn

Orta Amerika'da Costa Rica sınırları içinde yer alan Chirripo zirvesinden bakıldığında bir yanda Atlantik, diğer yanda Pasifik okyanusları görünür. Her biri kendi başına muhteşem birer oluşum olan bu iki devasa denizi aynı anda görmek eşsiz bir duygu olsa gerek... Astronomi meraklıları için de benzer bir durum, sonbahar ve ilkbaharda gerçekleşir. Özellikle Ekim ayında Güneş'in batışından doğuşuna kadar gökyüzünü gözlediğinizde, her biri başlı başına muhteşem sahneler olan iki gökyüzü görüntüsünü; Yaz ve Kış gökyüzünü aynı gecede izleyebilirsiniz. Gecenin ilk saatlerinde yaz takımyıldızları batı yönünde batarken, doğu yönünde kış aylarının takımyıldızları yükselir.

YILIN en güzel aylarından birine geldik. Artık sonbaharı yaşıyoruz ve yazdan kalma güneşli günler azalıyor. Astronomi meraklıları için uzun ve güzel geceler geliyor. Artık yaza oranla daha uzun süre gözlem yapma şansına sahibiz. Havanın artık erken karardığını rahatça hissedebiliyoruz. Ekim ayı başında 730 dakika kadar süren gece durumu, ay sonunda 810 dakikaya çıkıyor. Bu durumun nedenini Güneş'in artık daha güney noktalardan doğması ve batması şeklinde özetleyebiliriz.

Ay boyunca sonbaharın takımyıldızları olan Kanatlıat (Pegasus), Kova (Aquarius), Balıklar (Pisces) ve Balina (Cetus) gökyüzünde olacaklar. Bu takımyıldızlarda ne yazık ki amatör araçlar için kolaylıkla gözlenebilecek pek az gök cismi var. Gece boyunca gözlenebilecek en önemli gök cisimlerini, geçen ay Kuğu takımyıldızını izlerken tanıştık. Bu ayın en önemli manzaralarından biri, her akşamüstü Güneş'in hemen ardından batan Venüs'ün güzel görüntüsü olacak. Venüs, bütün yaz boyunca batı ufukumuzda parlamıştı ve şimdi Güneş çevresinde Dünya'dan daha hızlı döndüğünden çevik bir

hareketle Güneş'in önüne geçiyor. Venüs'ün ay başından ortasına doğru şekli çok hızlı bir şekilde değişecek. Bu değişimi, basit bir dürbünü sarsmadan tutarak izleyebilirsiniz.

Ayın Gök Cismi SATÜRN

Günümüzde çoğu kişi, geceleri gökyüzünde bulunan bazı parlak gök cisimlerinin gezegen olduğunun farkında değildir. Oysa Güneş sistemini oluşturan Dünya dışındaki sekiz gezegenden yalnızca iki tanesi (Neptün ve Pluton), çıplak gözle görülemeyecek kadar sönüktür. Yıl boyunca gökyüzünü gözleyen biri, bu ikisi dışında kalan diğer gezegenleri (Üranüs için bir hayli dikkat etmek kaydıyla) görebilir. Bu ay çıplak gözle rahatça gözlenebilen Satürn'ü tanıyacağız.

Satürn, gecenin ilk saatlerinde güney yönünde parlak bir yıldız gibi görünüyor. Çıplak gözle bakıldığında sarımsı-turuncumsu bir renge sahip olmasıyla diğer yıldızlardan farklı bir cisim olduğu anlaşıyor. Çıplak gözle izleyenler için Satürn, yalnızca parlak, renkli bir ışık noktasından başka bir şey değil... Hatta 10x50

gibi sıradan bir arazi dürbünüyle bile ilginç bir ayrıntı seçilemiyor. Ancak 20x50'lik bir dürbünü tüm fotoğrafçılarda bulabileceğiniz bir üça-yağın üzerine sabitleyerek bakarsanız, halkalar birden gözünüzün önüne seriliyor.

Eğer elinizde böyle bir araç varsa, gözlem yapmadan önce aleti iyice odaklayın. Bunun için dürbünü sıradan bir yıldız çevirerek görüntüyü iyice netleştirin. Daha sonra dikkatle Satürn'ü bulun ve görüş alanının içine alın. Gözlem sırasında aleti hiç titretmeyin. Hatta kendiniz de kımıldamayın. Gözlem yaparken nefesinizi tutun ve tüm dikkatinizi Satürn üzerinde yoğunlaştırın. Halkaları, ancak bu şekilde görebilirsiniz. Halkaların yanı sıra Satürn'ün uydusu Titan'ı da gezegenin yanında minik bir yıldız gibi görebilirsiniz. Titan, Satürn'ün çevresinde döndüğünden belirli aralıklarla izlendiğinde yeri değişiyor.

Güneş sisteminin şekil ve görünüş açısından en özgün gezegeni hiç şüphesiz Satürn'dür. Gezegenin güzelliği, çevresini saran halkalarından ileri gelmektedir. En yakın halka, gezegene yaklaşık 11 400 kilometre uzaklıktadır. Güneş sistemi içinde halka sahibi tek gezegen Satürn değildir. Jupiter, Üranüs ve Neptün'ün de halkaları vardır; fakat hiç biri Satürn'ünkiler kadar büyük ve kalın değildir. Satürn'ün halkaları, yaklaşık 2-4 kilometrelik bir kalınlığa sahiptirler; yani son derece incedir. Önümüzdeki yıl, Satürn'e bakış açımız farklı olacak ve gezegeni tam halka düzlemi doğrultusunda seyredeceğiz. Bu yüzden 1995 yılında Satürn'ün halkalarını görmeyeceğiz.

Satürn'ün Kimlik Kartı

Güneş sisteminin en büyük ikinci gezegeni olan Satürn, Güneş'e ortalama 1 427 000 000 km uzaklıktadır. Bu uzaklık, Dünya-Güneş mesafesinin yaklaşık 9.5 katıdır. Güneş'e bu kadar uzak olduğu için gezegen bir yılı yaklaşık 29.5 yılda tamamlar. Satürn'ün boyutlarını ölçmek için bir kürenin hacmini ölçmekte kullanılan geometrik formüller uygulanmaz çünkü gezegenin şekli bozuktur. Kutuplar arası çapı 108 000 km iken ekvator çapı 120 000 km'dir. Bu büyük hacim içerisinde Satürn'ün kütlesi, 95 Dünya kütlesi kadardır. Satürn, sakin bir gezegen değildir. Ekvator bölgesinde rüzgar hızının saatte 1450 km'yi aşığı ölçülmüştür. Satürn'ün 18 tane büyük uydusu vardır.





Geniş görüş alanına sahip bir dürbün yardımıyla Mars ve M44 yıldız kümesi nefes kesici bir güzellikte izlenebilir.

Satürn, gazdan oluşan bir gezegendir. Tıpkı Jüpiter gibi Satürn'ün de üzerinde toprak, kaya, dağ gibi oluşumlar yoktur. Gezegeni oluşturan maddelerin oranı, tayf ölçümüyle elde edilmiş ve gezegenin çoğunlukla hidrojen ve helyumdan oluşmuş dev bir kimyasal çorba olduğu anlaşılmıştır. Satürn'ün çoğu yerde (hatta daha önce Ayın Göküüzü Köşesinde de) yazılmış olan çok ilginç bir özelliği vardır. Dev gezegen, cüssesinden beklenmeyecek derecede düşük yoğunlukta bir cisimdir. Suyun yoğunluğunu 1 birim alırsak, Satürn'ün yoğunluğu 0.7 birimdir. Demek ki Satürn'ü, uygun bir okyanusa koysak gezegen suyun üzerinde yüzebilecek!

Bir gezegenin etrafında niçin halka olur? Bu soru, sayısız kereler sorulmuş ve cevabı konusunda hala bir fikir birliğine varılamamıştır. Büyük olasılıkla Satürn'ün halkalarının oluşumu, Güneş sisteminin oluşumu sırasında uzun bir süre içinde gerçekleşmiştir. Mars'tan sonra gelen Jupiter, Satürn, Uranüs ve Neptün, gibi gaz gezegenlerin oluşumu büyük oranda tamamlandıktan sonra, yeni bir gaz dalgasının, Güneş'in sıcaklığından dolayı genleşerek kaçtığı tahmin edilmektedir. Bu gaz kütlesi, daha soğuk bir bölgeye kadar kaçışını sürdürmüş; sonunda Satürn yakınlarında hızını ve sıcaklığını kaybettiği bir bölgede donmuştur. Donan parçalar, uzun bir zaman dilimi içinde yörredeki en büyük kütle olan Satürn'ün çekimine kapılmış ve sonuç olarak bugün gördüğümüz halkaları meydana getirmişlerdir.

Şimdi kısa bir süre için hayal gücümüzü kullanarak ayaklarımızı yerden keselim ve Güneş sisteminin dışına doğru yaptığımız yolculuğu sırasında Satürn'ün yakınlarından geçen Voyager isimli uzay aracının gözünden Satürn'e baktığımızı hayal edelim. Zaten hayal et-

mek olmasa astronomi bu kadar ilginç ve zevkli bir çalışma alanı olmazdı...

Yaklaşık bir milyon kilometre uzaklıktan Satürn'e bakıldığında, gezegenin kocaman sarı-turuncumsu bir kütle olduğu görülüyor. Gezegenin şekli ise tam bir küre değil. Kutuplarından basık, halka düzleminde genişlemiş bir şekli var. Bu şekil bozukluğunun nedenini anlamak hiçte zor değil. Gezegenin kendi ekseninde hızlı dönüşü ve halkaları oluşturan tonlarca buzun yarattığı çekim kuvveti yüzünden gezegenin şekli bozulmuş... Satürn'e iyice yaklaşıldığında, halkaların minik minik milyarlarca buz tanesinden oluştuğu gözleniyor. Asıl dikkati çeken nokta gezegenin bir tek değil, iç içe yüzlerce halkasının olması. Bu halkaların arasına girebilme şansımız olsaydı, her yanımda uçan cam gibi buz parçalarının arasından Satürn'ü nefes kesici bir güzellikte izlerdik.

1610 yılında İtalya'nın kuzeyinde Padova kentinde gürültülü ve karmaşık sokakları arasında bir kuleden gözlem yapan Galileo Galilei, Satürn'ün görünüşünde bir gariplik olduğunu fark etti. Elindeki optik aracın yetersizliği, diğer pek çok gözlemciyi olduğu gibi Galilei'yi de yanılttı. Gezegenin iki yanında yer alan halkaları hissetmekle birlikte; şekillerini tam olarak tespit edemedi ve bu yüzden Satürn'ün iki yanında iki büyük ü k.

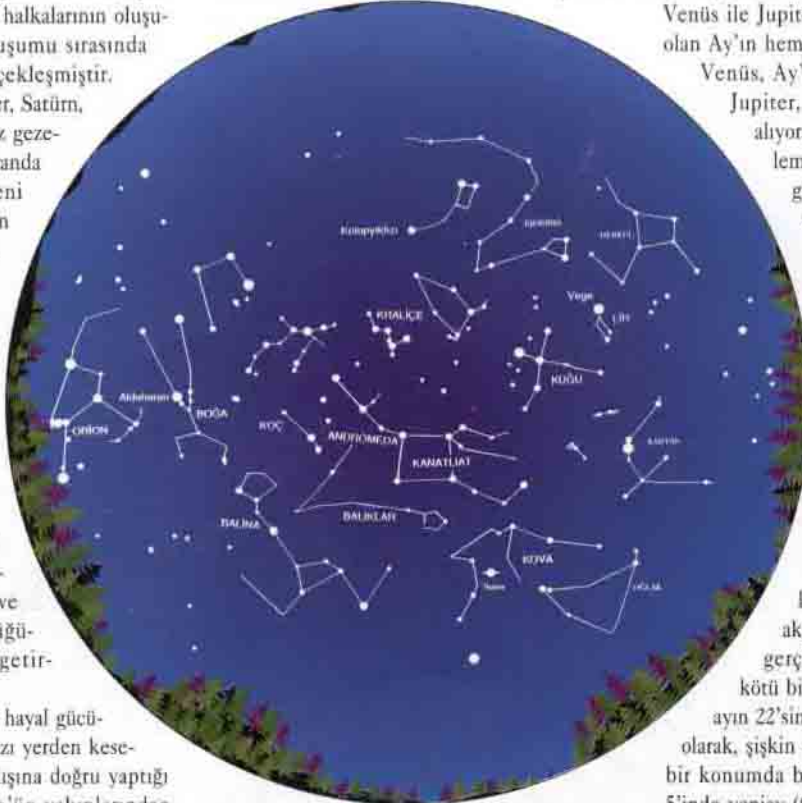


18 Ekim akşamı Mars, Yengeç takımyıldızında M44 yıldız kümesinin önünde görülebilir. Bu sahneyi görebilmek için, doğu ufkuu sabaha karşı 02:00'dan itibaren izleyin.

uydusu olduğunu sandı. Halkaları ilk farkedene kişi ise Hollandalı bilimadamı Christian Huygens oldu. Kendini bilim ve sanata adanmış gerçek bir beyefendi olan Huygens, halkaların görüntüsünden o denli etkilenmişti ki geceleri yemek ve müzik için evine gelen konuklarını bahçeye teleskobunun yanına götürerek bu sahneyi onlara da izletmişti. Fransız gökbilimci Cassini de, halkaların arasında ince bir boşluk olduğunu fark etti. Gerçekten Satürn'ün iki ana halkası arasında 4 800 kilometrelik bir boşluk bulunmaktaydı. Bu boşluğa bugün astronomlar, Cassini halkası diyorlar.

Aym İlginc Gök Olayları

Bu ayın en ilginç gök olayı, 7 Ekim günü Güneş henüz gökтейken gerçekleşiyor. Parlak Venüs ile Jupiter, çok ince bir hilal şeklinde olan Ay'ın hemen yakınlarında bulunuyorlar. Venüs, Ay'ın 7 derece güneyindeyken; Jupiter, Ay'ın hemen kuzeyinde yer alıyor. Eğer güney Atlantik'ten gözlem yapsaydık, Ay'ın Jupiter gezegeninin önünden geçerek bir süre Jupiter'i örttüğünü görecektik... Ekim ayının bir diğer önemli olayı, Mars'ın, Yengeç takımyıldızının ünlü yıldız kümesi "Anı kovanı" yönünde görünmesi olacak. Kırmızı gezegenin parlak; ancak seyrek bir yıldız kümesi olan Anı Kovanı'nın önündeki görüntüsü, özellikle dürbünle gözlem yapanlar için ilginç olacak. 15 Ekim'de Satürn ile Ay birbirlerine yakın olacaklar. 22 Ekim akşamı, Orion'da göktaşları yağmuru gerçekleşecek. Fakat bu yağmur, kötü bir zamana denk geliyor. Çünkü ayın 22'sinde Ay, dolunay evresini geçmiş olarak, şişkin ve parlak haliyle Orion'a yakın bir konumda bulunacak. Uydumuz Ay, ayın 5'inde yeniay (Güneş'in önünde), 11'inde ilkdördün, 19'unda dolunay ve 27'sinde sondördün evrelerinde olacak.



Ekim ayının ortasında akşam saat 22:00'de gökyüzünün genel görünüşü.

Balıksı Bir Öykü

İLK pil fikrinin içinde bir balık öyküsünün olduğunu çoğumuz bilmeyiz. Öykümüz 1745 yılında Leyden kavanozu adı verilen cam-dielektrik kapasitörü olan, çok yüksek miktarlarda elektrik biriktirme özelliğindeki bir buluşla başlar. Hollandalı fizikçi Petrus van Musschenbroek (1692-1761), Leyden kavanozuna dokunduğunda, vücudunda hissettiği şeyin (biz buna günümüzde elektrik çarpması diyoruz) Akdeniz'de yaşayan torpido balığının vücuduna dokunduğu zaman hissettiği şeyle aynı olduğunu fark eder. O anda kafasında şimşekler çakan fizikçi, bu olayın torpido balığının elektriksel özelliğinden kaynaklandığını fark eder (zaten o gün bu gündür bu balıklara elektrik balığı denir. Elektrik balığı bu özelliğini genellikle, düşmanlarından korunmak için bir savunma mekanizması olarak kullanmaktadır).

Bu ilk elektrik çarpması olayından sonra Alman fizikçi Engelbrecht Kampfer (1651-1716), torpido balığının bu özelliğini, her ne kadar deneysel olarak 1752'ye kadar kanıtlanamadıysa da, şimşek çakması sırasında oluşan elektrik etkisine benzetti. Aynı şekilde yine bir Hollandalı bilimadamı olan Willen Jacob van's Gravesande (1688-1742), deneysel bir dayanak olmadan torpido balığının bu elektrik özelliğini açıklamaya çalıştı. Aynı olay dünyanın

farklı bölgelerinde yaşayan fakat aynı özelliği gösteren başka balık türlerinde de keşfedildi. Fransız doğa araştırmacısı olan Michel Adanson (1727-1806) tarafından, Güney Amerika sahillerinde yaşayan yassı balığın böyle bir özelliği olduğu ileri sürüldü. Yine Fransız bilimadamı Pierre Bayen (1725-1798) elektrik balıkları ile çeşitli deneyler yaptı; fakat hiçbir şey gözlemleyemedi. Tek suçları doğal olarak elektrik üretmek olan bu balık türleri, özellikle de torpido balığı, daha sonraki senelerde araştırmacılar tarafından neredeyse en küçük organlarına kadar incelendi. Bu araştırmalar sonunda, her ne kadar bazen küçük bazen de tehlikeli boyutlarda çarpılmalar oluyorsa da, elektriğin doğası, nasıl iletiildiği, hata doğal olarak nasıl üretildiği kısmen de olsa açıklanabildi.

Yapılan araştırmaların sonucunda, edindiği bilgilere güvenen Alessandro Volta (1745-1827) yanlış bir gözlem sonucu kurbaganın kaslarında elektrik oluştuğunu düşündü. Büyük bir olasılıkla elektrik çarpan bir kişi ile sıçrayan bir kurbaganın aynı şeyi yaptığını zanneden Volta, ilginçtir ki bilinen ilk pilin yani voltaik pilin mucididir (1800). Voltaik pil doğrusal akım üreten mekanik bir pildir. Asitli suya batırılmış yuvarlak çuha ya da korton parçaları ile birbirinden yalıtılmış, art arda bir bakır, bir çinko diskten oluşan bu pil, son bakır disk son çinko

Bir çoğumuzun sahip olduğu walkmanler bir iki özel modeli dışında pille ya da adaptörle çalışmaktadır. Analog devreleri olan walkmanler için hemen hiçbir sorun olmamasına karşın, dijital walkmanlerin her ne kadar adaptör girişi olsa da pille kullanmak daha doğrudur. Oldukça hassas bir elektronik sisteme sahip olan dijital walkmanler, adaptörlerde oluşan elektriksel gürültülerden etkilenirler ve elektronik hafızaları bazen bir süre de olsa karışabilir. Bu bir şart değildir ama riske girmemek için dijital walkmanleri sadece pille kullanmak iyi bir fikirdir.

diske metal bir telle bağlandığında telden akım geçmesi ile çalışır. Bu pilin en büyük sakıncası ise, çuha ya da karton yastıklardaki asitin zamanla sızarak diskler arasında akım geçişini sağlayan parazitler oluşturmaları ve pilin gücünü azaltmasıdır.

Volta pilinden sonra; pilin, asit sızması sonucu yarattığı sorunları önlemek için Cruikshank, asitli su dolu bir tasin içine yatırılmış olan, bugünkü akülerin benzeri, gözlü bataryayı (çanaklı pil) geliştirdi. Daha 1826 yılında Becquerel bu pillerin çalışması sırasında ortaya çıkan gerilimin düşme sebebini araştırdı; sonuç olarak pillerin çalışması sırasında açığa çıkan hidrojen kabarcıkları, ortamda oluşan elektroliz etkisi ile özellikle pozitif yani artı kutupta birikiyor ve kutuplaşma gerçekleşiyordu. Pil çalıştıkça gerilimin zamanla düşmesine sebep olan bu kimyasal olayı önlemek için, kutuplaşmayı yani hidrojen birikmesini önleyen maddeler ilave etmek gerekmektedir. Böylece sıvı olarak kromik asit, nitrik asit, potasyum bikromat ve kutup olarak kurşun dioksit, mangan dioksit kullanılan piller ortaya çıktı.

1745 yılında başlayan öykümüz henüz bir sona ulaşmış değil. 1800 yılında pratik sayılabilecek ilk pilin icadı ile başlayan pil tarihi içinde yer alan her araştırma, bu yolun belirgin kilometre taşlarını oluşturmaktadır. Özellikle son yıllarda üzerinde çalışılan piller, çok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu pillerin en yaygın olanları şüphesiz, tekrar tekrar şarj edilebilen pillerdir. Özellikle uzay araştırmaları, savunma sanayii ve bilgisayar üretimi gibi önemli birçok sektörde de geniş kullanım alanı bulan bu pillerin sivil sektörde de kullanılan bir türü, ülkemizde ASELSAN tarafından da üretilmekte olan Nikel-Kadmium (NiCd) pillerdir. İmalat özelliklerine göre, 500 ile 1000 defa şarj edilip, tekrar kullanılabilen bu pillerin hemen her boyu, ayrıca farklı voltaj uygulamaları için farklı türleri özel olarak üretilmektedir. Kullanım alanına göre kimyasal yapısı değişebilen bu piller, standart pillerden daha kısa ömürlü olmalarına karşın tekrar dolabilme özellikleri ile tüketim açısından oldukça önsıralarda yer alır. Telefon-ken firmasında yapılan bir araştırmaya göre; NiCd



piller yanlış şarj edilmelerinden dolayı ömürlerinden büyük ölçüde kaybetmektedirler. Teorik olarak yapılan hesaplara göre üretim şekline bağlı olarak 14-16 saat arası (ayrıca bu bilgi pillerin üzerinde de yazılıdır) bir sürede şarj olması gerekmektedir. Ancak gerek piyasada üretilip satılan şarj cihazlarındaki elektronik sorunlar, (hatalı voltaj veya akımda şarj etme özelliği) gerek kullanıcıların bir şekilde pilleri şarj süresi geçmesine rağmen şarj makinesinde unutmaları, pillerin ömürlerini azaltmaktadır. Hele ki bazı şarj makinelerinde bulunan hızlı şarj etme fonksiyonları, pilin kaldırabileceği süreden daha hızlı şarja zorlanmasına neden olur. Her ne sebeple olursa olsun tüm bu olaylar, pilin ısınmasına ve ısı nedeniyle kimyasal yapısının özelliğini yitmesine yol açar. Sonuç olarak verimli şarj olmayan pil daha kısa süre çalışır ve az zamanda şarj ömrünü doldurur. Her şey bir yana aşırı ısınma sonucu bazen bu piller patlar. Tüm bu olumsuzlukları önlemek için elektronik firma araştırmaları ve laboratuvarlarında, pilin şarj sırasında geçirdiği akım değişikliklerini algılayan sistemler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Telefonken firmasının U2400B adını verdiği 16 ayaklı entegre, bu tür kontrol fonksiyonlarını içeren bir entegredir.

NiCd pillere karşı yeni bir pil türü ise yavaş yavaş elektronik piyasasına girmektedir. Nikel Metal-Hidrit (NiMH). NiCd pillerden üstünlükleri ise, ünite başına %30-%50 daha fazla enerji; tüm NiCd şarj makineleri ile şarj edilebilme; kadmiyumun zararlı özelliğinin bu pilde olmaması ve son olarak NiCd pillerde olan hafıza etkisinin olmaması (NiCd pillerde verimli bir kullanım için, tamamen boşalmadan şarj edilmeme zorunluluğu vardır). Görüldüğü kadanyla NiMH piller, NiCd pillere göre daha avantajlıdır; ancak her çıkan yeni ürinde olduğu gibi bir dezavantajı var; NiMH piller NiCd pillere göre iki kat daha pahalı.

Elektronik Notları

Şarj edilebilen piller arasında en yaygın kul-lanım alanına sahip olan NiCd pillerdir. Bu pilleri diğer tek kullanımlık pillerden ayıran en önemli özellikler; üretim standartlarına göre ortalama bir çalışma süresine sahip olmaları, tekrar şarj edile-bilmeleri, normal pillerin aksine güçlerini nerede ise bitene kadar sabit tutabilmeleridir. Belki en önemli özelliklerinden biri olan aniden bitmeleri ise, bu tür pillerin en belirgin özelliğidir. Normal piller bitmelerine yakın, yavaş yavaş güçleri hisse-dilir şekilde azalır. Örneğin kaset çalmak için kul-lanıyorsa, pil biterken motor devri yavaşlamaya, ses azalmaya başlar. Ayrıca gücü zayıflamış normal bir pil, daha az güç gerektiren bir sistemde bir sü-re daha kullanılabilirken, şarj edilebilen bir pil şarj olmadan önce kullanılamaz (Ancak bir süre bekleyen şarj edilebilen pillerin saniyelerle ifade edilebilecek bir süre içinde çalıştığı görülebilirse de bu aldatıcıdır). Şarj etme aşamasında ise dikkat edilmesi gereken, pilin üzerindeki süreden daha uzun sürede ve belirtilen akımdan daha yüksek bir değerde şarj edilmemesidir.

1745 yılında, hiçbir şeyden haberi olmayan, Akdeniz'de kendi halinde yaşayan bir torpido balığının, düşmanından korunmak için ürettiği elektrikle, Hollandalı bir fizikçiyi çarpmasının yarattığı şok dalgası duracağına benzemiyor. Özellikle yaşadığımız çağ hemen her şeyin bir yerlerinde küçük ya da büyük elektronik sistemlere sahip olduğundan bu tür araştırmaları ve gelişmeleri zorunlu kılmaktadır. Ancak teknoloji ne kadar ilerlerse ilerlesin, doğa her zaman önde olacak gibi görünüyor.

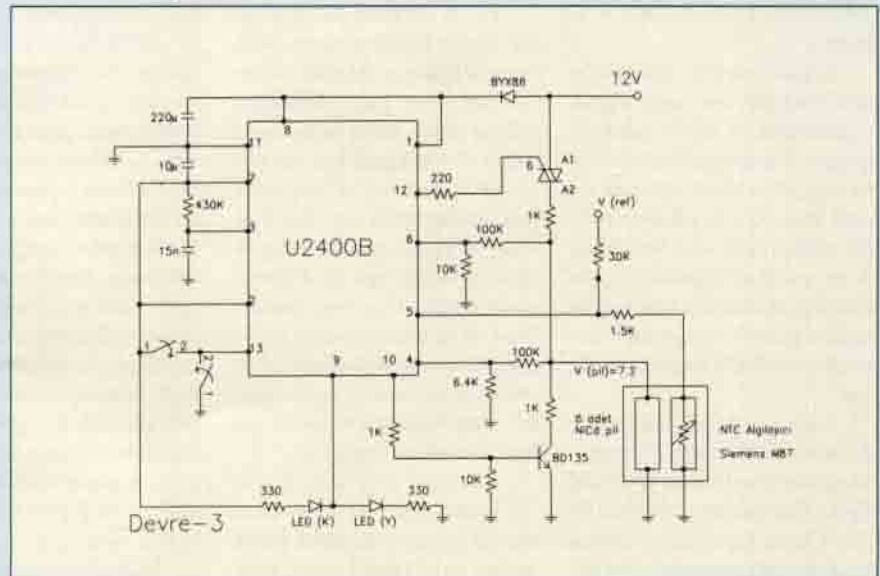
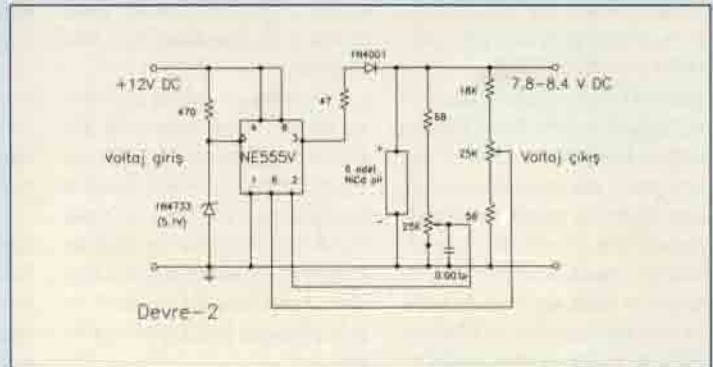
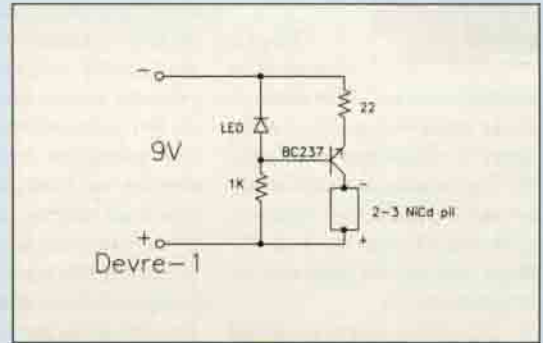
Şarj Devreleri

Bu sayıda sunulan üç devreden ilki; performansı ve güvenliği yüksek olmasına karşın, elde hiçbir olanak olmadığı zaman kullanılabilecek bir devredir; çünkü devrede bulunan elemanların üretim değerlerindeki küçük farklılıklar, devrenin çıkışını etkilemektedir. İkinci devre ise daha eski bir devre olmasına karşın "Electronics" dergisinin 21 Haziran 1973 sayısında tanıtılmıştı) zaman kontrollü bir devredir. Devrede bulunan zamanlayıcı çalıştığı sürece piller şarj olmakta, zamanlayıcı durunca pillerin şarj işlemi de durmaktadır; bu nedenle sürekli elektrik kaynağına takılı kalabilmektedir. Son devremiz ise "Electronics World" dergisinin Aralık 1992 sayısında tanıtılmış) Telefonken firmasının geliştirdiği U2400B pil şarj kontrol entegresi içermektedir. Devre elektrige bağlandığı andan başlayarak pillerin şarj olmasına kadar, sürekli olarak şarj olan pillerin akımlarını kontrol etmekte ve ona göre şarjı

denetlemek, uyan ışıkları ile kullanıcıyı haberdar etmektedir. Bu devre aynı zamanda tam boşalmamış NiCd pilleri de kontrollü olarak boşaltarak (bu tür piller ani olarak, kısa devre yapılarak boşaltılmamalıdır; aksi takdirde aşırı ısınma sonucu pil patlayabilir) verimli bir şarj aşamasına hazırlamaktadır. Bu duruma göre devre üzerindeki kırmızı led yanıp sönüyorsa boşalma işleminin başladığını, yeşil led yanıp sönüyorsa boşalma işleminin bittiğini, yeşil led sürekli yanıyorsa şarj işleminin bittiğini haber verir. Devreyi 30 dakika, 1 saat veya 12 saat olmak üzere üç farklı şarj süresinde kontrol olanağı vardır. Pilin şarj süresini 14-16 saat olarak hesaplayan Telefunken firmasının, böyle bir devreyi geliştirmesi, ticari zihniyetin, bilimsel zihniyeti çok çabuk sildiğini göstermektedir.

Kaynak

"The Fishy Tale of Early Electricity", Kryzhanovsky, L.N., Electronics World+Wireless World, Subot 1993.



REMZİ KİTAPSEVİ

ÇEVRE
VE
EKOLOJİ
Mine Kışlalıoğlu
Fikret Berkes



Çevre ve Ekoloji

Mine
Kışlalıoğlu
Fikret
Berkes
Remzi
Kitabevi
İstanbul, 1993
253 sayfa

"Bu gün
bir yeşil bitkiye

teşekkür ettiniz mi?" Bunu esprili bir slogan olarak düşünmeyin. Bu söz, önemli bir ekolojik gerçeği dile getiriyor. Tüm eko-sistemlerin temel üreticileri yeşil bitkilerdir. Onlar olmasaydı biz de olmazdık, yaşam da olmazdı. Pek ama nedir bu kadar önemli olan, yani, nedir ekoloji?

"Öyle bilimler vardır ki, bilimsel olarak bir bilimci kertesinde olmasa bile, hiç olmasa genel kuralları ve nitelikleriyle o bilimleri herkesin bilmesi gerekir. Örneğin ekonomi, siyaset bilimi, toplumbilim gibi. Bu tür bilimleri herkesin kendi yetisine, çevresine algılaya gücüne göre az çok öğrenmesi gerekir. Çünkü bu bilimler güncel yaşamımızın içine girmiştir. Bilsen de bilmesek de, istesek de istemesek de, nasıl havanın içinde yaşıyorsak, bu bilimlerin de içindeyizdir ve bu bilimlerin yasalarına, kurallarına göre yönetilip yaşamaktayızdır. Ekoloji de böyle bir bilimdir".

Kitabın önsözünde Aziz Nesin'in de belirttiği gibi, aynı ekosferin içinde yaşayan bizler, bu bilimin konusunu, içeriğini ve sorunlarını bilmeliyiz. İşte bu kitap sadece bilimle uğraşanlar için değil, herkes için, bir anlamda insanlığın varoluşu kadar eski, bir anlamda da en yeni bilim dallarından biri olan ekolojinin ne olduğunu, nelerle uğraştığını ve gündelik hayatımızdaki yerini kolay anlaşılabilir bir şekilde açıklıyor.

Kitap, giriş dışında oniki bölümden oluşuyor. Bu bölümler sırasıyla: Ekolojinin Problemlere Yaklaşımı, Ekolog Gözüyle Dünya, Hepimize Bir Dünya, Dünya Çapındaki Çevre Sorunları, Akvaryum Ekosisteminin Öğrettikleri, Enerji, Tanım ve Beslenme, Dünya

Nüfusu Nereye Gidiyor, Şehir Ekolojisi, Ekolojik Döngüler ve Çevre Kirlenmesi, Orman, Su, Toprak, Çeşitler ve Türler, Doğayı Tüketmeden Kullanmak: Çözümler, Bir Söyleşi. Çağdaş ekolojinin en önemli özelliklerinden birinin bütüne verilen önem olduğunu vurgulayan Kışlalıoğlu ve Berkes, "Doğa nasıl işler? Canlı küremizde yaşam nasıl sürüyor? İnsanın dünyanın efendisi olmayıp da, yalnızca bir parçası olduğu tezi neye dayanıyor?" gibi sorulara da yanıt arıyor.

Kitap akıcı bir dille yazılmış, çarpıcı örneklerle renklendirilmiş. Ekolojinin kuralları dünyadan ve Türkiye'den, atasözlerinden, Nasreddin Hoca hikayelerinden, kıssadan hisse hikayelerinden örneklerle açıklanıyor. Ekoloji biliminin getirdiği yeni düşünce tarzını ve ekolojinin bazı temel kavramlarını ayrıntılı olarak açıklayan yazarlar, ekolog gözüyle insanın, tüm hayvanlarla birlikte; bitkilerin eline bakan tüketici çeşitlerinden sadece biri olduğuna da değiniyor. Onlara göre, hem bitkisel hem de hayvansal besinlerle beslenen insan, ekolojik açıdan hem birincil, hem ikincil tüketici.

Kitabın çoğu yerinde ekologlar için enerjinin önemi vurgulanıyor. Bunun yanında dünya nüfusunun hızlı ve altyapıyı zorlayacak biçimde artmasına da değinilmiş. "Dünyanın bir bütün oluşturduğu, dolayısıyla tüm ülkelerin geleceğinin birbirlerine bağımlı olduğu fikri, ekoloji biliminin çağımızda ön plana çıkmasının önemli nedenlerinden biri."

Kitabın en önemli bölümlerinden biri de, çevre kirliliği ve insanın bu kirlenmeye katkısının anlatıldığı bölüm. "Günümüz insanı, tüketim maddelerini kullanıp atmaya, sadece parasal açıdan değerlendirir hale geldi. Yani, hali vakti yerinde olan, hemen kullanıp atmak kolaylığından yararlanıyor. Bütçesi elvermeyen de, daha çok para kazanıp tüketim maddelerini hızla alıp atabileceği günleri bekliyor. Oysa, 'atma, yazık evladım, bir işe kullanalım' diyen ninenimiz, annelerimiz sağduyularıyla en temel bir ekoloji kuralını uyguluyorlardı." diyor Kışlalıoğlu ve Berkes, çok önemli bir noktaya değiniyorlar.

Aziz Nesin'in de belirttiği gibi, "bu kitabı okuyan, çevrebilimci olmaz, ama her insanın zorunlu olarak bilmesi gereken çevrebilimsel konuları, sorunları ve kuralları öğrenmiş olur."

Teknoloji Benim Neyim Oluyor?

Ahmet İnam
Alamuk Yayınları
Ankara, 1993
188 Sayfa

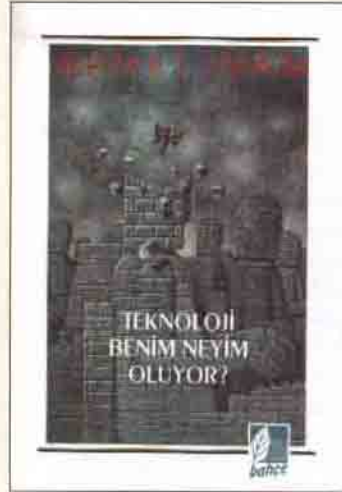
Kitaptaki yazılar,
yazarın, kültürün bir
ögesi olarak düşündüğü
teknoloji üstüne

aşağı yukarı dört yıldan beri yürütmekte olduğu çalışmaların bir kısmını içeriyor. Yazıları, yazarın deyimiyle, "akademik dergi" yazısı tutumunun dışında bir tavırla yazılmış. Yazar, yayımlanmış bu ilk kitabı için "Teknoloji felsefesinin Batı'da ve bizde tartışılan sorunlarına çoğu kez belli bir uzaklık koyarak yaklaşmaya çalıştım. Hedefim kültürü anlamaktı. Teknik üretim, pazarlama, tüketim gibi sorunların ayrıntısına girmedim, temellerini atmaya çalıştım gelecekteki bir felsefe için sıkı bir çalışmaya da girişmedim: Okura arayışlarını sergilemek istedim yalnızca. Belki arayacaklarım üstüne birkaç ipucu verdim" diyor.

Kitap 12 ayrı, ama bir anlamda birbirine bağlı yazıdan oluşuyor. İlk yazısında İnam, gönül kavramıyla teknolojiyle olan ilişkimizi anlatmaya çalışmış. Ona göre, olağanlığı ve sıradanlığı içinde, gönül teknolojiyle kaynaşmıştı. Belki de bundan dolayı ne teknoloji ne de gönül gelişmişti.

"Hayatımızı teknolojiyi anlamadan anlayamayız. Değişimi sezmenin, bizi denetleyen, denetlediğini sandığımız güçleri denetlemenin çabası içindeyiz. Neden denetlenemeyeceğimizi anlamak istiyoruz..." diye söze başlayan yazar, teknolojinin hayatımızdaki yerini ve önemini belirtiyor. Eski çağlara da değinerek, o zamanlarda amacın, birey, toplum, ulus olarak ayakta kalmak ve yaşamayı sürdürmek olduğunu sözlerine ekliyor. Teknolojinin yaşamın akışına emdirildiği o günlerde kültür, teknolojiyi sindirtmişti. Teknoloji, farklı kültürlerde farklı gelişimler gösteriyorsa neden kültürden, kültürlerden bağımsız bir gelişimi olduğu düşüncesi yaygınlık kazanmış? Bu da üzerinde durulan bir başka nokta.

Aşk mı teknolojinin, teknoloji mi aşkın hizmetinde olmalı? Aşkla teknoloji



bağdaştırılabilir mi? Edanın bilimsel yakalanmazlığı neye benzer? Bu ve buna benzer soruların cevaplarını bulabileceğiniz, ikinci yazıda yazar, aşkı bir anlamda yaşam biçimi

olarak gördüğünü de vurguluyor.

Bir sonraki yazıda ise yaşama bir çevre ve ortam oluşturarak sahip çıkma çabası ve özellikleri teknolojiyle bağdaştırılarak, arada bir bağlantı kurularak anlatılıyor.

"Teknoloji, kendine özgü bir işleyiş sahiptir. Teknoloji yalnızca ürün değildir. Bir insan etkinliğidir, bilgiyi gerektirir. İletişimdir. Teknoloji aynı zamanda çevremizi, onunla birlikte ortamı, giderek evreni anlama çabasıdır. İnsanlığı yarattığı ürünlerle doğayı kirletti, toplumsal düzeni sarsıldı; geleceği tehlikeye girdi. Teknolojiyi anlayabilelim ki, denetleme olanağımız doğsun" diyor yazar, bu gerçeği bir kez daha vurguluyor.

Bir başka yazısında eski Yunan kültürünün özelliklerine göz atan yazar, kültürü soru ve cevaplarla indelmiş, çalışma yöntemlerinden bahsetmiş ve mitolojiye değinmiş. İnam, buradaki amacının "Mitostan felsefeye uzanan bir araştırmada, birtakım ipuçları vermek, konuyla ilgilenenlere kendi araştırmaları için yer yer dikkat çekici bir malzeme sunmak olarak" belirtiyor. Kitaptaki yazılarda, ayrıca, sanatla bilim arasındaki ilgi gözler önüne seriliyor ve bunun yanı sıra, iletişim çıkmazı içindeki insan, teknoloji yardımıyla kurtulabilir mi? türü sorulara da cevap aranıyor. Kitaptaki bazı yazılar son üç yazıda olduğu gibi - doğrudan teknoloji ile ilgili değil. Bu yazılarda yazar, teknolojiden ne anladığını okura farklı açılardan anlatmayı amaçlamış.

"Teknoloji benim neyim oluyor?

Güleyim mi ağlayayım mı Kendim oluyor.

Endişem, mutluluğum, gözümlerim,

Duygularım, anlatımım, sözüm

Hüznüm,

Teknoloji, teknolojiyim oluyor.

Peki ya, o kim oluyor?"

diyor İnam'ın da belirttiği gibi, teknoloji hayatımızın her yerinde, her döneminde bir anlamda, bir yaşama biçimi ö.

Dinozorların Sessiz Gecesi

Holimar Von Dittfurth
Çeviri : Veyssel Ataman
Alan Yayıncılık
İstanbul, 1994
272 sayfa

Son yıllarda ilkimizde bilimsel bilgi ile kitle

arasına yerleştirilmeye çalışılan uzaklık, bir teknik sorun olmanın ötesinde ideolojik bir niteliğe bürünmüştür. Hele sözkonusu bilimsel alan evren ve evrim gibi sorunlarla ilintiliyse...

"Bu ideolojik ve amaçları dinin dışındaki alanlarda şekillenilen tutumun gene tanrı (din) adına haklı çıkartılmak ve meşru kılınmak istenmesi, bu kitabın yazarının ispatlamaya çalıştığı gibi, olanaksız olmaktan da öteye "bilim düşmanlığı", Tanrıyı reddetme olarak da anlaşılabilir. İle de bir Tanrı'nın varlığını ispatlamak istiyorsak bunun tezlerini bilimsel bulgularla destekleyebiliyoruz, bu kitabın en önemli ama en geri düzlemdeki savlarından biri olarak belirtilmektedir.

Yazar, ayrıntıların, sayıların, uzmanlık isteyen birikimlerin labirentlerinde kaybolmadan; evrene, gezegenimize, evrimimize ilişkin bilgileri, sınırlı da olsa bir dünya görüşü kotarmamıza katkıda bulunacak şekilde sunarken, eşi benzeri az bulunur bir ustalıkla bir bilgi merakı ve öğrenme heyecanı yaratmakta; bilimsel bilgiyi popülerleştirirken, sarıp sarmalayan, sürükleyici bir polisiye roman tadını hiç kaybetmeden, adeta bilimsel bir konuyla uğraştığımızı bile unutturarak, bize "felsefe" yaptırmayı başarmaktadır. Kitabın çevirmeni Veyssel Ataman, kitap ve yazar hakkındaki görüşlerini bu şekilde dile getirmiştir.

En az altı kitap olarak tasarlanmış bir dizinin ilki olan bu kitap, yazarın, bugünkü bilimin olanak verdiği ölçüde evrenin öyküsünü izleyerek, bilinci ve zekayı araştırmayı amaçladığından bahsettiği giriş bölümünün yanı sıra, iki ana bölüme ayrılmış. Üç alt başlıktan oluşan birinci bölümün adı: İlk Patlamadan Evrenin Doğuşuna Kadar. Yazar bu bölümde, gökteki her yıldızın, tıpkı bizim güneşimiz gibi birer güneş oldukları görüşünü savunan Giordano Bruno, gezegen sistemlerinin doğuşunu açıklayan bir kuram



geliştiren Kant, geceleri ortanın karamasını inceleyen O bers' den Einstein'ın relativite kuramına kadar çeşitli tarihsel kişileri ve kuramları inceleyerek evrenin bir başlangıcı olup olmadığı sorusuna cevap arıyor. "Doğa tarihinin ilk

büyük patlamadan bilincimizin ortaya çıkmasına kadar uzanagelen o koskoca geçmiş, kendisinden yola çıkarak bütüne varmaya çalıştığımız tarih parçasının ne kadar küçük olduğunu bize göstermektedir."

Birinci bölümde, yeryüzü ve gezegenler nasıl ortaya çıktı? Güneş sistemi nasıl doğdu? gibi soruların yanı sıra dünyamızın şimdiki atmosferinin başlangıçtaki atmosferinden farklı olduğu savı da ele alınıyor. Yedi alt başlıktan oluşan ikinci bölümün adı ise: Hayatın Oluşumu. Hayatın gökten, daha doğrusu uzayın derinliklerinden gelmiş olabileceği düşüncesi, bundan yirmi-yirmibeş yıl önce Amerikalı mikrobiyologların uzay balonları ve araştırma roketleri aracılığıyla gerçekleştirdikleri deney ve incelemelerin ardından anımsan güncelleştirdi.

Gezegenlerarası mikroorganizmaların uzayın bir ucundan öteki ucuna taşınması durumunda ortaya çıkabilecek tehlikenin iki yönlü olduğunu belirten yazar, bir yandan bu yönleri açıklarken öte yandan da güneş sistemimizi bakterilerle kirletip kirlilemediğimiz sorusuna yanıt arıyor.

Hayat bundan yaklaşık 3,5 milyar yıl önce yeryüzüne hangi yoldan ulaştı? Dünyayı prebiyotik gelişme aşamasında istila edip insanın da dahil olmak üzere daha sonraki bütün hayat biçimlerinin tohumunu atan uzay kökenli bir tek hücrelinin ziyareti mi sözkonusuydu? Yeryüzündeki hayat gökten inmiş olabilir miydi? Bu ve benzeri soruları hem kendisine hem de okuyucuya soran yazar, tüm belirtilerin, bulguların hayatın doğuşunda öyle bindenbire ortaya çıkma gibi bir durumun kesinlikle söz konusu olmadığını da sözlerine ekliyor.

Hayatı anlamak için yapılması gereken şey, belirli hücre öbeklerinin (türlerinin) işlevlerini ve bu işlevleri yerine getirirken birlikte etkili olmalarını sağlayan, onları eşgüdüm içine sokan mekanizmalara

n öğrenmekti. Yoksa çıplak gözle görülebilir alanda kalarak hayatı açıklamak olanaksızdı. Günün birinde insanoglu, o efesanevi dinozorları gözleriyle görecek mi? Genlerini laboratuvarlarda sentezleyerek o canlıyı yeniden hayata döndürmek mümkün olabilir mi? Bunların yanı sıra aklınıza gelebilecek birçok sorunun yanıtlarını arayan, çeşitli kuramları ele alan bu kitap, bugün varolan tüm canlıların tek bir kökten geldiklerine ve genetik "kod"un evrensellikine de değiniyor.

Yıldızlar Savaşı

Carlos De Ja Rego
F. Tonello
Çeviri: Teoman Tunçdoğan
İletişim Yayınları
İstanbul, 1992
126 sayfa

1983 Mart'ında Ronald Reagan, Sovyet askeri tehdidi üzerine yaptığı konuşmaların birinde, bilimadamlarından nükleer silahları etkisiz ve kullanılamayacak hal getirmelerini istiyor, bir çeşit "hava kalkını" düşlediğini belirtiyordu.

Bu kitap, işte bu söylevin ürünü olan ve daha sonra SDI (Stratejik Savunma Girişimi) adı verilen Amerikan programını incelemeyi amaçlıyor. Bir gün nereye varacağını kimsenin bilmediği bu program, 1983'ten beri ABD'deki, Sovyetler Birliği'ndeki ve Avrupa'daki strateji tartışmalarının ana konusu olmuş ve iki süpergüç arasındaki ilişkileri derinlemesine etkilemiştir. Uzun vadede, ABD halkının savunulması için düşünülen SDI'nın bu amaca ulaşp ulaşamayacakları ve bunlara ayrılan fonun boşa gidip gitmeyeceğini sorularını da gündeme getiren yazarlar, incelemelerine füzesavar savunmasının geçmişine bir göz atarak başlamışlardır. ABD ve Sovyetler Birliği'nin stratejik güçlerinin karşılaştırılmasına da yer veren kitap, aralardaki küçük çerçeve yazılarla bu devletler arasındaki anlaşmaları, çeşitli sistem, program ve deneyleri de açıklığa kavuşturmuştur.

Kitap, giriş ve sonuç bölümlerinin yanı sıra, altı ana bölüme ayrılmış. Bu bölümler arasında şöyle: Füzesavar Savunması: Eski Bir Öykü; Stratejik Savunma Girişimi Tasarısı; Sovyetlerin İleri ve Geri Oldukları Noktalar; Savunma ya da caydırma ABD'de Strateji Tartışmaları; SDI Ekonomisi; SDI ve Karşı EUREKA.



SDI'nın neden özellikle Sovyetlerin kıtalararası füzelere karşı yapıldığı, derinlemesine bir savunmanın nasıl olacağı ve Pentagon'un öngördüğü Uzay Kalkanı'nın neye benzeyeceğinin açıklandığı ikinci bölümde, Pentagon'un geleceğe yönelik silah tasarılarının yanı sıra, uyarılmış enerjili silahlarla kinetik enerjili silahlara da oldukça geniş yer veriliyor. Reagan'a göre, uzay kalkını dünyayı nükleer silah karabasanından kurtarmak için düşünülmüştü ve dolayısıyla da nükleer

yöntemlere başvurmadan görevini yerine getirmek zorundaydı. Uzay kalkınının gerçekleştirilmesinde karşılaşılan en büyük sorun "savaşın yönetimi"ydi. Aynı zamanda, diğer tarafın alacağı önlemlerin de düşünülmesi gerekiyordu. "Yıldızlar Savaşı" ve Amerikalı yöneticilerin fü-

zesavar savunmasına karşı gösterdikleri yeni ilgi, bazen Sovyetlerin bu alanda gerçekleştirdikleri yoğun etkinliğe bir yanıt olarak gösterilmektedir" diyen yazarlar, Sovyetler Birliği için, uzaya yerleştirilmiş herhangi bir silah ilk örneği ya da farklı savunma "tabakaları" ilkesine dayanan herhangi bir sistem tasarısının günümüzde geçerliliğini yitirdiğini de sözlerine ekliyorlar. Kitapta, Sovyetlerin füzesavar silahları geliştirme programı, Amerikalıların SDI'ni ortaya atılmasından önce uyguladıkları araştırma programlarına benzemekte olduğu gerçeğine de değinilmiş.

Teknik güçlükler ve stratejik tartışmalar, bir buzağına benzeyen SDI'nın yalnızca şu üstünde kalan bölümüydü. "Yıldızlar Savaşı" nı savunanlar parasal güçlüklerle de karşılaşyordu. SDI programı uzun vadeli bir araştırma programıydı ve sonuca ulaşabileceği de kuşkuluydu. Kitabın beşinci bölümü işte bu noktalardan yola çıkarak bu programa ayrılan bütçe ve üniversitelerdeki araştırmaların işliyor. Son bölümde ise, Avrupa'nın bu programa bakış açısı, kaygıları ele alınıyor.

Sonuç kısmında söylenenler ise, biraz karamsarlık yaratabilecek türden: "21. yüzyılın eşiğinde, nükleer silahlar hep günümüzde de olduğu gibi - bütün uygarlıkları yokedeabilecek boyutlarda olacak."

REMZİ KİTAPSEVİ

ÇEVRE
VE
EKOLOJİ
Mine Kışlalıoğlu
Fikret Berkes



Çevre ve Ekoloji

Mine
Kışlalıoğlu
Fikret
Berkes
Remzi
Kitabevi
İstanbul, 1993
253 sayfa

"Bu gün
bir yeşil bitkiye

teşekkür ettiniz mi?" Bunu esprili bir slogan olarak düşünmeyin. Bu söz, önemli bir ekolojik gerçeği dile getiriyor. Tüm eko-sistemlerin temel üreticileri yeşil bitkilerdir. Onlar olmasaydı biz de olmazdık, yaşam da olmazdı. Peki ama nedir bu kadar önemli olan, yani, nedir ekoloji?

"Öyle bilimler vardır ki, bilimsel olarak bir bilimci kertesinde olmasa bile, hiç olmasa genel kuralları ve nitelikleriyle o bilimleri herkesin bilmesi gerekir. Örneğin ekonomi, siyaset bilimi, toplumbilim gibi. Bu tür bilimleri herkesin kendi yetisine, çevresine algılaya gücüne göre az çok öğrenmesi gerekir. Çünkü bu bilimler güncel yaşamımızın içine girmiştir. Bilsen de bilmesek de, istesek de istemesek de, nasıl havanın içinde yaşıyorsak, bu bilimlerin de içindeyizdir ve bu bilimlerin yasalarına, kurallarına göre yönetilip yaşamaktayızdır. Ekoloji de böyle bir bilimdir".

Kitabın önsözünde Aziz Nesin'in de belirttiği gibi, aynı ekosferin içinde yaşayan bizler, bu bilimin konusunu, içeriğini ve sorunlarını bilmeliyiz. İşte bu kitap sadece bilimle uğraşanlar için değil, herkes için, bir anlamda insanlığın varoluşu kadar eski, bir anlamda da en yeni bilim dallarından biri olan ekolojinin ne olduğunu, nelerle uğraştığını ve gündelik hayatımızdaki yerini kolay anlaşılabilir bir şekilde açıklıyor.

Kitap, giriş dışında oniki bölümden oluşuyor. Bu bölümler sırasıyla: Ekolojinin Problemlere Yaklaşımı, Ekolog Gözüyle Dünya, Hepimize Bir Dünya, Dünya Çapındaki Çevre Sorunları, Akvaryum Ekosisteminin Öğrettikleri, Enerji, Tanım ve Beslenme, Dünya

Nüfusu Nereye Gidiyor, Şehir Ekolojisi, Ekolojik Döngüler ve Çevre Kirlenmesi, Orman, Su, Toprak, Çeşitler ve Türler, Doğayı Tüketmeden Kullanmak: Çözümler, Bir Söyleşi. Çağdaş ekolojinin en önemli özelliklerinden birinin bütüne verilen önem olduğunu vurgulayan Kışlalıoğlu ve Berkes, "Doğa nasıl işler? Canlı küremizde yaşam nasıl sürüyor? İnsanın dünyanın efendisi olmayıp da, yalnızca bir parçası olduğu tezi neye dayanıyor?" gibi sorulara da yanıt arıyor.

Kitap akıcı bir dille yazılmış, çarpıcı örneklerle renklendirilmiş. Ekolojinin kuralları dünyadan ve Türkiye'den, atasözlerinden, Nasreddin Hoca hikayelerinden, kıssadan hisse hikayelerinden örneklerle açıklanıyor. Ekoloji biliminin getirdiği yeni düşünce tarzını ve ekolojinin bazı temel kavramlarını ayrıntılı olarak açıklayan yazarlar, ekolog gözüyle insanın, tüm hayvanlarla birlikte; bitkilerin eline bakan tüketici çeşitlerinden sadece biri olduğuna da değiniyor. Onlara göre, hem bitkisel hem de hayvansal besinlerle beslenen insan, ekolojik açıdan hem birincil, hem ikincil tüketici.

Kitabın çoğu yerinde ekologlar için enerjinin önemi vurgulanıyor. Bunun yanında dünya nüfusunun hızlı ve altyapıyı zorlayacak biçimde artmasına da değinilmiş. "Dünyanın bir bütün oluşturduğu, dolayısıyla tüm ülkelerin geleceğinin birbirlerine bağımlı olduğu fikri, ekoloji biliminin çağımızda ön plana çıkmasının önemli nedenlerinden biri."

Kitabın en önemli bölümlerinden biri de, çevre kirliliği ve insanın bu kirlenmeye katkısının anlatıldığı bölüm. "Günümüz insanı, tüketim maddelerini kullanıp atmaya, sadece parasal açıdan değerlendirir hale geldi. Yani, hali vakti yerinde olan, hemen kullanıp atmak kolaylığından yararlanıyor. Bütçesi elvermeyen de, daha çok para kazanıp tüketim maddelerini hızla alıp atabileceği günleri bekliyor. Oysa, 'atma, yazık evladım, bir işe kullanalım' diyen ninediriz, annelerimiz sağduyularıyla en temel bir ekoloji kuralını uyguluyorlardı." diyor Kışlalıoğlu ve Berkes, çok önemli bir noktaya değiniyorlar.

Aziz Nesin'in de belirttiği gibi, "bu kitabı okuyan, çevrebilimci olmaz, ama her insanın zorunlu olarak bilmesi gereken çevrebilimsel konuları, sorunları ve kuralları öğrenmiş olur."

Teknoloji Benim Neyim Oluyor?

Ahmet İnam
Alamuk Yayınları
Ankara, 1993
188 Sayfa

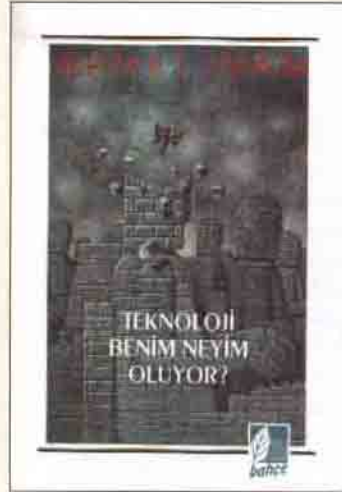
Kitaptaki yazılar,
yazarın, kültürün bir
ögesi olarak düşündüğü
teknoloji üstüne

aşağı yukarı dört yıldan beri yürütmekte olduğu çalışmaların bir kısmını içeriyor. Yazıları, yazarın deyimiyle, "akademik dergi" yazısı tutumunun dışında bir tavırla yazılmış. Yazar, yayımlanmış bu ilk kitabı için "Teknoloji felsefesinin Batı'da ve bizde tartışılan sorunlarına çoğu kez belli bir uzaklık koyarak yaklaşmaya çalıştım. Hedefim kültürü anlamaktı. Teknik üretim, pazarlama, tüketim gibi sorunların ayrıntısına girmedim, temellerini atmaya çalıştım gelecekteki bir felsefe için sıkı bir çalışmaya da girişmedim: Okura arayışlarını sergilemek istedim yalnızca. Belki arayacaklarım üstüne birkaç ipucu verdim" diyor.

Kitap 12 ayrı, ama bir anlamda birbirine bağlı yazıdan oluşuyor. İlk yazısında İnam, gönül kavramıyla teknolojiyle olan ilişkimizi anlatmaya çalışmış. Ona göre, olağanlığı ve sıradanlığı içinde, gönül teknolojiyle kaynaşmıştı. Belki de bundan dolayı ne teknoloji ne de gönül gelişmişti.

"Hayatımızı teknolojiyi anlamadan anlayamayız. Değişimi sezmenin, bizi denetleyen, denetlediğini sandığımız güçleri denetlemenin çabası içindeyiz. Neden denetlenemeyeceğimizi anlamak istiyoruz..." diye söze başlayan yazar, teknolojinin hayatımızdaki yerini ve önemini belirtiyor. Eski çağlara da değinerek, o zamanlarda amacın, birey, toplum, ulus olarak ayakta kalmak ve yaşamayı sürdürmek olduğunu sözlerine ekliyor. Teknolojinin yaşamın akışına emdirildiği o günlerde kültür, teknolojiyi sindirtmişti. Teknoloji, farklı kültürlerde farklı gelişimler gösteriyorsa neden kültürden, kültürlerden bağımsız bir gelişimi olduğu düşüncesi yaygınlık kazanmış? Bu da üzerinde durulan bir başka nokta.

Aşk mı teknolojinin, teknoloji mi aşkın hizmetinde olmalı? Aşkla teknoloji



bağdaştırılabilir mi? Edanın bilimsel yakalanmazlığı neye benzer? Bu ve buna benzer soruların cevaplarını bulabileceğiniz, ikinci yazıda yazar, aşkı bir anlamda yaşam biçimi

olarak gördüğünü de vurguluyor.

Bir sonraki yazıda ise yaşama bir çevre ve ortam oluşturarak sahip çıkma çabası ve özellikleri teknolojiyle bağdaştırılarak, arada bir bağlantı kurularak anlatılıyor.

"Teknoloji, kendine özgü bir işleyiş sahiptir. Teknoloji yalnızca ürün değildir. Bir insan etkinliğidir, bilgiyi gerektirir. İletişimdir. Teknoloji aynı zamanda çevremizi, onunla birlikte ortamı, giderek evreni anlama çabasıdır. İnsanlığı yarattığı ürünlerle doğayı kirletti, toplumsal düzeni sarsıldı; geleceği tehlikeye girdi. Teknolojiyi anlayabilelim ki, denetleme olanağımız doğsun" diyen yazar, bu gerçeği bir kez daha vurguluyor.

Bir başka yazısında eski Yunan kültürünün özelliklerine göz atan yazar, kültürü soru ve cevaplarla indelmiş, çalışma yöntemlerinden bahsetmiş ve mitolojiye değinmiş. İnam, buradaki amacının "Mitostan felsefeye uzanan bir araştırmada, birtakım ipuçları vermek, konuyla ilgilenenlere kendi araştırmaları için yer yer dikkat çekici bir malzeme sunmak olarak" belirtiyor. Kitaptaki yazılarda, ayrıca, sanatla bilim arasındaki ilgi gözler önüne seriliyor ve bunun yanı sıra, iletişim çıkmazı içindeki insan, teknoloji yardımıyla kurtulabilir mi? türü sorulara da cevap aranıyor. Kitaptaki bazı yazılar son üç yazıda olduğu gibi - doğrudan teknoloji ile ilgili değil. Bu yazılarda yazar, teknolojiden ne anladığını okura farklı açılardan anlatmayı amaçlamış.

"Teknoloji benim neyim oluyor?

Güleyim mi ağlayayım mı Kendim oluyor.

Endişem, mutluluğum, gözümlerim,

Duygularım, anlatımım, sözüm

Hüznüm,

Teknoloji, teknolojiyim oluyor.

Peki ya, o kim oluyor?"

diyen İnam'ın da belirttiği gibi, teknoloji hayatımızın her yerinde, her döneminde bir anlamda, bir yaşama biçimi ö.

Dinozorların Sessiz Gecesi

Hoirnar Von Dittfurth
Çeviri : Veyssel Ataman
Alan Yayıncılık
İstanbul, 1994
272 sayfa

Son yıllarda ilkimizde bilimsel bilgi ile kitle

arasına yerleştirilmeye çalışılan uzaklık, bir teknik sorun olmanın ötesinde ideolojik bir niteliğe bürünmüştür. Hele söz konusu bilimsel alan evren ve evrim gibi sorunlarla ilintiliyse...

"Bu ideolojik ve amaçları dinin dışındaki alanlarda şekillenen tutumun gene tanrı (din) adına haklı çıkartılmak ve meşru kılınmak istenmesi, bu kitabın yazarının ispatlamaya çalıştığı gibi, olanaksız olmaktan da öteye "bilim düşmanlığı", Tanrıyı reddetme olarak da anlaşılabilir. İle de bir Tanrı'nın varlığını ispatlamak istiyorsak bunun tezlerini bilimsel bulgularla destekleyebileceğimiz savı, bu kitabın en önemli ama en geri düzlemdeki savlarından biri olarak belirtilmektedir.

Yazar, ayrıntıların, sayıların, uzmanlık isteyen birikimlerin labirentlerinde kaybolmadan; evrene, gezegenimize, evrimine ilişkin bilgileri, sınırlı da olsa bir dünya görüşü kotarmamıza katkıda bulunacak şekilde sunarken, eşi benzeri az bulunur bir ustalıkla bir bilgi merakı ve öğrenme heyecanı yaratmakta; bilimsel bilgiyi popülerleştirirken, sarıp sarmalayan, sürükleyici bir polisiye roman tadını hiç kaybetmeden, adeta bilimsel bir konuyla uğraştığımızı bile unutturarak, bize "felsefe" yaptırmayı başarmaktadır. Kitabın çevirmeni Veyssel Ataman, kitap ve yazar hakkındaki görüşlerini bu şekilde dile getirmiştir.

En az altı kitap olarak tasarlanmış bir dizinin ilki olan bu kitap, yazarın, bugünkü bilimin olanak verdiği ölçüde evrenin öyküsünü izleyerek, bilinci ve zekayı araştırmayı amaçladığından bahsettiği giriş bölümünün yanı sıra, iki ana bölümden oluşuyor. Üç alt başlıktan oluşan birinci bölümün adı: İlk Patlamadan Evrenin Doğuşuna Kadar. Yazar bu bölümde, gökteki her yıldızın, tıpkı bizim güneşimiz gibi birer güneş oldukları görüşünü savunan Giordano Bruno, gezegen sistemlerinin doğuşunu açıklayan bir kuram



geliştiren Kant, geceleri ortanın karamasını inceleyen O bers' den Einstein'ın relativite kuramına kadar çeşitli tarihsel kişileri ve kuramları inceleyerek evrenin bir başlangıcı olup olmadığı sorusuna cevap arıyor. "Doğa tarihinin ilk

büyük patlamadan bilincimizin ortaya çıkmasına kadar uzanagelen o koskoca geçmiş, kendisinden yola çıkarak bütüne varmaya çalıştığımız tarih parçasının ne kadar küçük olduğunu bize göstermektedir."

Birinci bölümde, yeryüzü ve gezegenler nasıl ortaya çıktı? Güneş sistemi nasıl doğdu? gibi soruların yanı sıra dünyamızın şimdiki atmosferinin başlangıçtaki atmosferinden farklı olduğu savı da ele alınıyor. Yedi alt başlıktan oluşan ikinci bölümün adı ise: Hayatın Oluşumu. Hayatın gökten, daha doğrusu uzayın derinliklerinden gelmiş olabileceği düşüncesi, bundan yirmi-yirmibeş yıl önce Amerikalı mikrobiyologların uzay balonları ve araştırma roketleri aracılığıyla gerçekleştirdikleri deney ve incelemelerin ardından ansızın güncelleşti.

Gezegenlerarası mikroorganizmaların uzayın bir ucundan öteki ucuna taşınması durumunda ortaya çıkabilecek tehlikenin iki yönlü olduğunu belirten yazar, bir yandan bu yönleri açıklarken öte yandan da güneş sistemimizi bakterilerle kirletip kirletmediğimiz sorusuna yanıt arıyor.

Hayat bundan yaklaşık 3,5 milyar yıl önce yeryüzüne hangi yoldan ulaştı? Dünyayı prebiyotik gelişme aşamasında istila edip insanın da dahil olmak üzere daha sonraki bütün hayat biçimlerinin tohumunu atan uzay kökenli bir tek hücrelinin ziyareti mi söz konusuydu? Yeryüzündeki hayat gökten imiş olabilir miydi? Bu ve benzeri soruları hem kendisine hem de okuyucuya soran yazar, tüm belirtilerin, bulguların hayatın doğuşunda öyle bindenbire ortaya çıkma gibi bir durumun kesinlikle söz konusu olmadığını da sözlerine ekliyor.

Hayatı anlamak için yapılması gereken şey, belirli hücre öbeklerinin (türlerinin) işlevlerini ve bu işlevleri yerine getirirken birlikte etkili olmalarını sağlayan, onları eşgüdüm içine sokan mekanizmalara

ni öğrenmekti. Yoksa çıplak gözle görülebilen alanda kalarak hayatı açıklamak olanaksızdı. Günün birinde insanoglu, o efesanevi dinozorları gözleriyle görecek mi? Genlerini laboratuvarlarda sentezleyerek o canlıyı yeniden hayata döndürmek mümkün olabilir mi? Bunların yanı sıra aklınıza gelebilecek birçok sorunun yanıtlarını arayan, çeşitli kuramları ele alan bu kitap, bugün varolan tüm canlıların tek bir kökten geldiklerine ve genetik "kod"un evrensellğine de değiniyor.

Yıldızlar Savaşı

Carlos De Ja Rego
F. Tonello
Çeviri: Teoman Tunçdoğan
İletişim Yayınları
İstanbul, 1992
126 sayfa

1983 Mart'ında Ronald Reagan, Sovyet askeri tehdidi üzerine yaptığı konuşmaların birinde, bilimadamlarından nükleer silahları etkisiz ve kullanılamayacak hal getirmelerini istiyor, bir çeşit "hava kalkını" düşlediğini belirtiyordu.

Bu kitap, işte bu söylevin ürünü olan ve daha sonra SDI (Stratejik Savunma Girişimi) adı verilen Amerikan programını incelemeyi amaçlıyor. Bir gün nereye varacağını kimsenin bilmediği bu program, 1983'ten beri ABD'deki, Sovyetler Birliği'ndeki ve Avrupa'daki strateji tartışmalarının ana konusu olmuş ve iki süpergüç arasındaki ilişkileri derinlemesine etkilemiştir. Uzun vadede, ABD halkının savunulması için düşünülen SDI'nın bu amaca ulaşp ulaşamayacakları ve bunlara ayrılan fonun boşa gidip gitmeyeceğini sorularını da gündeme getiren yazarlar, incelemelerine füzesavar savunmasının geçmişine bir göz atarak başlamışlardır. ABD ve Sovyetler Birliği'nin stratejik güçlerinin karşılaştırılmasına da yer veren kitap, aralardaki küçük çerçeve yazılarla bu devletler arasındaki anlaşmaları, çeşitli sistem, program ve deneyleri de açıklığa kavuşturmuştur.

Kitap, giriş ve sonuç bölümlerinin yanı sıra, altı ana bölümden oluşuyor. Bu bölümler arasında şöyle: Füzesavar Savunması: Eski Bir Öykü; Stratejik Savunma Girişimi Tasarısı; Sovyetlerin İleri ve Geri Oldukları Noktalar; Savunma ya da caydırma ABD'de Strateji Tartışmaları; SDI Ekonomisi; SDI ve Karşı EUREKA.



SDI'nın neden özellikle Sovyetlerin kıtalararası füzelere karşı yapıldığı, derinlemesine bir savunmanın nasıl olacağı ve Pentagon'un öngördüğü Uzay Kalkanı'nın neye benzeyeceğinin açıklandığı ikinci bölümde, Pentagon'un geleceğe yönelik silah tasarılarının yanı sıra, uyarılmış enerjili silahlarla kinetik enerjili silahlara da oldukça geniş yer veriliyor. Reagan'a göre, uzay kalkını dünyayı nükleer silah karabasanından kurtarmak için düşünülmüştü ve dolayısıyla da nükleer

yöntemlere başvurmadan görevini yerine getirmek zorundaydı. Uzay kalkınının gerçekleştirilmesinde karşılaşılan en büyük sorun "savaşın yönetimi"ydi. Aynı zamanda, diğer tarafın alacağı önlemlerin de düşünülmesi gerekiyordu. "Yıldızlar Savaşı" ve Amerikalı yöneticilerin fü-

zesavar savunmasına karşı gösterdikleri yeni ilgi, bazen Sovyetlerin bu alanda gerçekleştirdikleri yoğun etkinliğe bir yanıt olarak gösterilmektedir" diyen yazarlar, Sovyetler Birliği için, uzaya yerleştirilmiş herhangi bir silah ilk örneği ya da farklı savunma "tabakaları" ilkesine dayanan herhangi bir sistem tasarısının günümüzde geçerliliğini yitirdiğini de sözlerine ekliyorlar. Kitapta, Sovyetlerin füzesavar silahları geliştirme programı, Amerikalıların SDI'ni ortaya atılmasından önce uyguladıkları araştırma programlarına benzemekte olduğu gerçeğine de değinilmiş.

Teknik güçlükler ve stratejik tartışmalar, bir buzağına benzeyen SDI'nın yalnızca şu üstünde kalan bölümüydü. "Yıldızlar Savaşı" nı savunanlar parasal güçlüklerle de karşılaşyordu. SDI programı uzun vadeli bir araştırma programıydı ve sonuca ulaşabileceği de kuşkuluydu. Kitabın beşinci bölümü işte bu noktalardan yola çıkarak bu programa ayrılan bütçe ve üniversitelerdeki araştırmaların işliyor. Son bölümde ise, Avrupa'nın bu programa bakış açısı, kaygıları ele alınıyor.

Sonuç kısmında söylenenler ise, biraz karamsarlık yaratabilecek türden: "21. yüzyılın eşiğinde, nükleer silahlar hep günümüzde de olduğu gibi - bütün uygarlıkları yokedeabilecek boyutlarda olacak."

REMZİ KİTAPSEVİ

ÇEVRE
VE
EKOLOJİ
Mine Kışlalıoğlu
Fikret Berkes



Çevre ve Ekoloji

Mine
Kışlalıoğlu
Fikret
Berkes
Remzi
Kitabevi
İstanbul, 1993
253 sayfa

"Bu gün
bir yeşil bitkiye

teşekkür ettiniz mi?" Bunu esprili bir slogan olarak düşünmeyin. Bu söz, önemli bir ekolojik gerçeği dile getiriyor. Tüm eko-sistemlerin temel üreticileri yeşil bitkilerdir. Onlar olmasaydı biz de olmazdık, yaşam da olmazdı. Pek ama nedir bu kadar önemli olan, yani, nedir ekoloji?

"Öyle bilimler vardır ki, bilimsel olarak bir bilimci kertesinde olmasa bile, hiç olmasa genel kuralları ve nitelikleriyle o bilimleri herkesin bilmesi gerekir. Örneğin ekonomi, siyaset bilimi, toplumbilim gibi. Bu tür bilimleri herkesin kendi yetisine, çevresine algılaya gücüne göre az çok öğrenmesi gerekir. Çünkü bu bilimler güncel yaşamımızın içine girmiştir. Bilsen de bilmesek de, istesek de istemesek de, nasıl havanın içinde yaşıyorsak, bu bilimlerin de içindeyizdir ve bu bilimlerin yasalarına, kurallarına göre yönetilip yaşamaktayızdır. Ekoloji de böyle bir bilimdir".

Kitabın önsözünde Aziz Nesin'in de belirttiği gibi, aynı ekosferin içinde yaşayan bizler, bu bilimin konusunu, içeriğini ve sorunlarını bilmeliyiz. İşte bu kitap sadece bilimle uğraşanlar için değil, herkes için, bir anlamda insanlığın varoluşu kadar eski, bir anlamda da en yeni bilim dallarından biri olan ekolojinin ne olduğunu, nelerle uğraştığını ve gündelik hayatımızdaki yerini kolay anlaşılabilir bir şekilde açıklıyor.

Kitap, giriş dışında oniki bölümden oluşuyor. Bu bölümler sırasıyla: Ekolojinin Problemlere Yaklaşımı, Ekolog Gözüyle Dünya, Hepimize Bir Dünya, Dünya Çapındaki Çevre Sorunları, Akvaryum Ekosisteminin Öğrettikleri, Enerji, Tanım ve Beslenme, Dünya

Nüfusu Nereye Gidiyor, Şehir Ekolojisi, Ekolojik Döngüler ve Çevre Kirlenmesi, Orman, Su, Toprak, Çeşitler ve Türler, Doğayı Tüketmeden Kullanmak: Çözümler, Bir Söyleşi. Çağdaş ekolojinin en önemli özelliklerinden birinin bütüne verilen önem olduğunu vurgulayan Kışlalıoğlu ve Berkes, "Doğa nasıl işler? Canlı küremizde yaşam nasıl sürüyor? İnsanın dünyanın efendisi olmayıp da, yalnızca bir parçası olduğu tezi neye dayanıyor?" gibi sorulara da yanıt arıyor.

Kitap akıcı bir dille yazılmış, çarpıcı örneklerle renklendirilmiş. Ekolojinin kuralları dünyadan ve Türkiye'den, atasözlerinden, Nasreddin Hoca hikayelerinden, kıssadan hisse hikayelerinden örneklerle açıklanıyor. Ekoloji biliminin getirdiği yeni düşünce tarzını ve ekolojinin bazı temel kavramlarını ayrıntılı olarak açıklayan yazarlar, ekolog gözüyle insanın, tüm hayvanlarla birlikte; bitkilerin eline bakan tüketici çeşitlerinden sadece biri olduğuna da değiniyor. Onlara göre, hem bitkisel hem de hayvansal besinlerle beslenen insan, ekolojik açıdan hem birincil, hem ikincil tüketici.

Kitabın çoğu yerinde ekologlar için enerjinin önemi vurgulanıyor. Bunun yanında dünya nüfusunun hızla ve altyapıyı zorlayacak biçimde artmasına da değinilmiş. "Dünyanın bir bütün oluşturduğu, dolayısıyla tüm ülkelerin geleceğinin birbirlerine bağımlı olduğu fikri, ekoloji biliminin çağımızda ön plana çıkmasının önemli nedenlerinden biri."

Kitabın en önemli bölümlerinden biri de, çevre kirliliği ve insanın bu kirlenmeye katkısının anlatıldığı bölüm. "Günümüz insanı, tüketim maddelerini kullanıp atmaya, sadece parasal açıdan değerlendirir hale geldi. Yani, hali vakti yerinde olan, hemen kullanıp atmak kolaylığından yararlanıyor. Bütçesi elvermeyen de, daha çok para kazanıp tüketim maddelerini hızla alıp atabileceği günleri bekliyor. Oysa, 'atma, yazık evladım, bir işe kullanalım' diyen ninenimiz, annelerimiz sağduyularıyla en temel bir ekoloji kuralını uyguluyorlardı." diyor Kışlalıoğlu ve Berkes, çok önemli bir noktaya değiniyorlar.

Aziz Nesin'in de belirttiği gibi, "bu kitabı okuyan, çevrebilimci olmaz, ama her insanın zorunlu olarak bilmesi gereken çevrebilimsel konuları, sorunları ve kuralları öğrenmiş olur."

Teknoloji Benim Neyim Oluyor?

Ahmet İnam
Alamuk Yayınları
Ankara, 1993
188 Sayfa

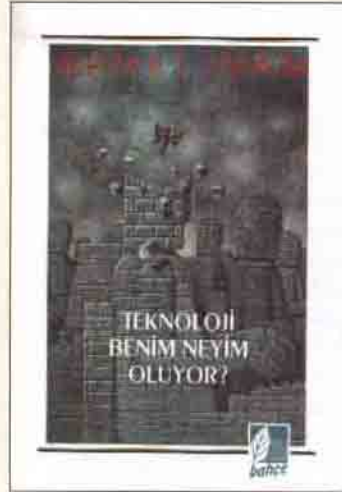
Kitaptaki yazılar,
yazarın, kültürün bir
ögesi olarak düşündüğü
teknoloji üstüne

aşağı yukarı dört yıldan beri yürütmekte olduğu çalışmaların bir kısmını içeriyor. Yazıları, yazarın deyimiyle, "akademik dergi" yazısı tutumunun dışında bir tavırla yazılmış. Yazar, yayımlanmış bu ilk kitabı için "Teknoloji felsefesinin Batı'da ve bizde tartışılan sorunlarına çoğu kez belli bir uzaklık koyarak yaklaşmaya çalıştım. Hedefim kültürü anlamaktı. Teknik üretim, pazarlama, tüketim gibi sorunların ayrıntısına girmedim, temellerini atmaya çalıştım gelecekteki bir felsefe için sıkı bir çalışmaya da girişmedim: Okura arayışlarımızı sergilemek istedim yalnızca. Belki arayacaklarım üstüne birkaç ipucu verdim" diyor.

Kitap 12 ayrı, ama bir anlamda birbirine bağlı yazıdan oluşuyor. İlk yazısında İnam, gönül kavramıyla teknolojiyle olan ilişkimizi anlatmaya çalışmış. Ona göre, olağanlığı ve sıradanlığı içinde, gönül teknolojiyle kaynaşmıştı. Belki de bundan dolayı ne teknoloji ne de gönül gelişmişti.

"Hayatımızı teknolojiyi anlamadan anlayamayız. Değişimi sezmenin, bizi denetleyen, denetlediğini sandığımız güçleri denetlemenin çabası içindeyiz. Neden denetlenemeyeceğimizi anlamak istiyoruz..." diye söze başlayan yazar, teknolojinin hayatımızdaki yerini ve önemini belirtiyor. Eski çağlara da değinerek, o zamanlarda amacın, birey, toplum, ulus olarak ayakta kalmak ve yaşamayı sürdürmek olduğunu sözlerine ekliyor. Teknolojinin yaşamın akışına emdirildiği o günlerde kültür, teknolojiyi sindirtmişti. Teknoloji, farklı kültürlerde farklı gelişimler gösteriyorsa neden kültürden, kültürlerden bağımsız bir gelişimi olduğu düşüncesi yaygınlık kazanmış? Bu da üzerinde durulan bir başka nokta.

Aşk mı teknolojinin, teknoloji mi aşkın hizmetinde olmalı? Aşkla teknoloji



bağdaştırılabilir mi? Edanın bilimsel yakalanmazlığı neye benzer? Bu ve buna benzer soruların cevaplarını bulabileceğiniz, ikinci yazıda yazar, aşkı bir anlamda yaşam biçimi

olarak gördüğünü de vurguluyor.

Bir sonraki yazıda ise yaşama bir çevre ve ortam oluşturarak sahip çıkma çabası ve özellikleri teknolojiyle bağdaştırılarak, arada bir bağlantı kurularak anlatılıyor.

"Teknoloji, kendine özgü bir işleyiş sahiptir. Teknoloji yalnızca ürün değildir. Bir insan etkinliğidir, bilgiyi gerektirir. İletişimdir. Teknoloji aynı zamanda çevremizi, onunla birlikte ortamı, giderek evreni anlama çabasıdır. İnsanlığı yarattığı ürünlerle doğayı kirletti, toplumsal düzeni sarsıldı; geleceği tehlikeye girdi. Teknolojiyi anlayabilelim ki, denetleme olanağımız doğsun" diyen yazar, bu gerçeği bir kez daha vurguluyor.

Bir başka yazısında eski Yunan kültürünün özelliklerine göz atan yazar, kültürü soru ve cevaplarla indelmiş, çalışma yöntemlerinden bahsetmiş ve mitolojiye değinmiş. İnam, buradaki amacının "Mitostan felsefeye uzanan bir araştırmada, birtakım ipuçları vermek, konuyla ilgilenenlere kendi araştırmaları için yer yer dikkat çekici bir malzeme sunmak olarak" belirtiyor. Kitaptaki yazılarda, ayrıca, sanatla bilim arasındaki ilgi gözler önüne seriliyor ve bunun yanı sıra, iletişim çıkmazı içindeki insan, teknoloji yardımıyla kurtulabilir mi? türü sorulara da cevap aranıyor. Kitaptaki bazı yazılar son üç yazıda olduğu gibi - doğrudan teknoloji ile ilgili değil. Bu yazılarda yazar, teknolojiye ne anladığını okura farklı açılardan anlatmayı amaçlamış.

"Teknoloji benim neyim oluyor?

Güleyim mi ağlayayım mı Kendim oluyor.

Endişem, mutluluğum, gözüüm,

Duygularım, anlatımım, sözüm

Hüznüm,

Teknoloji, teknolojiyim oluyor.

Peki ya, o kim oluyor?"

diyen İnam'ın da belirttiği gibi, teknoloji hayatımızın her yerinde, her döneminde bir anlamda, bir yaşama biçimi ö.

Dinozorların Sessiz Gecesi

Holimar Von Dittfurth
Çeviri : Veyssel Ataman
Alan Yayıncılık
İstanbul, 1994
272 sayfa

Son yıllarda ilkimizde bilimsel bilgi ile kitle

arasına yerleştirilmeye çalışılan uzaklık, bir teknik sorun olmanın ötesinde ideolojik bir niteliğe bürünmüştür. Hele sözkonusu bilimsel alan evren ve evrim gibi sorunlarla ilintiliyse...

"Bu ideolojik ve amaçları dinin dışındaki alanlarda şekillenilen tutumun gene tanrı (din) adına haklı çıkartılmak ve meşru kılınmak istenmesi, bu kitabın yazarının ispatlamaya çalıştığı gibi, olanaksız olmaktan da öteye "bilim düşmanlığı", Tanrıyı reddetme olarak da anlaşılabilir. İle de bir Tanrı'nın varlığını ispatlamak istiyorsak bunun tezlerini bilimsel bulgularla destekleyebiliyoruz, bu kitabın en önemli ama en geri düzlemdeki savlarından biri olarak belirtilmektedir.

Yazar, ayrıntıların, sayıların, uzmanlık isteyen birikimlerin labirentlerinde kaybolmadan; evrene, gezegenimize, evrimimize ilişkin bilgileri, sınırlı da olsa bir dünya görüşü kotarmamıza katkıda bulunacak şekilde sunarken, eşi benzeri az bulunur bir ustalıkla bir bilgi merakı ve öğrenme heyecanı yaratmakta; bilimsel bilgiyi popülerleştirirken, sarıp sarmalayan, sürükleyici bir polisiye roman tadını hiç kaybetmeden, adeta bilimsel bir konuyla uğraştığımızı bile unutturarak, bize "felsefe" yaptırmayı başarmaktadır. Kitabın çevirmeni Veyssel Ataman, kitap ve yazar hakkındaki görüşlerini bu şekilde dile getirmiştir.

En az altı kitap olarak tasarlanmış bir dizinin ilki olan bu kitap, yazarın, bugünkü bilimin olanak verdiği ölçüde evrenin öyküsünü izleyerek, bilinci ve zekayı araştırmayı amaçladığından bahsettiği giriş bölümünün yanı sıra, iki ana bölüme ayrılmıştır. Üç alt başlıktan oluşan birinci bölümün adı: İlk Patlamadan Evrenin Doğuşuna Kadar. Yazar bu bölümde, gökteki her yıldızın, tıpkı bizim güneşimiz gibi birer güneş oldukları görüşünü savunan Giordano Bruno, gezegen sistemlerinin doğuşunu açıklayan bir kuram



geliştiren Kant, geceleri ortanın karamasını inceleyen O bers' den Einstein'ın relativite kuramına kadar çeşitli tarihsel kişileri ve kuramları inceleyerek evrenin bir başlangıcı olup olmadığı sorusuna cevap arıyor. "Doğa tarihinin ilk

büyük patlamadan bilincimizin ortaya çıkmasına kadar uzanagelen o koskoca geçmiş, kendisinden yola çıkarak bütüne varmaya çalıştığımız tarih parçasının ne kadar küçük olduğunu bize göstermektedir."

Birinci bölümde, yeryüzü ve gezegenler nasıl ortaya çıktı? Güneş sistemi nasıl doğdu? gibi soruların yanı sıra dünyamızın şimdiki atmosferinin başlangıçtaki atmosferinden farklı olduğu savı da ele alınıyor. Yedi alt başlıktan oluşan ikinci bölümün adı ise: Hayatın Oluşumu. Hayatın gökten, daha doğrusu uzayın derinliklerinden gelmiş olabileceği düşüncesi, bundan yirmi-yirmibeş yıl önce Amerikalı mikrobiyologların uzay balonları ve araştırma roketleri aracılığıyla gerçekleştirdikleri deney ve incelemelerin ardından anımsan güncelleştirdi.

Gezegenlerarası mikroorganizmaların uzayın bir ucundan öteki ucuna taşınması durumunda ortaya çıkabilecek tehlikenin iki yönlü olduğunu belirten yazar, bir yandan bu yönleri açıklarken öte yandan da güneş sistemimizi bakterilerle kirletip kirlilemediğimiz sorusuna yanıt arıyor.

Hayat bundan yaklaşık 3,5 milyar yıl önce yeryüzüne hangi yoldan ulaştı? Dünyayı prebiyotik gelişme aşamasında istila edip insanın da dahil olmak üzere daha sonraki bütün hayat biçimlerinin tohumunu atan uzay kökenli bir tek hücrelinin ziyareti mi sözkonusuydu? Yeryüzündeki hayat gökten imiş olabilir miydi? Bu ve benzeri soruları hem kendisine hem de okuyucuya soran yazar, tüm belirtilerin, bulguların hayatın doğuşunda öyle bindenbire ortaya çıkma gibi bir durumun kesinlikle söz konusu olmadığını da sözlerine ekliyor.

Hayatı anlamak için yapılması gereken şey, belirli hücre öbeklerinin (türlerinin) işlevlerini ve bu işlevleri yerine getirirken birlikte etkili olmalarını sağlayan, onları eşgüdüm içine sokan mekanizmalara

ni öğrenmekti. Yoksa çıplak gözle görülebilen alanda kalarak hayatı açıklamak olanaksızdı. Günün birinde insanoglu, o efesanevi dinozorları gözleriyle görecekti mi? Genlerini laboratuvarlarda sentezleyerek o canlıyı yeniden hayata döndürmek mümkün olabilir mi? Bunların yanı sıra aklınıza gelebilecek birçok sorunun yanıtlarını arayan, çeşitli kuramları ele alan bu kitap, bugün varolan tüm canlıların tek bir kökten geldiklerine ve genetik "kod"un evrensellikine de değiniyor.

Yıldızlar Savaşı

Carlos De Ja Rego
F. Tonello
Çeviri: Teoman Tunçdoğan
İletişim Yayınları
İstanbul, 1992
126 sayfa

1983 Mart'ında Ronald Reagan, Sovyet askeri tehdidi üzerine yaptığı konuşmaların birinde, bilimadamlarından nükleer silahları etkisiz ve kullanılamayacak hal getirmelerini istiyor, bir çeşit "hava kalkını" düşlediğini belirtiyordu.

Bu kitap, işte bu söylevin ürünü olan ve daha sonra SDI (Stratejik Savunma Girişimi) adı verilen Amerikan programını incelemeyi amaçlıyor. Bir gün nereye varacağını kimsenin bilmediği bu program, 1983'ten beri ABD'deki, Sovyetler Birliği'ndeki ve Avrupa'daki strateji tartışmalarının ana konusu olmuş ve iki süpergüç arasındaki ilişkileri derinlemesine etkilemiştir. Uzun vadede, ABD halkının savunulması için düşünülen SDI'nın bu amaca ulaşp ulaşamayacakları ve bunlara ayrılan fonun boşa gidip gitmeyeceğini sorularını da gündeme getiren yazarlar, incelemelerine füzesavar savunmasının geçmişine bir göz atarak başlamışlardır. ABD ve Sovyetler Birliği'nin stratejik güçlerinin karşılaştırılmasına da yer veren kitap, aralardaki küçük çerçeve yazılarla bu devletler arasındaki anlaşmaları, çeşitli sistem, program ve deneyleri de açıklığa kavuşturmuştur.

Kitap, giriş ve sonuç bölümlerinin yanı sıra, altı ana bölüme ayrılmıştır. Bu bölümler arasında şöyle: Füzesavar Savunması: Eski Bir Öykü; Stratejik Savunma Girişimi Tasarısı; Sovyetlerin İleri ve Geri Oldukları Noktalar; Savunma ya da caydırma ABD'de Strateji Tartışmaları; SDI Ekonomisi; SDI ve Karşı EUREKA.



SDI'nın neden özellikle Sovyetlerin kıtalararası füzelere karşı yapıldığı, derinlemesine bir savunmanın nasıl olacağı ve Pentagon'un öngördüğü Uzay Kalkanı'nın neye benzeyeceğinin açıklandığı ikinci bölümde, Pentagon'un geleceğe yönelik silah tasarılarının yanı sıra, uyarılmış enerjili silahlarla kinetik enerjili silahlara da oldukça geniş yer veriliyor. Reagan'a göre, uzay kalkını dünyayı nükleer silah karabasanından kurtarmak için düşünülmüştü ve dolayısıyla da nükleer

yöntemlere başvurmadan görevini yerine getirmek zorundaydı. Uzay kalkınının gerçekleştirilmesinde karşılaşılan en büyük sorun "savaşın yönetimi"ydi. Aynı zamanda, diğer tarafın alacağı önlemlerin de düşünülmesi gerekiyordu. "Yıldızlar Savaşı" ve Amerikalı yöneticilerin fü-

zesavar savunmasına karşı gösterdikleri yeni ilgi, bazen Sovyetlerin bu alanda gerçekleştirdikleri yoğun etkinliğe bir yanıt olarak gösterilmektedir" diyen yazarlar, Sovyetler Birliği için, uzaya yerleştirilmiş herhangi bir silah ilk örneği ya da farklı savunma "tabakaları" ilkesine dayanan herhangi bir sistem tasarısının günümüzde geçerliliğini yitirdiğini de sözlerine ekliyorlar. Kitapta, Sovyetlerin füzesavar silahları geliştirme programı, Amerikalıların SDI'ni ortaya atılmasından önce uyguladıkları araştırma programlarına benzemekte olduğu gerçeğine de değinilmiş.

Teknik güçlükler ve stratejik tartışmalar, bir buzağına benzeyen SDI'nın yalnızca şu üstünde kalan bölümüydü. "Yıldızlar Savaşı" nı savunanlar parasal güçlüklerle de karşılaşyordu. SDI programı uzun vadeli bir araştırma programıydı ve sonuca ulaşabileceği de kuşkuluydu. Kitabın beşinci bölümü işte bu noktalardan yola çıkarak bu programa ayrılan bütçe ve üniversitelerdeki araştırmaların işliyor. Son bölümde ise, Avrupa'nın bu programa bakış açısı, kaygıları ele alınıyor.

Sonuç kısmında söylenenler ise, biraz karamsarlık yaratabilecek türden: "21. yüzyılın eşiğinde, nükleer silahlar hep günümüzde de olduğu gibi - bütün uygarlıkları yokedeabilecek boyutlarda olacak."

REMZİ KİTAPSEVİ

ÇEVRE
VE
EKOLOJİ
Mine Kışlalıoğlu
Fikret Berkes



Çevre ve Ekoloji

Mine
Kışlalıoğlu
Fikret
Berkes
Remzi
Kitabevi
İstanbul, 1993
253 sayfa

"Bu gün
bir yeşil bitkiye

teşekkür ettiniz mi?" Bunu esprili bir slogan olarak düşünmeyin. Bu söz, önemli bir ekolojik gerçeği dile getiriyor. Tüm eko-sistemlerin temel üreticileri yeşil bitkilerdir. Onlar olmasaydı biz de olmazdık, yaşam da olmazdı. Pek ama nedir bu kadar önemli olan, yani, nedir ekoloji?

"Öyle bilimler vardır ki, bilimsel olarak bir bilimci kertesinde olmasa bile, hiç olmasa genel kuralları ve nitelikleriyle o bilimleri herkesin bilmesi gerekir. Örneğin ekonomi, siyaset bilimi, toplumbilim gibi. Bu tür bilimleri herkesin kendi yetisine, çevresine algılaya gücüne göre az çok öğrenmesi gerekir. Çünkü bu bilimler güncel yaşamımızın içine girmiştir. Bilsen de bilmesek de, istesek de istemesek de, nasıl havanın içinde yaşıyorsak, bu bilimlerin de içindeyizdir ve bu bilimlerin yasalarına, kurallarına göre yönetilip yaşamaktayızdır. Ekoloji de böyle bir bilimdir".

Kitabın önsözünde Aziz Nesin'in de belirttiği gibi, aynı ekosferin içinde yaşayan bizler, bu bilimin konusunu, içeriğini ve sorunlarını bilmeliyiz. İşte bu kitap sadece bilimle uğraşanlar için değil, herkes için, bir anlamda insanlığın varoluşu kadar eski, bir anlamda da en yeni bilim dallarından biri olan ekolojinin ne olduğunu, nelerle uğraştığını ve gündelik hayatımızdaki yerini kolay anlaşılabilir bir şekilde açıklıyor.

Kitap, giriş dışında oniki bölümden oluşuyor. Bu bölümler sırasıyla: Ekolojinin Problemlere Yaklaşımı, Ekolog Gözüyle Dünya, Hepimize Bir Dünya, Dünya Çapındaki Çevre Sorunları, Akvaryum Ekosisteminin Öğrettikleri, Enerji, Tanım ve Beslenme, Dünya

Nüfusu Nereye Gidiyor, Şehir Ekolojisi, Ekolojik Döngüler ve Çevre Kirlenmesi, Orman, Su, Toprak, Çeşitler ve Türler, Doğayı Tüketmeden Kullanmak: Çözümler, Bir Söyleşi. Çağdaş ekolojinin en önemli özelliklerinden birinin bütüne verilen önem olduğunu vurgulayan Kışlalıoğlu ve Berkes, "Doğa nasıl işler? Canlı küremizde yaşam nasıl sürüyor? İnsanın dünyanın efendisi olmayıp da, yalnızca bir parçası olduğu tezi neye dayanıyor?" gibi sorulara da yanıt arıyor.

Kitap akıcı bir dille yazılmış, çarpıcı örneklerle renklendirilmiş. Ekolojinin kuralları dünyadan ve Türkiye'den, atasözlerinden, Nasreddin Hoca hikayelerinden, kıssadan hisse hikayelerinden örneklerle açıklanıyor. Ekoloji biliminin getirdiği yeni düşünce tarzını ve ekolojinin bazı temel kavramlarını ayrıntılı olarak açıklayan yazarlar, ekolog gözüyle insanın, tüm hayvanlarla birlikte; bitkilerin eline bakan tüketici çeşitlerinden sadece biri olduğunu da değiştiriyor. Onlara göre, hem bitkisel hem de hayvansal besinlerle beslenen insan, ekolojik açıdan hem birincil, hem ikincil tüketici.

Kitabın çoğu yerinde ekologlar için enerjinin önemi vurgulanıyor. Bunun yanında dünya nüfusunun hızlı ve altyapıyı zorlayacak biçimde artmasına da değinilmiş. "Dünyanın bir bütün oluşturduğu, dolayısıyla tüm ülkelerin geleceğinin birbirlerine bağımlı olduğu fikri, ekoloji biliminin çağımızda ön plana çıkmasının önemli nedenlerinden biri."

Kitabın en önemli bölümlerinden biri de, çevre kirliliği ve insanın bu kirlenmeye katkısının anlatıldığı bölüm. "Günümüz insanı, tüketim maddelerini kullanıp atmaya, sadece parasal açıdan değerlendirir hale geldi. Yani, hali vakti yerinde olan, hemen kullanıp atmak kolaylığından yararlanıyor. Bütçesi elvermeyen de, daha çok para kazanıp tüketim maddelerini hızla alıp atabileceği günleri bekliyor. Oysa, 'atma, yazık evladım, bir işe kullanalım' diyen ninenimiz, annelerimiz sağduyularıyla en temel bir ekoloji kuralını uyguluyorlardı." diyor Kışlalıoğlu ve Berkes, çok önemli bir noktaya değiniyorlar.

Aziz Nesin'in de belirttiği gibi, "bu kitabı okuyan, çevre bilimsel olmaz, ama her insanın zorunlu olarak bilmesi gereken çevrebilimsel konuları, sorunları ve kuralları öğrenmiş olur."

Teknoloji Benim Neyim Oluyor?

Ahmet İnam
Alamuk Yayınları
Ankara, 1993
188 Sayfa

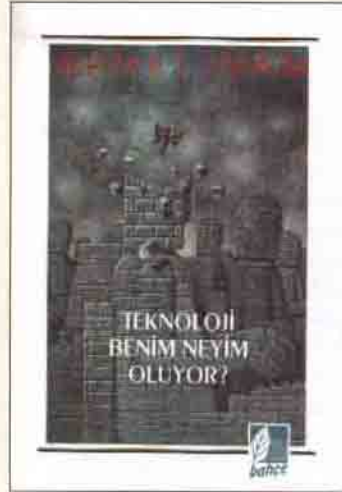
Kitaptaki yazılar,
yazarın, kültürün bir
ögesi olarak düşündüğü
teknoloji üstüne

aşağı yukarı dört yıldan beri yürütmekte olduğu çalışmaların bir kısmını içeriyor. Yazıları, yazarın deyimiyle, "akademik dergi" yazısı tutumunun dışında bir tavırla yazılmış. Yazar, yayımlanmış bu ilk kitabı için "Teknoloji felsefesinin Batı'da ve bizde tartışılan sorunlarına çoğu kez belli bir uzaklık koyarak yaklaşmaya çalıştım. Hedefim kültürü anlamaktı. Teknik üretim, pazarlama, tüketim gibi sorunların ayrıntısına girmedim, temellerini atmaya çalıştım gelecekteki bir felsefe için sıkı bir çalışmaya da girişmedim: Okura arayışlarımızı sergilemek istedim yalnızca. Belki arayacaklarım üstüne birkaç ipucu verdim" diyor.

Kitap 12 ayrı, ama bir anlamda birbirine bağlı yazıdan oluşuyor. İlk yazısında İnam, gönül kavramıyla teknolojiyle olan ilişkimizi anlatmaya çalışmış. Ona göre, olağanlığı ve sıradanlığı içinde, gönül teknolojiyle kaynaşmıştı. Belki de bundan dolayı ne teknoloji ne de gönül gelişmişti.

"Hayatımızı teknolojiyi anlamadan anlayamayız. Değişimi sezmenin, bizi denetleyen, denetlediğini sandığımız güçleri denetlemenin çabası içindeyiz. Neden denetlenemeyeceğimizi anlamak istiyoruz..." diye söze başlayan yazar, teknolojinin hayatımızdaki yerini ve önemini belirtiyor. Eski çağlara da değinerek, o zamanlarda amacın, birey, toplum, ulus olarak ayakta kalmak ve yaşamayı sürdürmek olduğunu sözlerine ekliyor. Teknolojinin yaşamın akışına emdirildiği o günlerde kültür, teknolojiyi sindirtmişti. Teknoloji, farklı kültürlerde farklı gelişimler gösteriyorsa neden kültürden, kültürlerden bağımsız bir gelişimi olduğu düşüncesi yaygınlık kazanmış? Bu da üzerinde durulan bir başka nokta.

Aşk mı teknolojinin, teknoloji mi aşkın hizmetinde olmalı? Aşkla teknoloji



bağdaştırılabilir mi? Edanın bilimsel yakalanmazlığı neye benzer? Bu ve buna benzer soruların cevaplarını bulabileceğiniz, ikinci yazıda yazar, aşkı bir anlamda yaşam biçimi

olarak gördüğünü de vurguluyor. Bir sonraki yazıda ise yaşama bir çevre ve ortam oluşturarak sahip çıkma çabası ve özellikleri teknolojiyle bağdaştırılarak, arada bir bağlantı kurularak anlatılıyor.

"Teknoloji, kendine özgü bir işleyiş sahiptir. Teknoloji yalnızca ürün değildir. Bir insan etkinliğidir, bilgiyi gerektirir. İletişimdir. Teknoloji aynı zamanda çevremizi, onunla birlikte ortamı, giderek evreni anlama çabasıdır. İnsanlığı yarattığı ürünlerle doğayı kirletti, toplumsal düzeni sarsıldı; geleceği tehlikeye girdi. Teknolojiyi anlayabilelim ki, denetleme olanağımız doğsun" diyen yazar, bu gerçeği bir kez daha vurguluyor.

Bir başka yazısında eski Yunan kültürünün özelliklerine göz atan yazar, kültürü soru ve cevaplarla indelmiş, çalışma yöntemlerinden bahsetmiş ve mitolojiye değinmiş. İnam, buradaki amacının "Mitostan felsefeye uzanan bir araştırmada, birtakım ipuçları vermek, konuyla ilgilenenlere kendi araştırmaları için yer yer dikkat çekici bir malzeme sunmak olarak" belirtiyor. Kitaptaki yazılarda, ayrıca, sanatla bilim arasındaki ilgi gözler önüne seriliyor ve bunun yanı sıra, iletişim çıkmazı içindeki insan, teknoloji yardımıyla kurtulabilir mi? türü sorulara da cevap aranıyor. Kitaptaki bazı yazılar son üç yazıda olduğu gibi - doğrudan teknoloji ile ilgili değil. Bu yazılarda yazar, teknolojiye ne anladığını okura farklı açılardan anlatmayı amaçlamış.

"Teknoloji benim neyim oluyor?
Güleyim mi ağlayayım mı Kendim oluyor.
Endişem, mutluluğum, gözüüm,
Duygularım, anlatımım, sözüm
Hüznüm,
Teknoloji, teknolojiyim oluyor.
Peki ya, o kim oluyor?"

diyen İnam'ın da belirttiği gibi, teknoloji hayatımızın her yerinde, her döneminde bir anlamda, bir yaşama biçimi ö.

Dinozorların Sessiz Gecesi

Holimar Von Dittfurth
Çeviri : Veysel Ataman
Alan Yayıncılık
İstanbul, 1994
272 sayfa

Son yıllarda ilkimizde bilimsel bilgi ile kitle

arasına yerleştirilmeye çalışılan uzaklık, bir teknik sorun olmanın ötesinde ideolojik bir niteliğe bürünmüştür. Hele söz konusu bilimsel alan evren ve evrim gibi sorunlarla ilintiliyse...

"Bu ideolojik ve amaçları dinin dışındaki alanlarda şekillenen tutumun gene tanrı (din) adına haklı çıkartılmak ve meşru kılınmak istenmesi, bu kitabın yazarının ispatlamaya çalıştığı gibi, olanaksız olmaktan da öteye "bilim düşmanlığı", Tanrıyı reddetme olarak da anlaşılabilir. İle de bir Tanrı'nın varlığını ispatlamak istiyorsak bunun tezlerini bilimsel bulgularla destekleyebileceğimiz savı, bu kitabın en önemli ama en geri düzlemdeki savlarından biri olarak belirtilmektedir.

Yazar, ayrıntıların, sayıların, uzmanlık isteyen birikimlerin labirentlerinde kaybolmadan; evrene, gezegenimize, evrimine ilişkin bilgileri, sınırlı da olsa bir dünya görüşü kotarmamıza katkıda bulunacak şekilde sunarken, eşi benzeri az bulunur bir ustalıkla bir bilgi merakı ve öğrenme heyecanı yaratmakta; bilimsel bilgiyi popülerleştirirken, sarıp sarmalayan, sürükleyici bir polisiye roman tadını hiç kaybetmeden, adeta bilimsel bir konuyla uğraştığımızı bile unutturarak, bize "felsefe" yaptırmayı başarmaktadır. Kitabın çevirmeni Veysel Ataman, kitap ve yazar hakkındaki görüşlerini bu şekilde dile getirmiştir.

En az altı kitap olarak tasarlanmış bir dizinin ilki olan bu kitap, yazarın, bugünkü bilimin olanak verdiği ölçüde evrenin öyküsünü izleyerek, bilinci ve zekayı araştırmayı amaçladığından bahsettiği giriş bölümünün yanı sıra, iki ana bölüme ayrılmış. Üç alt başlıktan oluşan birinci bölümün adı: İlk Patlamadan Evrenin Doğuşuna Kadar. Yazar bu bölümde, gökteki her yıldızın, tıpkı bizim güneşimiz gibi birer güneş oldukları görüşünü savunan Giordano Bruno, gezegen sistemlerinin doğuşunu açıklayan bir kuram



geliştiren Kant, geceleri ortanın karamasını inceleyen O bers' den Einstein'ın relativite kuramına kadar çeşitli tarihsel kişileri ve kuramları inceleyerek evrenin bir başlangıcı olup olmadığı sorusuna cevap arıyor. "Doğa tarihinin ilk

büyük patlamadan bilincimizin ortaya çıkmasına kadar uzanagelen o koskoca geçmiş, kendisinden yola çıkarak bütüne varmaya çalıştığımız tarih parçasının ne kadar küçük olduğunu bize göstermektedir."

Birinci bölümde, yeryüzü ve gezegenler nasıl ortaya çıktı? Güneş sistemi nasıl doğdu? gibi soruların yanı sıra dünyamızın şimdiki atmosferinin başlangıçtaki atmosferinden farklı olduğu savı da ele alınıyor. Yedi alt başlıktan oluşan ikinci bölümün adı ise: Hayatın Oluşumu. Hayatın gökten, daha doğrusu uzayın derinliklerinden gelmiş olabileceği düşüncesi, bundan yirmi-yirmibeş yıl önce Amerikalı mikrobiyologların uzay balonları ve araştırma roketleri aracılığıyla gerçekleştirdikleri deney ve incelemelerin ardından ansızın güncelleşti.

Gezegenlerarası mikroorganizmaların uzayın bir ucundan öteki ucuna taşınması durumunda ortaya çıkabilecek tehlikenin iki yönlü olduğunu belirten yazar, bir yandan bu yönleri açıklarken öte yandan da güneş sistemimizi bakterilerle kirletip kirletmediğimiz sorusuna yanıt arıyor.

Hayat bundan yaklaşık 3,5 milyar yıl önce yeryüzüne hangi yoldan ulaştı? Dünyayı prebiyotik gelişme aşamasında istila edip insanın da dahil olmak üzere daha sonraki bütün hayat biçimlerinin tohumunu atan uzay kökenli bir tek hücrelinin ziyareti mi söz konusuydu? Yeryüzündeki hayat gökten imiş olabilir miydi? Bu ve benzeri soruları hem kendisine hem de okuyucuya soran yazar, tüm belirtilerin, bulguların hayatın doğuşunda öyle bindenbire ortaya çıkma gibi bir durumun kesinlikle söz konusu olmadığını da sözlerine ekliyor.

Hayatı anlamak için yapılması gereken şey, belirli hücre öbeklerinin (türlerinin) işlevlerini ve bu işlevleri yerine getirirken birlikte etkili olmalarını sağlayan, onları eşgüdüm içine sokan mekanizmalara

n öğrenmekti. Yoksa çıplak gözle görülebilen alanda kalarak hayatı açıklamak olanaksızdı. Günün birinde insanoglu, o efesanevi dinozorları gözleriyle görecek mi? Genlerini laboratuvarlarda sentezleyerek o canlıyı yeniden hayata döndürmek mümkün olabilir mi? Bunların yanı sıra aklınıza gelebilecek birçok sorunun yanıtlarını arayan, çeşitli kuramları ele alan bu kitap, bugün varolan tüm canlıların tek bir kökten geldiklerine ve genetik "kod"un evrensellğine de değiniyor.

Yıldızlar Savaşı

Carlos De Ja Rego
F. Tonello
Çeviri: Teoman Tunçdoğan
İletişim Yayınları
İstanbul, 1992
126 sayfa

1983 Mart'ında Ronald Reagan, Sovyet askeri tehdidi üzerine yaptığı konuşmaların birinde, bilimadamlarından nükleer silahları etkisiz ve kullanılamayacak hal getirmelerini istiyor, bir çeşit "hava kalkını" düşlediğini belirtiyordu.

Bu kitap, işte bu söylevin ürünü olan ve daha sonra SDI (Stratejik Savunma Girişimi) adı verilen Amerikan programını incelemeyi amaçlıyor. Bir gün nereye varacağını kimsenin bilmediği bu program, 1983'ten beri ABD'deki, Sovyetler Birliği'ndeki ve Avrupa'daki strateji tartışmalarının ana konusu olmuş ve iki süpergüç arasındaki ilişkileri derinlemesine etkilemiştir. Uzun vadede, ABD halkının savunulması için düşünülen SDI'nın bu amaca ulaşp ulaşamayacakları ve bunlara ayrılan fonun boşa gidip gitmeyeceğini sorularını da gündeme getiren yazarlar, incelemelerine füzesavar savunmasının geçmişine bir göz atarak başlamışlardır. ABD ve Sovyetler Birliği'nin stratejik güçlerinin karşılaştırılmasına da yer veren kitap, aralardaki küçük çerçeve yazılarla bu devletler arasındaki anlaşmaları, çeşitli sistem, program ve deneyleri de açıklığa kavuşturmuştur.

Kitap, giriş ve sonuç bölümlerinin yanı sıra, altı ana bölüme ayrılmış. Bu bölümler arasında şöyle: Füzesavar Savunması: Eski Bir Öykü; Stratejik Savunma Girişimi Tasarısı; Sovyetlerin İleri ve Geri Oldukları Noktalar; Savunma ya da caydırma ABD'de Strateji Tartışmaları; SDI Ekonomisi; SDI ve Karşı EUREKA.



SDI'nın neden özellikle Sovyetlerin kıtalararası füzelere karşı yapıldığı, derinlemesine bir savunmanın nasıl olacağı ve Pentagon'un öngördüğü Uzay Kalkanı'nın neye benzeyeceğinin açıklandığı ikinci bölümde, Pentagon'un geleceğe yönelik silah tasarılarının yanı sıra, uyarılmış enerjili silahlarla kinetik enerjili silahlara da oldukça geniş yer veriliyor. Reagan'a göre, uzay kalkını dünyayı nükleer silah karabasanından kurtarmak için düşünülmüştü ve dolayısıyla da nükleer

yöntemlere başvurmadan görevini yerine getirmek zorundaydı. Uzay kalkınının gerçekleştirilmesinde karşılaşılan en büyük sorun "savaşın yönetimi"ydi. Aynı zamanda, diğer tarafın alacağı önlemlerin de düşünülmesi gerekiyordu. "Yıldızlar Savaşı" ve Amerikalı yöneticilerin fü-

zesavar savunmasına karşı gösterdikleri yeni ilgi, bazen Sovyetlerin bu alanda gerçekleştirdikleri yoğun etkinliğe bir yanıt olarak gösterilmektedir" diyen yazarlar, Sovyetler Birliği için, uzaya yerleştirilmiş herhangi bir silah ilk örneği ya da farklı savunma "tabakaları" ilkesine dayanan herhangi bir sistem tasarısının günümüzde geçerliliğini yitirdiğini de sözlerine ekliyorlar. Kitapta, Sovyetlerin füzesavar silahları geliştirme programı, Amerikalıların SDI'ni ortaya atılmasından önce uyguladıkları araştırma programlarına benzemekte olduğu gerçeğine de değinilmiş.

Teknik güçlükler ve stratejik tartışmalar, bir buzağına benzeyen SDI'nın yalnızca şu üstünde kalan bölümüydü. "Yıldızlar Savaşı" nı savunanlar parasal güçlüklerle de karşılaşyordu. SDI programı uzun vadeli bir araştırma programıydı ve sonuca ulaşabileceği de kuşkuluydu. Kitabın beşinci bölümü işte bu noktalardan yola çıkarak bu programa ayrılan bütçe ve üniversitelerdeki araştırmaların işliyor. Son bölümde ise, Avrupa'nın bu programa bakış açısı, kaygıları ele alınıyor.

Sonuç kısmında söylenenler ise, biraz karamsarlık yaratabilecek türden: "21. yüzyılın eşiğinde, nükleer silahlar hep günümüzde de olduğu gibi - bütün uygarlıkları yokedeabilecek boyutlarda olacak."



Türkiye'de Mink Yetiştiriciliği

Yaklaşık bir asırdan beri Türkiye'deki yabancı hayvanların yayılış alanları tespit edilmeye çalışılmış; ancak onların taksonomi, ekoloji ve biyolojileri hakkında yeterli araştırmalara yer verilmemiştir. Günümüzde hayvan sayısının giderek azalması nedeniyle bilimsel araştırmaların sağlıklı bir şekilde yapılması oldukça zorlaşmıştır. Türkiye'deki av hayvanları arasında yaban koyunu ve keçisi, kızıl ve ala geyik, ceylan, karaca, yabancı ve sazlık kedisi, karakulak, vaşak, sırtlan, kaya ve ağaç sansarı, su ve bataklık samuru, kurt, tilki, çakal, domuz ve ayının bulunduğu kaydedilmektedir.

Bugün bu türlerin hemen hepsi, gerek habitat daralması; gerekse bilinçsiz avcılık yüzünden tehdit altına girmişlerdir. Olasılıkla son üyesini yaklaşık 20 yıl önce kaybettiğimiz panter gibi ayı türü de, hızla azalmaktadır. Eti için avlanan geyik, ceylan, yaban koyunu ve yaban keçisi koruma altına alınmış türler arasındadır. Yabancı kedi, karakulak, vaşak, sansar, samur ve tilki ise, kürkü için avlanan hayvanların başında gelmektedir. Bütün bu türlerin geleceği, yeni teknolojiye uygun olarak üretilen silahlara meraklı avcılarının insafına bırakılmıştır.

Amerika kıtası keşfedilir edilmez insanlar önce altına, sonra da kürk hayvanlarına hücum etmişler; hatta bu emellerine kızılderilileri de alet ederek, büyük bir yabancı hayvan katliamı başlatmışlardır. Bir yandan hayvan tuzakçıları ülkede ayak basmadık yer bırakmazlarken, bir yandan da Avrupa'da kürk ticareti ile ilgili yeni şirketler kurulmuştur.

18. ve 19. yüzyılda kürk ticaretinde önemli ölçüde Mustelidae (Sansargiller) familyası kullanılmış ve bunun sonucu olarak aşırı avlanma, Mustela marodon'un bütünüyle yok olmasına neden olmuştur. Aynı şekilde Avrupa'da Mustela lutreola da, yok olma noktasına gelmiştir.

Yabancı hayvan popülasyonlarında görülen aşırı azalma, yabancı hayatı ile ilgili bilimsel araştırmaların başlamasını teşvik etmiştir. Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra kürk giymenin gereksiniminden öte moda olduğu yıllarda, ABD'de kürk endüstrisinde büyük bir ilerleme olmuştur. Deri fiyatlarının yüksek olması, ABD'deki yabancı mink, san-

sar, nehir samuru ve kunduz popülasyonlarının hızla azalmasına sebep olmuştur. Bu durum, bilim adamlarının uyarısı doğrultusunda insanları, çiftlikte yetiştirilen hayvanların kürkleriyle yetinmeye kadar götürmüştür. İlk mink çiftliği, 1900'lerde Kanada'da kurulmuştur. 1950 ve 1960'larda, yaygınlaşan mink çiftlikleri, besin maddelerindeki maliyet artışı yüzünden beklenen kürk üretimini sağlayamamışlardır. O sıralarda İskandinav ülkeleri ve Sovyetler Birliği, bu durumdan fazla etkilenmemişlerdir. Yabancı hayvan avcılığı yapan ülkelerin başında ABD gelmiş ve 1977-1978 yıllarında bu ülkede 23 türe mensup toplam 18.8 milyon birey yakalanmıştır.

İngiltere, 1981 yılı itibarıyla 67 çiftlikten toplam 245 000 mink postu elde ederken, Rusya'da satışa çıkarılan yıllık post sayısı, yaklaşık 10 milyonu bulmuştur. Kürk işletmeciliğinde ABD ve Kanada her zaman etkili ülkelerin başında gelmişlerdir.

Başlangıçta, çiftlikten sağlanan kürklerin, yabancı kürk kalitesini tutmadığı görülmüş ve mink yetiştiriciliği bilimsel olarak ele alınmıştır. Bugün yetiştiricilik alanında en iyi verim alınan tür Amerikan minki, *Mustela vison*'dur).



Şekil 1: Amerikan Minki *Mustela vison*

Mustela vison

Bu hayvanlar, çok iyi yüzerler ve uzun süre su altında kalabilirler. Kürkleri, suyun vücuda temasını engelleyen yağlı bir yüzey kısmı ve vücut ısıyı muhafaza eden bir kaide kısmından oluşur. Köprücük kemikleri ve kör bağırsakları yoktur. Kuyruk altında, anal bölgede koku vermeye yarayan bir çift bez bulunur. Hayvan kızdırıldığı zaman, kokarca gibi pis bir koku yayar. Ön ve arka ayaklarda 5'er tane parmak vardır.

Diş formülü, $\frac{3+1+3+3}{3+1+3+3}$; kromozom sayısı, $2n = 30$ 'dur. Yaşamını akarsu ve durgunsu kenarları, kütük ve kaya altları ile küçük inlerde geçirir. Ender olarak kendisine barınak kazar. Kar altın-

da, tünel açarak gezinir. Genelde gece avlanıyor olmalarına karşın, dişi bireyin gündüz beslenme eğilimi daha fazladır. Besin tercihi eşeğe bağlı olarak farklılık gösterir. Örneğin erkek birey, tavşan gibi memeli bir hayvan avlarken dişi birey, balıkla beslenmeyi tercih eder. Erkek, dişiye oranla daha iri yapılıdır. Başlıca avlarını memelilerden kirpi, kuzu kuyruğu ve kemirici türleri; kuşlardan martı, kırlangıç, karabatak, çulluk, deniz saksagani, sütlü ve keklik; semender ve kurbağa ile balık türleri; omurgasızlardan Mollusca ve Decapoda türleri oluşturmaktadır. Ağırlıkları 0.5 ila 1 kg arasında değişir.

Mink Islahı

Bugün mink kürklerinde renk çeşitliliği sağlamak; bir batında daha fazla sayıda yavru elde etmek; tutsak yetiştirmeye daha yakın birey üretmek ve daha kısa sürede eşeysel olgunluğa erişirmek amacıyla sayısız bilimsel araştırma yürütülmektedir. Standart koyu kahverengi mink kürkü en çok aranan renktir. Koyu mink rengini, en az 18 genin etkilediği tespit edilmiştir. Bunlardan bir kısmı dominant, diğerleri resesif genlerdir. Çiftlikte yetiştirilen minkin kürk renginde bazı sapmalar olduğundan, doğal rengi yakalamak ve sabitleştirmek amacıyla birçok çaprazlama deneyleri yapılmaktadır. Böylesi çalışmalar mink çiftlikleri arasında rekabetin doğmasına neden olmuştur.

Minkin Beslenmesi

Minkler, akarsu ve durgunsu ile yeterli avın bulunduğu, doğal yaşam ortamlarına benzer bölgelerde, çitle çevrili büyük arazi parçalarına salıvermek yoluyla yetiştirilebildikleri gibi; yarı açık binalardaki özel kafeslerde bireysel olarak ya da kapalı binalarda sürü halinde de yetiştirilmektedirler. Çiftlik minklerinin besinleri, kaliteli olmak zorundadır. Otoburların beslenmeleri, etoburlara oranla daha kolay olmaktadır. Mink gibi etobur hayvanların beslenmesi, zor ve masraflıdır. Minke doğal besin çeşitliliğini aratmayacak besinlerin sağlanması ilk planda gelmektedir.

Dünyada minkler için belirlenen diyet, protein (balık, karaciğer, kaymaksız süt tozu, bira mayası, soya fasulyesi), karbohidrat (çeşitli tahıllar) ve yağ (genellikle domuz yağı)'ın belirli oranlardaki terkiibinden oluşmaktadır. İngiltere'de balık yağı, sakatat, tahıl, süt ürünleri, katı ve sıvı yağlar, mineral ve vitaminlerden oluşan besinler, topak haline getirilerek minklere yem olarak verilmektedir.



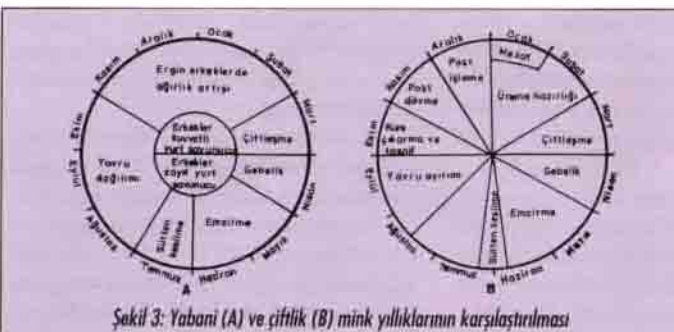
Şekil 2: Yuvasına balık taşıyan bir mink.

Minkin Üremesi

Mink doğal habitatında soliter (tek başına) yaşar. Her birey 1 ila 4 km²'lik bir alanı savunmaktadır. Çiftleşme zamanı bir araya geldiklerinde dişi, hakim duruma gelerek; erkeğin giriş çıkışına izin vermektedir. Çiftlikte ise bireysel hakimiyetin önemi yoktur. Burada sadece doğurganlık, hastalığa dirençlilik, kürk rengi ve kalitesi önemli olmaktadır.

Minkin üreme devresi, çok karmaşıktır. Zira bu dönemde erkek ve dişi birçok defa çiftleşmek zorundadırlar. İlk çiftleşme sonrası hayvan yuvarla bırakır (ovulasyon). Döllenme için ikinci bir çiftleşmeye gerek vardır. Döllenmeyi garantiye almak için dişi, aynı veya farklı erkeklerle belirli aralıklarla birkaç kez çiftleştirilir. Tutsak minkin üremesindeki başarısı, çiftleşme devresinde çiftlik sahibinin eşleri bir araya getirmedeki zamanlamasına bağlı olmaktadır. Çiftleşme zamanı, kızgınlık dönemine bağlı olmak kaydıyla, 3 hafta kadardır. Çiftleşmeden yaklaşık bir ay sonra doğan yavru, 10 ay sonra da eşeysel olgunluğa ulaşır. Yaban hayatında minkin çiftleşme zamanı, Şubat sonu ile Nisan başı arasında değişir. Çiftliklerde ise, postla ilgili tüm işlemleri aynı zamana denk düşürmek amacıyla, Mart'ın ilk haftaları çiftleştirme zamanı olarak seçilmiştir. Bir batında 17 yavru olduğuna dair kayıtlar varsa da, bir dişi ortalama 5 yavru verir.

Minkin doğadaki üreme biyolojisi dikkate alınarak, çiftlikte de aynı faaliyetlerin oluşmasına fırsat verilir. Böylece yavrunun belli süre süt emmesi, süttten kesilmesi ve anneyi terk etmesi, doğal hayatlarında olduğu gibi aynı zaman aralıklarına denk getirilir. Böylece yabani mink yuylığına uyarlanan, "çiftlik mink yuylığı" ortaya çıkmıştır (Şekil 3).



Şekil 3: Yabani (A) ve çiftlik (B) mink yıllıklarının karşılaştırılması

Mink Hastalıkları

Parazitik hastalıklar nedeniyle çiftliklerdeki mink kayıplarını en aza indirmek, hassasiyet ve büyük uğraş gerektirir. Ölmese bile bakımsız bir birey, daima kalitesiz bir kürk sahip olacaktır. Genellikle minkler, kuvvetli ve dirençli hayvanlardır. Yeterli gıda ve su olduğu takdirde, ender olarak hastalanırlar. Zehirlenmelere ve bulaşıcı hastalıklara karşı korunmada besin seçiminin önemli rolü vardır.

Yaban Hayatının Geleceği

Ne hayvan sevgisi ne de çıkarılan kanunlar, hayvanları tuzakla yakalama veya öldürme tutkusunu yenememişlerdir. Kürk talebi asla tükenmeyeceğine göre, avcıya oranla daha merhametli mink çiftliklerini destekleyip korumak, yaban hayatını koruma yolundaki en önemli adımlardan biridir.

Türkiye'de Mink Yetiştiriciliği

Türkiye'de kurulan birkaç mink çiftliği başarı ile varlığını sürdürmektedir. Mink, uzun gün bitkileri gibi, kuzey yarı kürenin en kuzey bölgelerindeki yaşama uyum göstermiştir. O halde Türkiye'de mink yetiştirmek için en ideal bölge, Karadeniz şeridi olacaktır. Değişik nedenler yüzünden Anadolu'nun diğer kesimlerinde de çiftlik kurulacaksa, yüksek rakımlı bölgeler ve dağ etekleri tercih edilmelidir.

Türkiye'de geyik ve yabani keçi gibi minklerin de çevrili bir alana salıverilerek üretilmesi, sonra da avlanması mümkündür. Besin çeşidi ve bolluğu ile coğrafik ve ekolojik olarak en uygun bölge, Bolu ile Sinop arasında bulunmaktadır.

Türkiye'de giysi olarak kürk tüketiminin önümüzdeki 10 ila 20 yıl içinde çok artacağı öngörülmektedir. Böyle bir artış karşılacak ve yaban hayatına nefes alacak kürk üretimi, Türkiye'de kurulacak 200 çiftlikle sağlanabilecektir. Bugün uygun ekolojik şartlara sahip pek çok bölge bulunsun da, asıl sorun, minkin besinini sağlamaktır.

En ucuz mink besini olan tavuk sakatları ve mezba artıklarını temin etmek, son derece zordur. Tavuk tüketimi, Avrupa ülkelerine oranla çok gerilerdedir. Daha çok büyük şehirlerde tüketim olduğuna göre, kurulacak çiftliğin buralara yakın olmasına dikkat edilmelidir.

Bugün Türkiye'deki çiftliklerde yılda 12 ile 15 bin arasında mink üretilmektedir; bir kürk mantosu için 40 ile 60 arasında mink postu kullanılmaktadır.

1993 yılı Mart ayında, An-

kara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde, Ankara Memlik köyü yakınındaki bir çiftlikten alınan bir çift mink üzerinde davranış, beslenme ve üreme ile ilgili araştırmalar başlatılmıştır.

Özel kafeslerde, ayrı olarak beslenen minklerin ağırlıkları, verilen besin çeşidi ve miktarları, günlük olarak kaydedilmiştir. Mart ayı ortalarında çiftleşmeleri sağlanmış ve gözlem altında tutulmuşlardır. Mayıs ayında doğum yapması beklenen bireyin, kısır olduğu anlaşılmıştır. Türkiye'de ilk kez mink dışkı örnekleri, mikrobiyolojik yönden incelenmiştir. İlk bulgulara göre erkek bireyde 5 bakteri türü saptanmıştır. Bunlar hemolitik Escherichia coli, Edwardsiella tarda, E. sp., Klebsiella sp. ve Proteus sp. dir. Türkiye'deki mink çiftliklerinin daha verimli hale getirilmesi ve ayakta kalabilmeleri için, biyologlarla yürütülen bilimsel araştırmalara mutlaka yer verilmelidir.



Şekil 4: Kafeste beslenen bir mink.



Şekil 5: Kafesle irtibatlı bir yuva.

Doç.Dr. İrfan Albayrak
Araş.Gör. Nursel Aşan

A.Ü. Fen Fak. Biyoloji Bölümü, Ankara

Kaynaklar

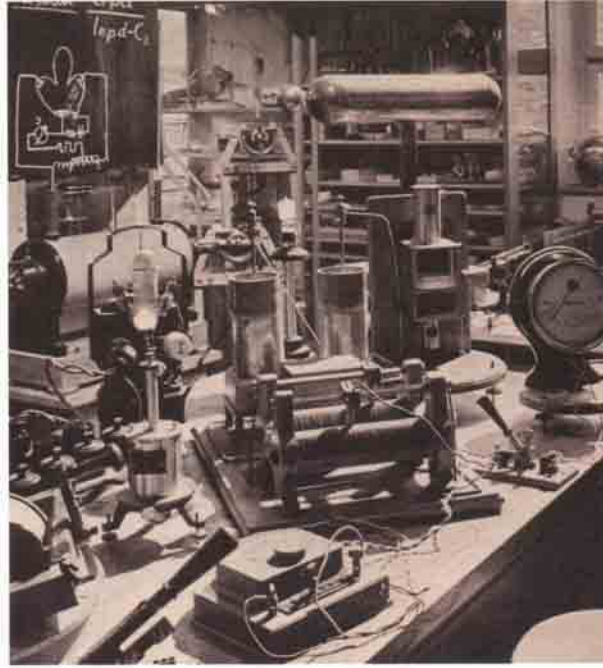
- Birks, J.D.S., I.J., Linn, Studies of home range of the feral mink, *Mustela vison*, Symp. Zool. Soc. London, 1982.
- Birks, J.D.S., N. Dunstone, A note on prey remains collected from the dens of feral mink (*Mustela vison*) in a coastal habitat, *Notes from the Mammal Society* No. 48. J.Zool., London, 1984.
- Birks, J.D.S., N. Dunstone, Sex-related differences in the diet of the mink *Mustela vison*, *Holarct. Ecol.* 1985.
- Dunstone, N., Underwater hunting behaviour of the mink (*Mustela vison* Schreber): an analysis of constraints on foraging, *Acta Zool. Fennica*, 1983.
- Dunstone, N., J.D.S., Birks, Activity budget and habitat usage by coastal-living mink (*Mustela vison* Schreber), *Acta Zool. Fennica*, 1983.
- Dunstone, N., J.D.S., Birks, The comparative ecology of coastal, Riverine and Lacustrine Mink *Mustela vison* in Britain, 1985.
- Mursaloğlu, B., Türkiye'nin memeli hayvanları, İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Dergisi, 1970.
- Poole, T.B., N. Dunstone, Underwater predatory behaviour of the American mink (*Mustela vison*), *J.Zool., Lond.*, 1976.
- Turan, N., Türkiye'nin büyük av hayvanları ve sorunları, Türkiye ve Balkan Ülkelerinde Yaban Hayatı, Uluslararası Sempozyum, General Directorate of Forest, Türkiye, 1987.

Fiziksel Bilimlerin Araştırma Yöntemleri

Doğruları elde etmek için bir bilimci nasıl çalışır? Araştırma yöntemleri tarihsel süreç içinde nasıl bir yol izlemiştir? Geçmişte izlenen araştırma yöntemleri ve çözülmeye çalışılan problemler ile günümüzdeki yöntem ve problemler arasında ortak noktalar nelerdir? Bu sorulara yanıt ararken, fizikteki tarihsel gelişmeler ışığında geçmişte bir göz atıp, fiziksel bilimlerin araştırma yöntemlerini ortaya koymaya çalışacağız. Genel olarak konuyu doğa ve evren olup; bunların bilinmezliklerini anlayabilmek için, bilimsel araştırma çalışmalarıyla yeni kuramların geliştirilmesi hızla devam etmektedir. Başlıca araştırma yöntemleri gözlem, deney ve kuramdan oluşur. Fiziksel sistemlerin araştırılmasında kullanılan bilimsel yöntem, insan aklının en güçlü buluşlarından biridir. Bu yöntemin üç temel ögesi vardır; deneylere dayanması, matematiği kullanması ve karmaşık sistemlerin analizinde tümevarım yoluyla en basit modelleri kullanmasıdır.

Fiziksel bilimlerle ilgilenen bilimadamlarının, deneysel temele dayalı yöntem ve matematiksel yöntem olmak üzere iki temel araştırma yönteminden daha çok yararlandıkları görülmüştür. Bu iki genel araştırma yöntemini kesin sınırlarla birbirinden ayırmak mümkün değildir. Deneysel temele dayanan yöntemi benimseyen bilimadamları, çalışmalarında deneysel verilerden yararlanır; deneysel sonuçları sürekli olarak izler ve ilginç bulduklarını geniş kapsamlı bir analize ve tatmin edici bir biçimde yorumlamaya çalışırlar. Geliştirdikleri kuramların, deneysel sonuçlar ile uyumlu olmasına büyük önem verirler. Matematiksel yöntemde ise, mevcut teorilerden yola çıkılarak teori geliştirilir, varsa kusurları ortaya konur veya kusur giderilmeye çalışılır. Mevcut teorisin eleştirisi yapıp, yanlışları giderilmeye çalışırken, teoriye zarar vermemeye, başarılarını yok etmemeye özen gösterilmelidir. Matematiksel yöntem ile deneysel yöntem arasında kesin bir ayırım yapmak zordur. Bu yöntemleri ayrı ayrı kullananlar olduğu gibi, birlikte kullanım da oldukça yaygındır. Benimsenecek yöntem, araştırılacak konuya sıkı sıkıya bağlıdır. Hakkında çok az şey bilinen bir konuda, insanın bir çıkış yolu bulabilmesi için deneysel verilerden yararlanması daha uygun olur. Örnek olarak geçtiğimiz yüzyılda elementlerin periyodik cetvelinin oluşturulmasına bakabiliriz; önce deneysel veriler toplandı ve düzenlendi; sistem yavaş yavaş yapılandıkça ona duyulan güven arttı; elde edilen verilerin sistematigi yapılarak bilinmeyen elementlerin özellikleri tahmin edildi; daha sonra bu elementler doğada teker teker bulundu.

Son zamanlarda benzer bir durum, yüksek enerji fiziğinde veya parçacık fiziğinde görüldü. Bilindiği gibi, element denilen saf maddelerin temel yapı taşları atomlardır; molekül ise, değişik atomların bir arada bağlanması ile oluşur; atomların proton, nötron ve elektronlardan oluştuğu bilinmekle beraber; 1940'lı yıllarda müon ve pionların keşfedilmesi ile bilinen temel parçacık sayısı



artmıştır. Sonraki yıllarda gözlenen temel parçacık sayısı daha da çoğalmış, böylece periyodik cetvele benzeyen bir sistematik geliştirilmiştir. Bu sistematikten bütün özellikleri tahmin edilen, keşfedilmesi gereken pek çok temel parçacık olduğu ortaya çıkmıştır; bunların büyük bir çoğunluğu daha sonra laboratuvarlarda gözlenmiştir.

Bilimsel araştırma çalışmalarında her zaman deney yapma veya deneysel verilerden yararlanma olanağına sahip olamayabiliriz. Kozmoloji gibi, bilimin çok az bilinen bazı dallarında çalışan bilimadamları, bazı varsayımlara dayanarak evren için modeller kurmaya çalışırlar. Bu modellerin dayandığı temel unsurlardan biri, doğa yasalarının evrenin başından beri hep aynı olduğudur. Bu bir varsayımdır, kanıtı elimizde yoktur. Bu nedenle bu tür modellere ihtiyatla yaklaşılmaktadır. Bir konu hakkında bilinenlerin artması, bu alanda bir çalışma zemininin doğması demektir; böylece bu konuda bir matematiksel yönetime gidilebilir. Matematiksel yöntem, sonuçta varılabilecek kuramsal çalışmanın bir matematiksel güzellik ile ifade edilmesidir. Buna olan gereksinim, kurama duyulan bir güven unsuru olarak kabul edilir. Aslında her kuramın matematiksel güzellikte olmasını zorlayan bir neden de yoktur. Örneğin, matematiksel güzellik kavramının evrensel olarak benimsenmesindeki neden, onun sadece deneysel veriler ile uyumlu olması değil, sahip olduğu matematiksel güzelliğidir. Doğa yasalarında matematiksel güzellik fikri, evrenin matematik ile ifade edilebileceği gerçeğine dayanır. Matematiksel yöntemi kullanarak bilimsel araştırma yapanların üç ana hedefi vardır: 1) Tutarsızlıkları gidermek, 2) Ayrı olan kuramları birleştirmek, 3) Deneysel verilerden, matematiksel formüllerden türetmek ve modeller geliştirmek. Maxwell'in, elektromanyetik teorisinin temel denklemlerine yaptığı katkı, tutarsızlıkları giderme çalışmalarına verilecek en iyi örnektir. Denklemlerdeki tutarsızlığı gören Max-

well, Faraday'ın gözlemlerinden yararlanmış ve yerdeğistirme akımını, Amper Yasası'nın içine yerleştirmişti. Amper Yasası'na yapılan bu ekleme, Elektromanyetik Dalgalar Kuramı'nın doğmasına neden olmuş ve böylece, ışığın bir elektromanyetik dalga olduğu kanıtlanmıştı.

Ayrı olan kuramları birleştirmek ile ilgili çalışmalar, uygulamada tatmin edici sonuçlara henüz tam olarak ulaşamamıştır. Günümüz fiziği, doğada dört temel kuvvet olduğunu kabul etmektedir. Bunlar kütle çekim, zayıf çekirdek, elektromanyetik ve kuvvetli çekirdek kuvvetleridir. Einstein'ın başlattığı ve halen devam eden önemli bir çalışma, Genel Görelilik Kuramı ile Kuantumlu Alanlar Kuramı'nın birleştirilmesidir. Bu başarılabılırsa dört temel etkileşme kuvveti, uzay-zamanın dinamik geometrisinin genel kavramları ile betimlenebilecektir. 1968 yılına kadar, bu dört temel kuvvetin uyumsuz olduğu kabul ediliyordu. Abdus Salam ve Steven Weinberg, elektromanyetik kuvvetler ile zayıf çekirdek kuvvetleri, 1968 yılında bir tek ayar alanında birleştirmeyi başardılar. Böylece evrenin standart modelinin, fotonlar, gluonlar ve $W \pm Z$ parçacıkları ile birbirine bağlanmış kuarklar ve leptonlardan kurulu olarak ortaya çıkması sağlandı; bu çalışma 1979 yılında Nobel Fizik Ödülü'ne layık görüldü.

Deneysel verilere dayanan modeller geliştirilmesi, fiziksel bilimlerde başarı ile uygulanmıştır. Bir örnek olarak, Bohr'un Hidrojen Atomu Kuramı verilebilir. Bohr, açısal momentumun kuantumlu olduğunu varsayarak, elektronun enerjisinin kuantumlu olduğunu göstermiş; buradan da hidrojen atomunun spektrumunu başarılı bir şekilde analiz etmiştir. Dikkat edilirse Bohr, burada hiçbir hesaplama yapmadı. Kimyadaki deneysel sonuçları çok iyi biliyordu ve bunu kullanarak sonucu tahmin etti. Sonradan Bohr'un hipotezlerinin yaklaşık olarak doğru olduğu, kuantum mekaniğinin sonuçları ile de ortaya çıktı. Planck'ın, siyah cisim ışımasının teorisindeki zorlukları gidermek için yaptığı çalışma, kuantum fiziğinin doğmasına yol açtı. Deneysel yöntem, günümüzde de teknolojik gelişmeye paralel olarak problemlere bir çözüm getirmekte ve aşılması gereken yeni problemleri ortaya koymaktadır.

Bugün deneysel olarak çekirdek reaksiyonları ile çok yüksek sıcaklıklara (107 oK) ulaşmak mümkün olduğu halde, bu sıcaklığa dayanabilecek kap malzemesi henüz üretilmemiştir. Ancak, eskiden çok büyük miktatsızlarla elde edilebilen manyetik alanları, süper iletken miktatsızlar ile kolayca üretilmektedir. Katı hal fiziğinde

deneyel yöntemlerin gelişmesi, özellikle vakum teknolojisi ile ince film araştırmaları, ara yüzeylerin daha iyi anlaşılmasını sağladı. Bunun sonucu olarak gelişen magneto-optik gereçler, birçok yeni bilimsel araştırma problemi ortaya koydu. Süper iletkenlik çalışmaları da çok geniş bir bilimsel topluluk tarafından, sürekli geliştirilmektedir. En son 92° K sıcaklığına kadar ulaşılsa bile, halen oda sıcaklığında süper iletken elde edilmesi başarılamamıştır. Deneyel yöntemlerin büyük aşama kaydettiği diğer bir alan da, yüksek enerji fizikidir. İnşa edilen parçacık hızlandırıcıları ile pek çok kuram, test edilmiştir. Yeni kuşak hızlandırıcıları diye adlandırılan, TeV mertebesinde enerjilere erişebilecek parçacık hızlandırıcıları hedeflenmektedir; böylece bu enerji basamağına özgü yeni temel parçacıkların gözlemlenebileceği beklenmektedir. Bütün bu gelişmeler, 21. yüzyıl teknolojisini yapılandırılabilirliği gibi, kuramları test etme ve yeni problemler yaratma bakımından, bilimsel dinamizmi de beraberinde getirmektedir. Bilimsel araştırmalarda deneyel veya matematiksel yöntemin izlenmesi, seçilen konu ile yakından ilgili olmakla birlikte, bazen de kişiye bağlı olabilir.

Kuantum mekaniğinin keşfinde rol oynayan iki fizikçi, buna iyi örnektir. Modern kuantum mekaniğinin doğuşu sırasında, iki kişinin katkısının çok büyük olduğu görülür; bunlar Heisenberg ve Schrödinger'dir. Deneyel verilere dayalı bir çalışma yapan Heisenberg, hidrojen spektroskopisi ile uğraşırken, geçiş genliklerinin basit birtakım sayı dizileri ile verildiğini farkeder. Daha sonra Heisenberg, Born ve Jordan bir araya gelerek şimdiki matris mekaniğini geliştirmişlerdir; yani kuantum mekaniğini, matrislerin zaman içerisindeki değişimleri cinsinden, bugün bildiğimiz şekliyle formüle etmişlerdir. Schrödinger'in yaklaşımı ise, tamamı ile farklıydı. Aynı yıllarda deneylerle pek yakın temas olmayan Erwin Schrödinger, matematiksel yöntemi kullanarak bir atomun elektronunu tanımlayıp, spektral frekanslarının değerlerini bulmayı başardı. Bu çalışma, fizikte "Schrödinger dalgası denklemi" olarak bilinir. Günümüzde de aynı amaca yönelik başka arayışlar devam etmektedir. Aradan geçen yaklaşık 60 yıl içinde bu denklem ile çelişen bir gözlem bulunamamıştır.

Sonuç olarak söylemek gerekirse kuramcılar, deneyel araştırmaların sonuçları ile yakından ilgilanmelidirler. Araştırma yaptıkları bir konuda, deneylerin sadece bir grubu ile ilgilenmeyip; deneyel gelişmeleri yakından izleyerek, çeşitliliği sağlamalıdır. Kalıcılığı olan, geniş kapsamlı, deneyel verilerle uyumlu ve hatta yeni öngörülerde bulunabilen kuramlar geliştirmek, ancak bu şekilde olasıdır. Böylesi sağlam temeller üzerine yapılan bir kuram, yeni ve ilginç deneylere ışık tutacaktır.

Süleyman Bozdemir ve Yüksel Ufuktepe
Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, Adana

Kaynaklar
Dirac, P.A.M. "Methods in Theoretical Physics" in "From a Life of Physics", World Scientific Publishing, 1989.
Gal-Or, B. "Cosmology, Physics and Philosophy", Springer-Verlag, 1987.

Hepimizi Kandıran Bir Metin: Hekim Andı

"Mesleğimizin saygıdeğer ustası Büyük Hipokrat'ın insanlık yaklaşımını dile getiren bu yüce ahlak ilkeleri, eskimeksizin, günümüze kadar gelmişlerdir. Bir yanda insanlık, öte yanda hekimlik var olduğu sürece, bu ilkelerin hep ayakta kalacağı kesindir." Bu alıntının yapıldığı yazıda sözü edilen "ilkeler" şunlardır: "Tanık tutma", "Mesleğe saygı ve dayanışma", "İnsan hayatına saygı ve kötülüğün sakınma", "İrz ve namusa, insan kişiliğine saygı", "Sır saklama" ve son olarak da "Evrensellik ve yaptırım" (Fuat Aziz Gökse: "Hekim Andı", Türkiye Klinikleri, 1 (1): 88-89 (eylül) 1981).

Hipokrat'ın adı ile bilinen (ve genelde tıp tarihçilerinin onun kaleminden çıktığına inandıkları) metni, yüzyıllar boyu hemen hiç dikkate alınmamıştır. Daha sonraları ise bu metin, örneğin "Hristiyan Avrupa'da" olduğu gibi özü fazlaca değiştirilmeden korunmuş; giriş kısmı, vb. ise uyarlandı; toplumun özelliklerine bağlı olarak değiştirilmiştir. Dünya Tıp Birliği'nin bildirgeleri arasında "Mesleki Bağlılık Yemini" başlığı ile Cenevre Bildirgesi olarak bilinen metnin de, ilk bakışta ayrıntılar göstermekle birlikte, temelde geleneksel hekim andının izlerini önemli ölçüde taşıdığı söylenebilir.

Yazar, öncelikle bir Tıbbi Etik öğretim üyesi olmanın sorumluluğunu duyarak, geleneksel Hekim Andı'na çok karşı olduğunu değişik bağlamlarda dile getirmiştir. Burada özetle şu temel noktalara değinebileceğini düşünmektedir. Günümüzde belki çoğu zaman "Hipokrat Andı" adıyla anılan metinler, tıp etkinliğinin yalnızca tedavi edici yanına yönelik olup; bu etkinliğin

koruyucu hekimlik, halk sağlığı, temel tıp bilimleri ve genelde tıp araştırmaları gibi önceki temel yönlerine; bu arada söz konusu alanın eğitimine hiç değinmemektedirler. Tıbbın bu yönlerindeki değer ya da etik sorunlarının, ilke olarak klinik hekimlikte yaşananlardan daha az önemli olduğunu düşünebilir miyiz? Yine geleneksel andda, örneğin "Bu yüce sanatı bana öğreten öğretmenlerimi, Annem ve Babam gibi sayacağım" ya da "Bütün hekimler kardeşlerim olacaktır" türünden, günümüzde toplumsal ve mesleki geçerliğini kanımca tümüyle yitirmiş olan anlatımlar yer almaktadır.

Çağımızdaki işlevselliği açısından, yalnızca tedavi edici hekimlik söz konusu olduğunda da geleneksel andın, ne ölçüde gerilerde kalmış bir metin olduğu çok açıktır. Çağdaş bilimsel ve teknik gelişmelerin ortaya çıkardığı genetik danışmanlık, organ aktarımları, ölümün saptanması, bitkisel yaşamın sona erdirilmesi, yeni ilaçların ve cerrahi tekniklerin uygulanması gibi birçok durumda, olağan hekim-hasta ilişkisine çok değişik boyutlar eklenmiştir. Andın daha çok simgesel bir metin olduğu, içeriğinin pek önemli olmayabileceği de sıklıkla dile getirilmektedir. Oysa her anda, simgesellik içerik arasında bir anlam bağlantısının bulunması gerektiğini göz ardı edebilir miyiz? Kişi, ne için and içmektedir?

Hekim andıyla ilgili olarak simgeselliğin bir başka yönü ise, kuşkusuz onun somut olarak gerçekleştirildiği törenlerdir. "Bir elin arkadaşının omuzuna konması", "büyük hocanın söylediklerinin hep bir ağızdan yinelenmesi" gibi törensel davranışlar, kanımca görüşteki ciddiliğine karşın andın, çağımızın gerçeklerinden her yönüyle uzak olduğu gerçeğini gizlemeye yöneliktirler. Bütün bunlara ek olarak, yukarıda konuyla ilgili yazısından alıntı yaptığım öğretim üyemizin, yıl-

lardan beri yürüttüğü ve törenlerinden birinde çekilmiş bir fotoğrafını görüyoruz. Burada büyük bir Türk bayrağı dikkatimizi çekmektedir. Tüm insanlığa yönelik olma niteliğini sürdürdüğü söylenen bu and metninin okunduğu törenlerde, her ülkenin kendi bayrağı yer alacaksa, andın evrenselliği gözardı edilmiş olmaz mı? Böylesi büyük bir çelişkiye yine de (ne yazık ki) şaşmamak gerek. Çünkü durumdaki sorumlu olan bu hocamızın, hekim andlarında genelde yer alan ve "milliyet ırk, renk, sosyal sınıf" gibi düşüncelerin hekimle hastası arasına girmemesi gerektiğini anlatan Evrensellik ya da Ayrıtmı Yapmama ilkesini, yıllar önce "kendini" andından çıkardığını görüyo-



ruz. And metninde yaptığı değişikliklerden biri de şudur: Ülkemizde "kürtajın", belli bir aya kadar gerçekleştirilebildiğini dikkate almış ve çocuk düşürmeme gereğine, "yasal gerekler dışında" koşulunu getirmiştir. Bu da, "yüce ahlak ilkeleri" ile ters düşen başka bir noktadır.

Hipokrat'ın adı ile bilinen; gerçekte ise o zamanın Pisagor tarikatının ahlak ilkelerinin etkisi altında yazılmış olan And, etik açıdan tıp evrimi içindeki en ileri metinlerden biri de değildir. Örneğin İslam toplumundaki bir metinde, hekimin bilgisini yenilemesinin gerekliliği dile getirilken; Hipokrat'tan 2400 yıl önce Mısır'da yazılmış ve bilinen en eski hekim andı olan Imhotep Andında, hekimin hastasından ödeme gücü ölçüsünde para istemesine yer verilmektedir.

Geleneksel hekim andını "biçimine uydurup" korumak, tıp etkinliğini, büyük ölçüde tüketime dayanan tedavi edici hekimlikle özdeşleştirme ve onda sürüp giden durumu ("statüko-yu") savunma işlevini de çok iyi görmektedir. Öncelikli olarak tıbbın iyileştiricilik yönüne değinerek, genel anlamda insanların, öğrenci yakınlarının bireyselliğini; onların "hasta olmaları" durumunu söz konusu eden bugünkü hekim andı, gerçekte hepimizi kandırmaktadır.

Geleneksel and, başlangıçta, öğrencinin eğitimine başladığı günlerde içilirdi. Ben de bu yazının, tıp fakültelerinde eğitimin başladığı dönemde kaleme alınmasının uygun olacağını düşündüm. Andın, çağımızın değerleri ve tıbbi etik anlayışı ile ne ölçüde bağdaştırılabilir bir "etik" metin olduğu konusundaki yargıyı ise okuyucularımıza bırakıyorum.

Yaman Örs

A.Ü. Tıp Fak. Deontoloji Bölümü

Araştırma Faaliyetlerinin Enformasyon Teknolojisi

Çağdaş araştırma ve teknolojik gelişme devrinde gözde olan etkinliklerden biri de, enformasyonun entelektüel etkinliklere geniş yer vermesidir. Bu olmaksızın uygulamalı ve temel araştırmalarda ilerleme olası değildir. Halk ekonomisi hala, temel bilgilerden kaynaklanan zorlukların sıkıntısını yaşamaktadır.

Bugün bilim adamları, bilimin kalitesini yükseltmek ve sanayi ile ilişkisini mükemmelleştirilmek; dış ülkelerle olan ekonomik ilişkileri geliştirilmek ve bazı çalışmaların ortak yürütülmesi üzerinde durmaktadırlar. Böylece temel bilimsel ve kuramsal araştırmaların sonuçlarının, sanayi alanında hayata geçirilmesi, düzenlenmesi, enformasyona çevrilmesi, bilgisayar sistemlerinden tümleşik yararlanma yöntem ve teknik vasıtalarına geniş imkan yaratılmasını zorunlu kılar.

Enformasyonun yanında yer alan önemli unsurlar arasında hammadde, enerji ve emek sayılabilir. Sibernetik teknolojik gelişmenin teknik platformunda oluşturulacak elemanlar-

dan biri haline getirilmiştir. Avrupa Topluluğu kurulduğundan beri bu sorunla ilgilenmiş ve 1984'te başlatılan ESPRIT (Enformasyon Teknolojisinde Avrupa'nın Strateji Araştırma Geliştirme Programı)'na göre bilgisayarda grafik (resim sentez tekniği) yapımını kolaylaştıran bir proje olan supernode projesi için kredi almayı başarmıştır. Son yıllarda Avrupa Topluluğu enformasyon teknolojisi alanında rakipleriyle eşit şartlarda yarışabilmek için teknoloji kapasitesini geliştirmeye büyük önem vermektedir.

Entelektüel etkinlik alanında farklı enformasyon teknolojilerine örnek olarak, geniş olanaklara sahip bilgisayar destekli işlevsel otomasyon deneme komplekslerini (ODK), bilimsel araştırmaların ve sürekli tasarımının otomasyon sistemlerini, enformasyon ağlarını, veri ve bilgi bankalarını, uzman sistemlerini gösterebiliriz. Günümüzde teknik denemeler, deney düzeneklerini bilgisayar ve mikroelektromekanik teknolojisi ile birleştiren deneyel ve kuramsal araştırmalar kompleksidir. Önceden araştırmacı tarafından yerine getirilen çalışmaların bir kısmı, böylelikle enformasyon temelinde alınmış deneyin gelecek yönünü de belirleyen bir unsurdur. Hayata geçirilmesi mümkün olmayan deneyimleri, bilgisayarda modelleştirme yöntemi ile yapmak, hipotezi değerlendirmeye olanakları yaratır.

Bilgisayardan elde edilmiş ODK, aslında zekayı (intelekti) geliştiren bir araçtır. ODK, bilgisayar ağlarından yararlanıyor olmasına karşın, aynı zamanda bilimsel araştırma kurumlarında türlü enformatik hizmetlerinin entegrasyonuna da çevrilebilir. O halde bilgisayarlaraştırma, araştırmaların bütün evrelerinde bilgi aktarım etkinliklerinden başlayarak bilimsel ve teknolojik araştırmaların, süreç (proses) tasarımlarının kontrol sistemlerinin kurulmasına kadar tüm operasyonları gerçekleştirir.

Araştırmaların ilk aşamasından alınan sonuçlar, bilgisayarda dağılımlı veri bankaları şeklinde toplanır. Daha sonra bunlardan yararlanarak matematik modelleme, optimizasyon, optimum süreç tasarımı ve kontrol sistemlerinin algoritmik sentez problemleri, program paketleri yoluyla ardışık olarak hayata geçirilir. Böylece veri bankalarından bütün bilgilerin aktarılması, kabul edilmesi ve işlenmesi, optimum süreç tasarımı (OPT) çerçevesinde, grafik çiziciler ve proje çizen aletler ile yerine getirilir.

Genel olarak entelektüel OPT, "yapay zeka" elemanlarına sahip olmalıdır. Örneğin proje mühendislerine yardım amacıyla, yürütükleri proje alanları ile ilgili olarak bilgi bankaları deneyimli uzman sistemle donatılmalıdır. Uzman sistem OPT'den yararlanan proje mühendisine projenin olası varyantlarının yapılmasında ve bilgisayarın grafik çizicisi de, optimum projenin çizilmesinde bir hayli yardımcı olur. Uzman sistemlerin entelektüel proseslere uygulanması, son derece geniş ve çok çeşitlidir. Bunların örnek uygulaması ola-

rak tıp bilimi enformasyon sistemlerini, (ODK)'yi, (OPT)'yi gösterebiliriz. Uzman sistemlerin yaratılmasında ve uygulanmasında temel amaç, birçok sahada; deneylemede, modelleştirmede ya da proje yapımında çalışan uzmanların deneyimlerini, elde ettikleri sonuçları ve önerdikleri yöntemleri bilgisayarda bilgi bankaları şeklinde istenilen formda toplamaktır. Sonuçta bilgi, şüphesiz daha doğru olacaktır.

Bu alanda Azerbaycan Bilimler Akademisi'nin Petrokimya Prosesleri Enstitüsü'nde bu makalenin yazarının rehberliği doğrultusunda birçok çalışma yapılmıştır. Bu amaçla kimya teknolojisinde bilimsel araştırmaların ve proje süreçlerinin otomatlaştırılması için, çok prosesörlü ve evrelili, birleştirici sistem yaratılmıştır. Burada araştırmaların otomatlaştırılması, üç hiyerarşik düzeyde, sayısal bilgisayarlarla olmaktadır. Sistemin birinci aşamasında, deneylerden alınan veriler, araştırmacının daha doğru ve çabuk olarak yapılmasına olanak verir. Sonuçları bilgisayar ekranına kaydetmek yoluyla araştırılan sürecin parametrelerini, reaksiyon sonucunda elde edilen bileşenlerin miktarlarının değişimini izleyebiliriz. Deney sonuçları, bağlantı hattı ile ikinci ve üçüncü aşamaya; yani diğer bilgisayar komplekslerine götürülür ve veri bankası halinde toplanır. Bu da bize kimyasal süreçlerin matematik modelini kurma olanakları verir.

Üçüncü aşamada ise bu modellerden yararlanarak, reaktörün optimum parametreleri hesaplanır. Böylelikle önceleri birçok araştırmacının büyük zorlukla elde ettiği, bazen de hiç mümkün olmayan işleri, bu sistem büyük bir hızla yerine getirebilir. Sistemin bir başka üstünlüğü de, aynı zamanda birçok araştırmacının özellikle kinetik ve makrokinetik araştırmaların karakterlerinin, katalizör denemeleri ve çağdaş cihazlar yoluyla belirlenmesini, deney düzenekleri ile teknoloji rejimlerinin optimum parametrelerinin hesaplanmasını, onlardan alınan deney verileri temelinde sürecin matematik modellerinin ve kontrol sistemlerinin yaratılmasını olası kılmıştır.

Enstitüde yeni üstün teknolojik süreçlerin bilimsel-teknik enformasyonların, patent araştırmalarına ait veri bankalarının ve otomasyon, enformasyon sistemlerinin yaratılması alanında geniş çaplı çalışmalar yürütülmektedir.

Bu çalışmaların sağladığı olanaklar şunlardır: Geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında enformasyon ve araştırmaların yapılma sürecini 3-5 kez azaltır. Temel araştırmalarda bütünüyle yeni bilgisayar yöntemleri kullanılır. Yeni üstün teknoloji matematik modellemesini, optimum tasarım parametrelerinin hesaplanmasını ve resim teknik projesini gerçekleştirir. Aynı zamanda onların kontrol sistemlerinin sentez algoritmalarını belirler ve hayata geçirilmesine olanak sağlar.

Abdülirza Abilov

A.Ü. Fen. Fak. Kimya Mühendisliği Bölümü



Türkiye'de Mink Yetiştiriciliği

Yaklaşık bir asırdan beri Türkiye'deki yabancı hayvanların yayılış alanları tespit edilmeye çalışılmış; ancak onların taksonomi, ekoloji ve biyolojileri hakkında yeterli araştırmalara yer verilmemiştir. Günümüzde hayvan sayısının giderek azalması nedeniyle bilimsel araştırmaların sağlıklı bir şekilde yapılması oldukça zorlaşmıştır. Türkiye'deki av hayvanları arasında yaban koyunu ve keçisi, kızıl ve ala geyik, ceylan, karaca, yabancı ve sazlık kedisi, karakulak, vaşak, sırtlan, kaya ve ağaç sansarı, su ve bataklık samuru, kurt, tilki, çakal, domuz ve ayının bulunduğu kaydedilmektedir.

Bugün bu türlerin hemen hepsi, gerek habitat daralması; gerekse bilinçsiz avcılık yüzünden tehdit altına girmişlerdir. Olasılıkla son üyesini yaklaşık 20 yıl önce kaybettiğimiz panter gibi ayı türü de, hızla azalmaktadır. Eti için avlanan geyik, ceylan, yaban koyunu ve yaban keçisi koruma altına alınmış türler arasındadır. Yabancı kedi, karakulak, vaşak, sansar, samur ve tilki ise, kürkü için avlanan hayvanların başında gelmektedir. Bütün bu türlerin geleceği, yeni teknolojiye uygun olarak üretilen silahlara meraklı avcılarının insafına bırakılmıştır.

Amerika kıtası keşfedilir edilmez insanlar önce altına, sonra da kürk hayvanlarına hücum etmişler; hatta bu emellerine kızılgerilileri de alet ederek, büyük bir yabancı hayvan katliamı başlatmışlardır. Bir yandan hayvan tuzakçıları ülkede ayak basmadık yer bırakmazlarken, bir yandan da Avrupa'da kürk ticareti ile ilgili yeni şirketler kurulmuştur.

18. ve 19. yüzyılda kürk ticaretinde önemli ölçüde Mustelidae (Sansargiller) familyası kullanılmış ve bunun sonucu olarak asırlı avlanma, Mustela marodon'un bütünüyle yok olmasına neden olmuştur. Aynı şekilde Avrupa'da Mustela lutreola da, yok olma noktasına gelmiştir.

Yabancı hayvan popülasyonlarında görülen asırı azalma, yabancı hayatı ile ilgili bilimsel araştırmaların başlamasını teşvik etmiştir. Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra kürk giymenin gereksiniminden öte moda olduğu yıllarda, ABD'de kürk endüstrisinde büyük bir ilerleme olmuştur. Deri fiyatlarının yüksek olması, ABD'deki yabancı mink, san-

sar, nehir samuru ve kunduz popülasyonlarının hızla azalmasına sebep olmuştur. Bu durum, bilim adamlarının uyarısı doğrultusunda insanları, çiftlikte yetiştirilen hayvanların kürkleriyle yetinmeye kadar götürmüştür. İlk mink çiftliği, 1900'lerde Kanada'da kurulmuştur. 1950 ve 1960'larda, yaygınlaşan mink çiftlikleri, besin maddelerindeki maliyet artışı yüzünden beklenen kürk üretimini sağlayamamışlardır. O sıralarda İskandinav ülkeleri ve Sovyetler Birliği, bu durumdan fazla etkilenmemişlerdir. Yabancı hayvan avcılığı yapan ülkelerin başında ABD gelmiş ve 1977-1978 yıllarında bu ülkede 23 türe mensup toplam 18.8 milyon birey yakalanmıştır.

İngiltere, 1981 yılı itibarıyla 67 çiftlikten toplam 245 000 mink postu elde ederken, Rusya'da satışa çıkarılan yıllık post sayısı, yaklaşık 10 milyonu bulmuştur. Kürk işletmeciliğinde ABD ve Kanada her zaman etkili ülkelerin başında gelmişlerdir.

Başlangıçta, çiftlikten sağlanan kürklerin, yabancı kürk kalitesini tutmadığı görülmüş ve mink yetiştiriciliği bilimsel olarak ele alınmıştır. Bugün yetiştiricilik alanında en iyi verim alınan tür Amerikan minki, *Mustela vison*'dur).



Şekil 1: Amerikan Minki *Mustela vison*

Mustela vison

Bu hayvanlar, çok iyi yüzerler ve uzun süre su altında kalabilirler. Kürkleri, suyun vücuda temasını engelleyen yağlı bir yüzey kısmı ve vücut ısıyı muhafaza eden bir kaide kısmından oluşur. Köprücük kemikleri ve kör bağırsakları yoktur. Kuyruk altında, anal bölgede koku vermeye yarayan bir çift bez bulunur. Hayvan kızdırıldığı zaman, kokarca gibi pis bir koku yayar. Ön ve arka ayaklarda 5'er tane parmak vardır.

Diş formülü, $\frac{3+1+3+3}{3+1+3+3}$; kromozom sayısı, $2n = 30$ 'dur. Yaşamını akarsu ve durgunsu kenarları, kütük ve kaya altları ile küçük inlerde geçirir. Ender olarak kendisine barınak kazar. Kar altın-

da, tünel açarak gezinir. Genelde gece avlanıyor olmalarına karşın, dişi bireyin gündüz beslenme eğilimi daha fazladır. Besin tercihi eşeye bağlı olarak farklılık gösterir. Örneğin erkek birey, tavşan gibi memeli bir hayvan avlarken dişi birey, balıkla beslenmeyi tercih eder. Erkek, dişiye oranla daha iri yapılıdır. Başlıca avlarını memelilerden kirpi, kuzu kuyruğu ve kemirici türleri; kuşlardan martı, kırlangıç, karabatak, çulluk, deniz saksaklı, sülün ve keklik; semender ve kurbağa ile balık türleri; omurgasızlardan Mollusca ve Decapoda türleri oluşturmaktadır. Ağırlıkları 0.5 ila 1 kg arasında değişir.

Mink Islahı

Bugün mink kürklerinde renk çeşitliliği sağlamak; bir batında daha fazla sayıda yavru elde etmek; tutsak yetiştirmeye daha yakın birey üretmek ve daha kısa sürede eşeysel olgunluğa erişirmek amacıyla sayısız bilimsel araştırma yürütülmektedir. Standart koyu kahverengi mink kürkü en çok aranan renktir. Koyu mink rengini, en az 18 genin etkilediği tespit edilmiştir. Bunlardan bir kısmı dominant, diğerleri resesif genlerdir. Çiftlikte yetiştirilen minkin kürk renginde bazı sapmalar olduğundan, doğal rengi yakalamak ve sabitleştirmek amacıyla birçok çaprazlama deneyleri yapılmaktadır. Böylesi çalışmalar mink çiftlikleri arasında rekabetin doğmasına neden olmuştur.

Minkin Beslenmesi

Minkler, akarsu ve durgunsu ile yeterli avın bulunduğu, doğal yaşam ortamlarına benzer bölgelerde, çitle çevrili büyük arazi parçalarına salıvermek yoluyla yetiştirilebildikleri gibi; yarı açık binalardaki özel kafeslerde bireysel olarak ya da kapalı binalarda sürü halinde de yetiştirilmektedirler. Çiftlik minklerinin besinleri, kaliteli olmak zorundadır. Otoburların beslenmeleri, etoburlara oranla daha kolay olmaktadır. Mink gibi etobur hayvanların beslenmesi, zor ve masraflıdır. Minke doğal besin çeşitliliğini aratmayacak besinlerin sağlanması ilk planda gelmektedir.

Dünyada minkler için belirlenen diyet, protein (balık, karaciğer, kaymaksız süt tozu, bira mayası, soya fasulyesi), karbohidrat (çeşitli tahıllar) ve yağ (genellikle domuz yağı)'ın belirli oranlardaki terkiibinden oluşmaktadır. İngiltere'de balık yağı, sakatat, tahıl, süt ürünleri, katı ve sıvı yağlar, mineral ve vitaminlerden oluşan besinler, toprak haline getirilerek minklere yem olarak verilmektedir.



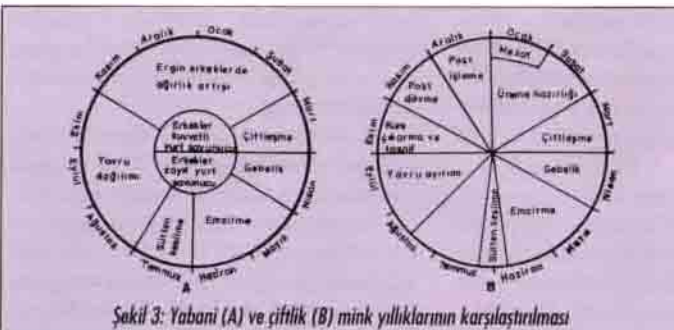
Şekil 2: Yuvasına balık taşıyan bir mink.

Minkin Üremesi

Mink doğal habitatında soliter (tek başına) yaşar. Her birey 1 ila 4 km²'lik bir alanı savunmaktadır. Çiftleşme zamanı bir araya geldiklerinde dişi, hakim duruma gelerek; erkeğin giriş çıkışına izin vermektedir. Çiftlikte ise bireysel hakimiyetin önemi yoktur. Burada sadece doğurganlık, hastalığa dirençlilik, kürk rengi ve kalitesi önemli olmaktadır.

Minkin üreme devresi, çok karmaşıktır. Zira bu dönemde erkek ve dişi birçok defa çiftleşmek zorundadırlar. İlk çiftleşme sonrası hayvan yuvarla bırakır (ovülasyon). Döllenme için ikinci bir çiftleşmeye gerek vardır. Döllenmeyi garantiye almak için dişi, aynı veya farklı erkeklerle belirli aralıklarla birkaç kez çiftleştirilir. Tutsak minkin üremesindeki başarısı, çiftleşme devresinde çiftlik sahibinin eşleri bir araya getirmedeki zamanlamasına bağlı olmaktadır. Çiftleşme zamanı, kızgınlık dönemine bağlı olmak kaydıyla, 3 hafta kadardır. Çiftleşmeden yaklaşık bir ay sonra doğan yavru, 10 ay sonra da eşeysel olgunluğa ulaşır. Yaban hayatında minkin çiftleşme zamanı, Şubat sonu ile Nisan başı arasında değişir. Çiftliklerde ise, postla ilgili tüm işlemleri aynı zamana denk düşürmek amacıyla, Mart'ın ilk haftaları çiftleştirme zamanı olarak seçilmiştir. Bir batında 17 yavru olduğuna dair kayıtlar varsa da, bir dişi ortalama 5 yavru verir.

Minkin doğadaki üreme biyolojisi dikkate alınarak, çiftlikte de aynı faaliyetlerin oluşmasına fırsat verilir. Böylece yavrunun belli süre süt emmesi, süttten kesilmesi ve anneyi terk etmesi, doğal hayatlarında olduğu gibi aynı zaman aralıklarına denk getirilir. Böylece yabani mink yuylığına uyarlanan, "çiftlik mink yuylığı" ortaya çıkmıştır (Şekil 3).



Şekil 3: Yabani (A) ve çiftlik (B) mink yıllıklarının karşılaştırılması

Mink Hastalıkları

Parazitik hastalıklar nedeniyle çiftliklerdeki mink kayıplarını en aza indirmek, hassasiyet ve büyük uğraş gerektirir. Ölmese bile bakımsız bir birey, daima kalitesiz bir kürk sahip olacaktır. Genellikle minkler, kuvvetli ve dirençli hayvanlardır. Yeterli gıda ve su olduğu takdirde, ender olarak hastalanırlar. Zehirlenmelere ve bulaşıcı hastalıklara karşı korunmada besin seçiminin önemli rolü vardır.

Yaban Hayatının Geleceği

Ne hayvan sevgisi ne de çıkarılan kanunlar, hayvanları tuzakla yakalama veya öldürme tutkusunu yenememişlerdir. Kürk talebi asla tükenmeyeceğine göre, avcıya oranla daha merhametli mink çiftliklerini destekleyip korumak, yaban hayatını koruma yolundaki en önemli adımlardan biridir.

Türkiye'de Mink Yetiştiriciliği

Türkiye'de kurulan birkaç mink çiftliği başarı ile varlığını sürdürmektedir. Mink, uzun gün bitkileri gibi, kuzey yarı kürenin en kuzey bölgelerindeki yaşama uyum göstermiştir. O halde Türkiye'de mink yetiştirmek için en ideal bölge, Karadeniz şeridi olacaktır. Değişik nedenler yüzünden Anadolu'nun diğer kesimlerinde de çiftlik kurulacaksa, yüksek rakımlı bölgeler ve dağ etekleri tercih edilmelidir.

Türkiye'de geyik ve yabani keçi gibi minklerin de çevrili bir alana salıverilerek üretilmesi, sonra da avlanması mümkündür. Besin çeşidi ve bolluğu ile coğrafik ve ekolojik olarak en uygun bölge, Bolu ile Sinop arasında bulunmaktadır.

Türkiye'de giysi olarak kürk tüketiminin önümüzdeki 10 ila 20 yıl içinde çok artacağı öngörülmektedir. Böyle bir artış karşılacak ve yaban hayatına nefes alacak kürk üretimi, Türkiye'de kurulacak 200 çiftlikle sağlanabilecektir. Bugün uygun ekolojik şartlara sahip pek çok bölge bulursa da, asıl sorun, minkin besinini sağlamaktır.

En ucuz mink besini olan tavuk sakatları ve mezba artıklarını temin etmek, son derece zordur. Tavuk tüketimi, Avrupa ülkelerine oranla çok gerilerdedir. Daha çok büyük şehirlerde tüketim olduğuna göre, kurulacak çiftliğin buralara yakın olmasına dikkat edilmelidir.



Şekil 4: Kafeste beslenen bir mink.

kara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde, Ankara Memlik köyü yakınındaki bir çiftlikten alınan bir çift mink üzerinde davranış, beslenme ve üreme ile ilgili araştırmalar başlatılmıştır.

Özel kafeslerde, ayrı olarak beslenen minklerin ağırlıkları, verilen besin çeşidi ve miktarları, günlük olarak kaydedilmiştir. Mart ayı ortalarında çiftleşmeleri sağlanmış ve gözlem altında tutulmuşlardır. Mayıs ayında doğum yapması beklenen bireyin, kısır olduğu anlaşılmıştır. Türkiye'de ilk kez mink dışkı örnekleri, mikrobiyolojik yönden incelenmiştir. İlk bulgulara göre erkek bireyde 5 bakteri türü saptanmıştır. Bunlar hemolitik Escherichia coli, Edwardsiella tarda, E. sp., Klebsiella sp. ve Proteus sp. dir. Türkiye'deki mink çiftliklerinin daha verimli hale getirilmesi ve ayakta kalabilmeleri için, biyologlarla yürütülen bilimsel araştırmalara mutlaka yer verilmelidir.



Şekil 5: Kafesle irtibatlı bir yuva

Doç.Dr. İrfan Albayrak
Araş.Gör. Nursel Aşan

A.Ü. Fen Fak. Biyoloji Bölümü, Ankara

Kaynaklar

- Birks, J.D.S., I.J., Linn, Studies of home range of the feral mink, *Mustela vison*, Symp. Zool. Soc. London, 1982.
- Birks, J.D.S., N. Dunstone, A note on prey remains collected from the dens of feral mink (*Mustela vison*) in a coastal habitat, *Notes from the Mammal Society* No. 48, J.Zool., London, 1984.
- Birks, J.D.S., N. Dunstone, Sex-related differences in the diet of the mink *Mustela vison*, *Holarct. Ecol.* 1985.
- Dunstone, N., Underwater hunting behaviour of the mink (*Mustela vison* Schreber): an analysis of constraints on foraging, *Acta Zool., Fennica*, 1983.
- Dunstone, N., J.D.S., Birks, Activity budget and habitat usage by coastal-living mink (*Mustela vison* Schreber), *Acta Zool., Fennica*, 1983.
- Dunstone, N., J.D.S., Birks, The comparative ecology of coastal, Riverine and Lacustrine Mink *Mustela vison* in Britain, 1985.
- Mursaloğlu, B., Türkiye'nin memeli hayvanları, İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Dergisi, 1970.
- Poole, T.B., N. Dunstone, Underwater predatory behaviour of the American mink (*Mustela vison*), *J.Zool., Lond.*, 1976.
- Turan, N., Türkiye'nin büyük ay hayvanları ve sorunları, Türkiye ve Balkan Ülkelerinde Yaban Hayatı, Uluslararası Sempozyum, General Directorate of Forest, Türkiye, 1987.

Bugün Türkiye'deki çiftliklerde yılda 12 ile 15 bin arasında mink üretilmektedir; bir kürk mantosu için 40 ile 60 arasında mink postu kullanılmaktadır.

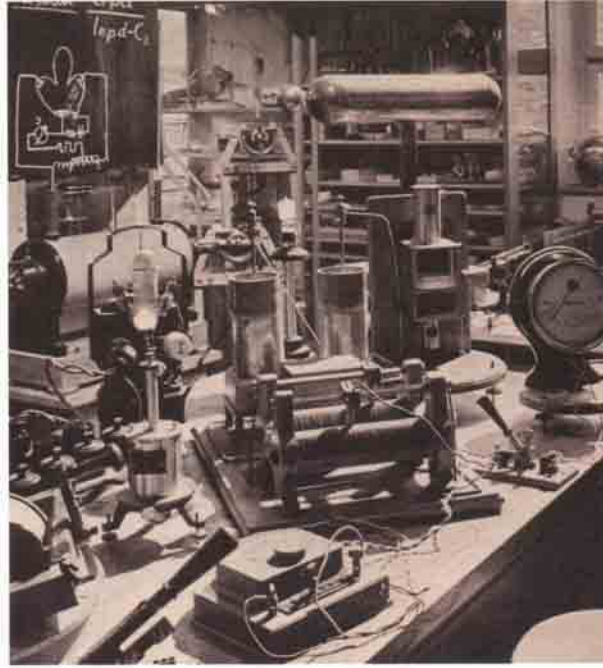
1993 yılı Mart ayında, An-

Fiziksel Bilimlerin Araştırma Yöntemleri

Doğruları elde etmek için bir bilimci nasıl çalışır? Araştırma yöntemleri tarihsel süreç içinde nasıl bir yol izlemiştir? Geçmişte izlenen araştırma yöntemleri ve çözülmeye çalışılan problemler ile günümüzdeki yöntem ve problemler arasında ortak noktalar nelerdir? Bu sorulara yanıt ararken, fizikteki tarihsel gelişmeler ışığında geçmişte bir göz atıp, fiziksel bilimlerin araştırma yöntemlerini ortaya koymaya çalışacağız. Genel olarak konuyu doğa ve evren olup; bunların bilinmezliklerini anlayabilmek için, bilimsel araştırma çalışmalarıyla yeni kuramların geliştirilmesi hızla devam etmektedir. Başlıca araştırma yöntemleri gözlem, deney ve kuramdan oluşur. Fiziksel sistemlerin araştırılmasında kullanılan bilimsel yöntem, insan aklının en güçlü buluşlarından biridir. Bu yöntemin üç temel ögesi vardır; deneylere dayanması, matematiği kullanması ve karmaşık sistemlerin analizinde tümevarım yoluyla en basit modelleri kullanmasıdır.

Fiziksel bilimler ile ilgilenen bilimadamlarının, deneysel temele dayalı yöntem ve matematiksel yöntem olmak üzere iki temel araştırma yönteminden daha çok yararlandıkları görülmüştür. Bu iki genel araştırma yöntemini kesin sınırlarla birbirinden ayırmak mümkün değildir. Deneysel temele dayanan yöntemi benimseyen bilimadamları, çalışmalarında deneysel verilerden yararlanır; deneysel sonuçları sürekli olarak izler ve ilginç bulduklarını geniş kapsamlı bir analize ve tatmin edici bir biçimde yorumlamaya çalışırlar. Geliştirdikleri kuramların, deneysel sonuçlar ile uyumlu olmasına büyük önem verirler. Matematiksel yöntemde ise, mevcut teorilerden yola çıkılarak teori geliştirilir, varsa kusurları ortaya konur veya kusur giderilmeye çalışılır. Mevcut teorisin eleştirisi yapıp, yanlışları giderilmeye çalışırken, teoriye zarar vermemeye, başarılarını yok etmemeye özen gösterilmelidir. Matematiksel yöntem ile deneysel yöntem arasında kesin bir ayırım yapmak zordur. Bu yöntemleri ayrı ayrı kullananlar olduğu gibi, birlikte kullanım da oldukça yaygındır. Benimsenecek yöntem, araştırılacak konuya sıkı sıkıya bağlıdır. Hakkında çok az şey bilinen bir konuda, insanın bir çıkış yolu bulabilmesi için deneysel verilerden yararlanması daha uygun olur. Örnek olarak geçtiğimiz yüzyılda elementlerin periyodik cetvelinin oluşturulmasına bakabiliriz; önce deneysel veriler toplandı ve düzenlendi; sistem yavaş yavaş yapılandıkça ona duyulan güven arttı; elde edilen verilerin sistematığı yapılarak bilinmeyen elementlerin özellikleri tahmin edildi; daha sonra bu elementler doğada teker teker bulundu.

Son zamanlarda benzer bir durum, yüksek enerji fiziğinde veya parçacık fiziğinde görüldü. Bilindiği gibi, element denilen saf maddelerin temel yapı taşları atomlardır; molekül ise, değişik atomların bir arada bağlanması ile oluşur; atomların proton, nötron ve elektronlardan oluştuğu bilinmekle beraber; 1940'lı yıllarda müon ve pionların keşfedilmesi ile bilinen temel parçacık sayısı



artmıştır. Sonraki yıllarda gözlenen temel parçacık sayısı daha da çoğalmış, böylece periyodik cetvele benzeyen bir sistematik geliştirilmiştir. Bu sistematikten bütün özellikleri tahmin edilen, keşfedilmesi gereken pek çok temel parçacık olduğu ortaya çıkmıştır; bunların büyük bir çoğunluğu daha sonra laboratuvarlarda gözlenmiştir.

Bilimsel araştırma çalışmalarında her zaman deney yapma veya deneysel verilerden yararlanma olanağına sahip olamayabiliriz. Kozmoloji gibi, bilimin çok az bilinen bazı dallarında çalışan bilimadamları, bazı varsayımlara dayanarak evren için modeller kurmaya çalışırlar. Bu modellerin dayandığı temel unsurlardan biri, doğa yasalarının evrenin başından beri hep aynı olduğudur. Bu bir varsayımdır, kanıtı elimizde yoktur. Bu nedenle bu tür modellere ihtiyatla yaklaşılmaktadır. Bir konu hakkında bilinenlerin artması, bu alanda bir çalışma zemininin doğması demektir; böylece bu konuda bir matematiksel yöneme gidilebilir. Matematiksel yöntem, sonuçta varılabilecek kuramsal çalışmanın bir matematiksel güzellik ile ifade edilmesidir. Buna olan gereksinim, kurama duyulan bir güven unsuru olarak kabul edilir. Aslında her kuramın matematiksel güzellikte olmasını zorlayan bir neden de yoktur. Örneğin, matematiksel güzellik kavramının evrensel olarak benimsenmesindeki neden, onun sadece deneysel veriler ile uyumlu olması değil, sahip olduğu matematiksel güzelliktir. Doğa yasalarında matematiksel güzellik fikri, evrenin matematik ile ifade edilebileceği gerçeğine dayanır. Matematiksel yöntemi kullanarak bilimsel araştırma yapanların üç ana hedefi vardır: 1) Tutarsızlıkları gidermek, 2) Ayrı olan kuramları birleştirmek, 3) Deneysel verilerden, matematiksel formülasyonlar türetmek ve modeller geliştirmek. Maxwell'in, elektromanyetik teorisinin temel denklemlerine yaptığı katkı, tutarsızlıkları giderme çalışmalarına verilecek en iyi örnektir. Denklemlerdeki tutarsızlığı gören Max-

well, Faraday'ın gözlemlerinden yararlanmış ve yerdeğistirme akımını, Amper Yasası'nın içine yerleştirmişti. Amper Yasası'na yapılan bu ekleme, Elektromanyetik Dalgalar Kuramı'nın doğmasına neden olmuş ve böylece, ışığın bir elektromanyetik dalga olduğu kanıtlanmıştı.

Ayrı olan kuramları birleştirme ile ilgili çalışmalar, uygulamada tatmin edici sonuçlara henüz tam olarak ulaşamamıştır. Günümüz fiziği, doğada dört temel kuvvet olduğunu kabul etmektedir. Bunlar kütle çekim, zayıf çekirdek, elektromanyetik ve kuvvetli çekirdek kuvvetleridir. Einstein'ın başlattığı ve halen devam eden önemli bir çalışma, Genel Görelilik Kuramı ile Kuantumlu Alanlar Kuramı'nın birleştirilmesidir. Bu başarılabılırsa dört temel etkileşme kuvveti, uzay-zamanın dinamik geometrisinin genel kavramları ile betimlenebilecektir. 1968 yılına kadar, bu dört temel kuvvetin uyumsuz olduğu kabul ediliyordu. Abdus Salam ve Stewen Weinberg, elektromanyetik kuvvetler ile zayıf çekirdek kuvvetleri, 1968 yılında bir tek ayar alanında birleştirmeyi başardılar. Böylece evrenin standart modelinin, fotonlar, gluonlar ve $W \pm Z$ parçacıkları ile birbirine bağlanmış kuarklar ve leptonlardan kurulu olarak ortaya çıkması sağlandı; bu çalışma 1979 yılında Nobel Fizik Ödülü'ne layık görüldü.

Deneysel verilere dayanan modeller geliştirilmesi, fiziksel bilimlerde başarı ile uygulanmıştır. Bir örnek olarak, Bohr'un Hidrojen Atomu Kuramı verilebilir. Bohr, açısal momentumun kuantumlu olduğunu varsayarak, elektronun enerjisinin kuantumlu olduğunu göstermiş; buradan da hidrojen atomunun spektrumunu başarılı bir şekilde analiz etmiştir. Dikkat edilirse Bohr, burada hiçbir hesaplama yapmadı. Kimyadaki deneysel sonuçları çok iyi biliyordu ve bunu kullanarak sonucu tahmin etti. Sonradan Bohr'un hipotezlerinin yaklaşık olarak doğru olduğu, kuantum mekaniğinin sonuçları ile de ortaya çıktı. Planck'ın, siyah cisim ışımasının teorisindeki zorlukları gidermek için yaptığı çalışma, kuantum fiziğinin doğmasına yol açtı. Deneysel yöntem, günümüzde de teknolojik gelişmeye paralel olarak problemlere bir çözüm getirmekte ve aşılması gereken yeni problemleri ortaya koymaktadır.

Bugün deneysel olarak çekirdek reaksiyonları ile çok yüksek sıcaklıklara (107 oK) ulaşmak mümkün olduğu halde, bu sıcaklığa dayanabilecek kap malzemesi henüz üretilenmemiştir. Ancak, eskiden çok büyük miktatsızlarla elde edilebilen manyetik alanları, süper iletken miktatsızlar ile kolayca üretililmektedir. Katı hal fiziğinde

deneyel yöntemlerin gelişmesi, özellikle vakum teknolojisi ile ince film araştırmaları, ara yüzeylerin daha iyi anlaşılmasını sağladı. Bunun sonucu olarak gelişen magneto-optik gereçler, birçok yeni bilimsel araştırma problemi ortaya koydu. Süper iletkenlik çalışmaları da çok geniş bir bilimsel topluluk tarafından, sürekli geliştirilmektedir. En son 92° K sıcaklığına kadar ulaşılsa bile, halen oda sıcaklığında süper iletken elde edilmesi başarılamamıştır. Deneyel yöntemlerin büyük aşama kaydettiği diğer bir alan da, yüksek enerji fizikidir. İnşa edilen parçacık hızlandırıcıları ile pek çok kuram, test edilmiştir. Yeni kuşak hızlandırıcıları diye adlandırılan, TeV mertebesinde enerjilere erişebilecek parçacık hızlandırıcıları hedeflenmektedir; böylece bu enerji basamağına özgü yeni temel parçacıkların gözlemlenebileceği beklenmektedir. Bütün bu gelişmeler, 21. yüzyıl teknolojisini yapılandırılabilirliği gibi, kuramları test etme ve yeni problemler yaratma bakımından, bilimsel dinamizmi de beraberinde getirmektedir. Bilimsel araştırmalarda deneyel veya matematiksel yöntemin izlenmesi, seçilen konu ile yakından ilgili olmakla birlikte, bazen de kişiye bağlı olabilir.

Kuantum mekaniğinin keşfinde rol oynayan iki fizikçi, buna iyi örnektir. Modern kuantum mekaniğinin doğuşu sırasında, iki kişinin katkısının çok büyük olduğu görülür; bunlar Heisenberg ve Schrödinger'dir. Deneyel verilere dayalı bir çalışma yapan Heisenberg, hidrojen spektroskopisi ile uğraşırken, geçiş genliklerinin basit birtakım sayı dizileri ile verildiğini farkeder. Daha sonra Heisenberg, Born ve Jordan bir araya gelerek şimdiki matris mekaniğini geliştirmişlerdir; yani kuantum mekaniğini, matrislerin zaman içerisindeki değişimleri cinsinden, bugün bildiğimiz şekliyle formüle etmişlerdir. Schrödinger'in yaklaşımı ise, tamamı ile farklıydı. Aynı yıllarda deneylerle pek yakın temas olmayan Erwin Schrödinger, matematiksel yöntemi kullanarak bir atomun elektronunu tanımlayıp, spektral frekanslarının değerlerini bulmayı başardı. Bu çalışma, fizikte "Schrödinger dalgası denklemi" olarak bilinir. Günümüzde de aynı amaca yönelik başka arayışlar devam etmektedir. Aradan geçen yaklaşık 60 yıl içinde bu denklem ile çelişen bir gözlem bulunamamıştır.

Sonuç olarak söylemek gerekirse kuramcılar, deneyel araştırmaların sonuçları ile yakından ilgilenmelidirler. Araştırma yaptıkları bir konuda, deneylerin sadece bir grubu ile ilgilenmeyip; deneyel gelişmeleri yakından izleyerek, çeşitliliği sağlamalıdır. Kalıcılığı olan, geniş kapsamlı, deneyel verilerle uyumlu ve hatta yeni öngörülerde bulunabilen kuramlar geliştirmek, ancak bu şekilde olasıdır. Böylesi sağlam temeller üzerine yapılan bir kuram, yeni ve ilginç deneylere ışık tutacaktır.

Süleyman Bozdemir ve Yüksel Ufuktepe
Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, Adana

Kaynaklar
Dirac, P.A.M. "Methods in Theoretical Physics" in "From a Life of Physics", World Scientific Publishing, 1989.
Gal-Or, B. "Cosmology, Physics and Philosophy", Springer-Verlag, 1987.

Hepimizi Kandıran Bir Metin: Hekim Andı

"Mesleğimizin saygıdeğer ustası Büyük Hipokrat'ın insanlık yaklaşımını dile getiren bu yüce ahlak ilkeleri, eskimeksizin, günümüze kadar gelmişlerdir. Bir yanda insanlık, öte yanda hekimlik var olduğu sürece, bu ilkelerin hep ayakta kalacağı kesindir." Bu alıntının yapıldığı yazıda sözü edilen "ilkeler" şunlardır: "Tanık tutma", "Mesleğe saygı ve dayanışma", "İnsan hayatına saygı ve kötülüktan sakınma", "İrz ve namusa, insan kişiliğine saygı", "Sır saklama" ve son olarak da "Evrensellik ve yaptırım" (Fuat Aziz Gökse: "Hekim Andı", Türkiye Klinikleri, 1 (1): 88-89 (eylül) 1981).

Hipokrat'ın adı ile bilinen (ve genelde tıp tarihçilerinin onun kaleminden çıktığına inandıkları) metni, yüzyıllar boyu hemen hiç dikkate alınmamıştır. Daha sonraları ise bu metin, örneğin "Hristiyan Avrupa'da" olduğu gibi özü fazlaca değiştirilmeden korunmuş; giriş kısmı, vb. ise uyarlandı; toplumun özelliklerine bağlı olarak değiştirilmiştir. Dünya Tıp Birliği'nin bildirgeleri arasında "Mesleki Bağlılık Yemini" başlığı ile Cenevre Bildirgesi olarak bilinen metnin de, ilk bakışta ayrıntılar göstermekle birlikte, temelde geleneksel hekim andının izlerini önemli ölçüde taşıdığı söylenebilir.

Yazar, öncelikle bir Tıbbi Etik öğretim üyesi olmanın sorumluluğunu duyarak, geleneksel Hekim Andı'na çok karşı olduğunu değişik bağlamlarda dile getirmiştir. Burada özetle şu temel noktalara değinebileceğini düşünmektedir. Günümüzde belki çoğu zaman "Hipokrat Andı" adıyla anılan metinler, tıp etkinliğinin yalnızca tedavi edici yanına yönelik olup; bu etkinliğin

koruyucu hekimlik, halk sağlığı, temel tıp bilimleri ve genelde tıp araştırmaları gibi önceki temel yönlerine; bu arada söz konusu alanın eğitimine hiç değinmemektedirler. Tıbbın bu yönlerindeki değer ya da etik sorunlarının, ilke olarak klinik hekimlikte yaşananlardan daha az önemli olduğunu düşünebilir miyiz? Yine geleneksel andda, örneğin "Bu yüce sanatı bana öğreten öğretmenlerimi, Annem ve Babam gibi sayacağım" ya da "Bütün hekimler kardeşlerim olacaktır" türünden, günümüzde toplumsal ve mesleki geçerliğini kanımca tümüyle yitirmiş olan anlatımlar yer almaktadır.

Çağımızdaki işlevselliği açısından, yalnızca tedavi edici hekimlik söz konusu olduğunda da geleneksel andın, ne ölçüde gerilerde kalmış bir metin olduğu çok açıktır. Çağdaş bilimsel ve teknik gelişmelerin ortaya çıkardığı genetik danışmanlık, organ aktarımları, ölümün saptanması, bitkisel yaşamın sona erdirilmesi, yeni ilaçların ve cerrahi tekniklerin uygulanması gibi birçok durumda, olağan hekim-hasta ilişkisine çok değişik boyutlar eklenmiştir. Andın daha çok simgesel bir metin olduğu, içeriğinin pek önemli olmayabileceği de sıklıkla dile getirilmektedir. Oysa her andda, simgesellik içerik arasında bir anlam bağlantısının bulunması gerektiğini göz ardı edebilir miyiz? Kişi, ne için and içmektedir?

Hekim andıyla ilgili olarak simgeselliğin bir başka yönü ise, kuşkusuz onun somut olarak gerçekleştirildiği törenlerdir. "Bir elin arkadaşının omuzuna konması", "büyük hocanın söylediklerinin hep bir ağızdan yinelenmesi" gibi törensel davranışlar, kanımca görünüşteki ciddiliğine karşın andın, çağımızın gerçeklerinden her yönüyle uzak olduğu gerçeğini gizlemeye yöneliktirler. Bütün bunlara ek olarak, yukarıda konuyla ilgili yazısından alıntı yaptığım öğretim üyemizin, yıl-

lardan beri yürüttüğü ve törenlerinden birinde çekilmiş bir fotoğrafını görüyoruz. Burada büyük bir Türk bayrağı dikkatimizi çekmektedir. Tüm insanlığa yönelik olma niteliğini sürdürdüğü söylenen bu and metninin okunduğu törenlerde, her ülkenin kendi bayrağı yer alacaksa, andın evrenselliği gözardı edilmiş olmaz mı? Böylesi büyük bir çelişkiye yine de (ne yazık ki) şahımlamak gerek. Çünkü durumdaki sorumlu olan bu hocamızın, hekim andlarında genelde yer alan ve "milliyet ırk, renk, sosyal sınıf" gibi düşüncelerin hekimle hastası arasına girmemesi gerektiğini anlatan Evrensellik ya da Ayrıtmı Yapmama ilkesini, yıllar önce "kendini" andından çıkardığını görüyo-



ruz. And metninde yaptığı değişikliklerden biri de şudur: Ülkemizde "kürtajın", belli bir aya kadar gerçekleştirilebildiğini dikkate almış ve çocuk düşürmeme gereğine, "yasal gerekler dışında" koşulunu getirmiştir. Bu da, "yüce ahlak ilkeleri" ile ters düşen başka bir noktadır.

Hipokrat'ın adı ile bilinen; gerçekte ise o zamanın Pisagor tarikatının ahlak ilkelerinin etkisi altında yazılmış olan And, etik açıdan tıp evrimi içindeki en ileri metinlerden biri de değildir. Örneğin İslam toplumundaki bir metinde, hekimin bilgisini yenilemesinin gerekliliği dile getirilken; Hipokrat'tan 2400 yıl önce Mısır'da yazılmış ve bilinen en eski hekim andı olan Imhotep Andında, hekimin hastasından ödeme gücü ölçüsünde para istemesine yer verilmektedir.

Geleneksel hekim andını "biçimine uydurup" korumak, tıp etkinliğini, büyük ölçüde tüketime dayanan tedavi edici hekimlikle özdeşleştirme ve onda sürüp giden durumu ("statüko-yu") savunma işlevini de çok iyi görmektedir. Öncelikli olarak tıbbın iyileştiricilik yönüne değinerek, genel anlamda insanların, öğrenci yakınlarının bireyselliğini; onların "hasta olmaları" durumunu söz konusu eden bugünkü hekim andı, gerçekte hepimizi kandırmaktadır.

Geleneksel and, başlangıçta, öğrencinin eğitimine başladığı günlerde içilirdi. Ben de bu yazının, tıp fakültelerinde eğitimin başladığı dönemde kaleme alınmasının uygun olacağını düşündüm. Andın, çağımızın değerleri ve tıbbi etik anlayışı ile ne ölçüde bağdaştırılabilir bir "etik" metin olduğu konusundaki yargıyı ise okuyucularımıza bırakıyorum.

Yaman Örs

A.Ü. Tıp Fak. Deontoloji Bölümü

Araştırma Faaliyetlerinin Enformasyon Teknolojisi

Çağdaş araştırma ve teknolojik gelişme devrinde gözde olan etkinliklerden biri de, enformasyonun entelektüel etkinliklere geniş yer vermesidir. Bu olmaksızın uygulamalı ve temel araştırmalarda ilerleme olası değildir. Halk ekonomisi hala, temel bilgilerden kaynaklanan zorlukların sıkıntısını yaşamaktadır.

Bugün bilim adamları, bilimin kalitesini yükseltmek ve sanayi ile ilişkisini mükemmelleştirilmek; dış ülkelerle olan ekonomik ilişkileri geliştirilmek ve bazı çalışmaların ortak yürütülmesi üzerinde durmaktadırlar. Böylece temel bilimsel ve kuramsal araştırmaların sonuçlarının, sanayi alanında hayata geçirilmesi, düzenlenmesi, enformasyona çevrilmesi, bilgisayar sistemlerinden tümleşik yararlanma yöntem ve teknik vasıtalarına geniş imkan yaratılmasını zorunlu kılar.

Enformasyonun yanında yer alan önemli unsurlar arasında hammadde, enerji ve emek sayılabilir. Sibernetik teknolojik gelişmenin teknik platformunda oluşturulacak elemanlar-

dan biri haline getirilmiştir. Avrupa Topluluğu kurulduğundan beri bu sorunla ilgilenmiş ve 1984'te başlatılan ESPRIT (Enformasyon Teknolojisinde Avrupa'nın Strateji Araştırma Geliştirme Programı)'na göre bilgisayarda grafik (resim sentez tekniği) yapımını kolaylaştıran bir proje olan supernode projesi için kredi almayı başarmıştır. Son yıllarda Avrupa Topluluğu enformasyon teknolojisi alanında rakipleriyle eşit şartlarda yarışabilmek için teknoloji kapasitesini geliştirmeye büyük önem vermektedir.

Entelektüel etkinlik alanında farklı enformasyon teknolojilerine örnek olarak, geniş olanaklara sahip bilgisayar destekli işlevsel otomasyon deneme komplekslerini (ODK), bilimsel araştırmaların ve sürekli tasarımının otomasyon sistemlerini, enformasyon ağlarını, veri ve bilgi bankalarını, uzman sistemlerini gösterebiliriz. Günümüzde teknik denemeler, deney düzeneklerini bilgisayar ve mikroelekttron teknolojisi ile birleştiren deneyel ve kuramsal araştırmalar kompleksidir. Önceden araştırmacı tarafından yerine getirilen çalışmaların bir kısmı, böylelikle enformasyon temelinde alınmış deneyin gelecek yönünü de belirleyen bir unsurdur. Hayata geçirilmesi mümkün olmayan deneyimleri, bilgisayarda modelleştirme yöntemi ile yapmak, hipotezi değerlendirmeye olanakları yaratır.

Bilgisayardan elde edilmiş ODK, aslında zekayı (intelekti) geliştiren bir araçtır. ODK, bilgisayar ağlarından yararlanıyor olmasına karşın, aynı zamanda bilimsel araştırma kurumlarında türlü enformatik hizmetlerinin entegrasyonuna da çevrilebilir. O halde bilgisayarlaraştırma, araştırmaların bütün evrelerinde bilgi aktarım etkinliklerinden başlayarak bilimsel ve teknolojik araştırmaların, süreç (proses) tasarımlarının kontrol sistemlerinin kurulmasına kadar tüm operasyonları gerçekleştirir.

Araştırmaların ilk aşamasından alınan sonuçlar, bilgisayarda dağılımlı veri bankaları şeklinde toplanır. Daha sonra bunlardan yararlanarak matematik modelleme, optimizasyon, optimum süreç tasarımı ve kontrol sistemlerinin algoritmik sentez problemleri, program paketleri yoluyla ardışık olarak hayata geçirilir. Böylece veri bankalarından bütün bilgilerin aktarılması, kabul edilmesi ve işlenmesi, optimum süreç tasarımı (OPT) çerçevesinde, grafik çiziciler ve proje çizen aletler ile yerine getirilir.

Genel olarak entelektüel OPT, "yapay zeka" elemanlarına sahip olmalıdır. Örneğin proje mühendislerine yardım amacıyla, yürütükleri proje alanları ile ilgili olarak bilgi bankaları deneyimli uzman sistemle donatılmalıdır. Uzman sistem OPT'den yararlanan proje mühendisine projenin olası varyantlarının yapılmasında ve bilgisayarın grafik çizicisi de, optimum projenin çizilmesinde bir hayli yardımcı olur. Uzman sistemlerin entelektüel proseslere uygulanması, son derece geniş ve çok çeşitlidir. Bunların örnek uygulaması ola-

rak tıp bilimi enformasyon sistemlerini, (ODK)'yi, (OPT)'yi gösterebiliriz. Uzman sistemlerin yaratılmasında ve uygulanmasında temel amaç, birçok sahada; deneylemede, modelleştirmede ya da proje yapımında çalışan uzmanların deneyimlerini, elde ettikleri sonuçları ve önerdikleri yöntemleri bilgisayarda bilgi bankaları şeklinde istenilen formda toplamaktır. Sonuçta bilgi, şüphesiz daha doğru olacaktır.

Bu alanda Azerbaycan Bilimler Akademisi'nin Petrokimya Prosesleri Enstitüsü'nde bu makalenin yazarının rehberliği doğrultusunda birçok çalışma yapılmıştır. Bu amaçla kimya teknolojisinde bilimsel araştırmaların ve proje süreçlerinin otomatlaştırılması için, çok prosesörlü ve evrelili, birleştirici sistem yaratılmıştır. Burada araştırmaların otomatlaştırılması, üç hiyerarşik düzeyde, sayısal bilgisayarlarla olmaktadır. Sistemin birinci aşamasında, deneylerden alınan veriler, araştırmacının daha doğru ve çabuk olarak yapılmasına olanak verir. Sonuçları bilgisayar ekranına kaydetmek yoluyla araştırılan sürecin parametrelerini, reaksiyon sonucunda elde edilen bileşenlerin miktarlarının değişimini izleyebiliriz. Deney sonuçları, bağlantı hattı ile ikinci ve üçüncü aşamaya; yani diğer bilgisayar komplekslerine götürülür ve veri bankası halinde toplanır. Bu da bize kimyasal süreçlerin matematik modelini kurma olanakları verir.

Üçüncü aşamada ise bu modellerden yararlanarak, reaktörün optimum parametreleri hesaplanır. Böylelikle önceleri birçok araştırmacının büyük zorlukla elde ettiği, bazen de hiç mümkün olmayan işleri, bu sistem büyük bir hızla yerine getirebilir. Sistemin bir başka üstünlüğü de, aynı zamanda birçok araştırmacının özellikle kinetik ve makrokinetik araştırmaların karakterlerinin, katalizör denemeleri ve çağdaş cihazlar yoluyla belirlenmesini, deney düzenekleri ile teknoloji rejimlerinin optimum parametrelerinin hesaplanmasını, onlardan alınan deney verileri temelinde sürecin matematik modellerinin ve kontrol sistemlerinin yaratılmasını olası kılmıştır.

Enstitüde yeni üstün teknolojik süreçlerin bilimsel-teknik enformasyonların, patent araştırmalarına ait veri bankalarının ve otomasyon, enformasyon sistemlerinin yaratılması alanında geniş çaplı çalışmalar yürütülmektedir.

Bu çalışmaların sağladığı olanaklar şunlardır: Geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında enformasyon ve araştırmaların yapılma sürecini 3-5 kez azaltır. Temel araştırmalarda bütünüyle yeni bilgisayar yöntemleri kullanılır. Yeni üstün teknoloji matematik modellemesini, optimum tasarım parametrelerinin hesaplanmasını ve resim teknik projesini gerçekleştirir. Aynı zamanda onların kontrol sistemlerinin sentez algoritmalarını belirler ve hayata geçirilmesine olanak sağlar.

Abdülirza Abilov

A.Ü. Fen. Fak. Kimya Mühendisliği Bölümü



Türkiye'de Mink Yetiştiriciliği

Yaklaşık bir asırdan beri Türkiye'deki yabancı hayvanların yayılış alanları tespit edilmeye çalışılmış; ancak onların taksonomi, ekoloji ve biyolojileri hakkında yeterli araştırmalara yer verilmemiştir. Günümüzde hayvan sayısının giderek azalması nedeniyle bilimsel araştırmaların sağlıklı bir şekilde yapılması oldukça zorlaşmıştır. Türkiye'deki av hayvanları arasında yaban koyunu ve keçisi, kızıl ve ala geyik, ceylan, karaca, yabancı ve sazlık kedisi, karakulak, vaşak, sırtlan, kaya ve ağaç sansarı, su ve bataklık samuru, kurt, tilki, çakal, domuz ve ayının bulunduğu kaydedilmektedir.

Bugün bu türlerin hemen hepsi, gerek habitat daralması; gerekse bilinçsiz avcılık yüzünden tehdit altına girmişlerdir. Olasılıkla son üyesini yaklaşık 20 yıl önce kaybettiğimiz panter gibi ayı türü de, hızla azalmaktadır. Eti için avlanan geyik, ceylan, yaban koyunu ve yaban keçisi koruma altına alınmış türler arasındadır. Yabancı kedi, karakulak, vaşak, sansar, samur ve tilki ise, kürkü için avlanan hayvanların başında gelmektedir. Bütün bu türlerin geleceği, yeni teknolojiye uygun olarak üretilen silahlara meraklı avcılarının insafına bırakılmıştır.

Amerika kıtası keşfedilir edilmez insanlar önce altına, sonra da kürk hayvanlarına hücum etmişler; hatta bu emellerine kızılderilileri de alet ederek, büyük bir yabancı hayvan katliamı başlatmışlardır. Bir yandan hayvan tuzakçıları ülkede ayak basmadık yer bırakmazlarken, bir yandan da Avrupa'da kürk ticareti ile ilgili yeni şirketler kurulmuştur.

18. ve 19. yüzyılda kürk ticaretinde önemli ölçüde Mustelidae (Sansargiller) familyası kullanılmış ve bunun sonucu olarak aşırı avlanma, Mustela marodon'un bütünüyle yok olmasına neden olmuştur. Aynı şekilde Avrupa'da Mustela lutreola da, yok olma noktasına gelmiştir.

Yabancı hayvan popülasyonlarında görülen aşırı azalma, yabancı hayatı ile ilgili bilimsel araştırmaların başlamasını teşvik etmiştir. Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra kürk giymenin gereksiniminden öte moda olduğu yıllarda, ABD'de kürk endüstrisinde büyük bir ilerleme olmuştur. Deri fiyatlarının yüksek olması, ABD'deki yabancı mink, san-

sar, nehir samuru ve kunduz popülasyonlarının hızla azalmasına sebep olmuştur. Bu durum, bilim adamlarının uyarısı doğrultusunda insanları, çiftlikte yetiştirilen hayvanların kürkleriyle yetinmeye kadar götürmüştür. İlk mink çiftliği, 1900'lerde Kanada'da kurulmuştur. 1950 ve 1960'larda, yaygınlaşan mink çiftlikleri, besin maddelerindeki maliyet artışı yüzünden beklenen kürk üretimini sağlayamamışlardır. O sıralarda İskandinav ülkeleri ve Sovyetler Birliği, bu durumdan fazla etkilenmemişlerdir. Yabancı hayvan avcılığı yapan ülkelerin başında ABD gelmiş ve 1977-1978 yıllarında bu ülkede 23 türe mensup toplam 18.8 milyon birey yakalanmıştır.

İngiltere, 1981 yılı itibarıyla 67 çiftlikten toplam 245 000 mink postu elde ederken, Rusya'da satışa çıkarılan yıllık post sayısı, yaklaşık 10 milyonu bulmuştur. Kürk işletmeciliğinde ABD ve Kanada her zaman etkili ülkelerin başında gelmişlerdir.

Başlangıçta, çiftlikten sağlanan kürklerin, yabancı kürk kalitesini tutmadığı görülmüş ve mink yetiştiriciliği bilimsel olarak ele alınmıştır. Bugün yetiştiricilik alanında en iyi verim alınan tür Amerikan minki, *Mustela vison*'dur).



Şekil 1: Amerikan Minki *Mustela vison*

Mustela vison

Bu hayvanlar, çok iyi yüzerler ve uzun süre su altında kalabilirler. Kürkleri, suyun vücuda temasını engelleyen yağlı bir yüzey kısmı ve vücut ısıyı muhafaza eden bir kaide kısmından oluşur. Köprücük kemikleri ve kör bağırsakları yoktur. Kuyruk altında, anal bölgede koku vermeye yarayan bir çift bez bulunur. Hayvan kızdırıldığı zaman, kokarca gibi pis bir koku yayar. Ön ve arka ayaklarda 5'er tane parmak vardır.

Diş formülü, $\frac{3+1+3+3}{3+1+3+3}$; kromozom sayısı, $2n = 30$ 'dur. Yaşamını akarsu ve durgunsu kenarları, kütük ve kaya altları ile küçük inlerde geçirir. Ender olarak kendisine barınak kazar. Kar altın-

da, tünel açarak gezinir. Genelde gece avlanıyor olmalarına karşın, dişi bireyin gündüz beslenme eğilimi daha fazladır. Besin tercihi eşeye bağlı olarak farklılık gösterir. Örneğin erkek birey, tavşan gibi memeli bir hayvan avlarken dişi birey, balıkla beslenmeyi tercih eder. Erkek, dişiye oranla daha iri yapılıdır. Başlıca avlarını memelilerden kirpi, kuzu kuyruğu ve kemirici türleri; kuşlardan martı, kırlangıç, karabatak, çulluk, deniz saksakana, sülün ve keklik; semender ve kurbağa ile balık türleri; omurgasızlardan Mollusca ve Decapoda türleri oluşturmaktadır. Ağırlıkları 0.5 ila 1 kg arasında değişir.

Mink Islahı

Bugün mink kürklerinde renk çeşitliliği sağlamak; bir batında daha fazla sayıda yavru elde etmek; tutsak yetiştirmeye daha yakın birey üretmek ve daha kısa sürede eşeysel olgunluğa erişirmek amacıyla sayısız bilimsel araştırma yürütülmektedir. Standart koyu kahverengi mink kürkü en çok aranan renktir. Koyu mink rengini, en az 18 genin etkilediği tespit edilmiştir. Bunlardan bir kısmı dominant, diğerleri resesif genlerdir. Çiftlikte yetiştirilen minkin kürk renginde bazı sapmalar olduğundan, doğal rengi yakalamak ve sabitleştirmek amacıyla birçok çaprazlama deneyleri yapılmaktadır. Böylesi çalışmalar mink çiftlikleri arasında rekabetin doğmasına neden olmuştur.

Minkin Beslenmesi

Minkler, akarsu ve durgunsu ile yeterli avın bulunduğu, doğal yaşam ortamlarına benzer bölgelerde, çitle çevrili büyük arazi parçalarına salıvermek yoluyla yetiştirilebildikleri gibi; yarı açık binalardaki özel kafeslerde bireysel olarak ya da kapalı binalarda sürü halinde de yetiştirilmektedirler. Çiftlik minklerinin besinleri, kaliteli olmak zorundadır. Otoburların beslenmeleri, etoburlara oranla daha kolay olmaktadır. Mink gibi etobur hayvanların beslenmesi, zor ve masraflıdır. Minke doğal besin çeşitliliğini aratmayacak besinlerin sağlanması ilk planda gelmektedir.

Dünyada minkler için belirlenen diyet, protein (balık, karaciğer, kaymaksız süt tozu, bira mayası, soya fasulyesi), karbohidrat (çeşitli tahıllar) ve yağ (genellikle domuz yağı)'ın belirli oranlardaki terkiibinden oluşmaktadır. İngiltere'de balık yağı, sakatat, tahıl, süt ürünleri, katı ve sıvı yağlar, mineral ve vitaminlerden oluşan besinler, topak haline getirilerek minklere yem olarak verilmektedir.



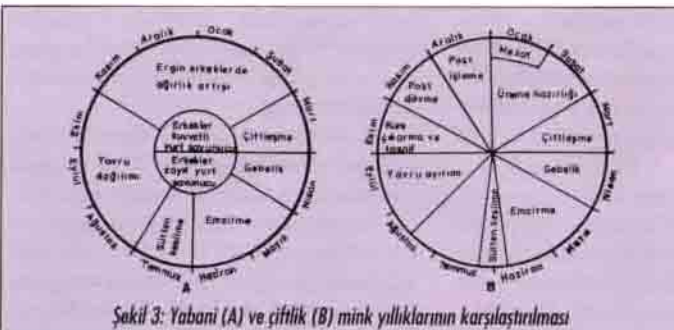
Şekil 2: Yuvasına balık taşıyan bir mink.

Minkin Üremesi

Mink doğal habitatında soliter (tek başına) yaşar. Her birey 1 ila 4 km²'lik bir alanı savunmaktadır. Çiftleşme zamanı bir araya geldiklerinde dişi, hakim duruma gelerek; erkeğin giriş çıkışına izin vermektedir. Çiftlikte ise bireysel hakimiyetin önemi yoktur. Burada sadece doğurganlık, hastalığa dirençlilik, kürk rengi ve kalitesi önemli olmaktadır.

Minkin üreme devresi, çok karmaşıktır. Zira bu dönemde erkek ve dişi birçok defa çiftleşmek zorundadırlar. İlk çiftleşme sonrası hayvan yuvarla bırakır (ovülasyon). Döllenme için ikinci bir çiftleşmeye gerek vardır. Döllenmeyi garantiye almak için dişi, aynı veya farklı erkeklerle belirli aralıklarla birkaç kez çiftleştirilir. Tutsak minkin üremesindeki başarısı, çiftleşme devresinde çiftlik sahibinin eşleri bir araya getirmedeki zamanlamasına bağlı olmaktadır. Çiftleşme zamanı, kızgınlık dönemine bağlı olmak kaydıyla, 3 hafta kadardır. Çiftleşmeden yaklaşık bir ay sonra doğan yavru, 10 ay sonra da eşeysel olgunluğa ulaşır. Yaban hayatında minkin çiftleşme zamanı, Şubat sonu ile Nisan başı arasında değişir. Çiftliklerde ise, postla ilgili tüm işlemleri aynı zamana denk düşürmek amacıyla, Mart'ın ilk haftaları çiftleştirme zamanı olarak seçilmiştir. Bir batında 17 yavru olduğuna dair kayıtlar varsa da, bir dişi ortalama 5 yavru verir.

Minkin doğadaki üreme biyolojisi dikkate alınarak, çiftlikte de aynı faaliyetlerin oluşmasına fırsat verilir. Böylece yavrunun belli süre süt emmesi, süttten kesilmesi ve anneyi terk etmesi, doğal hayatlarında olduğu gibi aynı zaman aralıklarına denk getirilir. Böylece yabani mink yuylığına uyarlanan, "çiftlik mink yuylığı" ortaya çıkmıştır (Şekil 3).



Şekil 3: Yabani (A) ve çiftlik (B) mink yıllıklarının karşılaştırılması

Mink Hastalıkları

Parazitik hastalıklar nedeniyle çiftliklerdeki mink kayıplarını en aza indirmek, hassasiyet ve büyük uğraş gerektirir. Ölmese bile bakımsız bir birey, daima kalitesiz bir kürk sahip olacaktır. Genellikle minkler, kuvvetli ve dirençli hayvanlardır. Yeterli gıda ve su olduğu takdirde, ender olarak hastalanırlar. Zehirlenmelere ve bulaşıcı hastalıklara karşı korunmada besin seçiminin önemli rolü vardır.

Yaban Hayatının Geleceği

Ne hayvan sevgisi ne de çıkarılan kanunlar, hayvanları tuzakla yakalama veya öldürme tutkusunu yenememişlerdir. Kürk talebi asla tükenmeyeceğine göre, avcıya oranla daha merhametli mink çiftliklerini destekleyip korumak, yaban hayatını koruma yolundaki en önemli adımlardan biridir.

Türkiye'de Mink Yetiştiriciliği

Türkiye'de kurulan birkaç mink çiftliği başarı ile varlığını sürdürmektedir. Mink, uzun gün bitkileri gibi, kuzey yarı kürenin en kuzey bölgelerindeki yaşama uyum göstermiştir. O halde Türkiye'de mink yetiştirmek için en ideal bölge, Karadeniz şeridi olacaktır. Değişik nedenler yüzünden Anadolu'nun diğer kesimlerinde de çiftlik kurulacaksa, yüksek rakımlı bölgeler ve dağ etekleri tercih edilmelidir.

Türkiye'de geyik ve yabani keçi gibi minklerin de çevrili bir alana salıverilerek üretilmesi, sonra da avlanması mümkündür. Besin çeşidi ve bolluğu ile coğrafik ve ekolojik olarak en uygun bölge, Bolu ile Sinop arasında bulunmaktadır.

Türkiye'de giysi olarak kürk tüketiminin önümüzdeki 10 ila 20 yıl içinde çok artacağı öngörülmektedir. Böyle bir artış karşılacak ve yaban hayatına nefes alacak kürk üretimi, Türkiye'de kurulacak 200 çiftlikle sağlanabilecektir. Bugün uygun ekolojik şartlara sahip pek çok bölge bulunsun da, asıl sorun, minkin besinini sağlamaktır.

En ucuz mink besini olan tavuk sakatları ve mezba artıklarını temin etmek, son derece zordur. Tavuk tüketimi, Avrupa ülkelerine oranla çok gerilerdedir. Daha çok büyük şehirlerde tüketim olduğuna göre, kurulacak çiftliğin buralara yakın olmasına dikkat edilmelidir.

Bugün Türkiye'deki çiftliklerde yılda 12 ile 15 bin arasında mink üretilmektedir; bir kürk mantosu için 40 ile 60 arasında mink postu kullanılmaktadır.

1993 yılı Mart ayında, An-

kara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde, Ankara Memlik köyü yakınındaki bir çiftlikten alınan bir çift mink üzerinde davranış, beslenme ve üreme ile ilgili araştırmalar başlatılmıştır.

Özel kafeslerde, ayrı olarak beslenen minklerin ağırlıkları, verilen besin çeşidi ve miktarları, günlük olarak kaydedilmiştir. Mart ayı ortalarında çiftleşmeleri sağlanmış ve gözlem altında tutulmuşlardır. Mayıs ayında doğum yapması beklenen bireyin, kısır olduğu anlaşılmıştır. Türkiye'de ilk kez mink dışkı örnekleri, mikrobiyolojik yönden incelenmiştir. İlk bulgulara göre erkek bireyde 5 bakteri türü saptanmıştır. Bunlar hemolitik Escherichia coli, Edwardsiella tarda, E. sp., Klebsiella sp. ve Proteus sp. dir. Türkiye'deki mink çiftliklerinin daha verimli hale getirilmesi ve ayakta kalabilmeleri için, biyologlarla yürütülen bilimsel araştırmalara mutlaka yer verilmelidir.



Şekil 4: Kafeste beslenen bir mink.



Şekil 5: Kafesle irtibatlı bir yuva

Doç.Dr. İrfan Albayrak
Araş.Gör. Nursel Aşan

A.Ü. Fen Fak. Biyoloji Bölümü, Ankara

Kaynaklar

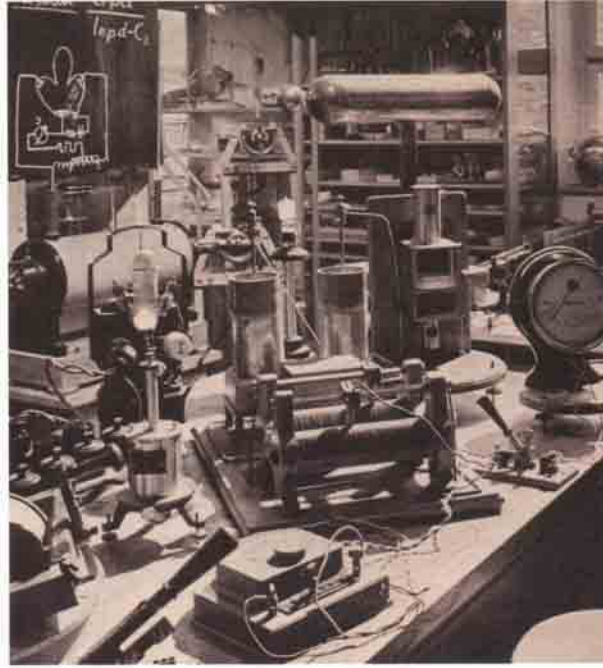
- Birks, J.D.S., I.J., Linn, Studies of home range of the feral mink, *Mustela vison*, Symp. Zool. Soc. London, 1982.
- Birks, J.D.S., N. Dunstone, A note on prey remains collected from the dens of feral mink (*Mustela vison*) in a coastal habitat, *Notes from the Mammal Society* No. 48. J.Zool., London, 1984.
- Birks, J.D.S., N. Dunstone, Sex-related differences in the diet of the mink *Mustela vison*, *Holarct. Ecol.* 1985.
- Dunstone, N., Underwater hunting behaviour of the mink (*Mustela vison* Schreber): an analysis of constraints on foraging, *Acta Zool., Fennica*, 1983.
- Dunstone, N., J.D.S., Birks, Activity budget and habitat usage by coastal-living mink (*Mustela vison* Schreber), *Acta Zool., Fennica*, 1983.
- Dunstone, N., J.D.S., Birks, The comparative ecology of coastal, Riverine and Lacustrine Mink *Mustela vison* in Britain, 1985.
- Mursaloğlu, B., Türkiye'nin memeli hayvanları, İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Dergisi, 1970.
- Poole, T.B., N. Dunstone, Underwater predatory behaviour of the American mink (*Mustela vison*), *J.Zool., Lond.*, 1976.
- Turan, N., Türkiye'nin büyük ay hayvanları ve sorunları, Türkiye ve Balkan Ülkelerinde Yaban Hayatı, Uluslararası Sempozyum, General Directorate of Forest, Türkiye, 1987.

Fiziksel Bilimlerin Araştırma Yöntemleri

Doğruları elde etmek için bir bilimci nasıl çalışır? Araştırma yöntemleri tarihsel süreç içinde nasıl bir yol izlemiştir? Geçmişte izlenen araştırma yöntemleri ve çözülmeye çalışılan problemler ile günümüzdeki yöntem ve problemler arasında ortak noktalar nelerdir? Bu sorulara yanıt ararken, fizikteki tarihsel gelişmeler ışığında geçmişte bir göz atıp, fiziksel bilimlerin araştırma yöntemlerini ortaya koymaya çalışacağız. Genel olarak konuyu doğa ve evren olup; bunların bilinmezliklerini anlayabilmek için, bilimsel araştırma çalışmalarıyla yeni kuramların geliştirilmesi hızla devam etmektedir. Başlıca araştırma yöntemleri gözlem, deney ve kuramdan oluşur. Fiziksel sistemlerin araştırılmasında kullanılan bilimsel yöntem, insan aklının en güçlü buluşlarından biridir. Bu yöntemin üç temel ögesi vardır; deneylere dayanması, matematiği kullanması ve karmaşık sistemlerin analizinde tümevarım yoluyla en basit modelleri kullanmasıdır.

Fiziksel bilimlerle ilgilenen bilimadamlarının, deneysel temele dayalı yöntem ve matematiksel yöntem olmak üzere iki temel araştırma yönteminden daha çok yararlandıkları görülmüştür. Bu iki genel araştırma yöntemini kesin sınırlarla birbirinden ayırmak mümkün değildir. Deneysel temele dayanan yöntemi benimseyen bilimadamları, çalışmalarında deneysel verilerden yararlanır; deneysel sonuçları sürekli olarak izler ve ilginç bulduklarını geniş kapsamlı bir analize ve tatmin edici bir biçimde yorumlamaya çalışırlar. Geliştirdikleri kuramların, deneysel sonuçlar ile uyumlu olmasına büyük önem verirler. Matematiksel yöntemde ise, mevcut teorilerden yola çıkılarak teori geliştirilir, varsa kusurları ortaya konur veya kusur giderilmeye çalışılır. Mevcut teorisin eleştirisi yapılır, yanlışları giderilmeye çalışılırken, teoriye zarar vermemeye, başarılarını yok etmemeye özen gösterilmelidir. Matematiksel yöntem ile deneysel yöntem arasında kesin bir ayırım yapmak zordur. Bu yöntemleri ayrı ayrı kullananlar olduğu gibi, birlikte kullanım da oldukça yaygındır. Benimsenecek yöntem, araştırılacak konuya sıkı sıkıya bağlıdır. Hakkında çok az şey bilinen bir konuda, insanın bir çıkış yolu bulabilmesi için deneysel verilerden yararlanması daha uygun olur. Örnek olarak geçtiğimiz yüzyılda elementlerin periyodik cetvelinin oluşturulmasına bakabiliriz; önce deneysel veriler toplandı ve düzenlendi; sistem yavaş yavaş yapılandıkça ona duyulan güven arttı; elde edilen verilerin sistematigi yapılarak bilinmeyen elementlerin özellikleri tahmin edildi; daha sonra bu elementler doğada teker teker bulundu.

Son zamanlarda benzer bir durum, yüksek enerji fiziğinde veya parçacık fiziğinde görüldü. Bilindiği gibi, element denilen saf maddelerin temel yapı taşları atomlardır; molekül ise, değişik atomların bir arada bağlanması ile oluşur; atomların proton, nötron ve elektronlardan oluştuğu bilinmekle beraber; 1940'lı yıllarda müon ve pionların keşfedilmesi ile bilinen temel parçacık sayısı



artmıştır. Sonraki yıllarda gözlenen temel parçacık sayısı daha da çoğalmış, böylece periyodik cetvele benzeyen bir sistematik geliştirilmiştir. Bu sistematikten bütün özellikleri tahmin edilen, keşfedilmesi gereken pek çok temel parçacık olduğu ortaya çıkmıştır; bunların büyük bir çoğunluğu daha sonra laboratuvarlarda gözlenmiştir.

Bilimsel araştırma çalışmalarında her zaman deney yapma veya deneysel verilerden yararlanma olanağına sahip olamayabiliriz. Kozmoloji gibi, bilimin çok az bilinen bazı dallarında çalışan bilimadamları, bazı varsayımlara dayanarak evren için modeller kurmaya çalışırlar. Bu modellerin dayandığı temel unsurlardan biri, doğa yasalarının evrenin başından beri hep aynı olduğudur. Bu bir varsayımdır, kanıtı elimizde yoktur. Bu nedenle bu tür modellere ihtiyatla yaklaşılmaktadır. Bir konu hakkında bilinenlerin artması, bu alanda bir çalışma zemininin doğması demektir; böylece bu konuda bir matematiksel yönetime gidilebilir. Matematiksel yöntem, sonuçta varılabilecek kuramsal çalışmanın bir matematiksel güzellik ile ifade edilmesidir. Buna olan gereksinim, kurama duyulan bir güven unsuru olarak kabul edilir. Aslında her kuramın matematiksel güzellikte olmasını zorlayan bir neden de yoktur. Örneğin, matematiksel güzellik kavramının evrensel olarak benimsenmesindeki neden, onun sadece deneysel veriler ile uyumlu olması değil, sahip olduğu matematiksel güzelliğidir. Doğa yasalarında matematiksel güzellik fikri, evrenin matematik ile ifade edilebileceği gerçeğine dayanır. Matematiksel yöntemi kullanarak bilimsel araştırma yapanların üç ana hedefi vardır: 1) Tutarsızlıkları gidermek, 2) Ayrı olan kuramları birleştirmek, 3) Deneysel verilerden, matematiksel formüllerden türetmek ve modeller geliştirmek. Maxwell'in, elektromanyetik teorisinin temel denklemlerine yaptığı katkı, tutarsızlıkları giderme çalışmalarına verilecek en iyi örnektir. Denklemlerdeki tutarsızlığı gören Max-

well, Faraday'ın gözlemlerinden yararlanmış ve yerdeğistirme akımını, Amper Yasası'nın içine yerleştirmişti. Amper Yasası'na yapılan bu ekleme, Elektromanyetik Dalgalar Kuramı'nın doğmasına neden olmuş ve böylece, ışığın bir elektromanyetik dalga olduğu kanıtlanmıştı.

Ayrı olan kuramları birleştirmek ile ilgili çalışmalar, uygulamada tatmin edici sonuçlara henüz tam olarak ulaşamamıştır. Günümüz fiziği, doğada dört temel kuvvet olduğunu kabul etmektedir. Bunlar kütle çekim, zayıf çekirdek, elektromanyetik ve kuvvetli çekirdek kuvvetleridir. Einstein'ın başlattığı ve halen devam eden önemli bir çalışma, Genel Görelilik Kuramı ile Kuantumlu Alanlar Kuramı'nın birleştirilmesidir. Bu başarılabılırsa dört temel etkileşme kuvveti, uzay-zamanın dinamik geometrisinin genel kavramları ile betimlenebilecektir. 1968 yılına kadar, bu dört temel kuvvetin uyumsuz olduğu kabul ediliyordu. Abdus Salam ve Steven Weinberg, elektromanyetik kuvvetler ile zayıf çekirdek kuvvetleri, 1968 yılında bir tek ayar alanında birleştirmeyi başardılar. Böylece evrenin standart modelinin, fotonlar, gluonlar ve $W \pm Z$ parçacıkları ile birbirine bağlanmış kuarklar ve leptonlardan kurulu olarak ortaya çıkması sağlandı; bu çalışma 1979 yılında Nobel Fizik Ödülü'ne layık görüldü.

Deneysel verilere dayanan modeller geliştirilmesi, fiziksel bilimlerde başarı ile uygulanmıştır. Bir örnek olarak, Bohr'un Hidrojen Atomu Kuramı verilebilir. Bohr, açısal momentumun kuantumlu olduğunu varsayarak, elektronun enerjisinin kuantumlu olduğunu göstermiş; buradan da hidrojen atomunun spektrumunu başarılı bir şekilde analiz etmiştir. Dikkat edilirse Bohr, burada hiçbir hesaplama yapmadı. Kimyadaki deneysel sonuçları çok iyi biliyordu ve bunu kullanarak sonucu tahmin etti. Sonradan Bohr'un hipotezlerinin yaklaşık olarak doğru olduğu, kuantum mekaniğinin sonuçları ile de ortaya çıktı. Planck'ın, siyah cisim ışımasının teorisindeki zorlukları gidermek için yaptığı çalışma, kuantum fiziğinin doğmasına yol açtı. Deneysel yöntem, günümüzde de teknolojik gelişmeye paralel olarak problemlere bir çözüm getirmekte ve aşılması gereken yeni problemleri ortaya koymaktadır.

Bugün deneysel olarak çekirdek reaksiyonları ile çok yüksek sıcaklıklara (107 oK) ulaşmak mümkün olduğu halde, bu sıcaklığa dayanabilecek kap malzemesi henüz üretilmemiştir. Ancak, eskiden çok büyük miktatlarla elde edilebilen manyetik alanları, süper iletken miktatlar ile kolayca üretilmektedir. Katı hal fiziğinde

deneyel yöntemlerin gelişmesi, özellikle vakum teknolojisi ile ince film araştırmaları, ara yüzeylerin daha iyi anlaşılmasını sağladı. Bunun sonucu olarak gelişen magneto-optik gereçler, birçok yeni bilimsel araştırma problemi ortaya koydu. Süper iletkenlik çalışmaları da çok geniş bir bilimsel topluluk tarafından, sürekli geliştirilmektedir. En son 92° K sıcaklığına kadar ulaşılsa bile, halen oda sıcaklığında süper iletken elde edilmesi başarılamamıştır. Deneyel yöntemlerin büyük aşama kaydettiği diğer bir alan da, yüksek enerji fizikidir. İnşa edilen parçacık hızlandırıcıları ile pek çok kuram, test edilmiştir. Yeni kuşak hızlandırıcıları diye adlandırılan, TeV mertebesinde enerjilere erişebilecek parçacık hızlandırıcıları hedeflenmektedir; böylece bu enerji basamağına özgü yeni temel parçacıkların gözlemlenebileceği beklenmektedir. Bütün bu gelişmeler, 21. yüzyıl teknolojisini yapılandırılabilirliği gibi, kuramları test etme ve yeni problemler yaratma bakımından, bilimsel dinamizmi de beraberinde getirmektedir. Bilimsel araştırmalarda deneyel veya matematiksel yöntemin izlenmesi, seçilen konu ile yakından ilgili olmakla birlikte, bazen de kişiye bağlı olabilir.

Kuantum mekaniğinin keşfinde rol oynayan iki fizikçi, buna iyi örnektir. Modern kuantum mekaniğinin doğuşu sırasında, iki kişinin katkısının çok büyük olduğu görülür; bunlar Heisenberg ve Schrödinger'dir. Deneyel verilere dayalı bir çalışma yapan Heisenberg, hidrojen spektroskopisi ile uğraşırken, geçiş genliklerinin basit birtakım sayı dizileri ile verildiğini farkeder. Daha sonra Heisenberg, Born ve Jordan bir araya gelerek şimdiki matris mekaniğini geliştirmişlerdir; yani kuantum mekaniğini, matrislerin zaman içerisindeki değişimleri cinsinden, bugün bildiğimiz şekliyle formüle etmişlerdir. Schrödinger'in yaklaşımı ise, tamamı ile farklıydı. Aynı yıllarda deneylerle pek yakın temas olmayan Erwin Schrödinger, matematiksel yöntemi kullanarak bir atomun elektronunu tanımlayıp, spektral frekanslarının değerlerini bulmayı başardı. Bu çalışma, fizikte "Schrödinger dalgası denklemi" olarak bilinir. Günümüzde de aynı amaca yönelik başka arayışlar devam etmektedir. Aradan geçen yaklaşık 60 yıl içinde bu denklem ile çelişen bir gözlem bulunamamıştır.

Sonuç olarak söylemek gerekirse kuramcılar, deneyel araştırmaların sonuçları ile yakından ilgilenmelidirler. Araştırma yaptıkları bir konuda, deneylerin sadece bir grubu ile ilgilenmeyip; deneyel gelişmeleri yakından izleyerek, çeşitliliği sağlamalıdır. Kalıcılığı olan, geniş kapsamlı, deneyel verilerle uyumlu ve hatta yeni öngörülerde bulunabilen kuramlar geliştirmek, ancak bu şekilde olasıdır. Böylesi sağlam temeller üzerine yapılan bir kuram, yeni ve ilginç deneylere ışık tutacaktır.

Süleyman Bozdemir ve Yüksel Ufuktepe
Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, Adana

Kaynaklar
Dirac, P.A.M. "Methods in Theoretical Physics" in "From a Life of Physics", World Scientific Publishing, 1989.
Gal-Or, B. "Cosmology, Physics and Philosophy", Springer-Verlag, 1987.

Hepimizi Kandıran Bir Metin: Hekim Andı

"Mesleğimizin saygıdeğer ustası Büyük Hipokrat'ın insanlık yaklaşımını dile getiren bu yüce ahlak ilkeleri, eskimeksizin, günümüze kadar gelmişlerdir. Bir yanda insanlık, öte yanda hekimlik var olduğu sürece, bu ilkelerin hep ayakta kalacağı kesindir." Bu alıntının yapıldığı yazıda sözü edilen "ilkeler" şunlardır: "Tanık tutma", "Mesleğe saygı ve dayanışma", "İnsan hayatına saygı ve kötülüktan sakınma", "İrz ve namusa, insan kişiliğine saygı", "Sır saklama" ve son olarak da "Evrensellik ve yaptırım" (Fuat Aziz Gökse: "Hekim Andı", Türkiye Klinikleri, 1 (1): 88-89 (eylül) 1981).

Hipokrat'ın adı ile bilinen (ve genelde tıp tarihçilerinin onun kaleminden çıktığına inandıkları) metni, yüzyıllar boyu hemen hiç dikkate alınmamıştır. Daha sonraları ise bu metin, örneğin "Hristiyan Avrupa'da" olduğu gibi özü fazlaca değiştirilmeden korunmuş; giriş kısmı, vb. ise uyarlandı; toplumun özelliklerine bağlı olarak değiştirilmiştir. Dünya Tıp Birliği'nin bildirgeleri arasında "Mesleki Bağlılık Yemini" başlığı ile Cenevre Bildirgesi olarak bilinen metnin de, ilk bakışta ayrıntılar göstermekle birlikte, temelde geleneksel hekim andının izlerini önemli ölçüde taşıdığı söylenebilir.

Yazar, öncelikle bir Tıbbi Etik öğretim üyesi olmanın sorumluluğunu duyarak, geleneksel Hekim Andı'na çok karşı olduğunu değişik bağlamlarda dile getirmiştir. Burada özetle şu temel noktalara değinebileceğini düşünmektedir. Günümüzde belki çoğu zaman "Hipokrat Andı" adıyla anılan metinler, tıp etkinliğinin yalnızca tedavi edici yanına yönelik olup; bu etkinliğin

koruyucu hekimlik, halk sağlığı, temel tıp bilimleri ve genelde tıp araştırmaları gibi önceki temel yönlerine; bu arada söz konusu alanın eğitimine hiç değinmemektedirler. Tıbbın bu yönlerindeki değer ya da etik sorunlarının, ilke olarak klinik hekimlikte yaşananlardan daha az önemli olduğunu düşünebilir miyiz? Yine geleneksel andda, örneğin "Bu yüce sanatı bana öğreten öğretmenlerimi, Annem ve Babam gibi sayacağım" ya da "Bütün hekimler kardeşlerim olacaktır" türünden, günümüzde toplumsal ve mesleki geçerliğini kanımca tümüyle yitirmiş olan anlatımlar yer almaktadır.

Çağımızdaki işlevselliği açısından, yalnızca tedavi edici hekimlik söz konusu olduğunda da geleneksel andın, ne ölçüde gerilerde kalmış bir metin olduğu çok açıktır. Çağdaş bilimsel ve teknik gelişmelerin ortaya çıkardığı genetik danışmanlık, organ aktarımları, ölümün saptanması, bitkisel yaşamın sona erdirilmesi, yeni ilaçların ve cerrahi tekniklerin uygulanması gibi birçok durumda, olağan hekim-hasta ilişkisine çok değişik boyutlar eklenmiştir. Andın daha çok simgesel bir metin olduğu, içeriğinin pek önemli olmayabileceği de sıklıkla dile getirilmektedir. Oysa her andda, simgesellik içerik arasında bir anlam bağlantısının bulunması gerektiğini göz ardı edebilir miyiz? Kişi, ne için and içmektedir?

Hekim andıyla ilgili olarak simgeselliğin bir başka yönü ise, kuşkusuz onun somut olarak gerçekleştirildiği törenlerdir. "Bir elin arkadaşının omuzuna konması", "büyük hocanın söylediklerinin hep bir ağızdan yinelenmesi" gibi törensel davranışlar, kanımca görüşteki ciddiliğine karşın andın, çağımızın gerçeklerinden her yönüyle uzak olduğu gerçeğini gizlemeye yöneliktirler. Bütün bunlara ek olarak, yukarıda konuyla ilgili yazısından alıntı yaptığım öğretim üyemizin, yıl-

lardan beri yürüttüğü ve törenlerinden birinde çekilmiş bir fotoğrafını görüyoruz. Burada büyük bir Türk bayrağı dikkatimizi çekmektedir. Tüm insanlığa yönelik olma niteliğini sürdürdüğü söylenen bu and metninin okunduğu törenlerde, her ülkenin kendi bayrağı yer alacaksa, andın evrenselliği gözardı edilmiş olmaz mı? Böylesi büyük bir çelişkiye yine de (ne yazık ki) şaşmamak gerek. Çünkü durumdaki sorumlu olan bu hocamızın, hekim andlarında genelde yer alan ve "milliyet ırk, renk, sosyal sınıf" gibi düşüncelerin hekimle hastası arasına girmemesi gerektiğini anlatan Evrensellik ya da Ayrıtmı Yapmama ilkesini, yıllar önce "kendini" andından çıkardığını görüyo-



ruz. And metninde yaptığı değişikliklerden biri de şudur: Ülkemizde "kürtajın", belli bir aya kadar gerçekleştirilebildiğini dikkate almış ve çocuk düşürmeme gereğine, "yasal gerekler dışında" koşulunu getirmiştir. Bu da, "yüce ahlak ilkeleri" ile ters düşen başka bir noktadır.

Hipokrat'ın adı ile bilinen; gerçekte ise o zamanın Pisagor tarikatının ahlak ilkelerinin etkisi altında yazılmış olan And, etik açıdan tıp evrimi içindeki en ileri metinlerden biri de değildir. Örneğin İslam toplumundaki bir metinde, hekimin bilgisini yenilemesinin gerekliliği dile getirilken; Hipokrat'tan 2400 yıl önce Mısır'da yazılmış ve bilinen en eski hekim andı olan Imhotep Andında, hekimin hastasından ödeme gücü ölçüsünde para istemesine yer verilmektedir.

Geleneksel hekim andını "biçimine uydurup" korumak, tıp etkinliğini, büyük ölçüde tüketime dayanan tedavi edici hekimlikle özdeşleştirme ve onda sürüp giden durumu ("statüko-yu") savunma işlevini de çok iyi görmektedir. Öncelikli olarak tıbbın iyileştiricilik yönüne değinerek, genel anlamda insanların, öğrenci yakınlarının bireyselliğini; onların "hasta olmaları" durumunu söz konusu eden bugünkü hekim andı, gerçekte hepimizi kandırmaktadır.

Geleneksel and, başlangıçta, öğrencinin eğitimine başladığı günlerde içilirdi. Ben de bu yazının, tıp fakültelerinde eğitimin başladığı dönemde kaleme alınmasının uygun olacağını düşündüm. Andın, çağımızın değerleri ve tıbbi etik anlayışı ile ne ölçüde bağdaştırılabilir bir "etik" metin olduğu konusundaki yargıyı ise okuyucularımıza bırakıyorum.

Yaman Örs

A.Ü. Tıp Fak. Deontoloji Bölümü

Araştırma Faaliyetlerinin Enformasyon Teknolojisi

Çağdaş araştırma ve teknolojik gelişme devrinde gözde olan etkinliklerden biri de, enformasyonun entelektüel etkinliklere geniş yer vermesidir. Bu olmaksızın uygulamalı ve temel araştırmalarda ilerleme olası değildir. Halk ekonomisi hala, temel bilgilerden kaynaklanan zorlukların sıkıntısını yaşamaktadır.

Bugün bilim adamları, bilimin kalitesini yükseltmek ve sanayi ile ilişkisini mükemmelleştirilmek; dış ülkelerle olan ekonomik ilişkileri geliştirilmek ve bazı çalışmaların ortak yürütülmesi üzerinde durmaktadırlar. Böylece temel bilimsel ve kuramsal araştırmaların sonuçlarının, sanayi alanında hayata geçirilmesi, düzenlenmesi, enformasyona çevrilmesi, bilgisayar sistemlerinden tümleşik yararlanma yöntem ve teknik vasıtalarına geniş imkan yaratılmasını zorunlu kılar.

Enformasyonun yanında yer alan önemli unsurlar arasında hammadde, enerji ve emek sayılabilir. Sibernetik teknolojik gelişmenin teknik platformunda oluşturulacak elemanlar-

dan biri haline getirilmiştir. Avrupa Topluluğu kurulduğundan beri bu sorunla ilgilenmiş ve 1984'te başlatılan ESPRIT (Enformasyon Teknolojisinde Avrupa'nın Strateji Araştırma Geliştirme Programı)'na göre bilgisayarda grafik (resim sentez tekniği) yapımını kolaylaştıran bir proje olan supernode projesi için kredi almayı başarmıştır. Son yıllarda Avrupa Topluluğu enformasyon teknolojisi alanında rakipleriyle eşit şartlarda yarışabilmek için teknoloji kapasitesini geliştirmeye büyük önem vermektedir.

Entelektüel etkinlik alanında farklı enformasyon teknolojilerine örnek olarak, geniş olanaklara sahip bilgisayar destekli işlevsel otomasyon deneme komplekslerini (ODK), bilimsel araştırmaların ve sürekli tasarımının otomasyon sistemlerini, enformasyon ağlarını, veri ve bilgi bankalarını, uzman sistemlerini gösterebiliriz. Günümüzde teknik denemeler, deney düzeneklerini bilgisayar ve mikroelekttron teknolojisini ile birleştiren deneyel ve kuramsal araştırmalar kompleksidir. Önceden araştırmacı tarafından yerine getirilen çalışmaların bir kısmı, böylelikle enformasyon temelinde alınmış deneyin gelecek yönünü de belirleyen bir unsurdur. Hayata geçirilmesi mümkün olmayan deneyimleri, bilgisayarda modelleştirme yöntemi ile yapmak, hipotezi değerlendirmeye olanakları yaratır.

Bilgisayardan elde edilmiş ODK, aslında zekayı (intelekti) geliştiren bir araçtır. ODK, bilgisayar ağlarından yararlanıyor olmasına karşın, aynı zamanda bilimsel araştırma kurumlarında türlü enformatik hizmetlerinin entegrasyonuna da çevrilebilir. O halde bilgisayarlaraştırma, araştırmaların bütün evrelerinde bilgi aktarım etkinliklerinden başlayarak bilimsel ve teknolojik araştırmaların, süreç (proses) tasarımlarının kontrol sistemlerinin kurulmasına kadar tüm operasyonları gerçekleştirir.

Araştırmaların ilk aşamasından alınan sonuçlar, bilgisayarda dağılımı veri bankaları şeklinde toplanır. Daha sonra bunlardan yararlanarak matematik modelleme, optimizasyon, optimum süreç tasarımı ve kontrol sistemlerinin algoritmik sentez problemleri, program paketleri yoluyla ardışık olarak hayata geçirilir. Böylece veri bankalarından bütün bilgilerin aktarılması, kabul edilmesi ve işlenmesi, optimum süreç tasarımı (OPT) çerçevesinde, grafik çiziciler ve proje çizen aletler ile yerine getirilir.

Genel olarak entelektüel OPT, "yapay zeka" elemanlarına sahip olmalıdır. Örneğin proje mühendislerine yardım amacıyla, yürütükleri proje alanları ile ilgili olarak bilgi bankaları deneyimli uzman sistemle donatılmalıdır. Uzman sistem OPT'den yararlanan proje mühendisine projenin olası varyantlarının yapılmasında ve bilgisayarın grafik çizicisi de, optimum projenin çizilmesinde bir hayli yardımcı olur. Uzman sistemlerin entelektüel proseslere uygulanması, son derece geniş ve çok çeşitlidir. Bunların örnek uygulaması ola-

rak tıp bilimi enformasyon sistemlerini, (ODK)'yi, (OPT)'yi gösterebiliriz. Uzman sistemlerin yaratılmasında ve uygulanmasında temel amaç, birçok sahada; deneylemede, modelleştirmede ya da proje yapımında çalışan uzmanların deneyimlerini, elde ettikleri sonuçları ve önerdikleri yöntemleri bilgisayarda bilgi bankaları şeklinde istenilen formda toplamaktır. Sonuçta bilgi, şüphesiz daha doğru olacaktır.

Bu alanda Azerbaycan Bilimler Akademisi'nin Petrokimya Prosesleri Enstitüsü'nde bu makalenin yazarının rehberliği doğrultusunda birçok çalışma yapılmıştır. Bu amaçla kimya teknolojisinde bilimsel araştırmaların ve proje süreçlerinin otomatlaştırılması için, çok prosesörlü ve evrelili, birleştirici sistem yaratılmıştır. Burada araştırmaların otomatlaştırılması, üç hiyerarşik düzeyde, sayısal bilgisayarlarla olmaktadır. Sistemin birinci aşamasında, deneylerden alınan veriler, araştırmacının daha doğru ve çabuk olarak yapılmasına olanak verir. Sonuçları bilgisayar ekranına kaydetmek yoluyla araştırılan sürecin parametrelerini, reaksiyon sonucunda elde edilen bileşenlerin miktarlarının değişimini izleyebiliriz. Deney sonuçları, bağlantı hattı ile ikinci ve üçüncü aşamaya; yani diğer bilgisayar komplekslerine götürülür ve veri bankası halinde toplanır. Bu da bize kimyasal süreçlerin matematik modelini kurma olanakları verir.

Üçüncü aşamada ise bu modellerden yararlanarak, reaktörün optimum parametreleri hesaplanır. Böylelikle önceleri birçok araştırmacının büyük zorlukla elde ettiği, bazen de hiç mümkün olmayan işleri, bu sistem büyük bir hızla yerine getirebilir. Sistemin bir başka üstünlüğü de, aynı zamanda birçok araştırmacının özellikle kinetik ve makrokinetik araştırmaların karakterlerinin, katalizör denemeleri ve çağdaş cihazlar yoluyla belirlenmesini, deney düzenekleri ile teknoloji rejimlerinin optimum parametrelerinin hesaplanmasını, onlardan alınan deney verileri temelinde sürecin matematik modellerinin ve kontrol sistemlerinin yaratılmasını olası kılmıştır.

Enstitüde yeni üstün teknolojik süreçlerin bilimsel-teknik enformasyonların, patent araştırmalarına ait veri bankalarının ve otomasyon, enformasyon sistemlerinin yaratılması alanında geniş çaplı çalışmalar yürütülmektedir.

Bu çalışmaların sağladığı olanaklar şunlardır: Geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında enformasyon ve araştırmaların yapılma sürecini 3-5 kez azaltır. Temel araştırmalarda bütünüyle yeni bilgisayar yöntemleri kullanılır. Yeni üstün teknoloji matematik modellemesini, optimum tasarım parametrelerinin hesaplanmasını ve resim teknik projesini gerçekleştirir. Aynı zamanda onların kontrol sistemlerinin sentez algoritmalarını belirler ve hayata geçirilmesine olanak sağlar.

Abdülirza Abilov

A.Ü. Fen. Fak. Kimya Mühendisliği Bölümü



Türkiye'de Mink Yetiştiriciliği

Yaklaşık bir asırdan beri Türkiye'deki yabancı hayvanların yayılış alanları tespit edilmeye çalışılmış; ancak onların taksonomi, ekoloji ve biyolojileri hakkında yeterli araştırmalara yer verilmemiştir. Günümüzde hayvan sayısının giderek azalması nedeniyle bilimsel araştırmaların sağlıklı bir şekilde yapılması oldukça zorlaşmıştır. Türkiye'deki av hayvanları arasında yaban koyunu ve keçisi, kızıl ve ala geyik, ceylan, karaca, yabancı ve sazlık kedisi, karakulak, vaşak, sırtlan, kaya ve ağaç sansarı, su ve bataklık samuru, kurt, tilki, çakal, domuz ve ayının bulunduğu kaydedilmektedir.

Bugün bu türlerin hemen hepsi, gerek habitat daralması; gerekse bilinçsiz avcılık yüzünden tehdit altına girmişlerdir. Olasılıkla son üyesini yaklaşık 20 yıl önce kaybettiğimiz panter gibi ayı türü de, hızla azalmaktadır. Eti için avlanan geyik, ceylan, yaban koyunu ve yaban keçisi koruma altına alınmış türler arasındadır. Yabancı kedi, karakulak, vaşak, sansar, samur ve tilki ise, kürkü için avlanan hayvanların başında gelmektedir. Bütün bu türlerin geleceği, yeni teknolojiye uygun olarak üretilen silahlara meraklı avcılarının insafına bırakılmıştır.

Amerika kıtası keşfedilir edilmez insanlar önce altına, sonra da kürk hayvanlarına hücum etmişler; hatta bu emellerine kızıldıkları de alet ederek, büyük bir yabancı hayvan katliamı başlatmışlardır. Bir yandan hayvan tuzakçıları ülkede ayak basmadık yer bırakmazlarken, bir yandan da Avrupa'da kürk ticareti ile ilgili yeni şirketler kurulmuştur.

18. ve 19. yüzyılda kürk ticaretinde önemli ölçüde Mustelidae (Sansargiller) familyası kullanılmış ve bunun sonucu olarak aşırı avlanma, Mustela marodon'un bütünüyle yok olmasına neden olmuştur. Aynı şekilde Avrupa'da Mustela lutreola da, yok olma noktasına gelmiştir.

Yabancı hayvan popülasyonlarında görülen aşırı azalma, yabancı hayatı ile ilgili bilimsel araştırmaların başlamasını teşvik etmiştir. Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra kürk giymenin gereksiniminden öte moda olduğu yıllarda, ABD'de kürk endüstrisinde büyük bir ilerleme olmuştur. Deri fiyatlarının yüksek olması, ABD'deki yabancı mink, san-

sar, nehir samuru ve kunduz popülasyonlarının hızla azalmasına sebep olmuştur. Bu durum, bilim adamlarının uyarısı doğrultusunda insanları, çiftlikte yetiştirilen hayvanların kürkleriyle yetinmeye kadar götürmüştür. İlk mink çiftliği, 1900'lerde Kanada'da kurulmuştur. 1950 ve 1960'larda, yaygınlaşan mink çiftlikleri, besin maddelerindeki maliyet artışı yüzünden beklenen kürk üretimini sağlayamamışlardır. O sıralarda İskandinav ülkeleri ve Sovyetler Birliği, bu durumdan fazla etkilenmemişlerdir. Yabancı hayvan avcılığı yapan ülkelerin başında ABD gelmiş ve 1977-1978 yıllarında bu ülkede 23 türe mensup toplam 18.8 milyon birey yakalanmıştır.

İngiltere, 1981 yılı itibarıyla 67 çiftlikten toplam 245 000 mink postu elde ederken, Rusya'da satışa çıkarılan yıllık post sayısı, yaklaşık 10 milyonu bulmuştur. Kürk işletmeciliğinde ABD ve Kanada her zaman etkili ülkelerin başında gelmişlerdir.

Başlangıçta, çiftlikten sağlanan kürklerin, yabancı kürk kalitesini tutmadığı görülmüş ve mink yetiştiriciliği bilimsel olarak ele alınmıştır. Bugün yetiştiricilik alanında en iyi verim alınan tür Amerikan minki, *Mustela vison*'dur).



Şekil 1: Amerikan Minki *Mustela vison*

Mustela vison

Bu hayvanlar, çok iyi yüzerler ve uzun süre su altında kalabilirler. Kürkleri, suyun vücuda temasını engelleyen yağlı bir yüzey kısmı ve vücut ısıyı muhafaza eden bir kaide kısmından oluşur. Köprücük kemikleri ve kör bağırsakları yoktur. Kuyruk altında, anal bölgede koku vermeye yarayan bir çift bez bulunur. Hayvan kızdırıldığı zaman, kokarca gibi pis bir koku yayar. Ön ve arka ayaklarda 5'er tane parmak vardır.

Diş formülü, $\frac{3+1+3+3}{3+1+3+3}$; kromozom sayısı, $2n = 30$ 'dur. Yaşamını akarsu ve durgunsu kenarları, kütük ve kaya altları ile küçük inlerde geçirir. Ender olarak kendisine barınak kazar. Kar altın-

da, tünel açarak gezinir. Genelde gece avlanıyor olmalarına karşın, dişi bireyin gündüz beslenme eğilimi daha fazladır. Besin tercihi eşeye bağlı olarak farklılık gösterir. Örneğin erkek birey, tavşan gibi memeli bir hayvan avlarken dişi birey, balıkla beslenmeyi tercih eder. Erkek, dişiye oranla daha iri yapılıdır. Başlıca avlarını memelilerden kirpi, kuzu kuyruğu ve kemirici türleri; kuşlardan martı, kırlangıç, karabatak, çulluk, deniz saksaklı, sülün ve keklik; semender ve kurbağa ile balık türleri; omurgasızlardan Mollusca ve Decapoda türleri oluşturmaktadır. Ağırlıkları 0.5 ila 1 kg arasında değişir.

Mink Islahı

Bugün mink kürklerinde renk çeşitliliği sağlamak; bir batında daha fazla sayıda yavru elde etmek; tutsak yetiştirmeye daha yakın birey üretmek ve daha kısa sürede eşeysel olgunluğa erişirmek amacıyla sayısız bilimsel araştırma yürütülmektedir. Standart koyu kahverengi mink kürkü en çok aranan renktir. Koyu mink rengini, en az 18 genin etkilediği tespit edilmiştir. Bunlardan bir kısmı dominant, diğerleri resesif genlerdir. Çiftlikte yetiştirilen minkin kürk renginde bazı sapmalar olduğundan, doğal rengi yakalamak ve sabitleştirmek amacıyla birçok çaprazlama deneyleri yapılmaktadır. Böylesi çalışmalar mink çiftlikleri arasında rekabetin doğmasına neden olmuştur.

Minkin Beslenmesi

Minkler, akarsu ve durgunsu ile yeterli avın bulunduğu, doğal yaşam ortamlarına benzer bölgelerde, çitle çevrili büyük arazi parçalarına salıvermek yoluyla yetiştirilebildikleri gibi; yarı açık binalardaki özel kafeslerde bireysel olarak ya da kapalı binalarda sürü halinde de yetiştirilmektedir. Çiftlik minklerinin besinleri, kaliteli olmak zorundadır. Otoburların beslenmeleri, etoburlara oranla daha kolay olmaktadır. Mink gibi etobur hayvanların beslenmesi, zor ve masraflıdır. Minke doğal besin çeşitliliğini aratmayacak besinlerin sağlanması ilk planda gelmektedir.

Dünyada minkler için belirlenen diyet, protein (balık, karaciğer, kaymaksız süt tozu, bira mayası, soya fasulyesi), karbohidrat (çeşitli tahıllar) ve yağ (genellikle domuz yağı)'ın belirli oranlardaki terkiibinden oluşmaktadır. İngiltere'de balık yağı, sakatat, tahıl, süt ürünleri, katı ve sıvı yağlar, mineral ve vitaminlerden oluşan besinler, toprak haline getirilerek minklere yem olarak verilmektedir.



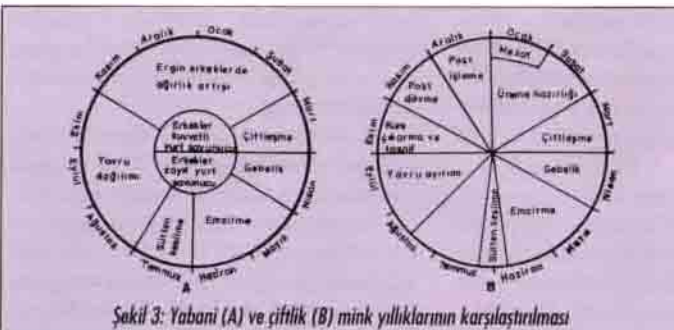
Şekil 2: Yuvasına balık taşıyan bir mink.

Minkin Üremesi

Mink doğal habitatında soliter (tek başına) yaşar. Her birey 1 ila 4 km²'lik bir alanı savunmaktadır. Çiftleşme zamanı bir araya geldiklerinde dişi, hakim duruma gelerek; erkeğin giriş çıkışına izin vermektedir. Çiftlikte ise bireysel hakimiyetin önemi yoktur. Burada sadece doğurganlık, hastalığa dirençlilik, kürk rengi ve kalitesi önemli olmaktadır.

Minkin üreme devresi, çok karmaşıktır. Zira bu dönemde erkek ve dişi birçok defa çiftleşmek zorundadırlar. İlk çiftleşme sonrası hayvan yuvarla bırakır (ovulasyon). Döllenme için ikinci bir çiftleşmeye gerek vardır. Döllenmeyi garantiye almak için dişi, aynı veya farklı erkeklerle belirli aralıklarla birkaç kez çiftleştirilir. Tutsak minkin üremesindeki başarısı, çiftleşme devresinde çiftlik sahibinin eşleri bir araya getirmedeki zamanlamasına bağlı olmaktadır. Çiftleşme zamanı, kızgınlık dönemine bağlı olmak kaydıyla, 3 hafta kadardır. Çiftleşmeden yaklaşık bir ay sonra doğan yavru, 10 ay sonra da eşeysel olgunluğa ulaşır. Yaban hayatında minkin çiftleşme zamanı, Şubat sonu ile Nisan başı arasında değişir. Çiftliklerde ise, postla ilgili tüm işlemleri aynı zamana denk düşürmek amacıyla, Mart'ın ilk haftaları çiftleştirme zamanı olarak seçilmiştir. Bir batında 17 yavru olduğuna dair kayıtlar varsa da, bir dişi ortalama 5 yavru verir.

Minkin doğadaki üreme biyolojisi dikkate alınarak, çiftlikte de aynı faaliyetlerin oluşmasına fırsat verilir. Böylece yavrunun belli süre süt emmesi, süttten kesilmesi ve anneyi terk etmesi, doğal hayatlarında olduğu gibi aynı zaman aralıklarına denk getirilir. Böylece yabani mink yuylığına uyarlanan, "çiftlik mink yuylığı" ortaya çıkmıştır (Şekil 3).



Şekil 3: Yabani (A) ve çiftlik (B) mink yıllıklarının karşılaştırılması

Mink Hastalıkları

Parazitik hastalıklar nedeniyle çiftliklerdeki mink kayıplarını en aza indirmek, hassasiyet ve büyük uğraş gerektirir. Ölmese bile bakımsız bir birey, daima kalitesiz bir kürk sahip olacaktır. Genellikle minkler, kuvvetli ve dirençli hayvanlardır. Yeterli gıda ve su olduğu takdirde, ender olarak hastalanırlar. Zehirlenmelere ve bulaşıcı hastalıklara karşı korunmada besin seçiminin önemli rolü vardır.

Yaban Hayatının Geleceği

Ne hayvan sevgisi ne de çıkarılan kanunlar, hayvanları tuzakla yakalama veya öldürme tutkusunu yenememişlerdir. Kürk talebi asla tükenmeyeceğine göre, avcıya oranla daha merhametli mink çiftliklerini destekleyip korumak, yaban hayatını koruma yolundaki en önemli adımlardan biridir.

Türkiye'de Mink Yetiştiriciliği

Türkiye'de kurulan birkaç mink çiftliği başarı ile varlığını sürdürmektedir. Mink, uzun gün bitkileri gibi, kuzey yarı kürenin en kuzey bölgelerindeki yaşama uyum göstermiştir. O halde Türkiye'de mink yetiştirmek için en ideal bölge, Karadeniz şeridi olacaktır. Değişik nedenler yüzünden Anadolu'nun diğer kesimlerinde de çiftlik kurulacaksa, yüksek rakımlı bölgeler ve dağ etekleri tercih edilmelidir.

Türkiye'de geyik ve yabani keçi gibi minklerin de çevrili bir alana salıverilerek üretilmesi, sonra da avlanması mümkündür. Besin çeşidi ve bolluğu ile coğrafik ve ekolojik olarak en uygun bölge, Bolu ile Sinop arasında bulunmaktadır.

Türkiye'de giysi olarak kürk tüketiminin önümüzdeki 10 ila 20 yıl içinde çok artacağı öngörülmektedir. Böyle bir artış karşılacak ve yaban hayatına nefes alacak kürk üretimi, Türkiye'de kurulacak 200 çiftlikle sağlanabilecektir. Bugün uygun ekolojik şartlara sahip pek çok bölge bulunsun da, asıl sorun, minkin besinini sağlamaktır.

En ucuz mink besini olan tavuk sakatı ve mezba artığını temin etmek, son derece zordur. Tavuk tüketimi, Avrupa ülkelerine oranla çok gerilerdedir. Daha çok büyük şehirlerde tüketim olduğuna göre, kurulacak çiftliğin buralara yakın olmasına dikkat edilmelidir.

Bugün Türkiye'deki çiftliklerde yılda 12 ile 15 bin arasında mink üretilmektedir; bir kürk mantosu için 40 ile 60 arasında mink postu kullanılmaktadır.

1993 yılı Mart ayında, An-

kara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde, Ankara Memlik köyü yakınındaki bir çiftlikten alınan bir çift mink üzerinde davranış, beslenme ve üreme ile ilgili araştırmalar başlatılmıştır.

Özel kafeslerde, ayrı olarak beslenen minklerin ağırlıkları, verilen besin çeşidi ve miktarları, günlük olarak kaydedilmiştir. Mart ayı ortalarında çiftleşmeleri sağlanmış ve gözlem altında tutulmuşlardır. Mayıs ayında doğum yapması beklenen bireyin, kısır olduğu anlaşılmıştır. Türkiye'de ilk kez mink dışkı örnekleri, mikrobiyolojik yönden incelenmiştir. İlk bulgulara göre erkek bireyde 5 bakteri türü saptanmıştır. Bunlar hemolitik Escherichia coli, Edwardsiella tarda, E. sp., Klebsiella sp. ve Proteus sp. dir. Türkiye'deki mink çiftliklerinin daha verimli hale getirilmesi ve ayakta kalabilmeleri için, biyologlarla yürütülen bilimsel araştırmalara mutlaka yer verilmelidir.



Şekil 4: Kafeste beslenen bir mink.



Şekil 5: Kafesle irtibatlı bir yuva.

Doç.Dr. İrfan Albayrak
Araş.Gör. Nursel Aşan

A.Ü. Fen Fak. Biyoloji Bölümü, Ankara

Kaynaklar

- Birks, J.D.S., I.J., Linn, Studies of home range of the feral mink, *Mustela vison*, Symp. Zool. Soc. London, 1982.
- Birks, J.D.S., N. Dunstone, A note on prey remains collected from the dens of feral mink (*Mustela vison*) in a coastal habitat, *Notes from the Mammal Society* No. 48. J.Zool., London, 1984.
- Birks, J.D.S., N. Dunstone, Sex-related differences in the diet of the mink *Mustela vison*, *Holarct. Ecol.* 1985.
- Dunstone, N., Underwater hunting behaviour of the mink (*Mustela vison* Schreber): an analysis of constraints on foraging, *Acta Zool., Fennica*, 1983.
- Dunstone, N., J.D.S., Birks, Activity budget and habitat usage by coastal-living mink (*Mustela vison* Schreber), *Acta Zool., Fennica*, 1983.
- Dunstone, N., J.D.S., Birks, The comparative ecology of coastal, Riverine and Lacustrine Mink *Mustela vison* in Britain, 1985.
- Mursaloğlu, B., Türkiye'nin memeli hayvanları, İstanbul Üniv. Orman Fakültesi Dergisi, 1970.
- Poole, T.B., N. Dunstone, Underwater predatory behaviour of the American mink (*Mustela vison*), *J.Zool., Lond.*, 1976.
- Turan, N., Türkiye'nin büyük av hayvanları ve sorunları, Türkiye ve Balkan Ülkelerinde Yaban Hayatı, Uluslararası Sempozyum, General Directorate of Forest, Türkiye, 1987.

Fiziksel Bilimlerin Araştırma Yöntemleri

Doğruları elde etmek için bir bilimci nasıl çalışır? Araştırma yöntemleri tarihsel süreç içinde nasıl bir yol izlemiştir? Geçmişte izlenen araştırma yöntemleri ve çözülmeye çalışılan problemler ile günümüzdeki yöntem ve problemler arasında ortak noktalar nelerdir? Bu sorulara yanıt ararken, fizikteki tarihsel gelişmeler ışığında geçmişte bir göz atıp, fiziksel bilimlerin araştırma yöntemlerini ortaya koymaya çalışacağız. Genel olarak konuyu doğa ve evren olup; bunların bilinmezliklerini anlayabilmek için, bilimsel araştırma çalışmalarıyla yeni kuramların geliştirilmesi hızla devam etmektedir. Başlıca araştırma yöntemleri gözlem, deney ve kuramdan oluşur. Fiziksel sistemlerin araştırılmasında kullanılan bilimsel yöntem, insan aklının en güçlü buluşlarından biridir. Bu yöntemin üç temel ögesi vardır; deneylere dayanması, matematiği kullanması ve karmaşık sistemlerin analizinde tümevarım yoluyla en basit modelleri kullanmasıdır.

Fiziksel bilimler ile ilgilenen bilimadamlarının, deneysel temele dayalı yöntem ve matematiksel yöntem olmak üzere iki temel araştırma yönteminden daha çok yararlandıkları görülmüştür. Bu iki genel araştırma yöntemini kesin sınırlarla birbirinden ayırmak mümkün değildir. Deneysel temele dayanan yöntemi benimseyen bilimadamları, çalışmalarında deneysel verilerden yararlanır; deneysel sonuçları sürekli olarak izler ve ilginç bulduklarını geniş kapsamlı bir analize ve tatmin edici bir biçimde yorumlamaya çalışırlar. Geliştirdikleri kuramların, deneysel sonuçlar ile uyumlu olmasına büyük önem verirler. Matematiksel yöntemde ise, mevcut teorilerden yola çıkılarak teori geliştirilir, varsa kusurları ortaya konur veya kusur giderilmeye çalışılır. Mevcut teörinin eleştirisi yapılır, yanlışları giderilmeye çalışılırken, teoriye zarar vermemeye, başarılarını yok etmemeye özen gösterilmelidir. Matematiksel yöntem ile deneysel yöntem arasında kesin bir ayırım yapmak zordur. Bu yöntemleri ayrı ayrı kullananlar olduğu gibi, birlikte kullanım da oldukça yaygındır. Benimsenecek yöntem, araştırılacak konuya sıkı sıkıya bağlıdır. Hakkında çok az şey bilinen bir konuda, insanın bir çıkış yolu bulabilmesi için deneysel verilerden yararlanması daha uygun olur. Örnek olarak geçtiğimiz yüzyılda elementlerin periyodik cetvelinin oluşturulmasına bakabiliriz; önce deneysel veriler toplandı ve düzenlendi; sistem yavaş yavaş yapılandıkça ona duyulan güven arttı; elde edilen verilerin sistematığı yapılarak bilinmeyen elementlerin özellikleri tahmin edildi; daha sonra bu elementler doğada teker teker bulundu.

Son zamanlarda benzer bir durum, yüksek enerji fiziğinde veya parçacık fiziğinde görüldü. Bilindiği gibi, element denilen saf maddelerin temel yapı taşları atomlardır; molekül ise, değişik atomların bir arada bağlanması ile oluşur; atomların proton, nötron ve elektronlardan oluştuğu bilinmekle beraber; 1940'lı yıllarda müon ve pionların keşfedilmesi ile bilinen temel parçacık sayısı



artmıştır. Sonraki yıllarda gözlenen temel parçacık sayısı daha da çoğalmış, böylece periyodik cetvele benzeyen bir sistematik geliştirilmiştir. Bu sistematikten bütün özellikleri tahmin edilen, keşfedilmesi gereken pek çok temel parçacık olduğu ortaya çıkmıştır; bunların büyük bir çoğunluğu daha sonra laboratuvarlarda gözlenmiştir.

Bilimsel araştırma çalışmalarında her zaman deney yapma veya deneysel verilerden yararlanma olanağına sahip olamayabiliriz. Kozmoloji gibi, bilimin çok az bilinen bazı dallarında çalışan bilimadamları, bazı varsayımlara dayanarak evren için modeller kurmaya çalışırlar. Bu modellerin dayandığı temel unsurlardan biri, doğa yasalarının evrenin başından beri hep aynı olduğudur. Bu bir varsayımdır, kanıtı elimizde yoktur. Bu nedenle bu tür modellere ihtiyatla yaklaşılmaktadır. Bir konu hakkında bilinenlerin artması, bu alanda bir çalışma zemininin doğması demektir; böylece bu konuda bir matematiksel yönetime gidilebilir. Matematiksel yöntem, sonuçta varılabilecek kuramsal çalışmanın bir matematiksel güzellik ile ifade edilmesidir. Buna olan gereksinim, kurama duyulan bir güven unsuru olarak kabul edilir. Aslında her kuramın matematiksel güzellikte olmasını zorlayan bir neden de yoktur. Örneğin, matematiksel güzellik kavramının evrensel olarak benimsenmesindeki neden, onun sadece deneysel veriler ile uyumlu olması değil, sahip olduğu matematiksel güzelliğidir. Doğa yasalarında matematiksel güzellik fikri, evrenin matematik ile ifade edilebileceği gerçeğine dayanır. Matematiksel yöntemi kullanarak bilimsel araştırma yapanların üç ana hedefi vardır: 1) Tutarsızlıkları gidermek, 2) Ayrı olan kuramları birleştirmek, 3) Deneysel verilerden, matematiksel formüllerden türetmek ve modeller geliştirmek. Maxwell'in, elektromanyetik teörinin temel denklemlerine yaptığı katkı, tutarsızlıkları giderme çalışmalarına verilecek en iyi örnektir. Denklemlerdeki tutarsızlığı gören Max-

well, Faraday'ın gözlemlerinden yararlanmış ve yerdeğistirme akımını, Amper Yasası'nın içine yerleştirmişti. Amper Yasası'na yapılan bu ekleme, Elektromanyetik Dalgalar Kuramı'nın doğmasına neden olmuş ve böylece, ışığın bir elektromanyetik dalga olduğu kanıtlanmıştı.

Ayrı olan kuramları birleştirmek ile ilgili çalışmalar, uygulamada tatmin edici sonuçlara henüz tam olarak ulaşamamıştır. Günümüz fiziği, doğada dört temel kuvvet olduğunu kabul etmektedir. Bunlar kütle çekim, zayıf çekirdek, elektromanyetik ve kuvvetli çekirdek kuvvetleridir. Einstein'ın başlattığı ve halen devam eden önemli bir çalışma, Genel Görelilik Kuramı ile Kuantumlu Alanlar Kuramı'nın birleştirilmesidir. Bu başarılabılırsa dört temel etkileşme kuvveti, uzay-zamanın dinamik geometrisinin genel kavramları ile betimlenebilecektir. 1968 yılına kadar, bu dört temel kuvvetin uyumsuz olduğu kabul ediliyordu. Abdus Salam ve Stewen Weinberg, elektromanyetik kuvvetler ile zayıf çekirdek kuvvetleri, 1968 yılında bir tek ayar alanında birleştirmeyi başardılar. Böylece evrenin standart modelinin, fotonlar, gluonlar ve $W \pm Z$ parçacıkları ile birbirine bağlanmış kuarklar ve leptonlardan kurulu olarak ortaya çıkması sağlandı; bu çalışma 1979 yılında Nobel Fizik Ödülü'ne layık görüldü.

Deneysel verilere dayanan modeller geliştirilmesi, fiziksel bilimlerde başarı ile uygulanmıştır. Bir örnek olarak, Bohr'un Hidrojen Atomu Kuramı verilebilir. Bohr, açısal momentumun kuantumlu olduğunu varsayarak, elektronun enerjisinin kuantumlu olduğunu göstermiş; buradan da hidrojen atomunun spektrumunu başarılı bir şekilde analiz etmiştir. Dikkat edilirse Bohr, burada hiçbir hesaplama yapmadı. Kimyadaki deneysel sonuçları çok iyi biliyordu ve bunu kullanarak sonucu tahmin etti. Sonradan Bohr'un hipotezlerinin yaklaşık olarak doğru olduğu, kuantum mekaniğinin sonuçları ile de ortaya çıktı. Planck'ın, siyah cisim ışımasının teorisindeki zorlukları gidermek için yaptığı çalışma, kuantum fiziğinin doğmasına yol açtı. Deneysel yöntem, günümüzde de teknolojik gelişmeye paralel olarak problemlere bir çözüm getirmekte ve aşılması gereken yeni problemleri ortaya koymaktadır.

Bugün deneysel olarak çekirdek reaksiyonları ile çok yüksek sıcaklıklara (107 oK) ulaşmak mümkün olduğu halde, bu sıcaklığa dayanabilecek kap malzemesi henüz üretilenmemiştir. Ancak, eskiden çok büyük miktatsızlarla elde edilebilen manyetik alanları, süper iletken miktatsızlar ile kolayca üretililmektedir. Katı hal fiziğinde

deneyel yöntemlerin gelişmesi, özellikle vakum teknolojisi ile ince film araştırmaları, ara yüzeylerin daha iyi anlaşılmasını sağladı. Bunun sonucu olarak gelişen magneto-optik gereçler, birçok yeni bilimsel araştırma problemi ortaya koydu. Süper iletkenlik çalışmaları da çok geniş bir bilimsel topluluk tarafından, sürekli geliştirilmektedir. En son 92° K sıcaklığına kadar ulaşılsa bile, halen oda sıcaklığında süper iletken elde edilmesi başarılamamıştır. Deneyel yöntemlerin büyük aşama kaydettiği diğer bir alan da, yüksek enerji fizikidir. İnşa edilen parçacık hızlandırıcıları ile pek çok kuram, test edilmiştir. Yeni kuşak hızlandırıcıları diye adlandırılan, TeV mertebesinde enerjilere erişebilecek parçacık hızlandırıcıları hedeflenmektedir; böylece bu enerji basamağına özgü yeni temel parçacıkların gözlemlenebileceği beklenmektedir. Bütün bu gelişmeler, 21. yüzyıl teknolojisini yapılandırılabilirliği gibi, kuramları test etme ve yeni problemler yaratma bakımından, bilimsel dinamizmi de beraberinde getirmektedir. Bilimsel araştırmalarda deneyel veya matematiksel yöntemin izlenmesi, seçilen konu ile yakından ilgili olmakla birlikte, bazen de kişiye bağlı olabilir.

Kuantum mekaniğinin keşfinde rol oynayan iki fizikçi, buna iyi örnektir. Modern kuantum mekaniğinin doğuşu sırasında, iki kişinin katkısının çok büyük olduğu görülür; bunlar Heisenberg ve Schrödinger'dir. Deneyel verilere dayalı bir çalışma yapan Heisenberg, hidrojen spektroskopisi ile uğraşırken, geçiş genliklerinin basit birtakım sayı dizileri ile verildiğini farkeder. Daha sonra Heisenberg, Born ve Jordan bir araya gelerek şimdiki matris mekaniğini geliştirmişlerdir; yani kuantum mekaniğini, matrislerin zaman içerisindeki değişimleri cinsinden, bugün bildiğimiz şekliyle formüle etmişlerdir. Schrödinger'in yaklaşımı ise, tamamı ile farklıydı. Aynı yıllarda deneylerle pek yakın temas olmayan Erwin Schrödinger, matematiksel yöntemi kullanarak bir atomun elektronunu tanımlayıp, spektral frekanslarının değerlerini bulmayı başardı. Bu çalışma, fizikte "Schrödinger dalgası denklemi" olarak bilinir. Günümüzde de aynı amaca yönelik başka arayışlar devam etmektedir. Aradan geçen yaklaşık 60 yıl içinde bu denklem ile çelişen bir gözlem bulunamamıştır.

Sonuç olarak söylemek gerekirse kuramcılar, deneyel araştırmaların sonuçları ile yakından ilgilenmelidirler. Araştırma yaptıkları bir konuda, deneylerin sadece bir grubu ile ilgilenmeyip; deneyel gelişmeleri yakından izleyerek, çeşitliliği sağlamalıdır. Kalıcılığı olan, geniş kapsamlı, deneyel verilerle uyumlu ve hatta yeni öngörülerde bulunabilen kuramlar geliştirmek, ancak bu şekilde olasıdır. Böylesi sağlam temeller üzerine yapılan bir kuram, yeni ve ilginç deneylere ışık tutacaktır.

Süleyman Bozdemir ve Yüksel Ufuktepe
Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, Adana

Kaynaklar
Dirac, P.A.M. "Methods in Theoretical Physics" in "From a Life of Physics", World Scientific Publishing, 1989.
Gal-Or, B. "Cosmology, Physics and Philosophy", Springer-Verlag, 1987.

Hepimizi Kandıran Bir Metin: Hekim Andı

"Mesleğimizin saygıdeğer ustası Büyük Hipokrat'ın insanlık yaklaşımını dile getiren bu yüce ahlak ilkeleri, eskimeksizin, günümüze kadar gelmişlerdir. Bir yanda insanlık, öte yanda hekimlik var olduğu sürece, bu ilkelerin hep ayakta kalacağı kesindir." Bu alıntının yapıldığı yazıda sözü edilen "ilkeler" şunlardır: "Tanık tutma", "Mesleğe saygı ve dayanışma", "İnsan hayatına saygı ve kötülüktan sakınma", "İrz ve namusa, insan kişiliğine saygı", "Sır saklama" ve son olarak da "Evrensellik ve yaptırım" (Fuat Aziz Gökse: "Hekim Andı", Türkiye Klinikleri, 1 (1): 88-89 (eylül) 1981).

Hipokrat'ın adı ile bilinen (ve genelde tıp tarihçilerinin onun kaleminden çıktığına inandıkları) metni, yüzyıllar boyu hemen hiç dikkate alınmamıştır. Daha sonraları ise bu metin, örneğin "Hristiyan Avrupa'da" olduğu gibi özü fazlaca değiştirilmeden korunmuş; giriş kısmı, vb. ise uyarlandı; toplumun özelliklerine bağlı olarak değiştirilmiştir. Dünya Tıp Birliği'nin bildirgeleri arasında "Mesleki Bağlılık Yemini" başlığı ile Cenevre Bildirgesi olarak bilinen metnin de, ilk bakışta ayrıntılar göstermekle birlikte, temelde geleneksel hekim andının izlerini önemli ölçüde taşıdığı söylenebilir.

Yazar, öncelikle bir Tıbbi Etik öğretim üyesi olmanın sorumluluğunu duyarak, geleneksel Hekim Andı'na çok karşı olduğunu değişik bağlamlarda dile getirmiştir. Burada özetle şu temel noktalara değinebileceğini düşünmektedir. Günümüzde belki çoğu zaman "Hipokrat Andı" adıyla anılan metinler, tıp etkinliğinin yalnızca tedavi edici yanına yönelik olup; bu etkinliğin

koruyucu hekimlik, halk sağlığı, temel tıp bilimleri ve genelde tıp araştırmaları gibi önceki temel yönlerine; bu arada söz konusu alanın eğitimine hiç değinmemektedirler. Tıbbın bu yönlerindeki değer ya da etik sorunlarının, ilke olarak klinik hekimlikte yaşananlardan daha az önemli olduğunu düşünebilir miyiz? Yine geleneksel andda, örneğin "Bu yüce sanatı bana öğreten öğretmenlerimi, Annem ve Babam gibi sayacağım" ya da "Bütün hekimler kardeşlerim olacaktır" türünden, günümüzde toplumsal ve mesleki geçerliğini kanımca tümüyle yitirmiş olan anlatımlar yer almaktadır.

Çağımızdaki işlevselliği açısından, yalnızca tedavi edici hekimlik söz konusu olduğunda da geleneksel andın, ne ölçüde gerilerde kalmış bir metin olduğu çok açıktır. Çağdaş bilimsel ve teknik gelişmelerin ortaya çıkardığı genetik danışmanlık, organ aktarımları, ölümün saptanması, bitkisel yaşamın sona erdirilmesi, yeni ilaçların ve cerrahi tekniklerin uygulanması gibi birçok durumda, olağan hekim-hasta ilişkisine çok değişik boyutlar eklenmiştir. Andın daha çok simgesel bir metin olduğu, içeriğinin pek önemli olmayabileceği de sıklıkla dile getirilmektedir. Oysa her andda, simgesellik içerik arasında bir anlam bağlantısının bulunması gerektiğini göz ardı edebilir miyiz? Kişi, ne için and içmektedir?

Hekim andıyla ilgili olarak simgeselliğin bir başka yönü ise, kuşkusuz onun somut olarak gerçekleştirildiği törenlerdir. "Bir elin arkadaşının omuzuna konması", "büyük hocanın söylediklerinin hep bir ağızdan yinelenmesi" gibi törensel davranışlar, kanımca görüşteki ciddiliğine karşın andın, çağımızın gerçeklerinden her yönüyle uzak olduğu gerçeğini gizlemeye yöneliktirler. Bütün bunlara ek olarak, yukarıda konuyla ilgili yazısından alıntı yaptığım öğretim üyemizin, yıl-

lardan beri yürüttüğü ve törenlerinden birinde çekilmiş bir fotoğrafını görüyoruz. Burada büyük bir Türk bayrağı dikkatimizi çekmektedir. Tüm insanlığa yönelik olma niteliğini sürdürdüğü söylenen bu and metninin okunduğu törenlerde, her ülkenin kendi bayrağı yer alacaksa, andın evrenselliği gözardı edilmiş olmaz mı? Böylesi büyük bir çelişkiye yine de (ne yazık ki) şaşmamak gerekir. Çünkü durumdaki sorumlu olan bu hocamızın, hekim andlarında genelde yer alan ve "milliyet ırk, renk, sosyal sınıf" gibi düşüncelerin hekimle hastası arasına girmemesi gerektiğini anlatan Evrensellik ya da Ayırım Yapmama ilkesini, yıllar önce "kendini" andından çıkardığını görüyo-



ruz. And metninde yaptığı değişikliklerden biri de şudur: Ülkemizde "kürtajın", belli bir aya kadar gerçekleştirilebildiğini dikkate almış ve çocuk düşürmeme gereğine, "yasal gerekler dışında" koşulunu getirmiştir. Bu da, "yüce ahlak ilkeleri" ile ters düşen başka bir noktadır.

Hipokrat'ın adı ile bilinen; gerçekte ise o zamanın Pisagor tarikatının ahlak ilkelerinin etkisi altında yazılmış olan And, etik açıdan tıp evrimi içindeki en ileri metinlerden biri de değildir. Örneğin İslam toplumundaki bir metinde, hekimin bilgisini yenilemesinin gerekliliği dile getirilken; Hipokrat'tan 2400 yıl önce Mısır'da yazılmış ve bilinen en eski hekim andı olan Imhotep Andında, hekimin hastasından ödeme gücü ölçüsünde para istemesine yer verilmektedir.

Geleneksel hekim andını "biçimine uydurup" korumak, tıp etkinliğini, büyük ölçüde tüketime dayanan tedavi edici hekimlikle özdeşleştirme ve onda sürüp giden durumu ("statüko-yu") savunma işlevini de çok iyi görmektedir. Öncelikli olarak tıbbın iyileştiricilik yönüne değinerek, genel anlamda insanların, öğrenci yakınlarının bireyselliğini; onların "hasta olmaları" durumunu söz konusu eden bugünkü hekim andı, gerçekte hepimizi kandırmaktadır.

Geleneksel and, başlangıçta, öğrencinin eğitimine başladığı günlerde içilirdi. Ben de bu yazının, tıp fakültelerinde eğitimin başladığı dönemde kaleme alınmasının uygun olacağını düşündüm. Andın, çağımızın değerleri ve tıbbi etik anlayışı ile ne ölçüde bağdaştırılabilir bir "etik" metin olduğu konusundaki yargıyı ise okuyucularımıza bırakıyorum.

Yaman Örs

A.Ü. Tıp Fak. Deontoloji Bölümü

Araştırma Faaliyetlerinin Enformasyon Teknolojisi

Çağdaş araştırma ve teknolojik gelişme devrinde gözde olan etkinliklerden biri de, enformasyonun entelektüel etkinliklere geniş yer vermesidir. Bu olmaksızın uygulamalı ve temel araştırmalarda ilerleme olası değildir. Halk ekonomisi hala, temel bilgilerden kaynaklanan zorlukların sıkıntısını yaşamaktadır.

Bugün bilim adamları, bilimin kalitesini yükseltmek ve sanayi ile ilişkisini mükemmelleştirilmek; dış ülkelerle olan ekonomik ilişkileri geliştirilmek ve bazı çalışmaların ortak yürütülmesi üzerinde durmaktadırlar. Böylece temel bilimsel ve kuramsal araştırmaların sonuçlarının, sanayi alanında hayata geçirilmesi, düzenlenmesi, enformasyona çevrilmesi, bilgisayar sistemlerinden tümleşik yararlanma yöntem ve teknik vasıtalarına geniş imkan yaratılmasını zorunlu kılar.

Enformasyonun yanında yer alan önemli unsurlar arasında hammadde, enerji ve emek sayılabilir. Sibernetik teknolojik gelişmenin teknik platformunda oluşturulacak elemanlar-

dan biri haline getirilmiştir. Avrupa Topluluğu kurulduğundan beri bu sorunla ilgilenmiş ve 1984'te başlatılan ESPRIT (Enformasyon Teknolojisinde Avrupa'nın Strateji Araştırma Geliştirme Programı)'na göre bilgisayarda grafik (resim sentez tekniği) yapımını kolaylaştıran bir proje olan supernode projesi için kredi almayı başarmıştır. Son yıllarda Avrupa Topluluğu enformasyon teknolojisi alanında rakipleriyle eşit şartlarda yarışabilmek için teknoloji kapasitesini geliştirmeye büyük önem vermektedir.

Entelektüel etkinlik alanında farklı enformasyon teknolojilerine örnek olarak, geniş olanaklara sahip bilgisayar destekli işlevsel otomasyon deneme komplekslerini (ODK), bilimsel araştırmaların ve sürekli tasarımının otomasyon sistemlerini, enformasyon ağlarını, veri ve bilgi bankalarını, uzman sistemlerini gösterebiliriz. Günümüzde teknik denemeler, deney düzeneklerini bilgisayar ve mikroelekttron teknolojisini ile birleştiren deneyel ve kuramsal araştırmalar kompleksidir. Önceden araştırmacı tarafından yerine getirilen çalışmaların bir kısmı, böylelikle enformasyon temelinde alınmış deneyin gelecek yönünü de belirleyen bir unsurdur. Hayata geçirilmesi mümkün olmayan deneyimleri, bilgisayarda modelleştirme yöntemi ile yapmak, hipotezi değerlendirmeye olanakları yaratır.

Bilgisayardan elde edilmiş ODK, aslında zekayı (intelekti) geliştiren bir araçtır. ODK, bilgisayar ağlarından yararlanıyor olmasına karşın, aynı zamanda bilimsel araştırma kurumlarında türlü enformatik hizmetlerinin entegrasyonuna da çevrilebilir. O halde bilgisayarlaraştırma, araştırmaların bütün evrelerinde bilgi aktarım etkinliklerinden başlayarak bilimsel ve teknolojik araştırmaların, süreç (proses) tasarımlarının kontrol sistemlerinin kurulmasına kadar tüm operasyonları gerçekleştirir.

Araştırmaların ilk aşamasından alınan sonuçlar, bilgisayarda dağılımlı veri bankaları şeklinde toplanır. Daha sonra bunlardan yararlanarak matematik modelleme, optimizasyon, optimum süreç tasarımı ve kontrol sistemlerinin algoritmik sentez problemleri, program paketleri yoluyla ardışık olarak hayata geçirilir. Böylece veri bankalarından bütün bilgilerin aktarılması, kabul edilmesi ve işlenmesi, optimum süreç tasarımı (OPT) çerçevesinde, grafik çiziciler ve proje çizen aletler ile yerine getirilir.

Genel olarak entelektüel OPT, "yapay zeka" elemanlarına sahip olmalıdır. Örneğin proje mühendislerine yardım amacıyla, yürütükleri proje alanları ile ilgili olarak bilgi bankaları deneyimli uzman sistemle donatılmalıdır. Uzman sistem OPT'den yararlanan proje mühendisine projenin olası varyantlarının yapılmasında ve bilgisayarın grafik çizicisi de, optimum projenin çizilmesinde bir hayli yardımcı olur. Uzman sistemlerin entelektüel proseslere uygulanması, son derece geniş ve çok çeşitlidir. Bunların örnek uygulaması ola-

rak tıp bilimi enformasyon sistemlerini, (ODK)'yi, (OPT)'yi gösterebiliriz. Uzman sistemlerin yaratılmasında ve uygulanmasında temel amaç, birçok sahada; deneylemede, modelleştirmede ya da proje yapımında çalışan uzmanların deneyimlerini, elde ettikleri sonuçları ve önerdikleri yöntemleri bilgisayarda bilgi bankaları şeklinde istenilen formda toplamaktır. Sonuçta bilgi, şüphesiz daha doğru olacaktır.

Bu alanda Azerbaycan Bilimler Akademisi'nin Petrokimya Prosesleri Enstitüsü'nde bu makalenin yazarının rehberliği doğrultusunda birçok çalışma yapılmıştır. Bu amaçla kimya teknolojisinde bilimsel araştırmaların ve proje süreçlerinin otomatlaştırılması için, çok prosesörlü ve evrelili, birleştirici sistem yaratılmıştır. Burada araştırmaların otomatlaştırılması, üç hiyerarşik düzeyde, sayısal bilgisayarlarla olmaktadır. Sistemin birinci aşamasında, deneylerden alınan veriler, araştırmacının daha doğru ve çabuk olarak yapılmasına olanak verir. Sonuçları bilgisayar ekranına kaydetmek yoluyla araştırılan sürecin parametrelerini, reaksiyon sonucunda elde edilen bileşenlerin miktarlarının değişimini izleyebiliriz. Deney sonuçları, bağlantı hattı ile ikinci ve üçüncü aşamaya; yani diğer bilgisayar komplekslerine götürülür ve veri bankası halinde toplanır. Bu da bize kimyasal süreçlerin matematik modelini kurma olanakları verir.

Üçüncü aşamada ise bu modellerden yararlanarak, reaktörün optimum parametreleri hesaplanır. Böylelikle önceleri birçok araştırmacının büyük zorlukla elde ettiği, bazen de hiç mümkün olmayan işleri, bu sistem büyük bir hızla yerine getirebilir. Sistemin bir başka üstünlüğü de, aynı zamanda birçok araştırmacının özellikle kinetik ve makrokinetik araştırmaların karakterlerinin, katalizör denemeleri ve çağdaş cihazlar yoluyla belirlenmesini, deney düzenekleri ile teknoloji rejimlerinin optimum parametrelerinin hesaplanmasını, onlardan alınan deney verileri temelinde sürecin matematik modellerinin ve kontrol sistemlerinin yaratılmasını olası kılmıştır.

Enstitüde yeni üstün teknolojik süreçlerin bilimsel-teknik enformasyonların, patent araştırmalarına ait veri bankalarının ve otomasyon, enformasyon sistemlerinin yaratılması alanında geniş çaplı çalışmalar yürütülmektedir.

Bu çalışmaların sağladığı olanaklar şunlardır: Geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında enformasyon ve araştırmaların yapılma sürecini 3-5 kez azaltır. Temel araştırmalarda bütünüyle yeni bilgisayar yöntemleri kullanılır. Yeni üstün teknoloji matematik modellemesini, optimum tasarım parametrelerinin hesaplanmasını ve resim teknik projesini gerçekleştirir. Aynı zamanda onların kontrol sistemlerinin sentez algoritmalarını belirler ve hayata geçirilmesine olanak sağlar.

Abdülirza Abilov

A.Ü. Fen. Fak. Kimya Mühendisliği Bölümü



Gödel'in Şeytani Bilmeceleri-A:

A'nın teklifi: Bir cümle söyleyiniz. Söylediğiniz şey doğruysa tam 10 dolar alacaksınız. Söylediğiniz şey yanlışsa ya 10 dolardan az, ya da 10 dolardan fazla alacaksınız, asla tam 10 dolar almayacaksınız.

B'nin teklifi: Bir cümle söyleyiniz. Söylediğiniz doğru da olsa, yanlış da olsa 10 dolardan fazla alacaksınız. Hangi teklifi tercih ederdiniz?

Gödel'in Şeytani Bilmeceleri-B:

Bir cümle söyleyiniz. Doğruysa size Ödül 1 veya Ödül 2'den birini vereceğim (hangisi olduğunu söylemeyeceğim). Yanlışsa hiç bir ödül vermeyeceğim. Tabii ki $2 \times 2 = 4$ diyerek iki ödülден birini alırdınız. Fakat Ödül 1'i almayı kafaya koymuşsanız bana nasıl bir soru sormalısınız ki size Ödül 1'i vermeye mecbur olayım?

Bu problemin varyantları da ilginçtir:

a) "Cümleiniz doğruysa size en az bir ödül ve belki de her iki ödülü vereceğim.

Cümleiniz yanlışsa ödül yok" dersem her iki ödülü de alabilmek için ne derdiniz?

b) "Cümleiniz doğruysa Ödül 2'yi alacaksınız, yanlışsa Ödül 2'yi almayacaksınız; Ödül 1'i alabilir veya almayabilirsiniz". dersem Ödül 1'i alabilmek için ne der-

diniz?

c) Diyelim ki kıyamet yaklaştı; ahlak bozuldu ve size şöyle dedim: "Yalan söylersen iki ödülден biri senin olacak; doğru söylersen ödül yok". Ödül 1'i alabilmek için ne söylerdiniz?

d) Size şunu diyorum: "Bana A problemindeki A'nın teklifini yaparsanız size 20 dolar veririm. Çünkü siz bu teklifi kabul ederseniz, sizden istediğim kadar, örneğin 1 milyon dolar kazanabilirim." Bu nasıl olurdu?

Gödel'in Şeytani Bilmeceleri-C:

Şövalyeler ve Üçkağıtlılar Adasında şövalyeler daima doğru, üç kağıtlıların daima yalan söylüyor. Adadaki A ve B klüplerine yalnız şövalyeler kabul ediliyor. Bir şövalye ya A, ya B klübüne üye olmak zorundadır. İkisine birden üye olamaz. Bir gün adaya geliyor ve yolda şövalye mi, üç kağıtçı mı olduğunu bilmediğiniz birine rastlıyorsunuz. Öyle bir cümle söylüyor ki doğru mu yalan mı olduğunu bilmenize gerek kalmadan A klübünden olduğunu anlıyorsunuz. Acaba size ne söyledi?

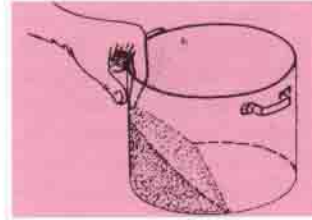
Bir Kareyi İki Kareye Bölmek

Bir kareyi çizim yaparak nasıl iki kareye bölersiniz?

Bertrand Russell'in Moore Paradoksu

Bertrand Russell, birgün Moore'a şunu sorar: "Söylediğin her şey doğru mudur?" Moore biraz düşünür ve şöyle yanıt verir: "Hayır". Sizce Moore gerçekten yalancı biri midir?

Yulaf Lapası



Seryoja yulaf lapası yapacaktı; Ludya teyzeye ne kadar su ile ne kadar yulaf karıştıracağını sordu; Ludya teyze şöyle dedi: "Kaba önce yulaf koy. Kabı öyle eğ ki yulaf, taban daresinin tam yarısı üzerinde toplansın. Şimdi yulafın üst sınırının en yüksek nokta-

sını işaretle ve kaba o hizaya kadar su koy, lapa için gereken su budur."

Seryoja: "Fakat ben yulafı az veya çok alırım, kab büyük veya küçük olabilir. Her kerede bu ölçüm yeterli mi?" diye sordu. Yanıt "Evet, yeterlidir" oldu. Neden bu ölçüm her koşulda geçerli? Suyun yulafa oranı nedir?

İki Sayılı Sayı

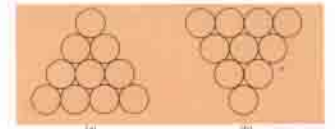
İki sayıyla yazılabilen en küçük sayı hangisidir?

Kestane ve Yumurta Çizmek

Yalnız pergel ve cetvelle kestane ve yumurta benzeri şekil çizin.

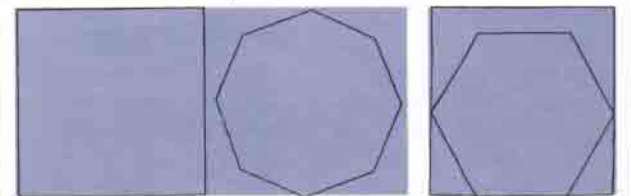
Dairelerden Üçgen

a şeklinde görülen 10 topu, 3 topa yer değiştirerek (b)'deki şekil haline getiriniz.



Kareden, Düzgün Sekizgen, Altıgen ve Beşgen Yapmak

Cetvel veya pergel kullanmadan, kağıt bükme yoluyla bir kareden düzgün bir sekizgen, altıgen ve beşgen yapınız.



Bir Toplam

$1 + 2 + 3 \dots + p$ toplamı, 1979 ile bitebilir mi?

Bir Seçim Problemi

Güliver'in Cüceler Ülkesi'nde seçim var.

İller	Cüce Sayısı	Delege Sayısı
A	19.000	19
B	17.000	17
C	15.000	15
D	13.000	13
E	9.000	9
	73.000	73

Bu delegeler, kendileri dışındaki 2 adaydan başkan seçecekler. Oylama sonucunda başkan, en az 37 oy almalı. Hangi ilde oy kullanırsanız sonucu daha etkilersiniz?

Sürpriz Sınav Paradoksu:

Pazartesi sabahı bir profesör sınıfına şunu söylüyor: "Bu hafta içinde birgün size sürpriz bir sınav yapacağım. Bu bugün, yarın, Çarşamba, Perşembe ve en geç Cuma olabilir. Sınav günü sabahı sınav geldiğinizde, o gün sınav olduğunu bilmeyeceksiniz."

Bunu duyunca şuna karar verdim: "Profesör bu hafta sınav yapamaz". Acaba bu sonuca hangi mantıkla vardım?

Sekiz Nokta Problemi

Sekiz noktayı öyle yerleştirin ki, herhangi iki noktayı birleştirip bu doğru parçasının orta dikmesini çıkarttığımızda, bu orta dikme en az diğer 2 noktadan geçsin.

Üçgeni Beşe Bölme

Dik olmayan bir üçgen hangi koşullarda kendisine benzer (açıları kendisiyle aynı olan) 5 üçgene ayrılabilir? Bunu çizimle gerçekleştiriniz.

Karelerin Ters

Hızla sonucu bulunuz: $\left(1 - \frac{1}{4}\right) \left(1 - \frac{1}{9}\right) \left(1 - \frac{1}{16}\right) \dots \left(1 - \frac{1}{225}\right) = ?$

Hendek

Kazıcıları:

Bu görüldüğünden zor bir problemdir. Yaşlı işçi Abraham 30 dolara bir hendek kazmayı kabul etti. Yanına genç işçi Benjamin'i aldı. Abraham K kilogram toprak kazdıysa, Benjamin bu zamanda yine K kilogram toprağı kürekle uzaklaştırıyordu. Birim zamanda Benjamin K kilogram toprak kazdıysa, Abraham ancak K/4 kilogram toprağı kürekle uzaklaştırabiliyordu. 30 doları aralarında nasıl taksim etmeleri gerekir?

Sayırama Futbol



$GOL^2 = FUTBOL$

Harfler yerine uygun sayıları koyunuz.

Suda Yüzen Küpler:

Aynı hacimde iki küpten biri suya 2 cm., diğeri 1 cm. batıyor. 1. küpü ikinci üzerine koyarsak altta kalan küp suya ne kadar batır? İkinci küpü birinci üzerine koyarsak ne kadar batır?

Robot R-15:



Elinizde bir fabrikada bir çok görev yapan uzaktan kumandalı bir robotun size gönderebileceği mesajların bir listesi var. Bunlardan biri de şu: "Robot R-15 işini tamamlayamadığı için özür diler. "Eksik kalan görev T-12'dir. Birden Robot-15'den şöyle bir mesaj alıyorsunuz: "Robot R-15 işini tamamlayamadığı için özür diler." Eksik kalan gör—" mesaj burada kesilmiştir. Bu kadar bilgiyle eksik kalan görevin nasıl bir görev olduğunu bulunuz.

Mantıkçının Tutarlı Oluşu:

a) Bir mantıkçi tutarsız olduğuna inanıyor diyelim. Mutlaka tutarlıdır veya mutlaka tutarsızdır diyebilir miyiz?

b) Bir mantıkçi doğru düşünmediğine inanıyor. Haklı olduğunu kanıtlayınız.

4 Tane 4

4 tane 4 yazarak ve istediğiniz matematik işlemleri kullanarak, 1'den 9'a kadar olan tam sayıları elde edin.

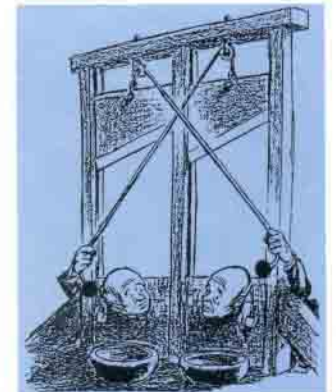
Elips, Oval, Yumurta:

Kalem, iplik ve raptiyeler yardımıyla elips, Descartes oval'i ve yumurta benzeri şekil (hiperelips) çizin.

Nasıl Kurtulabilirler?

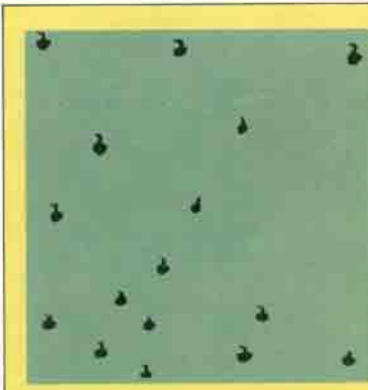
Birbirlerine ellerindeki ipi fırlatsalar, giyotin düşmeden önce ipi yakalamaları olası mı? (İpin hareketini sarkacın salınımı olarak düşünün ve cisimlerin havada düşme formülünü uygulayın).

Not: İplerin ucunda, elden kaymasın diye, büyüğe bir düğüm vardı.



16 Meşe ve 5 Çit

Şekildeki 16 meşe ağacı içeren kareyi 5 çit (beş düz çizgi) ile öyle bölünüz ki, her parçada yalnız 1 meşe ağacı bulunsun.





5 Ekim “Satranç Günü”

5 Ekim 1985, ABD Satranç Federasyonu'na “Satranç günü” ilan ediliyor ve Amerika Birleşik Devletleri Başkanı Ronald Reagan, federasyona şu mektubu gönderiyor: “5 Ekim tarihini ulusal satranç günü” olarak ilan eden ABD Satranç Federasyonu ile pek çok Amerikan vatandaşına katılmaktan memnunluk duymaktayım. Satranç yüzyıllardır oynanan bir oyundur.

Kökleri kadim Hindistan'dan geldiği varsayılan bu oyun, Ortadoğu'ya yayılmış ve Ortadoğu'dan geri dönen Haçlılar tarafından Avrupa'ya getirilmiştir. Satranç böylece Avrupa'da 13. yüzyıldan beri zevkle oynanmaktadır.

Satrançi eşsiz yapan niteliği, bir yandan zevk ve rahatlık sağlarken, aynı zamanda zihni hareketlendirmesi ve geliştir-

mesidir. Çok değişik dallarda ün salmış bir çok ilgi alanları olan büyük düşünürlerden bir çoğu, satranç masasındaki deneyimlerinden bir hayli şey öğrenmişlerdir.

Matematikçiler, generaller, bilimadamları, dünya liderleri ve benzeri pek çok insan bu oyunu öğrenmiş ve ustası olmuşlardır. Amerikalılar yıllardır bu oyunu oynamaktadırlar ve bugün satranççıların sayısı her zamankinden de fazladır.

Her yaşta, her bölgeden ve her meslekten insanlar bu oyunun büyüleyici inceliklerini öğrenip oyuna katılmaktadırlar. Kişinin karakterini güçlendirme, düşünme yeteneğini geliştirme ya da bir iki saati zevkli geçirme konusunda satrançtan daha başarılı pek az yöntem vardır.

Tüm gerçek klasik olgular da görüldüğü gibi satranç zamanın aşındırmasından etkilenmemiştir. Ve kuşkusuz bütün dünyada milyonlarca kişiyi cezbetmeye devam edecektir.”

Satranç Olimpiyatları (VII)

XX. Üsküp 1972

63 ülkenin katıldığı Üsküp olimpiyatını Sovyetler Birliği kazandı. İkinciliği Macaristan, üçüncülüğü Yugoslavya elde ettiler. Ulusal takımımız 39. oldu. Bu olimpiyatın, ülkemiz yönünden unutulmaz yönü Prof. Dr. Siracettin Bilyap'ın altıncı masada olimpiyat üçüncülüğünü kazanmasıdır. 1966 Havana Olimpiyatı'nda da İsmet İbrahimoglu, aynı masada olimpiyat üçüncüsü olmuştu. “Marifet iltifata tabidir.” derler ki doğrudur. Satranca hizmet etmiş kişilerin yaptıkları işleri küçümseyerek unutursak, bir gün aynı şeyler bizim de başımıza gelebilir. “Olimpiyat üçüncüsü” olan bu arkadaşlara geç de olsa gereken ödüllerin verilmesi gerekmektedir.

23 Ülkenin katıldığı Bayanlar Olimpiyatı'nda Sovyetler Birliği birinci, Romanya ikinci ve Macaristan üçüncü oldular.

Petrosian (SSCB) - Boey (Belçika)
1.d4 d5 2.c4 Ac6! 3.Ac3 dxc4 4.e3 Af6 5.Fc4 e6 6.Af3 Fb4 7.Vc2 0-0 8.a3 Fc3 9.bxc3 Aa5 10.Fd3 c5 11.0-0 e4! 12.Fe2 b6 13.a4 Fb7 14.Ad2 Ke8 15.Fa3 e5 16.de5 Ke5 17.Kd1 Ve8 18.Af5 Fe4 19.Va2 Ff3 20.Ff3 Ae4 21.Kd4! Ke8 22.Vc2 f5 23.Kfd1 Ab3 24.Kd7 a5 25.Fe4 fe4 26.Vc2 Ke6 27.Vg4 Kg6 28.Vh4 Kf6 29.Fe7 (1-0).

Karpov (SSCB) - Cobo (Küba)
1.e4 c5 2.Af3 d6 3.d4 cd4 4.Ad4 Af6 5.Ac3 a6 6.f4 e6 7.Fe2 Ve7 8.0-0 Ac6 9.Sh1 Fd7 10.a4 Fe7 11.ab3 0-0 12.Fc3 Ab4! 13.a5 Fe6 14.Fb6 Vb8 15.Vd2 d5 16.e5 Ad7 17.Fd4 b5 18.Fg4 g6 19.Kac1 Ke8 20.f5 g5 21.Ff5 Af8 22.Vb6 Ag6 23.Fg6 hg6 24.Ke3 Ff8 25.Vb4 Fg7 26.Kh3 Fe8 27.Vh7 Sf8 28.Vg6 f6 29.Kf6 (1-0).

Browne (Avustralya) - Taha (Irak)
1.e4 e6 2.d4 d5 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e5 Afd7 6.Fe7 Ve7 7.Ab5! Ab6 8.a4 a6 9.a5 ab5 10.ab6 Ka1 11.Va1 cb1! 12.Va8! 0-0 13.Vb8 Vb4 14.c3 Vb2 15.Ae2 b4 16.cb4 Vb4 17.Sd1 Vb3 18.Sd2 Vb4 19.Sd3 e5 20.Vc7 e4 21.Sc3 Vb3 22.Sf4 Vd3 23.F3 Vd2 24.Sg5 Vc1 25.Sh3 Vd2 26.Sg4 f6 27.c6 e5 28.Sh5 g6 29.de5 fe5 30.Ve7 Kf5 (0-1).

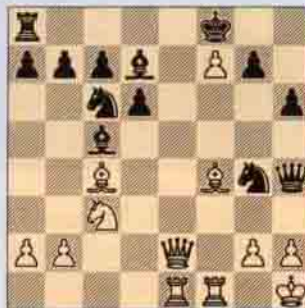
XXI. Nis 1974

74 ülkenin katıldığı Nis olimpiyatını Sovyetler Birliği (Karpov, Kortchnoi, Spassky, Petrosian, Tal ve Kuzmin) ezici bir farkla kazandı. (46 puan). Yugoslavya (Gligoric, Ljubojevic, Ivkov, Planinc, Velimirovic ve Parma) 37,5 puanla ikinci ve Amerika (Kavalek, R. Byrne, Browne, Reshevsky, Lombardy ve Tarjan) 36,5 puanla

Kombinezon Okulu



I. Beyaz oynar kazanır.



II. Beyaz oynar kazanır.



III. Beyaz oynar kazanır.



IV. Beyaz oynar kazanır.



V. Siyah oynar kazanır.



VI. Beyaz oynar kazanır.



VII. Beyaz oynar kazanır.



VIII. Beyaz oynar kazanır.

Ödül Kazanan Etüdler



Etüd I G. Kasparian Çek Sports, 1953
1. Ödülü I. Beyaz oynar kazanır.



Etüd: III J. Fritz Çek SACH, 1956 1. Ödülü
III. Beyaz oynar kazanır.



Etüd II A. Koprin New Statesman, 1959
1. Ödülü II. Beyaz oynar kazanır.



Etüd: IV H. Rink İsviçre, 1923 1. Ödülü
IV. Beyaz oynar kazanır.

Ödül Kazanan Problemler



Problem: I Hermann von Gottschall Deutscher
Schachbund, 1925 1. ödülü 3 hamlede mat



Problem: II Walter Grimshaw Englisches
Turnier, 1852 1. ödülü 3 hamlede mat



Problem: III Brian Harley "South African Chess
magazine", 1937 1. ödülü 3 hamlede mat



Problem: IV Miroslav Havel
"Natal Mercury", 1911 3 hamlede mat

üçüncü oldular, Benim de aralarında bulunduğum Ulusal takımımız 42. sırada idi.

Kahraman Olgaç (Türkiye) - İdris (Ekvator)
1.Af3 Af6 2.g3 b5 3.Fg2 Fh7 4.0-0 e6
5.b3 Fe7 6.Fb2 d5 7.d3 c5 8.Abd2 0-0 9.c4 a6
10.Ve2 Abd7 11.e4 d4 12.b4! e5 13.b5 Fe5
14.ch5 Kac8 15.a4 Fa3 16.Ac4 Fb2 17.Vb2
Fe4 18.Ace5 Ae5 19.de4 Af3 20.Ff3 Kc3
21.Fg2 Vb6 22.a5 Ve5 23.ba6 Ad7 24.Vb7
Ae5 25.a7 Ve8 26.Vd5 Ae6 27.e5 Kd8 28.Vb5
Aa7 29.Vb7 Vb7 30.Fb7 b3 31.Kf1! S8 32.a6
Se7 33.f4 Kd4 34.Kd2 Kd7 35.Sf2 Ke2 36.Se3
h5 37.h4 Kde7 38.Kd3 Kb2 39.Ka1 Ka2
40.K1d2 Ka1 41.Kb2 Ka5 42.Kdb3 Ka1
43.Sd2 Ae6 44.Fe6 Kc6 45.Kb7 Se6 46.a7
Kea6 47.K1b6 Kb6 48.Kb6 Se7 49.Kb7 Se6
50.Se3 g6 51.Se4 f6 52.e6 Sf6 53.Sb5 Sf5
54.Sb6 Sg4 55. Kg7 Sf5 56.Sb7 Kb1 57.Se8
Kc1 58.Sb8 (1-0)

Ocupmo (Mekko) - Kahraman Olgaç (Türkiye)
1.e4 d6 2.d4 Af6 3.Ac3 g4 4.F4 F7 5.Af3 c5
6.e5 Ag4 7.Fb5 Fd7 8.e6 Fb5 9.e7 Sd7 10.Ab5 Va5
11.Ac3 ed4 12.ad4 Fd4 13.Vd4 Ae6 14.Vd5 Vd5
15.Ad5 Ka8 16.b3 Ab6 17.Fd2 A7 18.Fc3 Klg8
19.0-0 Ad8 20.a4 Ade6 21.Ka1 Kf7 22.b4 Kf8
23.b5 Ad8 24.Kde1! Kf5 25.Ked1 Ae4 26.Af4 Kf4
27.Kf4 Kf4 28.Fd4 Ae6 29.Fa7 Ka4 30.Fc3 Ae7?
(30...Ka1) 31.Sd2 Ab5 32.Kb1 Se6 33.Kf1 Ke4
34.Sd3 Ke6 35.Kf8 Kf6 36.Kh8 Kf7 37.g4 Ae7
38.h4 Ae6 39.b5 gh5 40.gh5 Ae5 41.Se2 Ae4 42.h6
e5 43.Kg8 Sd5 44.Sd3 Af6 45.e4 Se6 46.Kf1 Ad7
47.Kh1 Ab8 48.Se4 Ae6 49.Kb5 Kd7 50.Fd2 Ad4
51.Kb6 Ke7 52.Fb4 Ae6 53.Fd2 Ad8 54.Kb4 Ke4
55.Kd5 d5 56.Sd5 de4 (0-1)

Kahraman Olgaç (Türkiye) - Kasseba (Suriye)
1.Af3 Af6 2.b3 g6 3.Fb2 Fg7 4.g3 b6 5.Fg2
Fh7 6.0-0 0-0 7.e4 e5 8.e3 d6 9.ed5 Vd5 10.Ac3
Vd8 11.d4 ed4 12.Ad4 Fg2 13.Sg2 Aa6 14.Ve2
Ac5 15.Kf1 Vb8 16.b4 Ad7 17.Ka1 Ae5 18.f4
Ac4 19.Sg1 Ab2 20.Vb2 Vb7 21.Vg2 Vg2 22.Sg2
Ag4 23.Kd3 Kf8 24.Ace2 Kd7 25.h3 Af6 26.Sf5
Kad8 27.Kb5 S8 28.Ae6 Kc8 29.b5 Ae8 30.a4
Ad6 31.Kd1 Kde7 32.Kbd3 Ae8 33.Kd8 Ff6
34.e4 e6 35.Kc8 Ke8 36.e5 Fe7 37.Kd7 Fe5
38.Ka7 Ae7 39.Ac3 Fa3 40.Ae4 Ae8 41.Ag5 Ke7
42.Ah7 Sg7 43.Ka8 Sh7 44.Kc8 Sg7 45.Kd8 f6
46.g4 fe5 47.fe5 Kf7 48.Se4 Fe1 49.Ad4 Ka7
50.Ae6 S7 51.Ad4 Ka4 52.e6 Se7 53.Kd7 Se8
54.Sd5 Fg5 55.Ade6 (1-0)

Kahraman Olgaç

1994 Türkiye Şampiyonası Finali ve Bayanlar Türkiye Şampiyonası

Bu yılın finali 9-28 Temmuz tarihlerinde İstanbul Büyük Tarabya Otelinde 18 oyuncu ile oynandı. Büyüksuvarımız Suat Atalık ile Uluslararası ustalarımız İlhan Onat ve Turhan Yılmaz'ın katılmadığı turnuvada FM ünvanlı 3 oyuncu oynadı, katılanlar arasında 5 Türkiye şampiyonunun yanı sıra en kuvvetli bayan oyuncumuz, Uluslararası Usta (IM), Nilüfer İpek'in de olması dikkat çekiciydi.

Döner Sistemle (Berger ya da Lig Usulü de denir) oynanan bir turnuva için 18 oyuncunun (17 tur) fazla olması nedeniyle oyuncular arasındaki farklar sonuçlara artarak yansdı ve sonuçta, baştaki ve sondaki puan gruplarında yığılmalar oldu. Yine 17 turun çok fazla olması nedeniyle bazı oyuncuların bünyeleri 3 hafta satranç sporu yapmaya dayanamayıp, yorgunluktan zayıf

düşerken, bazı oyuncular da üst üste yenilgilerle moral bozukluğuna yenik düştüler. Bu da hem oyunların kalitesini düşürdü, hem de turnuva sıralamasını etkiledi.

İlk beş dereceyi alanların Balkan Şampiyonası (Bulgaristan-Varna) ve Olimpiyat (Yunanistan-Selanik) Milli takım kadrosuna girdiği yarışmada, ilk dereceleri aşağıdaki sporcular aldı.

1-2	FM Hakan Han (ELÖ: 2305),	13 puan
	FM Can Arslan (2365)	
3.	FM Suat Saylı (2375)	12,5
4.	Selim Gürcan (2205)	11,5
5-6	Yakup Bıyın (2225)	11
	Hakan Erdoğan (2230)	

Birincilik ve beşincilik için daha sonraki bir tarihte 4'er günlük maç yapılacaktır.

1994 Bayanlar Türkiye Şampiyonası ise yine aynı salon ve tarihlerde 13 oyuncu ile oynandı. Birincilik mücadelesi sadece birkaç oyuncu arasında geçti; fakat geçen yılın şampiyonasına göre daha seviyeli oyunlar çıktı. Böylece bir yıl içinde bayan oyuncularla ilerleme olduğu görüldü. Ülkemizde henüz yeterli kadar yaygınlaşmamış olan satranç sporu, bayanlar arasında hiç tanınmamış gibi

duruyor. Biz de bu satırlardan satrançsever okuyucularımıza sesleniyor ve bayan satranççılarımızı turnuva salonlarına davet ediyoruz. Bu arada hatırlatmak gerekir ki, Bayanlar Türkiye Şampiyonasına girmek için sadece bayan olmak ve satranç bilmek yeterli, yani herhangi bir ön eleme ya da seçme yapılmıyor. Bu nedenle 13 oyuncu ile bu turnuvanın oynanmış olması üzücü, hatta utanç vericidir.

Şampiyonun Balkan, ilk üç dereceyi alanların da Olimpiyat Milli takım kadrosuna girdiği turnuvanın üst sıralaması şöyle oldu:

1.	Fatmanur Öney (UKİD: 1652)	11 puan
2.	Emine Sanlı (1662)	10.
3.	Cavdan Aydemir (1550)	9
4.	Aybike Aynal (1607)	8
5.	Burcu Can (1438)	7

Turnuvanın tüm oyunları ve sonuç çizelgeleri bir kitapçık haline getirilmiştir.

Turnuvadan Seçme Oyunlar:

Cengiz Keleş (2125) - Can Arslan (2365)
1.e4 e5 2.f4 d5 3.ed5 ef4 4.Fc4 Vb4 5.Sf1 Fb6
6.Af3 Vb5 7.d4 Ae7 8.Ac3 Fg4 9.Ae4 0-0 10.Ad6 cd6
11.Ff4 Ad5 12.Fd5 Vd5 13.c3 Ad7 14.h3 Fb5 15.Sf2 Ab6
16.Kf1 Kf8 17.Sg1 Ke4 18.Fb2 Vb6 19.Kf2 Kac8 20.Vd2
Fd3 21.Kf3 Ke2 22.Vf4 Kb2 23.Vd6 Vd6 24.Fd6 Ke2 25.g4
Ae4 26.Ff4 g5 27.Fe5 f6 28.Fc7 S7 29.a4 Se6 30.a5 Sd7 0-1

Ali İpek (2260) - Selim Gürcan (2205)
1.d4 Af6 2.Af3 g6 3.Fg5 Fg7 4.Abd2 d5
5.e3 0-0 6.e4 Ae4 7.Ae4 de4 8.Ad2 f5 9.e5

Fe6 10.Ve2 Ac6 11.Fc4 Fc4 12.Ve4 Sh8 13.b4 h5 14.0-0 Vd7 15.f3 e3 16.Af3 e6 17.Ff4 Kac8 18.Ag5 Kf8 19.Ka1 a6 20.Kf6l Vd5 21.a3 Ke7 22.Af3 Kd7 23.Ve2 Sh7 24.Ve1 Kg8 25.Vg3 Kc8 26.Ag5 Sg8 27.Af3 Sh7 28.Ag5 Sg8 29.Af3 1/2-1/2

Yakup Bayram (2225) - Hakan Han (2305)
1.d4 Af6 2.e4 g6 3.Ac3 d5 4.cd5 Ad5 5.Fd2 Fg7 6.e4 Ac3 7.Fc3 e5 8.d5 Fc3 9.bc3 0-0 10.Fe2 e6 11.Af3 ed5 12.ed5 Fg4 13.0-0 Vd6 14.h3 Ff3 15.Ff3 Ad7 16.g3 Kf8d 17.Fg2 Ab6 18.Vf3 Vd5 19.Ve3 Vd7 20.Ve5 1/2-1/2

Hakan Han (2305) - Ali İpek (2260)
1.d4 Af6 2.e4 e6 3.Ac3 Fb4 4.a3 Fc3 5.bc3 b6 6.f3 d5 7.Ah3 0-0 8.Af2 Ke8 9.cd5 ed5 10.e3 e5 11.Fb5 Ke7 12.0-0 Fa6 13.a4 Fb5 14.ab5 a5 15.de5 bc5 16.e4 Kd7 17.Vb3 Kb7 18.Kd1 Vb6 19.cd5 Vb5 20.Va3 Abd7 21.e4 a4 22.Fg5 e4 23.Ve3 h6 24.Fc3 Ac5 25.Fh6 Ab3 26.Ka2 Vb4 27.Ve5 Ve5 28.Vc3 Vb4 29.Vb4 Kb4 30.Fc3 Ad7 31.Sf1 e3 32.Ad3 Ke4 33.Ac1 e2 34.Kd3 Kb8 35.Sg2 Ac5 36.Kb3 ab3 37.Kb2 Kcb4 38.Ad3 Ac4 39.Fe1 Ka4 40.e5 Ka1 0-1

Yakup Bayram (2225) - Can Arduman (2365)
1.d4 Af6 2.e4 g6 3.Ac3 Fg7 4.e6 d6 5.f3 0-0 6.Fc3 e5 7.de5 de5 8.Vd8 Kd8 9.Fc5 Ac6 10.Fa3 e6 11.Kd1 Ad7 12.f4 Fc3 13.bc3 b6 14.b4 Fa6 15.Kh3 Ac5 16.Kd8 Kd8 17.Fc5 bc5 18.Kd3 Kd3 19.Fd3 Aa5 20.Af3 Fc4 21.Fc4 Ac4 1/2-1/2

Cengiz Keleş (2125) - Cem Pekin (2210)
1.e4 c5 2.g3 Ac6 3.Fg2 g6 4.Ae2 Fg7 5.0-0 e6 6.e3 Age7 7.d4 cd4 8.ed4 d6 9.d5 ed5 10.ed5 Ae5 11.Abc3 0-0 12.Ff4 Ke8 13.Kel Fg4 14.h3 Ff5 15.Ad4 Vb6 16.Af5 Af5 17.h3 Kac8 18.Ae4 Kel 19.Fc1 Ad7 20.A4 Ah4 21.Fh1 h6 22.Fc3 Va6 23.a4 Sh7 24.Ff4 Fe5 25.Fg3 g5 26.F4 Ff4 27.Fh4 1-0

Yakup Bayram (2225) - Selim Gürcen (2205)
1.d4 Af6 2.e4 g6 3.Ac3 Fg7 4.e4 d6 5.h3 0-0 6.Af3 Abd7 7.Fg5 e5 8.d5 a5 9.g4 Ac5 10.Ad2 e6 11.Vf3 h6 12.Fb4 Fd7 13.Fc2 a4 14.a3 g5 15.Fg3 Vb6 16.0-0-0 Kc5 17.Sh1 Ab3 18.Ab3 Vb3 19.Vd3 ed5 20.Fd5 Ke5 21.f3 Kac8 22.Kel K5c7 23.Ff2 Fe8 24.Aa2 Vd3 25.Fd3 Ad7 26.Kc7 Kc7 27.Fb5 1-0

2. Çanakkale Truva Festivali Turnuvası

Çanakkale'de 17. Türkiye Şampiyonası başta olmak üzere çeşitli sponzorların desteğiyle bu yıl ikincisi yapılan turnuvaya, çeşitli illerden 62 oyuncu katıldı. Katılanlar arasında bu yılın Türkiye Şampiyonasında ilk üç dereceyi alanların olması, turnuvanın sertlik derecesi hakkında bir fikir vermeye yeterli olacaktır. Aşırı sıcaklar ve 17 turlu Türkiye Şampiyonasının ardından bir turnuva oynamak bazı oyunculara ağır geldi ve bunlardan son iki yıl

ın Türkiye Şampiyonu FM Can Arduman aldığı 4.5 puanla 12. 'liği' paylaşıldı. Çoğunluğu etkileyen iklim koşullarından etkilenmeyen 1991, 92 ve 94 yıllarının eşpuanlı şampiyonu FM Hakan Han 7 turda 6.5 puanla farklı şekilde birinciliği elde etti.

Takip eden dereceleri ise averaj sırası ile Hakan Erdoğan, Armen Grigoriev (Rusya), FM Suat Soylu ve Bülent Güner 5.5 puanla paylaştılar. Birincilik ödülünün 10 milyon TL olduğu turnuvanın toplam 30 milyon TL olan para ödülü Çanakkale Belediyesi ve Çanakkale Satranç Derneği tarafından konurken, çeşitli kuruluşlar da organizasyona yardımcı oldular.

Turnuvadan Seçme Oyunlar:

Armen Grigoriev - Zaven Çigdemoglu (1564)
1.e4 c5 2.Af3 d6 3.d4 cd4 4.Ad4 Af6 5.Ac3 g6 6.Fc3 Fg7 7.f3 0-0 8.Vd2 Ac6 9.Fc4 Fd7 10.0-0-0 Kc8 11.Fb3 Ae5 12.h4 Ac4 13.Fc4 Ke4 14.Aa2 Va5 15.h5 Ah5 16.a4 Af6 17.Fh6 Kf8 18.Fg7 Sg7 19.Vh6 Sg8 20.Kd5 Kc5 21.g5 Ah5 22.Af6 e6 23.Kh5 gh5 24.Ah5 Vc3 25.bc3 1-0

Ersan Doğan (1589) - Murat Yurtbilir
1.e4 c5 2.d4 d5 3.Ac3 dc4 4.Ae4 Ff5 5.Ag3 Fg6 6.b4 h6 7.h5 Fh7 8.Af3 Af6 9.Fd3 Fd3 10.Vd3 e6 11.Fd2 Abd7 12.0-0-0 e5 13.Fc3 Ke8 14.Kh1 Fe7 15.d4 e4 16.Vd2 Ae5 17.d6 Ff8 18.Af5 Ae4 19.Ke4 Ae4 20.d7 1-0

Ahmet Can (1797) - Suat Soylu (2297)
1.d4 Af6 2.e4 e6 3.Fg5 Fb4 4.Fd2 Fe7 5.Ac3 d5 6.Af3 0-0 7.e3 e5 8.cd5 ed5 9.Fe2 Ac6 10.0-0 a6 11.de5 Fe5 12.Aa4 Fa7 13.Kel Vd6 14.Ve2 Ae4 15.Kf6l Fg4 16.Fe1 Ka8 17.Fa6 Fb8l 18.Fe2 Ag5 19.Vc5 Ag3 20.Fh3 Vh2 21.Sf1 Ff3 22.g3 Ae5 23.Fa5 Vh1 24.Se2 Vd5 25.Sf1 Kd6 26.Fc3 Ag4 27.Kc2 Kh6 28.Kc2 Af2l 0-1

Bülent Güner (2073) - Süleyman Yalçın (1779)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 0-0 6.Af3 Abd7 7.Kel e6 8.Fd3 dc4 9.Fe4 Ad5 10.Fe7 Ve7 11.Ae4 e5 12.0-0 ed4 13.Vd4 A7f6 14.Ag3 Kd8 15.Kf6l Fg4 16.Fb3 a5 17.a3 Ff3 18.g3 Ab4 19.Af5l Vc7 20.Ah6 gh6 20...Sf8 21.Ve5 ya da 20...Sh8 21.Af7 kazanır 21.Vf6 Ad3 22.Kc4 Af2 23.Kd4l Ah3 24.Sg2 Ag5 25.h4 Vb6 26.hg5 Kd4 27.Kd4 Vh3 28.gh6 1-0

Cengiz Keleş (1995) - Can Arduman (2344)
1.e4 c5 2.f4 d5 (Şah gambitinde Falkbeer karpı gambiti) 3.ed5 e4 4.Fc4 Fd6 5.Af3 Ae7 6.0-0 c6 7.d6 Abc6 8.d4 0-0 (Burada siyah bu hamleyi fazla düşünmeden dikkatsizce yapar) 9.Ag5! (fiyatını istersen, f7 ve h7 zağı kareline bakıyor) Af5! (40 dakikada hücumu ilginç bir savunma) 10.Vh5 Ah6 11.Ff4 Fe7 12.c3 Ad4 13.Ff7l Sh8 13.Vf7l Kf7 14.Af7

Çözüm IV: 1.Fc6 Vc6 2.Kf8! S8 3.Fe7! S8 4.Ff6 S8 5.Ve7 S8 6.Vg7 mat (Christoph-Muth, 1948).
Çözüm V: 1.Vf6 2.Af3 Fe3 3.Sf1 Vb3! 4.gf3 Fh3 mat (Kollermann-Friedl, 1955).
Çözüm VI: 1.Ke6! fe6 2.Vg6! hg6 3.Fg6 mat (Pillsbury-NN, 1899).
Çözüm VII: 1.Kh6! gh6 2.Vg8! Ag8 3.Ff5 mat (Bauer-Göllner, 1956).

Çözüm VIII: 1.Ac7 Sa7 2.Va6 ba6 3.Ab5 Sa8 4.Ka7 mat (De Munck-NN, 1914).
Ödül Kazanmış Problemler
Çözüm I: 1.Kc8! 1.Fc8 2.Vg8! Sa8 3.Fd5 mat 1.Kc8 2.Vc8 Fc8 3.Fd5 mat 1.Kc8 2.Vc8 Sa8 3.Fe6 mat 1.Fd7 2.Fa4! Fb5 3.Ve6 mat.
Çözüm II: 1.Kf1! 1.e1V 2.Af3! Fb3 3.Kd2 mat

Çözüm III: 1.Kb3! 1.Ab5 2.Ka7! Aa7 3.b7 mat.
Çözüm IV: 1.Kg2! 1.Sd5 2.Ve8! Se4 3.Kg4 mat 1.Sf5 2.Ve8 Se4 3.Kg4 mat 1.Sf5 2.Ve8 Sf6 3.Kg6 mat.
Ödül Kazanmış Etüdler
Çözüm I: 1.e5! Ad3 2.Kf8! Fd7l 3.b6 Ae5 4.Kg8! Sh4! 5.b7 Ac6 6.Sg7 Sg7 7.Sf7 Sf5 8.Kf8! Ab8 9.Sc7! Se5 10.Kc8! Fa4 11.Kc5 Sh4 12.Sb6 Fb3 13.Ka5 kazanır.

Fikri Cengiz (1846) - Suat Soylu (2297)
1.e4 c5 2.Af3 d6 3.c3 Af6 4.e5 de5 5.Ae5 e6 6.d4 Fe7 7.Fd3 cd4 8.0-0 de3 9.Ac3 0-0 10.Vf3 Abd7 11.Ff4 Ae5 12.Fe5 Fd6l 13.Ff6 Vb6 14.Fh7 Sh7 15.Vd3 Sg8 16.Vd6 Kd8 17.Vg3 Fd7 18.Ae4 Vd4 19.Ag5 Fe6 20.Kf6l Vb6 21.Ka1 Kd4 22.Kc3 Kd8 23.h4 Kd2 24.b4 Vg6 25.b5 Fb5 26.h5 Vh5 27.Kc5 Kd1 28.f4 Kel 29.Ve1 Vd1 30.Vd1 Kd1 31.Sf2 Fe6 32.Kc2 S8 0-1

Göl ve Çevre

Ülkemizde hızla artan Satranç turnuvalarına bir yenisi de Beyşehir'de eklendi. Yeterince duyurulmamış bir Çevre Sorununa dikkat çekmek amacıyla Beyşehir Belediyesi'nin etkinliklerinden biri olarak yer alan turnuva 27-30 Ağustos tarihleri arasında 26 oyuncu ile oynandı.

Konya Ovası'nı sulamak amacıyla Beyşehir Gölü'nden hesapsızca su çekilmesi sonucu, su seviyesi yaklaşık 3 m düşmüş. Bu da alınıp da yerine konmamış 2 milyar ton su anlamına geliyor. Sonuç olarak, bu böyle devam ederse hem geriye bir batıklık kalacak hem de Konya Ovası sulaması sona erecek.

Biz de, Çevre Sorunlarına duyarlı Satrançsever Yurtseverler olarak 'meşhur' Aral Gölü'nü hatırlatıyor ve bu sulamada 'Sürdürülebilirlik' ilkesine dikkat çekmek istiyoruz.

İsviçre Sistemi ile 7 tur oynanan yarışmada Birinciliği 6.5 puanla Cengiz Keleş, İkinciliği 5.5 puanla Bülent Tezeren alırken, onları 5'er puanla Ergül Ünver, Kıvanç Haznedaroğlu ve Koral Demirci izledi.

Bülent Tezeren (1821) - Cengiz Keleş (1995)
1.d4 Af6 2.Af3 e6 3.c4 Fb4 4.Fd2 c5 5.c3 Fd2 6.Abd2 0-0 7.Fd3 d5 8.0-0 cd4 9.ed4 cd4 10.Fc4 Ac6 11.Ab3 b6 12.Vd2 Fd7 13.Kf1 Ke8 14.Ka1 Ve7 15.Ve2 Ab4 16.a3 Abd5 17.Abd2 Kc7 18.Fa6 Fa6 19.Va6 h6 20.Ab3 Kf8 21.Ae5 Kc1 22.Kel Kc1 23.Ael Vc7 24.Ve4 Sf8 25.Aed3 Vc4 26.Ae4 ve berabere.

Cengiz Keleş



5 Ekim “Satranç Günü”

5 Ekim 1985, ABD Satranç Federasyonu'na “Satranç günü” ilan ediliyor ve Amerika Birleşik Devletleri Başkanı Ronald Reagan, federasyona şu mektubu gönderiyor: “5 Ekim tarihini ulusal satranç günü” olarak ilan eden ABD Satranç Federasyonu ile pek çok Amerikan vatandaşına katılmaktan memnunluk duymaktayım. Satranç yüzyıllardır oynanan bir oyundur.

Kökleri kadim Hindistan'dan geldiği varsayılan bu oyun, Ortadoğu'ya yayılmış ve Ortadoğu'dan geri dönen Haçlılar tarafından Avrupa'ya getirilmiştir. Satranç böylece Avrupa'da 13. yüzyıldan beri zevkle oynanmaktadır.

Satrançi eşsiz yapan niteliği, bir yandan zevk ve rahatlık sağlarken, aynı zamanda zihni hareketlendirmesi ve geliştir-

mesidir. Çok değişik dallarda ün salmış bir çok ilgi alanları olan büyük düşünürlerden bir çoğu, satranç masasındaki deneyimlerinden bir hayli şey öğrenmişlerdir.

Matematikçiler, generaller, bilimadamları, dünya liderleri ve benzeri pek çok insan bu oyunu öğrenmiş ve ustası olmuşlardır. Amerikalılar yıllardır bu oyunu oynamaktadırlar ve bugün satranççıların sayısı her zamankinden de fazladır.

Her yaşta, her bölgeden ve her meslekten insanlar bu oyunun büyüleyici inceliklerini öğrenip oyuna katılmaktadırlar. Kişinin karakterini güçlendirme, düşünme yeteneğini geliştirme ya da bir iki saati zevkli geçirme konusunda satrançtan daha başarılı pek az yöntem vardır.

Tüm gerçek klasik olgular da görüldüğü gibi satranç zamanın aşındırmasından etkilenmemiştir. Ve kuşkusuz bütün dünyada milyonlarca kişiyi cezbetmeye devam edecektir.”

Satranç Olimpiyatları (VII)

XX. Üsküp 1972

63 ülkenin katıldığı Üsküp olimpiyatını Sovyetler Birliği kazandı. İkinciliği Macaristan, üçüncülüğü Yugoslavya elde ettiler. Ulusal takımımız 39. oldu. Bu olimpiyatın, ülkemiz yönünden unutulmaz yönü Prof. Dr. Siracettin Bilyap'ın altıncı masada olimpiyat üçüncülüğünü kazanmasıdır. 1966 Havana Olimpiyatı'nda da İsmet İbrahimoglu, aynı masada olimpiyat üçüncüsü olmuştu. “Marifet iltifata tabidir.” derler ki doğrudur. Satranca hizmet etmiş kişilerin yaptıkları işleri küçümseyerek unutursak, bir gün aynı şeyler bizim de başımıza gelebilir. “Olimpiyat üçüncüsü” olan bu arkadaşlara geç de olsa gereken ödüllerin verilmesi gerekmektedir.

23 Ülkenin katıldığı Bayanlar Olimpiyatı'nda Sovyetler Birliği birinci, Romanya ikinci ve Macaristan üçüncü oldular.

Petrosian (SSCB) - Boey (Belçika)
1.d4 d5 2.c4 Ac6! 3.Ac3 dxc4 4.e3 Af6 5.Fc4 e6 6.Af3 Fb4 7.Vc2 0-0 8.a3 Fc3 9.bxc3 Aa5 10.Fd3 c5 11.0-0 e4! 12.Fe2 b6 13.a4 Fb7 14.Ad2 Ke8 15.Fa3 e5 16.de5 Ke5 17.Kd1 Ve8 18.Af5 Fe4 19.Va2 Ff3 20.Ff3 Ae4 21.Kd4! Ke8 22.Vc2 f5 23.Kfd1 Ab3 24.Kd7 a5 25.Fe4 fe4 26.Vc2 Ke6 27.Vg4 Kg6 28.Vh4 Kf6 29.Fe7 (1-0).

Karpov (SSCB) - Cobo (Küba)
1.e4 c5 2.Af3 d6 3.d4 cd4 4.Ad4 Af6 5.Ac3 a6 6.f4 e6 7.Fe2 Ve7 8.0-0 Ac6 9.Sh1 Fd7 10.a4 Fe7 11.ab3 0-0 12.Fc3 Ab4! 13.a5 Fe6 14.Fb6 Vb8 15.Vd2 d5 16.e5 Ad7 17.Fd4 b5 18.Fg4 g6 19.Kac1 Ke8 20.f5 g5 21.Ff5 Af8 22.Vb6 Ag6 23.Fg6 hg6 24.Ke3 Ff8 25.Vb4 Fg7 26.Kh3 Fe8 27.Vh7 Sf8 28.Vg6 f6 29.Kf6 (1-0).

Browne (Avustralya) - Taha (Irak)
1.e4 e6 2.d4 d5 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e5 Afd7 6.Fe7 Ve7 7.Ab5! Ab6 8.a4 a6 9.a5 ab5 10.ab6 Ka1 11.Va1 cb! 12.Va8! 0-0 13.Vb8 Vb4 14.c3 Vb2 15.Ae2 b4 16.cb4 Vb4 17.Sd1 Vb3 18.Sd2 Vb4 19.Sd3 e5 20.Vc7 c4 21.Sc3 Vb3 22.Sf4 Vd3 23.F3 Vd2 24.Sg5 Vc1 25.Sh3 Vd2 26.Sg4 f6 27.c6 e5 28.Sh5 g6 29.de5 fe5 30.Ve7 Kf5 (0-1).

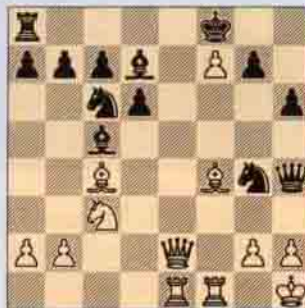
XXI. Nis 1974

74 ülkenin katıldığı Nis olimpiyatını Sovyetler Birliği (Karpov, Kortchnoi, Spassky, Petrosian, Tal ve Kuzmin) ezici bir farkla kazandı. (46 puan). Yugoslavya (Gligoric, Ljubojevic, Ivkov, Planinc, Velimirovic ve Parma) 37,5 puanla ikinci ve Amerika (Kavalek, R. Byrne, Browne, Reshevsky, Lombardy ve Tarjan) 36,5 puanla

Kombinezon Okulu



I. Beyaz oynar kazanır.



II. Beyaz oynar kazanır.



III. Beyaz oynar kazanır.



IV. Beyaz oynar kazanır.



V. Siyah oynar kazanır.



VI. Beyaz oynar kazanır.



VII. Beyaz oynar kazanır.



VIII. Beyaz oynar kazanır.

Ödül Kazanan Etüdler



Etüd I G. Kasparian Çek Sports, 1953
1. Ödülü I. Beyaz oynar kazanır.



Etüd: III J. Fritz Çek SACH, 1956 1. Ödülü
III. Beyaz oynar kazanır.



Etüd II A. Koprin New Statesman, 1959
1. Ödülü II. Beyaz oynar kazanır.



Etüd: IV H. Rink İsviçre, 1923 1. Ödülü
IV. Beyaz oynar kazanır.

Ödül Kazanan Problemler



Problem: I Hermann von Gottschall Deutscher
Schachbund, 1925 1. ödülü 3 hamlede mat



Problem: III Brian Harley "South African Chess
magazine", 1937 1. ödülü 3 hamlede mat



Problem: II Walter Grimshaw Englisches
Turnier, 1852 1. ödülü 3 hamlede mat



Problem: IV Miroslav Havel
"Natal Mercury", 1911 3 hamlede mat

üçüncü oldular, Benim de aralarında bulunduğum Ulusal takımımız 42. sırada idi.

Kahraman Olgaç (Türkiye) - İdris (Ekvator)
1.Af3 Af6 2.g3 b5 3.Fg2 Fh7 4.0-0 e6
5.b3 Fe7 6.Fb2 d5 7.d3 c5 8.Abd2 0-0 9.c4 a6
10.Ve2 Abd7 11.e4 d4 12.b4! e5 13.b5 Fe5
14.ch5 Kac8 15.a4 Fa3 16.Ac4 Fb2 17.Vb2
Fe4 18.Ace5 Ae5 19.de4 Af3 20.Ff3 Kc3
21.Fg2 Vb6 22.a5 Ve5 23.ba6 Ad7 24.Vb7
Ae5 25.a7 Ve8 26.Vd5 Ae6 27.e5 Kd8 28.Vb5
Aa7 29.Vb7 Vb7 30.Fb7 b3 31.Kf1! S8 32.a6
Se7 33.f4 Kd4 34.Kd2 Kd7 35.Sf2 Ke2 36.Se3
h5 37.h4 Kde7 38.Kd3 Kb2 39.Ka1 Ka2
40.K1d2 Ka1 41.Kb2 Ka5 42.Kdb3 Ka1
43.Sd2 Ae6 44.Fe6 Kc6 45.Kb7 Se6 46.a7
Kea6 47.K1b6 Kb6 48.Kb6 Se7 49.Kb7 Se6
50.Se3 g6 51.Se4 f6 52.e6 Sf6 53.Sb5 Sf5
54.Sb6 Sg4 55. Kg7 Sf5 56.Sb7 Kb1 57.Se8
Kc1 58.Sb8 (1-0)

Ocupmo (Mekko) - Kahraman Olgaç (Türkiye)
1.e4 d6 2.d4 Af6 3.Ac3 g4 4.F4 F7 5.Af3 c5
6.e5 Ag4 7.Fb5 Fd7 8.e6 Fb5 9.e7 Sd7 10.Ab5 Va5
11.Ac3 ed4 12.ad4 Fd4 13.Vd4 Ae6 14.Vd5 Vd5
15.Ad5 Ka8 16.b3 Ab6 17.Fd2 A7 18.Fc3 Klg8
19.0-0 Ad8 20.a4 Ade6 21.Ka1 Kf7 22.b4 Kg8
23.b5 Ad8 24.Kde1! Kf5 25.Ked1 Ae4 26.Af4 Kf4
27.Kf4 Kf4 28.Fd4 Ae6 29.Fa7 Ka4 30.Fc3 Ae7
(30...Ka1) 31.Sd2 Ab5 32.Kb1 Se6 33.Kf1 Ke4
34.Sd3 Ke6 35.Kf8 Kf6 36.Kh8 Kf7 37.g4 Ae7
38.h4 Ae6 39.b5 gh5 40.gh5 Ae5 41.Se2 Ae4 42.h6
e5 43.Kg8 Sd5 44.Sd3 Af6 45.e4 Se6 46.Kf1 Ad7
47.Kh1 Ab8 48.Se4 Ae6 49.Kb5 Kd7 50.Fd2 Ad4
51.Kb6 Ke7 52.Fb4 Ae6 53.Fd2 Ad8 54.Kb4 Ke4
55.Kd5 d6 56.Sd5 de4 (0-1)

Kahraman Olgaç (Türkiye) - Kassaba (Suriye)
1.Af3 Af6 2.b3 g6 3.Fb2 Fg7 4.g3 b6 5.Fg2
Fh7 6.0-0 0-0 7.e4 e5 8.e3 d6 9.ed5 10.Ac3
Vd8 11.d4 ed4 12.Ad4 Fg2 13.Sg2 Aa6 14.Ve2
Ac5 15.Kf1 Vb8 16.b4 Ad7 17.Ka1 Ae5 18.f4
Ac4 19.Sg1 Ab2 20.Vb2 Vb7 21.Vg2 Vg2 22.Sg2
Ag4 23.Kd3 Kf8 24.Ace2 Kd7 25.h3 Af6 26.Sf5
Kad8 27.Kb5 S8 28.Ae6 Kc8 29.b5 Ae8 30.a4
Ad6 31.Kd1 Kde7 32.Kbd3 Ae8 33.Kd8 Ff6
34.e4 e6 35.Kc8 Ke8 36.e5 Fe7 37.Kd7 Fe5
38.Ka7 Ae7 39.Ac3 Fa3 40.Ae4 Ae8 41.Ag5 Ke7
42.Ah7 Sg7 43.Ka8 Sh7 44.Kc8 Sg7 45.Kd8 f6
46.g4 fe5 47.fe5 Kf7 48.Se4 Fe1 49.Ad4 Ka7
50.Ae6 S7 51.Ad4 Ka4 52.e6 Se7 53.Kd7 Se8
54.Sd5 Fg5 55.Ade6 (1-0)

Kahraman Olgaç

1994 Türkiye Şampiyonası Finali ve Bayanlar Türkiye Şampiyonası

Bu yılın finali 9-28 Temmuz tarihlerinde İstanbul Büyük Tarabya Otelinde 18 oyuncu ile oynandı. Büyüksuvarımız Suat Atalık ile Uluslararası ustalarımız İlhan Onat ve Turhan Yılmaz'ın katılmadığı turnuvada FM ünvanlı 3 oyuncu oynadı, katılanlar arasında 5 Türkiye şampiyonunun yanı sıra en kuvvetli bayan oyuncumuz, Uluslararası Usta (IM), Nilüfer İpek'in de olması dikkat çekiciydi.

Döner Sistemle (Berger ya da Lig Usulü de denir) oynanan bir turnuva için 18 oyuncunun (17 tur) fazla olması nedeniyle oyuncular arasındaki farklar sonuçlara artarak yansdı ve sonuçta, baştaki ve sondaki puan gruplarında yığılmalar oldu. Yine 17 turun çok fazla olması nedeniyle bazı oyuncuların bünyeleri 3 hafta satranç sporu yapmaya dayanamayıp, yorgunluktan zayıf

düşerken, bazı oyuncular da üst üste yenilgilerle moral bozukluğuna yenik düştüler. Bu da hem oyunların kalitesini düşürdü, hem de turnuva sıralamasını etkiledi.

İlk beş dereceyi alanların Balkan Şampiyonası (Bulgaristan-Varna) ve Olimpiyat (Yunanistan-Selanik) Milli takım kadrosuna girdiği yarışmada, ilk dereceleri aşağıdaki sporcular aldı.

1-2	FM Hakan Han (ELÖ: 2305),	13 puan
	FM Can Arslan (2365)	
3.	FM Suat Saylı (2375)	12,5
4.	Selim Gürcan (2205)	11,5
5-6	Yakup Bıyran (2225)	11
	Hakan Erdoğan (2230)	

Birincilik ve beşincilik için daha sonraki bir tarihte 4'er günlük maç yapılacaktır.

1994 Bayanlar Türkiye Şampiyonası ise yine aynı salon ve tarihlerde 13 oyuncu ile oynandı. Birincilik mücadelesi sadece birkaç oyuncu arasında geçti; fakat geçen yılın şampiyonasına göre daha seviyeli oyunlar çıktı. Böylece bir yıl içinde bayan oyuncularla ilerleme olduğu görüldü. Ülkemizde henüz yeterli kadar yaygınlaşmamış olan satranç sporu, bayanlar arasında hiç tanınmamış gibi

duruyor. Biz de bu satırlardan satrançsever okuyucularımıza sesleniyor ve bayan satranççılarımızı turnuva salonlarına davet ediyoruz. Bu arada hatırlatmak gerekir ki, Bayanlar Türkiye Şampiyonasına girmek için sadece bayan olmak ve satranç bilmek yeterli, yani herhangi bir ön eleme ya da seçme yapılmıyor. Bu nedenle 13 oyuncu ile bu turnuvanın oynanmış olması üzücü, hatta utanç vericidir.

Şampiyonun Balkan, ilk üç dereceyi alanların da Olimpiyat Milli takım kadrosuna girdiği turnuvanın üst sıralaması şöyle oldu:

1.	Fatmanur Öney (UKİD: 1652)	11 puan
2.	Emine Sanlı (1662)	10.
3.	Cavdan Aydemir (1550)	9
4.	Aybike Aynal (1607)	8
5.	Burcu Can (1438)	7

Turnuvanın tüm oyunları ve sonuç çizelgeleri bir kitapçık haline getirilmiştir.

Turnuvadan Seçme Oyunlar:

Cengiz Keleş (2125) - Can Arslan (2365)
1.e4 e5 2.f4 d5 3.ed5 e4 4.Fc4 Vb4 5.Sf1 Fb6
6.Af3 Vb5 7.d4 Ae7 8.Ac3 Fg4 9.Ae4 0-0 10.Ad6 cd6
11.Ff4 Ad5 12.Fd5 Vd5 13.c3 Ad7 14.h3 Fb5 15.Sf2 Ab6
16.Kf1 Kf8 17.Sg1 Ke4 18.Fb2 Vb6 19.Kf2 Kac8 20.Vd2
Fd3 21.Kf3 Ke2 22.Vb4 Kb2 23.Vd6 Vd6 24.Fd6 Ke2 25.g4
Ae4 26.Ff4 g5 27.Fe5 f6 28.Fc7 Sf7 29.a4 Se6 30.a5 Sd7 0-1

Ali İpek (2260) - Selim Gürcan (2205)
1.d4 Af6 2.Af3 g6 3.Fg5 Fg7 4.Abd2 d5
5.e3 0-0 6.e4 Ae4 7.Ae4 de4 8.Ad2 f5 9.e5

Fe6 10.Ve2 Ac6 11.Fc4 Fc4 12.Ve4 Sh8 13.b4 h5 14.0-0 Vd7 15.f3 e3 16.Af3 e6 17.Ff4 Kac8 18.Ag5 Kf8 19.Ka1 a6 20.Kf6l Vd5 21.a3 Ke7 22.Af3 Kd7 23.Ve2 Sh7 24.Ve1 Kg8 25.Vg3 Kc8 26.Ag5 Sg8 27.Af3 Sh7 28.Ag5 Sg8 29.Af3 1/2-1/2

Yakup Bayram (2225) - Hakan Han (2305)
1.d4 Af6 2.e4 g6 3.Ac3 d5 4.cd5 Ad5 5.Fd2 Fg7 6.e4 Ac3 7.Fc3 e5 8.d5 Fc3 9.b3 0-0 10.Fe2 e6 11.Af3 ed5 12.ed5 Fg4 13.0-0 Vd6 14.h3 Ff3 15.Ff3 Ad7 16.g3 Kf8d 17.Fg2 Ab6 18.Vf3 Vd5 19.Ve3 Vd7 20.Ve5 1/2-1/2

Hakan Han (2305) - Ali İpek (2260)
1.d4 Af6 2.e4 e6 3.Ac3 Fb4 4.a3 Fc3 5.b3 b6 6.f3 d5 7.Ah3 0-0 8.Af2 Ke8 9.cd5 ed5 10.e3 e5 11.Fb5 Ke7 12.0-0 Fa6 13.a4 Fb5 14.ab5 a5 15.de5 bc5 16.e4 Kd7 17.Vb3 Kb7 18.Kd1 Vb6 19.cd5 Vb5 20.Va3 Abd7 21.e4 a4 22.Fg5 c4 23.Ve3 h6 24.Fc3 Ac5 25.Fh6 Ab3 26.Ka2 Vb4 27.Ve5 Ve5 28.Vc3 Vb4 29.Vb4 Kb4 30.Fc3 Ad7 31.Sf1 c3 32.Ad3 Ke4 33.Ac1 e2 34.Kd3 Kb8 35.Sg2 Ac5 36.Kb3 ab3 37.Kb2 Kcb4 38.Ad3 Ac4 39.Fe1 Ka4 40.e5 Ka1 0-1

Yakup Bayram (2225) - Can Arduman (2365)
1.d4 Af6 2.e4 g6 3.Ac3 Fg7 4.e6 d6 5.f3 0-0 6.Fc3 e5 7.de5 de5 8.Vd8 Kd8 9.Fc5 Ac6 10.Fa3 e6 11.Kd1 Ad7 12.f4 Fc3 13.b3 b6 14.b4 Fa6 15.Kh3 Ac5 16.Kd8 Kd8 17.Fc5 bc5 18.Kd3 Kd3 19.Fd3 Aa5 20.Af3 Fc4 21.Fc4 Ac4 1/2-1/2

Cengiz Keleş (2125) - Cem Pekin (2210)
1.e4 c5 2.g3 Ac6 3.Fg2 g6 4.Ae2 Fg7 5.0-0 e6 6.c3 Age7 7.d4 cd4 8.ed4 d6 9.d5 ed5 10.ed5 Ae5 11.Abc3 0-0 12.Ff4 Ke8 13.Kel Fg4 14.h3 Ff5 15.Ad4 Vb6 16.Af5 17.h3 Kac8 18.Ae4 Kel 19.Fc1 Ad7 20.A4 Ah4 21.Fh1 h6 22.Fc3 Va6 23.a4 Sh7 24.Ff4 Fe5 25.Fg3 g5 26.F4 Ff4 27.Fh4 1-0

Yakup Bayram (2225) - Selim Gürcen (2205)
1.d4 Af6 2.e4 g6 3.Ac3 Fg7 4.e4 d6 5.h3 0-0 6.Af3 Abd7 7.Fg5 e5 8.d5 a5 9.g4 Ac5 10.Ad2 e6 11.Vf3 h6 12.Fb4 Fd7 13.Fc2 a4 14.a3 g5 15.Fg3 Vb6 16.0-0-0 Kc5 17.Sh1 Ab3 18.Ab3 Vb3 19.Vd3 ed5 20.Fd5 Ke5 21.f3 Kac8 22.Kel K5c7 23.Ff2 Fe8 24.Aa2 Vd3 25.Fd3 Ad7 26.Kc7 Ke7 27.Fb5 1-0

2. Çanakkale Truva Festivali Turnuvası

Çanakkale'de 17. Türkiye Şampiyonası başta olmak üzere çeşitli sponzorların desteğiyle bu yıl ikincisi yapılan turnuvaya, çeşitli illerden 62 oyuncu katıldı. Katılanlar arasında bu yılın Türkiye Şampiyonasında ilk üç dereceyi alanların olması, turnuvanın sertlik derecesi hakkında bir fikir vermeye yeterli olacaktır. Aşırı sıcaklar ve 17 turlu Türkiye Şampiyonasının ardından bir turnuva oynamak bazı oyunculara ağır geldi ve bunlardan son iki yıl-

ın Türkiye Şampiyonu FM Can Arduman aldığı 4.5 puanla 12. 'ligi' paylaşıldı. Çoğunluğu etkileyen iklim koşullarından etkilenmeyen 1991, 92 ve 94 yıllarının eşpuanlı şampiyonu FM Hakan Han 7 turda 6.5 puanla farklı şekilde birinciliği elde etti.

Takip eden dereceleri ise averaj sırası ile Hakan Erdoğan, Armen Grigoriev (Rusya), FM Suat Soylu ve Bülent Güner 5.5 puanla paylaştılar. Birincilik ödülünün 10 milyon TL olduğu turnuvanın toplam 30 milyon TL olan para ödülü Çanakkale Belediyesi ve Çanakkale Satranç Derneği tarafından konurken, çeşitli kuruluşlar da organizasyona yardımcı oldular.

Turnuvadan Seçme Oyunlar:

Armen Grigoriev - Zaven Çigdemoglu (1564)
1.e4 c5 2.Af3 d6 3.d4 cd4 4.Ad4 Af6 5.Ac3 g6 6.Fc3 Fg7 7.f3 0-0 8.Vd2 Ac6 9.Fc4 Fd7 10.0-0-0 Ke8 11.Fb3 Ae5 12.h4 Ac4 13.Fc4 Ke4 14.Aa2 Va5 15.h5 Ah5 16.g4 Af6 17.Fh6 Kf8 18.Fg7 Sg7 19.Vh6 Sg8 20.Kd5 Kc5 21.g5 Ah5 22.Af6 e6 23.Kh5 gh5 24.Ah5 Vc3 25.bc3 1-0

Ersan Doğan (1589) - Murat Yurtbilir
1.e4 c5 2.d4 d5 3.Ac3 dc4 4.Ae4 Ff5 5.Ag3 Fg6 6.b4 h6 7.h5 Fh7 8.Af3 Af6 9.Fd3 Fd3 10.Vd3 e6 11.Fd2 Abd7 12.0-0-0 e5 13.Fc3 Ke8 14.Kh1 Fe7 15.d4 e4 16.Vd2 Ae5 17.d6 Ff8 18.Af5 Ae4 19.Ke4 Ae4 20.d7 1-0

Ahmet Can (1797) - Suat Soylu (2297)
1.d4 Af6 2.e4 e6 3.Fg5 Fb4 4.Fd2 Fe7 5.Ac3 d5 6.Af3 0-0 7.e3 e5 8.cd5 ed5 9.Fe2 Ac6 10.0-0 a6 11.de5 Fe5 12.Aa4 Fa7 13.Kel Vd6 14.Ve2 Ae4 15.Kf6l Fg4 16.Fe1 Ka8 17.Fa6 Fb8l 18.Fe2 Ag5 19.Vc5 Ag3 20.Fh3 Vh2 21.Sf1 Ff3 22.g3 Ae5 23.Fa5 Vh1 24.Se2 Vd5 25.Sf1 Kd6 26.Fc3 Ag4 27.Ke2 Kh6 28.Ke2 Af2l 0-1

Bülent Güner (2073) - Süleyman Yalçın (1779)
1.d4 d5 2.c4 e6 3.Ac3 Af6 4.Fg5 Fe7 5.e3 0-0 6.Af3 Abd7 7.Kel c6 8.Fd3 dc4 9.Fe4 Ad5 10.Fe7 Ve7 11.Ae4 e5 12.0-0 ed4 13.Vd4 A7f6 14.Ag3 Kd8 15.Kf6l Fg4 16.Fb3 a5 17.a3 Ff3 18.g3 Ab4 19.Af5l Vc7 20.Ah6 gh6 20...Sf8 21.Ve5 ya da 20...Sh8 21.A7 kazanır 21.Vf6 Ad3 22.Kc4 Af2 23.Kd4l Ah3 24.Sg2 Ag5 25.h4 Vb6 26.hg5 Kd4 27.Kd4 Vh3 28.gh6 1-0

Cengiz Keleş (1995) - Can Arduman (2344)
1.e4 c5 2.f4 d5 (Şah gambitinde Falkbeer karpı gambiti) 3.ed5 e4 4.Fc4 Fd6 5.Af3 Ae7 6.0-0 c6 7.d6 Abc6 8.d4 0-0 (Burada siyah bu hamleyi fazla düşünmeden dikkatsizce yapar) 9.Ag3! (fiyatını istersen, f7 ve h7 zağı kareline bakıyor) Af5! (40 dakikada hücumu ilginç bir savunma) 10.Vh5 Ah6 11.Ff4 Fe7 12.c3 Ad4 13.Ff7l Sh8 13.Vf7l Kf7 14.Af7

Çözüm IV: 1.Fc6 Vc6 2.Kf8! S8 3.Fe7! S8 4.Ff6 S8 5.Ve7 S8 6.Vg7 mat (Christoph-Muth, 1948).
Çözüm V: 1.Vf6 2.Af3 Fe3 3.Sf1 Vf3! 4.gf3 Fh3 mat (Kollermann-Friedl, 1955).
Çözüm VI: 1.Ke6! fe6 2.Vg6! hg6 3.Fg6 mat (Pillsbury-NN, 1899).
Çözüm VII: 1.Kh6! gh6 2.Vg8! Ag8 3.Ff5 mat (Bauer-Göllner, 1956).

Çözüm VIII: 1.Ae7 Sa7 2.Va6 ba6 3.Ab5 Sa8 4.Ka7 mat (De Munck-NN, 1914).
Ödül Kazanmış Problemler
Çözüm I: 1.Kc8! 1.Fc8 2.Vg8! Sa8 3.Fd5 mat 1.Kc8 2.Vc8 Fe8 3.Fd5 mat 1.Kc8 2.Vc8 Sa8 3.Fe6 mat 1.Fd7 2.Fa4! Fb5 3.Vc6 mat.
Çözüm II: 1.Kf1! 1.e1V 2.Af3! Fb3 3.Kd2 mat

Çözüm III: 1.Kb3! 1.Ab5 2.Ka7! Aa7 3.b7 mat.
Çözüm IV: 1.Kg2! 1.Sd5 2.Ve8! Se4 3.Kg4 mat 1.Sf5 2.Ve8 Se4 3.Kg4 mat 1.Sf5 2.Ve8 Sf6 3.Kg6 mat.
Ödül Kazanmış Etüdler
Çözüm I: 1.e5! Ad3 2.Kf8! Fd7l 3.b6 Ae5 4.Kg8! Sh4! 5.b7 Ac6 6.Sg7 Sg7 7.Sf7 Sf5 8.Kf8! Ab8 9.Sc7! Se5 10.Kc8! Fa4 11.Kc5 Sh4 12.Sb6 Fb3 13.Ka5 kazanır.

Çözüm II: 1.Kb4 Sa5 2.Kf4 Fe6 3.Kf6 Fd7 4.Kd6 Fe6 5.Kc6 Sa4 6.Ad4 Ff7 7.Kf6 Fe8 8.Kf8 Fd7 9.Kd8 Fe6 10.Kf8 Fd7 11.Kf7 Fe8 12.Kc7 Fa6 13.Kc6 Fd3 14.Kc3 Ff1 15.Kc1 Fd3 16.Sc3 kazanır.
Çözüm III: 1.Ka8 Fb7 2.Kal Ae1 3.Fe4 Fe4 4.b4 Ke1 ya da 1.Fe4 2.Ka3 Ab2 3.Kal Ae4 4.Sc5 kazanır.
Çözüm IV: 1.Fh2 Sh7 2.Kf4 Fb3 3.Sf7 Fa1 4.Ka4 Fc3 5.Ka3 kazanır.

Af7 15.Vf7! S7 16.Fe7 ve Fd8 ile beyaz kalite ve piyon kazanır 14.Vh6! Ae2 15.Sh1 Fg5 16.Vg5 Af4 (Analizde beyazın kaçırdığı hamle, diğer hamleler hamen kaybediyor, örneğin: 16.Vg5 Vg5! 17.Fg5 Fe6 18.Kel! Kf7 19.Aa3 ve diğerleri kazanır) 17.Vd8 Kd8 18.Aa3 Ad3 19.b3 Fg4 20.Fc4 Ae5 21.Kac! Ac6 (beyazın vezir kanadındaki piyon farlası taşı karışmalarını önüyor) 22.h3 Fh5 23.Ff7l Fg6 24.Fg6 hg6 25.Kf2 Kd3 26.e4 a5 27.Ab5 a4 28.Ke6 Kg5 (28.Ke6 Sh7 29.Kd6 ve Kd7 Kf7 ile beyaz kazanç durumu geçer) 29.Sh2 Kg5 30.Ad6 Sg8 31.Ab7 Ad4 32.Kd6 ab3 33.ab3 Ab3 34.Kd7 Kf5 35.Kb2 Ae1 36.Ad6 Kg5 37.Af7 (Kazanca giden en kısa yolu) Kh5 38.Kbb7 Sh7 39.Ad8 Sh6 40.Ae8 Ka2 41.Kg7 g5 42.Kb8 1-0

Halil Başören (1931) - Hakan Han (2197)
1.e4 c6 2.d4 d5 3.e5 Ff5 4.Af3 e6 5.Fe2 Ad7 6.0-0 h6 7.c3 e5 8.a3 a5 9.Va4 e4 10.Fc3 Vb6 11.b4 Vc6 12.Vc6 bc6 13.F3.Abd2 g5 14.Kf6l Ae7 15.Ae1 Ac8 16.Af1 Fe7 17.Ag3 Fh7 18.Fd1 Acb6 19.Fc2 Fe2 20.Ae2 Au4 21.Fd2 Sd8 22.Ka1! Se7 23.Ae2 Kbb8 24.F4 Aa6 25.fg5 hg5 26.Kf1 ab4 27.cb4 f5 28.e6 Ff6 29.Kf3 Kg8 30.Kb1l Kg6 31.Kg3 Kag8 32.Fc3 Sd6 33.Ae3 Ac8 34.Kg3! g4 35.Ff4 Se7 36.Ke3 Ad6 37.Kf1 Fh8 38.a4 Af5 39.K3e2 Ad4 40.Kf2 Kf8 41.Ae3 Af3 42.gf3 Fc3 43.Kd1 Kf4 0-1

Hakan Han (2197) - Cengiz Keleş (1995)
1.e4 c6 2.d4 d5 3.Ac3 dc4 4.Ae4 Ad7 5.Fc4 Agf6 6.Ag5 e6 7.Ve2 Ab6 8.Fd3 h6 9.Af3 e5 10.de5 Fe5 11.Ae5 Abd7 12.Af3 Ae5 13.Ae5 Ad7! 14.0-0 Vb6! 15.Fb5! a6 16.Fd7 Fd7 17.Ad7 Sd7 18.Ve4 Se8 19.Fc3! Fd6 20.Kd1 Fe7 21.Kd4 Ve5 22.Vh4 g5 23.Vh5 b5 24.Kf6l Ka7? (Son hata) 25.Kd3 1-0

Can Arduman (2344) - Hülki Nalbantoğlu (1734)
1.d4 d5 2.e4 c6 3.Ac3 Af6 4.e3 e6 5.Af3 Fe7 6.Fd3 dc4 7.Fc4 b5 8.Fd3 ab 9.e4 e5 10.de5 Fe5 11.Ae5 Ad5 12.Ae4 Fb4 13.Sf1 h6 14.b4 Fe7 15.Ve2 Ab4 16.Fh1 Fb7 17.b3 Ad5 18.g3 Vb6 19.Fb2 Ac6 20.Sg2 0-0-0 21.h5 Sh8 22.a4 b4 23.Fd3 Khg8 24.a5 Va7 25.Khcl f5 26.e6 gh6 27.Sf1 Ke8 28.Fc4 Kg8l 29.Ae2 e5 30.Fd3 Fe5 31.Ae4 Ad4 32.Ad4 Fd4 33.Ke8 Ke8 34.Ad6 Kc3 35.Ab7 Sh7 36.Fc4 Vc3 37.Fc3 bc3 38.Ve4 1-0

Armen Grigoriev - Suat Soylu (2297)
1.e4 Af6 2.Ae3 c5 3.Af3 d5 4.cd5 Ad5 5.e3 e6 6.a3 Fe7 7.d4 ed4 8.ed4 0-0 9.Fd3 h6 10.0-0 Fa6 11.Ah5 Ad7 12.Ve2 A7f6 13.Fg5 h6 14.Fd2 Fb7 15.Kf6l a6 16.Ac3 b5 17.Ae4 Vb6 18.Ka1 Kac8 19.b4 Ae4 20.Fc4 Af6 21.Fb7 Vb7 22.Ae5 Vd5 23.Fc3 Fd6 24.Ad3 Vb3 25.Ka1 Ke2 26.Vd1 Kd8 27.h3 Ve4 28.Ke2 Ke2 29.Ve2 Ad5 30.Vf1 Vc3 31.Kel Va3 32.Ka1 Vc3 33.Kel Vb3 34.Kb1 Ae3 35.f3 Vd5 36.Vf3 Vd4 37.Ac5 Fe5 38.de5 a5 39.ba5 Vc5 40.a6 Va3 41.Vb7 Ve3 42.Sh1 Vd3 43.Kel Vd2 44.Kb1 Vd3 45.Kel Vd2 1/2-1/2

İzak Romi (1922) - Emrah Papatya (1654)
1.e4 d6 2.d4 Af6 3.Ac3 g6 4.f3 Fg7 5.Fc3 0-0 6.Vd2 Abd7 7.g4 c5 8.h4 ed4 9.Fd4 Ae8 10.Fg7 Sg7 11.h5 A8f6 12.hg6 fg6 13.Vh6 Sg8 14.Fc4 Sh8 15.g5 Ah5 16.Kh5 1-0

Hakan Han (2197) - Hakan Erdoğan (2169)
1.d4 Af6 2.c4 e6 3.Af3 e5 4.g3 cd4 5.Ad4 Ae6 6.Fg2 Fe5 7.Ah3 Fb4 8.Fd2 Fd2 9.Vd2 0-0 10.Ac3 b6 11.Kd1 Fa6 12.Ab5 Ke8 13.Ad6 Ae5! 14.Ae8 Ae4 15.Vc3 Vc8 16.Ad2 Ad6 17.Kc3 Fe3 18.Kc3 Ab5 19.Kel d5 20.a4 Ad6 21.Ke7 Ka8 22.b4 g6 23.Fb5 Fe8 24.0-0 Ae8 25.Kc3 f5 26.c3 Fd7 27.Af3 Ae4 28.Ke4! dc4 29.Ae5 Fe8 30.Kd1 c3 31.Kel Sd8 32.Kc3 Se7 33.Fc6 Kd8 34.Fe8 Kd1 35.Sg2 1-0

Fikri Cengiz (1846) - Suat Soylu (2297)
1.e4 c5 2.Af3 d6 3.c3 Af6 4.e5 de5 5.Ae5 e6 6.d4 Fe7 7.Fd3 cd4 8.0-0 de3 9.Ac3 0-0 10.Vf3 Abd7 11.Ff4 Ae5 12.Fe5 Fd6! 13.Ff6 Vb6 14.Fh7 Sh7 15.Vd3 Sg8 16.Vd6 Kd8 17.Vg3 Fd7 18.Ae4 Vd4 19.Ag5 Fe6 20.Kf6l Vb6 21.Ka1 Kd4 22.Kc3 Kd8 23.h4 Kd2 24.b4 Vg6 25.b5 Fb5 26.h5 Vh5 27.Kc5 Kd1 28.f4 Kel 29.Ve1 Vd1 30.Vd1 Kd1 31.Sf2 Fe6 32.Kc2 Sg8 0-1

Göl ve Çevre

Ülkemizde hızla artan Satranç turnuvalarına bir yenisi de Beyşehir'de eklendi. Yeterince duyurulmamış bir Çevre Sorununa dikkat çekmek amacıyla Beyşehir Belediyesi'nin etkinliklerinden biri olarak yer alan turnuva 27-30 Ağustos tarihleri arasında 26 oyuncu ile oynandı.

Konya Ovası'nı sulamak amacıyla Beyşehir Gölü'nden hesapsızca su çekilmesi sonucu, su seviyesi yaklaşık 3 m düşmüş. Bu da alınıp da yerine konmamış 2 milyar ton su anlamına geliyor. Sonuç olarak, bu böyle devam ederse hem geriye bir batıklık kalacak hem de Konya Ovası sulaması sona erecek.

Biz de, Çevre Sorunlarına duyarlı Satrançsever Yurtseverler olarak 'meşhur' Aral Gölü'nü hatırlatıyor ve bu sulamada 'Sürdürülebilirlik' ilkesine dikkat çekmek istiyoruz.

İsviçre Sistemi ile 7 tur oynanan yarışmada Birinciliği 6.5 puanla Cengiz Keleş, İkinciliği 5.5 puanla Bülent Tezeren alırken, onları 5'er puanla Ergül Ünver, Kıvanç Haznedaroğlu ve Koral Demirci izledi.

Bülent Tezeren (1821) - Cengiz Keleş (1995)
1.d4 Af6 2.Af3 e6 3.c4 Fb4 4.Fd2 c5 5.c3 Fd2 6.Abd2 0-0 7.Fd3 d5 8.0-0 cd4 9.ed4 dc4 10.Fc4 Ac6 11.Ab3 b6 12.Vd2 Fd7 13.Kf1l Ke8 14.Ka1 Ve7 15.Ve2 Ab4 16.a3 Abd5 17.Abd2 Kc7 18.Fa6 Fa6 19.Va6 h6 20.Ab3 Kf8 21.Ae5 Kc1 22.Kel Ke1 23.Ael Vc7 24.Ve4 Sf8 25.Aed3 Vc4 26.Ae4 ve berabere.

Cengiz Keleş

Tahir Efendi'nin "Baştanbaşa" Açmazı

Siyah, beyazın f4 karesindeki taşını istiyor. Beyaz, istenen taşı vererek büyük bir kombinezonu başlatıyor.

1.c2-d2

1..f5xf4

Beyaz üç taş daha veriyor. Siyah, verilen taşları almaya mecbur.

2.h4-h5

2..h6xh5xh3xg2

Beyaz, bir taş daha veriyor.

3.b2-c2

3..f3xg3

Siyah, hep "taş üstü" kaldığı için, beyaz rahat rahat oynuyor.

4.e4-f4

4..g5xg4

Beyaz, bir taş daha veriyor.

5.a3-b3

5..a5xa4

Beyaz, taş vermeye devam ediyor.

6.b3-b4

6..b5xb4

Beyaz, bir taş daha veriyor.

7.f4-f5

7..f6xf5

Beyaz, büyük kombinezonunu gerçekleştirebilmek için gerekli bir küçük operasyon yapıyor. Bir taş verip iki taş alıyor ve de hemen arkasından iki taş daha vererek rakibini damaya çıkarıyor.

8.e3-f3

8..g3xf3

9.d3xe3xf4

9..b3xc3xd2=d1D

Beyaz, siyaha iki taş veriyor ve kendisi de iki taş alarak damaya çıkıyor. İşin püf noktası d1 karesindeki damanın taş üstü kalması.

10.f5-f6

10..e5xc4xc2=c1D

11.f6xg6xh7=h8D

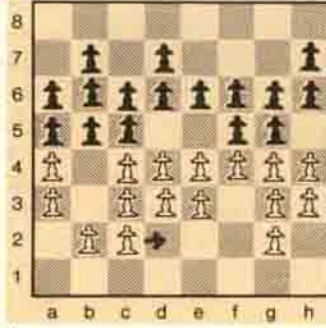
11..d1Dxd4

Beyaz, dama toplamaya başlıyor.

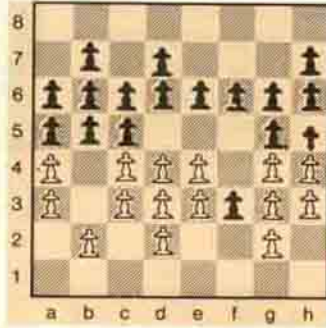
12.h8Dxh3xf2xc6xd7xe6xd5-

xa6xb7xd6xc1xa3xb6

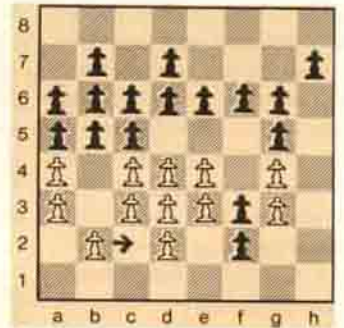
Muhteşem bir bitiş!



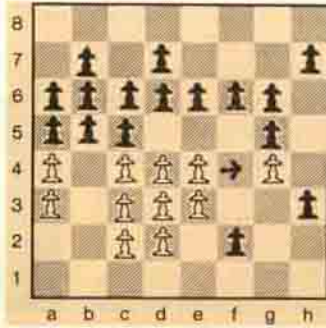
I.



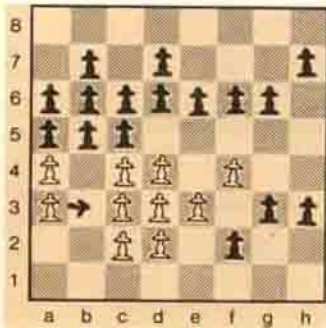
II.



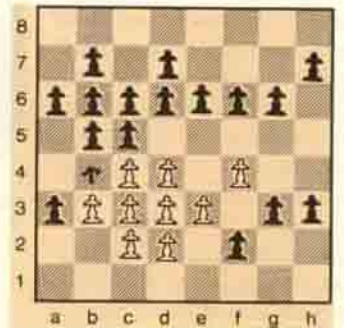
III.



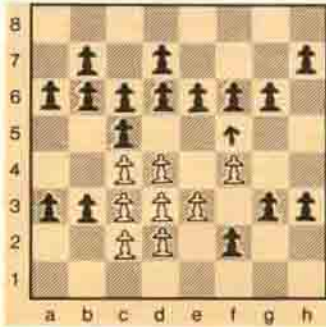
IV.



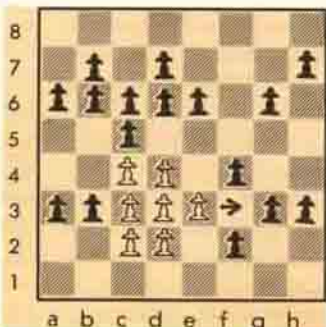
V.



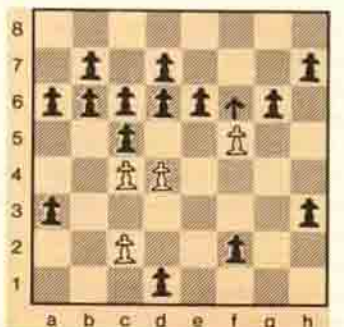
VI.



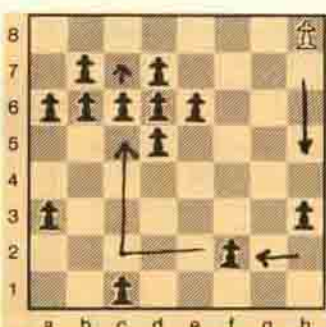
VII.



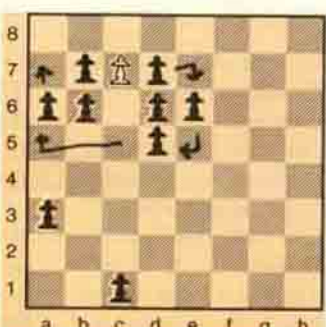
VIII.



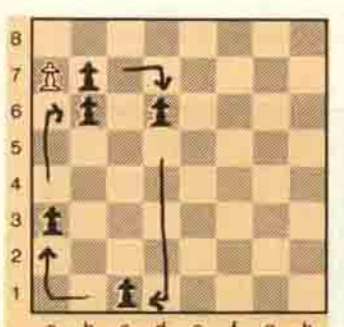
IX.



X.



XI.

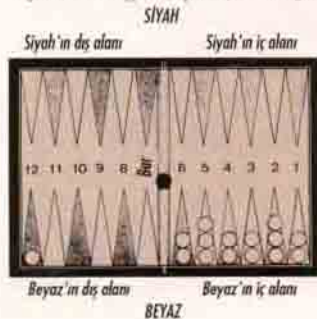


XII.

Stratejik Prensipler

Bir oyunda oyunu kazanmak için uyulması gereken genel kurallara o oyunun stratejisi denir. Tavla da atılan zarlar, stratejiyi uygulamak üzere hayata geçirir. Stratejinin uygulanmasında basitçe üç faktör rol oynar: 1) Zarlar stratejiye uygun gelmelidir (burada şans faktörü etkilidir). 2) Hasım yaratılmak istenen pozisyona bozmamalıdır. 3) Oyuncu geri taşlarını düşman alanından çıkarmakta, yarı önde götürmekte, açıklarını kapatmakta ve daha birçok problemde teorik bilgi ve ayrıca deneyim kazanmış olmalıdır. Tavlayı yalnızca bir talih veya yalnızca bir zeka oyunu olarak görmek yanlıştır. Tavla bir kenan şansı, bir kenan deneyim ve bir kenan zeka olan bir oyundur. Çok sık ve uzun süredir tavla oynayan bir insanın kazanma şansı elbette artmaktadır; buna zeka ve teorik bilgi eklenir, şansı da yardım ederse ortaya şampiyonlar çıkar. Sıraçda şans faktörü yoktur; fakat sıraçda da yalnız zeka oyunu olarak görmek yanlıştır, deneyim çok büyük rol oynamaktadır; teorik bilgisiysa şarttır. Eğer sıraçda yalnız zeka yetseydi, bütün büyük matematikçilerin sıraç şampiyonları olması gerekirdi; oysa sıraç tarihinde yalnız iki matematikçi şampiyon çıkmıştır. Mac Erawe ve Emanuel Lasker. Aslında her iyi matematikçi istese iyi bir sıraç ve hatta sıraç şampiyonu olabilir; fakat bunun için matematiği bir kenara bırakması ve günde 16 saat sıraç oynaması gerekir; ta ki sıraç teorisini de öğrenmesi partıyla. Dünya sıraç şampiyonlarından Botvinnik iyi bir sıraççı olmanın birinci şartının çok sık sıraç oynamak olduğunu söylemiştir. Tavla için de aynı şeyi söyleyebiliriz: zeka ve teori bilen bir insan ancak çok sık tavla oynayarak iyi bir oyuncu olabilir ve şans faktörünü yenilebilir. Matematik bir deyimle ifade ederse "tavla ve sıraçda kazanmak için zeka ve teori gereklidir, fakat yeterli değildir; sık sık oyun oynayarak deneyim kazanılmalıdır". Aslında tavla ve sıraç şampiyonlarının hemen hepsinin herşeyi bir kenara koyarak bütün hayatlarını bu oyuna verdikleri bilinmektedir. Okurlarımıza bir yandan tavla teorisini öğretilirken (verdiğimiz kuralları dünya çapında şampiyonlardan alınmaktadır) bir yandan da çok tavla oynayarak bu kuralları uygulamaları tavsiye ediyoruz. Tavla stratejisinde 5 noktanın iyi anlaşılması gerekmektedir:

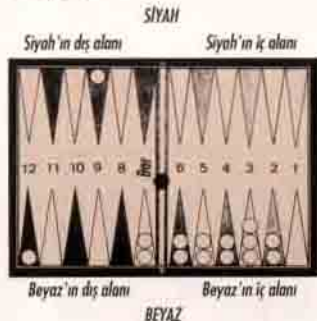
1) Duvar örme (yanyana 6 kapı almak). 2) Bir gözün işgali ve kontrolü 3) Geri taşların çıkartılması 4) Vuruş bölgeleri (zones de frappe) 5) Kapıları kaydırma (roulage).



Şekil 1: Beyaz duvar örme.

1. Duvar Örme

Bir oyuncunun kendi iç ve/veya dış alanında yanyana 6 kapı alması duvar örme (veya baraj) denir. Duvar örme denilmesinin nedeni açıktır; yanyana 6 kapı hasmınızın kaçmasını önler; hasmınız kırılmışsa zarları size teslim eder (Şekil 1). Yanyana 3, 4 veya 5 kapı almak da yararlıdır, bunlara yarı duvar diyebiliriz. Yanyana kapılar arasında bir göz boşsa veya bir açık içeriyorsa buna da delikli duvar denmektedir. Oyun sonunda taş toplamaya başlamadan hemen önce genellikle her oyuncu kendi iç alanında duvar örme pozisyonunda. 1'de delikli olan böyle bir duvar, 1'deki düşman taşların kaçışını bir süre durdurabilir (Şekil 2).



Şekil 2: Beyaz duvar örme.

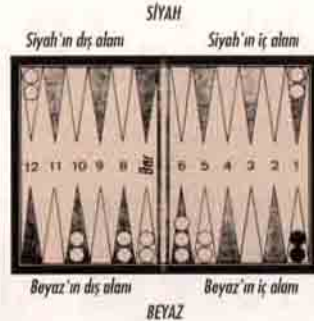
Beyaz oyun başında duvar örme mümkünse B7 ve B5'de kapı olarak başlanmalıdır. B6 ve B8'de beyaz taşları bulunduktan sonra böylece yanyana 4 kapı alınmış olur. Oyun kaçma bittiyse, yani beyaz ve siyah taşların tekrar birbirleriyle karşılaşma olasılığı yoksa, duvar bütün önemini yitirir. Tavla kapılarının sürekli yapıldığı ve bozulduğu bir oyundur. Şunu belirtelim ki çoğu kez duvarı korumak duvar örmeğe daha zordur.

Beyaz B9 ve B10'da da kapı almalı veya hiç olmazsa taş bulundurulmalıdır. Çünkü N12'de iki taş bırakması gereken beyaz, B9 ve B10'a yedekler getirmese duvar örme için yeterli taş bulamayabilir. N12'de beyazın en az iki taş bırakması neden önemlidir? Bunun nedeni bellidir: Beyaz N1'deki iki geri taşı kaçarken N12'deki beyaz taşlar bir ara istasyon rolünü oynamakta, N1'deki iki geri taş ve N2 ile N11 arasındaki beyaz taşlar için bir sığınma yeri olmaktadır.

Oyun sırasında, mümkünse ve gerekiyorsa, B10 ve B9'daki kapılar B4 ve B3'e, B8 ve B7'deki kapılar B1 ve B2'ye kaydırılır.

2. Bir gözün işgali ve kontrolü

6 kapılı bir duvar örme 12 taş ister (geriye 3 taş kalır). Beyaz N1'deki geri taşlarını kaçınadığı sürece N12'de de en az iki taş bulundurulmalıdır. Bu nedenle beyaz, duvar örme için yeterli taş bulmakta sıkıntı çekebilir. Bir gözde en az 2 taş bulunuyorsa o göz işgal edilmiştir. Bir gözde en az 2 taş içeren bir gözde en az %40 olasılıkla bir taş erişilebiliyorsa o göz "kontrol altındadır" (Şekil 3).



Şekil 3: Beyaz B9'u kontrol ediyor.

N12'deki bir taşın B9'a gelebilme olasılığı %39 (yaklaşık %40) dir. Çünkü bunun için 4 gerekir; 4 ise 11 tütünü anılabilir (6-4, 4-6, 5-4, 4-5, 4-3, 3-4, 4-2, 2-4, 4-1, 1-4 ve 4-1); ayrıca 2-2, 3-1 ve 1-3'de 4 yapar; böylece $(11 \times 3) / 36 = 14/36 = \%39$. O halde N12'deki taşlar, B9'u kontrol etmektedir. Tam duvar örülüyorsa yarı duvar veya delikli duvar örme yoluna gidilmelidir. Şekil 3'de B5, B6, B7, B8 ve B10'daki kapılar B9'da delikli olan bir duvar oluşturmaz. Bu duvar, yanyana 6 kapılı duvar kadar etkili olmazsa da B1'deki iki siyah taşın kaçma olasılığı bir hayli azalır; siyah şimdi ancak 2-6 ve 3-5 ile kaçabilir, bunun olasılığı 4/36'dır. Ayrıca B9'a gelecek siyah taş N12'deki beyaz taşların ateşi altında olacaktır. Bu baraj yanyana 6 kapı kadar etkili değilse de kuruluşu 12 yerine 10 taş gerektirmektedir.

B6 ve B8 kapıları doğal olarak bulunduktan, mantık duvarın bunlar etrafında örülmesini emreder. Oyunun başlarında B1, B2 ve B3'de kapı almak ağır bir hatadır; çünkü B1, B2 ve B3'e sevkedilecek 6 taş savaş dışına çıkarılmış olacaktır; bunlar artık N1-N12 ve B4-B12 arasında yer alacak çatışmaları katılamaz; geri hizmete alınmış gibidirler. Gerçi B1, B2 veya B3'de alınan kapıları ilerde hasmın kırılmış taşlarının yere konulmasını geciktirmek gibi bir görevi olabilir, ancak bunun da bir kuralı vardır ve size hemen o kuralı verelim: kırılmış bir taşın yere konulmasını gerçekten engellemek için 6 gözden en az 4'ünün işgal edilmesi gereklidir; 4 gözün işgali 8 taş gerektirir, bu ise ancak oyun sonlarına doğru gerçekleşir. O halde kuralı tekrarlayalım: oyun başlarında B5 ve B7'de kapı almaya bakın; mecbur kalmadıkça B1, B2 ve B3'de kapı almayın. Şimdi beyazın B7'yi kontrol ettiğini (B7'ye gelecek bir siyah taşın kaçma olasılığı) bulalım: N12'den B7'ye 17 şekilde, B8'den B7'ye 7 şekilde, N12 veya B8'den B7'ye $17 + 7 = 24$ şekilde gelebilir.

Toplam 36 çeşit zar anılabildiğine göre B7'ye gelen bir siyah taşın kırılma olasılığı $24/36 = \%67$ dir, yani çok yüksek bir olasılık. B7'ye gelen bir siyah taş 2/3 olasılıkla kırılacaktır. Demek ki N12 ve B8'deki beyaz taşlar B7'yi yeterince kontrol edebilmektedir. Bu nedenle beyaz B5, B6, B8, B9 ve B10'da 5 kapılı delikli bir duvar örme yoluna gidebilir (Mümkünse B10'a üç taş getirin; 3 taş ilerde kapı almanız için kuvvet oluşturmaz).

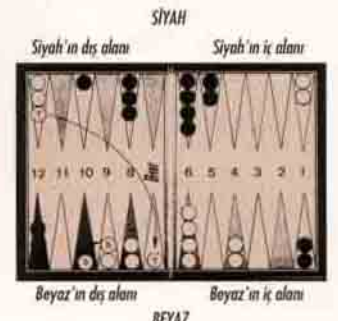
Özet: Oyun başında ilk önce B5 ve B7'de kapı almaya bakın. Sonra mümkünse B9 ve B10'da kapı alın. Oyun sırasında bu kapıları yavaş yavaş B3'e doğru kaydırın.

3- Geri taşların çıkartılması

Beyazın N1'deki (siyahın B1'deki) iki taşının dışarı çıkartılması bazı stratejik problemler doğurur.

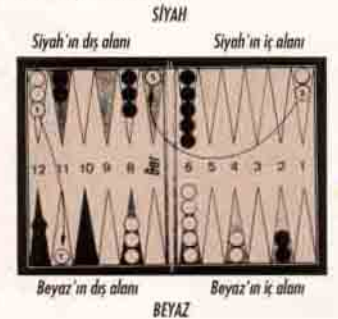
a) Göz saymada hasımla eşit durumdaysanız, geri taşlarınızı ancak açık vermeden çıkartıyorsanız veya gelen zarla daha iyi bir oyun oynayamıyorsanız çıkın. b) Eğer göz sayımında çok gerilerde iseniz N1'deki taşlarınızı dışarı çıkarmayın Geri Oyun'a hazırlanın. Geri oyunda N12'de de 2 taş tutacağınızdan oyunu kalan 11 taşla oynayabilirsiniz. c) Eğer göz sayımında ilerde iseniz, geri taşlarınızı derhal çıkın ve hasım taşlarla teması keserek Koşu Oyunu'na (kaçmaya) geçmeye çalışın.

Şekil 4'de beyaz 6-1 oynayacak. İki tarafın göz sayımları eşittir. Beyaz 1 oynayarak B10'daki açığı (S) ile B9'daki açığını kapatır. 6 oynamak için iki alternatif vardır: N1-N7 veya N12-B7 (T). İlerde B7 kapısını alıp duvar örme üzerine N12-B7 oynaması daha akli yakındır.



Şekil 4: Beyaz 6-1 oynar.

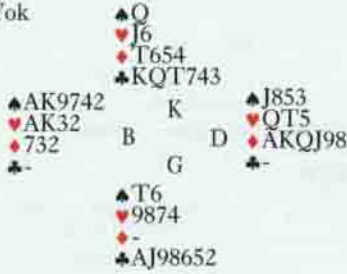
Şekil 5'de beyaz 6-2 oynayacak. Beyaz önce göz sayımı yapar: BEYAZ: $(2 \times 24) + (3 \times 13) + (3 \times 8) + (5 \times 6) + (2 \times 4) = 149$ ve SIYAH: $(2 \times 23) + (3 \times 13) + (2 \times 11) + (3 \times 8) + (5 \times 6) = 161$. Beyaz $161-149 = 12$ puan önde olduğundan geri taşlarını çıkma kararı verir: N1-N7 (S) ve N7-N9 veya N12-B11 (T). Beyaz N7'de N8, N11 ve B12'deki siyah taşların ateşi altındadır. Fakat vurulursa beklemeden taşını yere koyacaktır. Vurulmazsa 6 atarak N1'deki diğer taşını N7'ye alır veya kaçır. Oynarken buna dikkat edin: bazı gözleri işgal etmek yerine kontrol altında tutmanız yetebilir; bunun için o gözdeki açığı en az %40 olasılıkla vurabilecek taşlarınız olmalı.



Şekil 5: Beyaz 6-2 oynar.

Adalet Gülümsüyor

B/Yok

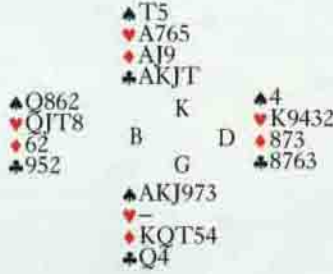


Batı	Kuzey	Doğu	Güney
1♠	3♠	3♦	3♥
3♠	P	4♠	4♠
5♥	P	5NT	P
7♠	P	7♦	P
7NT	P.		

Bu el, Toronto'da yapılan 1987 Kuzey Amerika Şampiyonası'nda Büyük Ustalar İkili'de (Life Master Pairs) gelmiş ve Steve Becker tarafından Şampiyonanın Günlük Bülteninde hikaye edilmişti. Kanada'nın en iyi oyuncularından Mark Molson (Doğu) ve Boris Baran (Batı), ABD'nin en iyilerinden John Sutherlin (Kuzey) ve Dan Morse'a (Güney) karşı oynuyor. Sutherlin'in blokatif (preemptive) 3♠ deklarasyonundan sonra Morse (Güney) deklarasyonu karıştırmak için elinden geleni yapar; önce 3♥ sonra 4♠ der, ama bir türlü elindeki 7 tane ♣ ile ortağına ♣ desteği vermez. Molson'un 7♦ deklarasyonu üzerine Baran ortağının daha önceki 4♠ deklarasyonunun (cue bid) ♠A'nı gösterdiğine kanaat getirir (ne de olsa kendi elinde ♣ şikan, rakip de hiç ♣'e destek vermedi, hele bir de ikili turnuvada en fazla puan getirecek kontratın 7NT olduğu hesaba katılırsa) ve nihai kontratı belirler: 7NT.

7NT tam 7 batmak üzere iken, Sutherlin (Kuzey) Doğunun daha önceki 5NT deklarasyonunu unutarak atağın kendisinde olduğunu zannederek ve ♠K'yı masaya koyar (yanlış atak). Kurallara göre deklarant (Doğu) direktörü çağırıp bu atağı kabul etmeme ve Güneyin ♣ atak etmesini yasaklama hakkına sahip. İşte şimdi 7NT yapılabilir. Ancak Batı Kuzeye atağın onda olmadığını söylemeye çalışırken, Doğu da (deklarant) dalgınlıkla elini yere açmaya başlar; bu ise yanlış atağın kabul edildiği anlamına gelmektedir. Sonuçta 7NT yine 7 batır. Hemen akla şu İngilizce deyiş geliyor: "Justice may be blind, but right now she is wearing a very big smile." Adalet kör olabilir, ama şu an gülümsüyor.

İkinci elimiz bir takım maçının son devresinden. Her iki masada da Kuzey-Güney 7♦'ya ulaşır. Batı ♥Q atak eder.



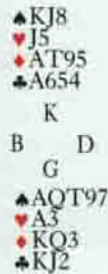
Bir masada, Güney atağı ♥A ile kazanır ve hemen 2 tur koz çeker; yere bir ♠ çakabilmek için ♠A ve ♠K'yı oynadığında Doğu ikinci ♠'e çakar ve kontrat batır. Bu kadar da talihsizlik olur mu; hem ♠'ler 4-1 dağılmış olacak hem de tek ♠'i olanın kozu kalmış olacak.

Diğer masada ise deklarant ♥Q atağını yerden ♥A ile (elden bir ♠ atarak) kazandıktan sonra ♠A çeker ve ♥5'liye ♦K ile çakar. Küçük ♦ oynayıp yerden ♦9 ile kazanır, herkesin bu ♦'ya uyduğunu görünce (♦'lar 3-2) orjinal planını uygulamayı sürdürür; ♥6'lıya elden çakar, ♠J ile yere geçer ve ♥7'liye eldeki son kozu ile çakar, şimdi ♠Q'ı ezerek yere geçip yerdeki son kozu çekerek 7♦'yu yapar (Eğer dördüncü lövede ♦9'lu ile yere geçerken bir taraf ♦'ya uymasaydı (♦'lar 4-1), deklarant bu oyun tarzından vazgeçip yere bir ♠ çakarak ♠'leri sağlama yolunu deneyecekti). Bu zarif Dummy Reversal (Ters Dummy) oyunu ile 7♦'yu yapan deklarantın takımı bu elden kazanılan 19 IMP (International Match Point) sayesinde diğer takımı toplam 4 IMP farkla yendi. İlk masadaki deklarant şansına somurtta dursun, adalet yine gülümsüyor [Bu el İngiltere'de oynanmış bir takım maçından alınıp G.C. Fox tarafından yazılmış ve 1987 yılında Harvey Burkholder'ın Ames Tribune gazetesindeki briç köşesinde yayınlanmıştır].

Amatörler İçin

Kısmi Eliminasyon

K/Yok



Güney 6♠ oynuyor, Batı ♥K atak eder. Nasıl oynamalı?

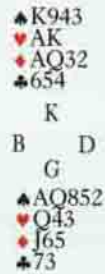
Deklarant 11 direkt löve sayabiliyor; ♦'lar partaj (3-3) ise veya ♦J iki parça ise veya ♠Q empası geçerse (♠Q Doğuda ise), kontrat yapılabilir. Gü-

ney tüm bunları denemeden önce ♥J oynayarak Batıya eli verirse, Batının koz hariç her dönüşü 12. löveyi getirir. O halde Batının kozlarını elimine ettikten sonra ♥J oynamak gerek. Batının kaç tane kozu olduğunu bilemiyoruz, ama eğer 3 tur koz çekersek yerde koz kalmayacak ve Batı ♥Q ile el tuttuğunda rahatça ♥ dönebilecek; yani yalnızca 2 tur koz çekmeye tahammülümüz var. Bu nedenle de eliminasyon tam değil "kısmi". İki tur koz çektikten sonra ♥J oynayalım; eğer Batıda koz kalmadıysa (aşağıdaki diyagramda gösterilen dağılım), ne dönerse dönsün kontratı yaparız, kısmi eliminasyon çalışır (Eğer Batı ♥Q ile löveyi kazandığında koz oynayabilecek durumda olsaydı, oyunun en başına geri dönmüş olurduk; ♦'ları test edip gerekirse ♠Q empası atmaktan başka çare kalmazdı).

Tüm dağılım:

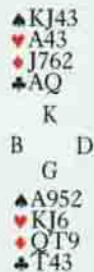


Emniyet Oyunu (1)



Güney 4♠ oynuyor, atak: ♠A; ♠K ve ♠8 ile devam. Doğu 3 tur ♠'e uyar. Nasıl oynamalı?

Emniyet Oyunu (2)



Güney 4♠ oynuyor, atak: ♠A; ♦K ve ♦8 ile devam. Doğu 3 tur ♦'ya uyar. Nasıl oynamalı?

Geçen Ayın Çözümleri

Fizik

$$1- q_1 = q_2 = 0$$

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{k e^2}{r^2}$$

merkezi kuvvet Coulomb kuvveti olduğundan

$$\frac{k e^2}{r^2} = \frac{m v^2}{r} \quad \text{ve} \quad \frac{1}{2} m v^2 = \frac{k e^2}{2r} \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{k e^2}{m r}}$$

Toplam Enerji:

$$E_{top} = KE + PE = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{k e^2}{r}$$

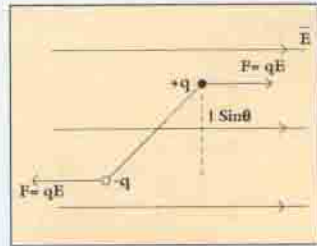
$$= \frac{1}{2} m \frac{k e^2}{m r} - \frac{k e^2}{r}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{k e^2}{r} - \frac{k e^2}{r}$$

$$\Rightarrow E_{top} = -\frac{1}{2} \frac{k e^2}{r}$$

2- Her bir kütle $V_0 = \sqrt{2gh}$ hızıyla yere ulaşır, m_1 kütleli cisim V_0 hızıyla yukarı doğru harekete başladığında, aşağıya doğru $-V_0$ hızıyla düşmekte olan m_2 kütleli ile çarpışır. Çarpışmadan sonra, cisimlerin U_1 ve U_2 hızları enerji ve momentumun korunumunda $U_1 = V_0 (m_1 + 3m_2) / (m_1 + m_2)$ $U_2 = V_0 (3m_1 + m_2) / (m_1 + m_2)$ olarak bulunur. m_1 kütleli hareketli kalmaması için $V_1 = 0$ yazılır ve bunun için gerekli koşulun $\frac{m_1}{m_2} = 3$ olduğu görülür.

b) $\frac{m_1}{m_2} = 3$ halinde $V_2 = 2V_0$ dir ve m_2 kütleli çıkacağı maksimum yükseklik 4h olur. 3- Dipole etkileyen moment şekilden de açıkça görüldüğü gibi $N = q E \sin \theta$ dir.



4- Cambaz, gösterisi sırasında 10 sn'de 11 halka atmıştır. Bir halkanın çıkış süresi

$$t_{çıkış} = \frac{V_{uç}}{g} = \frac{20}{10} = 2 \text{ sn}$$

uçuş süresi ise $t_{top} = 2t_{çıkış} = 4$ sn dir. 4. sn'den itibaren 1 sn. ara ile halkalar yere düşmeye başlar. 4. sn'den 10. sn sonuna kadar yere düşen halka sayısı 7 ve havada kalan halka sayısı 4'tür.

5- Yayın ve Kütlelerin A ve P'deki potansiyel enerjilerinin eşitliğinden

$$\frac{1}{2} k x^2 = m g (h + x) \quad \text{ve} \quad k x^2 - 2 m g x - 2 m g h = 0$$

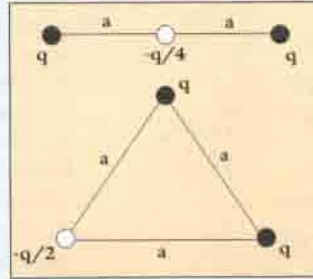
denklemi elde edilir.

$$x_{1,2} = \frac{m g \pm \sqrt{m^2 g^2 + 2 m g k h}}{k} = \frac{m g}{k} \pm \frac{\sqrt{m^2 g^2 + 2 m g k h}}{k}$$

$$\sqrt{m^2 g^2 + 2 m g k h} > m g \text{ olduğundan}$$

$$x_{neg} = \frac{m g}{k} - \frac{\sqrt{m^2 g^2 + 2 m g k h}}{k} \text{ olur}$$

6- Şekildeki her iki düzende de potansiyel enerji sıfırdır.



7- Işık hızı ses hızından çok daha büyük olduğundan, çimşek çıktığında önce ışığı görürüz. Işığı görür görmez, sesi duyana kadar saniyeleri sayar. Sesin hızı bulunduğuna göre $x = v t$ den sonucu bulabilirsiniz. Burada v sesin hızı, t geçen süre ve x aranan yüksekliktir.

8- Eğer ışık demetinin yolu üzerindeki ilk mercek yakınsak ise iki merceği geçtikten sonra ışık ışınları tekrar eksenine paralel olacaktır. Fakat eksenine olan uzaklığı yarıya düşecektir. Bu nedenle, N tane çift merceği geçtikten sonra ışık demetinin eksenine uzaklığı

$$d = \frac{D}{2^n} \text{ olacaktır. Eğer ilk mercek ıraksak ise ışınlar eksenine uzaklaşacak ve demetin eksenine uzaklığı } d = D 2^n \text{ olacaktır.}$$

9- İlk çarpışmadan sonra, momentumun korunumu yasasına göre 2M kütleli topun hızı $V_0/2$ olacaktır. Bir sonraki çarpışmadaki hızları bulabilmek için sağa doğru $V_0/2$ hızla hareket eden bir koordinat sistemi kullanmak uygun olacaktır. Bu sistemde 2M kütleli top bir kez daha çarpışarak duracaktır. Bu durumda 2M kütleli top sola doğru $V_0/4$ hızıyla harekete başlamış olacaktır. Laboratuvar koordinat sistemine göre 2M kütleli topun hızı $V_0/4$ ve M kütleli topun hızı $V_0/2$ olacaktır.

10- Başlangıçta, suyun hacmini ve buhar basıncını ihmal edebiliriz. $P_0 = 1$ atm ve sıcaklık 293°K de havanın bulunduğu tencerenin V hacmini kapladığını düşüneceğiz. Son durumda, tencere içindeki 3P₀, hem hava basıncını hem de tümüyle buharlaşan suyun basıncını toplamdır.

Sırasıyla suyun yoğunluğu, ρ ; başlangıçtaki hacmi V; ve moleküler kütlelerini M ($\rho = 103 \text{ kg/m}^3$; $M = 18 \text{ g/mol}$) ile gösterir ve P_a'ya hava basıncı, P_v'ye buhar basıncı dersek, son durumda

$$P_a \frac{P_0 T}{T_0} P_a = \frac{\rho V R T}{M V} \text{ yi elde edebilirsiniz.}$$

Problemdeki ifadeyle $P_a + P_v = 3P_0$ 'dır. Bu formüller yardımıyla, suyun hacminin düdüklü tencerenin hacmine oranı $\frac{V}{V_0} = \frac{P_0 M (3T - T_0)}{P R T} \approx 10^{-3}$ nını bulabiliriz.

11-Kondansatörler seri bağlandığı için

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \text{ V gerilimli bir kaynağa bağlandığında sistemin q yû-$$

$$k u \text{ q} = C V = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} V$$

Bu yük, seri bağlanmış her kondansatörde olacağı için, her iki kondansatördeki maksimum yükü geçemez.

$$q_1 = C_1 V_1 \quad q_2 = C_2 V_2 \quad q_1 < q_2 \text{ olduğunu düşünelim. Bu durumda aşağıdaki bağıntı kurulabilir.}$$

$$\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} V < C_1 V_1$$

Bu bağıntıyı $V \leq \frac{C_1 + C_2}{C_2} V_1$ şeklinde de yazabiliriz.

$$\text{Eğer } C_1 V_1 = C_2 V_2 \text{ ise}$$

$$V \leq \frac{V_1 \sqrt{C_1 + C_2}}{C_2} = V_1 + V_2$$

bağıntısı elde ederiz.

12-Teneke parçaları fırına konduktan sonra ısıtın hızla, teneke erime ısıtı olan 230°C'ye düştüğünü grafikten açıkça görebiliriz. Tüm ısı, tenekeyi eritmek için kullanıldığı için sıcaklık 12 dakika boyunca değişmemiştir. Erimenin gizli ısıtısını hesaplayabilmek için, ısıtıcı elemanın gücünün ne kadarının çevreye yayıldığı ve ne kadarının tenekeyi eritmek için kullanıldığı hesaplanmalıdır. Burada grafiğin ilk parçası bize yardımcı olacaktır. Düşük sıcaklıklarda çevreye ısı alış veriş çok azdır, bu durumda P gücünün fırını ısıtmak için kullanıldığını söyleyebiliriz. Grafikte de ısıtın, dakikada 1°C artışı görülmektedir. Bunu ölçebilmenin en iyi yolu, eğriye bir teğet çizip çizginin eğimini ölçmektir. İşı, 230°C'ye ulaştığında, eğrinin eğimi 0,25 derecedir. Bu, gücün 1/4'ünün fırının içinde kalması ve 3/4'ünün de çevreye yayılması demektir. Böylece gizli ısı $C = \frac{0.25 P \cdot t}{M} = 70 \text{ J/kg}$ elde edilir.

Matematik

1- $1 \leq a \leq 9$ ve $0 \leq b \leq 9$ olmak üzere, $x = 10a + b$ şeklindedir. $ab = x^2 - 10x - 22$ ve $ab \geq 0$ olduğundan $x^2 - 10x - 22 \geq 0$ olan x doğal sayılarını belirleyelim.

$$x^2 - 10x - 22 = 0 \text{ denkleminin kökleri}$$

$$\frac{10 \pm \sqrt{100 + 88}}{2} = 5 \pm \sqrt{47}$$

olduğundan ve $6 < \sqrt{47} < 7$ olduğundan, $5 + 7 = 12 \leq x$ olmalıdır.

Şimdi de $ab < x$ olduğunu gösterelim. $0 \leq b \leq 9$ olduğundan, $ab < 10a + b = x$ dir. Böylece, $x^2 - 10x - 22 < x$ olduğundan $x^2 - 11x - 22 < 0$ olmalıdır.

$$x^2 - 11x - 22 = 0 \text{ denkleminin kökleri,}$$

$$\frac{11 \pm \sqrt{121 + 88}}{2} = \frac{11 \pm \sqrt{209}}{2} \text{ olduğundan}$$

$$\frac{11 - \sqrt{209}}{2} < x < \frac{11 + \sqrt{209}}{2} \text{ olmalıdır.}$$

Fakat, $\sqrt{209} < 15$ olduğundan, $x < \frac{11 + 15}{2} = \frac{26}{2} = 13$ olmalıdır. Aynı zamanda $x \geq 12$ olduğundan $x = 12$ bulunur. Böylece tek çözüm $x = 12$ 'dir.

2- Sol tarafın ikinci terimi $10 \cdot 10^{(x-2x)}$ biçiminde yazılabilir. $10^{x^2-2x} = n$ değişimini yapırsa verilen denklem

$$\frac{10}{n} + n = 11 \text{ ya da } n^2 - 11n + 10 = 0 \text{ biçimini alır. Bu denklem çözülürse}$$

$$n = 10, \text{ u} = 1 \text{ bulunur.}$$

$$10^{x^2-2x} = 10 = 10^1 \text{ için;}$$

$$x^2 - 2x = 1 \text{ ya da}$$

$$x^2 - 2x - 1 = 0 \text{ denklemini elde edilir. Bu denklemin kökleri;}$$

$$x_1 = 1 + \sqrt{2}, \quad x_2 = 1 - \sqrt{2} \text{ dir.}$$

$$10^{x^2-2x} = 1 = 10^0 \text{ için } x^2 - 2x = 0 \text{ denklemini elde edilir. Bu denklemin kökleri ise,}$$

$x_3 = 0, \quad x_4 = 2$ 'dir. Böylece verilen ilk

denklemin kökleri olarak, $\{1 + \sqrt{2}, 1 - \sqrt{2}, 0, 2\}$ sayıları bulunur.

$$3- p^4 + 4 = p^4 + 4p^3 + 4p^2 + 4p + 4 = (p^2 + 2)^2 - 4$$

$$p^4 + 4 = (p^2 - 2p + 2)(p^2 + 2p + 2) \dots (1)$$

$$\text{bulunur. } p^2 - 2p + 2 = 1, \quad p^2 + 2p + 2 = p^4 + 4$$

$$\dots (2) \text{ olursa } p^4 + 4 \text{ asal olur. (2)'nin denklemini çözümlerse, } p^2 - 2p + 1 = 0, \quad (p - 1)^2 = 0$$

$$p = 1 \text{ bulunur. 2. denklem: } p^2 - p^2 - 2p + 2 = 0, \quad p^2(p - 1) - 2(p - 1) = 0 \text{ veya } (p - 1)$$

$$[p^2(p + 1) - 2] = (p - 1)(p^2 + 2p - 2) = 0, \quad p - 1 = 0, \quad p = 1 \text{ elde edilir. Şu halde } p = 1 \text{ değeri (2)'nin her iki denkleminin çözümüdür.}$$

$$\text{olduğundan bu değer için } p^4 + 4 = 1 + 4 = 5 \text{ sayısı asaldır.}$$

Öte yandan (1)'e göre, $p^2 - 2p + 2, \quad p^2 + 2p + 2$ birer tam sayı olduğundan ve $p = 1$ için

$$\text{küçüğü yani } p^2 - 2p + 2 \neq 1 \text{ olduğundan } p^4 + 4 \text{ asal olmaz.}$$

$$4- 2x^3 - 6x^2 + 8x - 3 = 0 \text{ olduğundan, kökler a, b, c ise } a + b + c = 3 \text{ ve}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} = \frac{a+b+c}{abc} = \frac{6/2}{3/2} = 2 \text{ olur.}$$

Buna göre istenen toplam, $3 + 2 = 5$ eder.

5- $n(n-1)$ ifadesinde n'ye, sırayla 2'den n'ye kadar değerler vererek şu eşitlikleri yazalım.

$$1 \cdot 2 = 1(1+1) = 1^2 + 1$$

$$2 \cdot 3 = 2(2+1) = 2^2 + 2$$

$$3 \cdot 4 = 3(3+1) = 3^2 + 3$$

$$\dots$$

$$n(n+1) = n(n+1) = n^2 + n$$

$$\text{bu eşitlikler taraf tarafa toplanırsa,}$$

$$S = (1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + n^2) + (1 + 2 + 3 + \dots + n) \text{ bulunur.}$$

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + n^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} \text{ ol-$$

$$\text{duğundan}$$

$$\frac{S}{n} = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} + \frac{n(n+1)}{2}$$

$$\frac{S}{n} = \frac{n(n+1)(2n+1)}{3} \text{ bulunur}$$

$$6-$$

$$11 + \sqrt{121 + 88} = \frac{11 \pm \sqrt{209}}{2} \text{ olduğundan}$$

$$\frac{11 - \sqrt{209}}{2} < x < \frac{11 + \sqrt{209}}{2} \text{ olmalıdır.}$$

Fakat, $\sqrt{209} < 15$ olduğundan, $x < \frac{11 + 15}{2} = \frac{26}{2} = 13$ olmalıdır. Aynı zamanda $x \geq 12$ olduğundan $x = 12$ bulunur. Böylece tek çözüm $x = 12$ 'dir.

2- Sol tarafın ikinci terimi $10 \cdot 10^{(x-2x)}$ biçiminde yazılabilir. $10^{x^2-2x} = n$ değişimini yapırsa verilen denklem

$$\frac{10}{n} + n = 11 \text{ ya da } n^2 - 11n + 10 = 0 \text{ biçimini alır. Bu denklem çözülürse}$$

$$n = 10, \text{ u} = 1 \text{ bulunur.}$$

$$10^{x^2-2x} = 10 = 10^1 \text{ için;}$$

$$x^2 - 2x = 1 \text{ ya da}$$

$$x^2 - 2x - 1 = 0 \text{ denklemini elde edilir. Bu denklemin kökleri;}$$

$$x_1 = 1 + \sqrt{2}, \quad x_2 = 1 - \sqrt{2} \text{ dir.}$$

$$10^{x^2-2x} = 1 = 10^0 \text{ için } x^2 - 2x = 0 \text{ denklemini elde edilir. Bu denklemin kökleri ise,}$$

$$\dots$$

$$\dots$$

$$\dots$$

Ödüllü Bulmaca

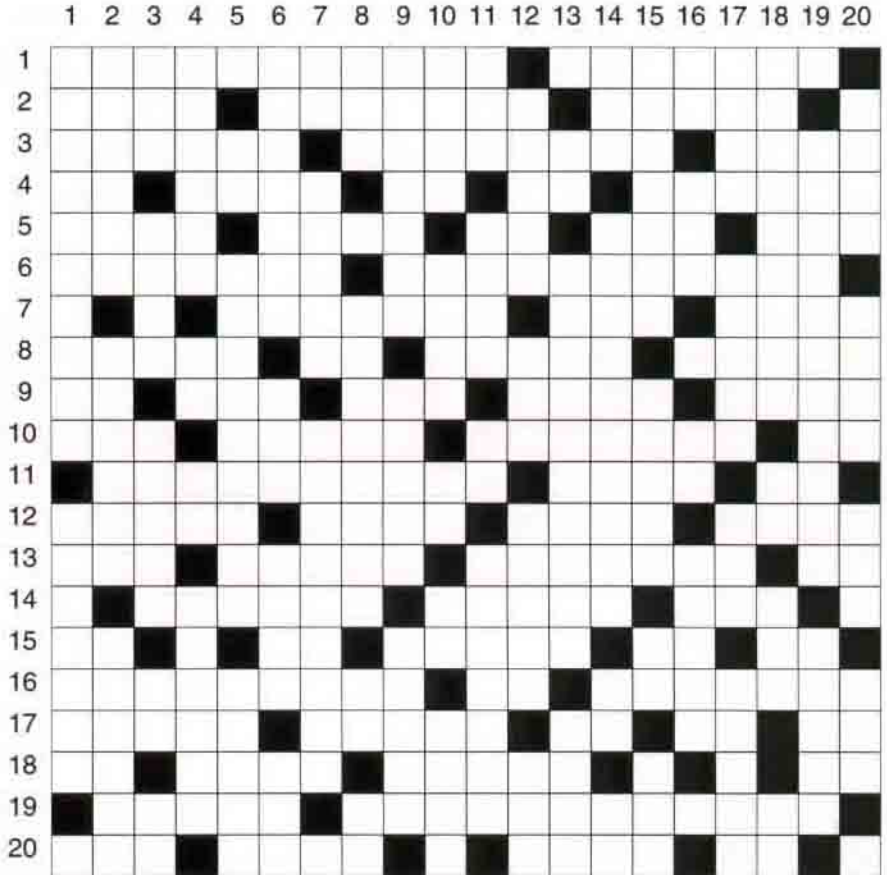
Cuma Öner

Soldan Sağa

1- "Vahşi Gezegen" adlı çizgi filmi yapmış olan, 1938 doğumlu, Polonya asıllı Fransız yazar ve desinatörün adı soyadı... Kuru hamurdan hazırlanan bir çeşit küçük pasta. 2- İtital, ölçülülük... Artvin'in bir ilçesi... Simge. 3- Çin imparatorlarına verilen san... Hemen, şipşak... Üzerinde pistonlar bulunan bakırdan, nefesli çalgı. 4- Balık tutma aracı... Şair... Yiyecek bulamayan, yoksul kimse... Sodyum'un simgesi... Bir gezegen adı. 5- Uçan, uçucu... Kızartılmış patates... İlave... Telefon sözü... Kullanılmaz durumdaki askeri malzeme, araç gerece verilen ad. 6- Tırşusu yapılan bir tür yaban soğanı... Mahpeyker adıyla da bilinen ünlü Osmanlı kadını. 7- Çiçek düzenleme sanatı... Elektrik direnç birimi... Portekiz'e ait takımada. 8- Osmanlılarca kullanılmış olan kabak kemaneye benzer bir çalgı... Bir bağlaç... Portekiz'de bir kent... Muhtemel, mümkün. 9- Bir hayvan... Gemiler için yapılmış ara havuz... Yalnız iki geniş yüzü testere ile düzeltilmiş tahta... Marlon Brando'nun bir filmi... Ayak direme. 10- Sazın en ince teli... Keman gibi omuzda dayanarak kullanılan yaylı bir çalgı... Kırılmış et, bulgur, soğan domates ile yapılan bir çeşit yiyecek... Vilayet. 11- Gülistan ve Bostan adlı mesnevileriyle tanınmış, XIII. yüzyılda yaşamış İran şairinin adı... Telli balıkçıl... Rütbesiz asker. 12- Argoda çok değerli şeyleri kapsayan kaynak... Leylak rengi... Yunanlılara verilen bir başka ad... Bozkır. 13- Kimliği belirlenemeyen uzay cisimlerine verilen ad... Hindistan'da konuşulan bir dil... Eskiden fesleğen gibi, fesleğene benzer... Silisyum'un simgesi. 14- Karşılık olarak, benzetilerek yapılan davranış, söz... Belli, sanlı... İspanya'da gizli bir örgüt. 15- Bir renk... Çıplak vücut resmi... Fazilet... Parola... Sınır. 16- Sıcak bölgelerde yetişen bir süs bitkisi... Tarla sınırı... Süzgeç. 17- Gece yapılan sinema ya da tiyatro gösterisi... Yurtlanma, yerleşme... Namus... Ters müstahkem yer... Bir harfin okunuşu. 18- Mağara... Duadan sonra söylenen söz... Ön adı "Henrik" olan Norveçli yazarın soyadı... Hayvanlara vurulan damga. 19- Hekimlik taslayan kimse... Dışa vurumculuk. 20- Değnek... Bir hedef tahtasına küçük okların fırlatılmasıyla oynanan oyun... Basık, kuytu yer... Akıl... Oksijen'in simgesi.

Yukarıdan Aşağıya

1- 1911-1993 yılları arasında yaşayan, "Hababam Sınıfı" adlı romanıyla ün kazanan yazarımız... Eskiden, kasvet veren, bunalıcı yer anlamında kullanılan bir kelime. 2- Normal, alışılmış olan... Kötülükte bulunma, haksızlık etme... Köyceğiz ilçesinin yakınındaki antik bir kent. 3- Alüvyon... Az şeyle çok şey anlatma... Kimya'da bir element adı... Arjantin'in trafik işareti... Bir nota. 4- Yumurta biçiminde, dibi sivri ya da dar ayaklı, çift kulplu çömlek... Bir organımız... Türk resim sanatında bir gruba verilen ad... Cisimlerin niteliklerini belirtmek için kullanılan maddelerin genel adı. 5- Becerikli... Kimi balıkların iste kurutulmuş yapılan pastırması... Kuran'da adı geçen eski bir kavim. 6- Çok dar... Yağr alınmış sütten ya da yoğurttan yapılan peynir... Tırpana balığı... Dolaylı olarak anlatma. 7- Türkiye'nin trafik işareti... Eski dilde küçük mızrak... Etçillerin safrasında bulunan ve safraya rengini veren kırmızı pigment. 8- Yeniçeri kışlası... Akdeniz çevresinde çok yetişen, yaprakları güzel kokulu bir birkil... Sahip... Avrupa Topluluğu'nun kısa yazılışı. 9- Askerlerin



Adı Soyadı
Adres

kemerine verilen ad... Kendini akıllı ve bilgili sanan kimse... Serbest olan, istediği gibi davranabilen. 10- Burdur'da bir baraj adı... Bir işin tamamlanması için tanınan ek süre... Güney Afrika Cumhuriyeti'nin trafik işareti... Bay sözcüğünün İngilizce kısa yazılışı... Yarım serenleri çevirmek için bunların ucuna bağlı bulunan donanım. 11- Yunan asıllı kimselere verilen ad... Kutsal Kitaptaki efsanede Edomlular'ın atası olarak anılır... Bizmut'un simgesi... Yelkenlere açılan deliklere ve halat ilimlerine geçirilen metal halka. 12- Sağlam, sert taş, en ufak parça... Göçebelerin konak yeri... Kuru yunca çatlayan killi toprak... Hiit. 13- Olumsuzluk belirten bir örnek... Çok bunalımlı dönemlerde bir ülkede, bölgede bir bölüm ya da tüm boçlardaki ödeme zorunluluğunun geri bırakılması... Ekin biçildikten sonra toprakta kalan köklü sap. 14- Otlak... Yedi uyurlar... İridyum'un simgesi... Ters Birleşmiş Milletlerin kısa yazılışı... 15- Eklip-tik... İri taneli bezelye... Valilik... Kraliçe. 16- İşaret... Gerçek olmayan davranış, gösteriş... Şarkı, türkü... Adak. 17- Dar, uzun ve hafif bir yarış kayığı... Eskiden, asma, yukarı kaldırma... Koruma altına alınan alan... Asil, iyi tanınmış kimse. 18- Otlukbeli Savaşı'nda Osmanlı ordusu kar-

şısında yenilgiye uğramış Akkoyunlu hükümdarı... Mısır'ın trafik işareti... Topun dışarı çıkması... Sahip. 19- Güney Amerikada bir başkent... Bir meyve. 20- Yüz kalıbı... Büyük şarap kadehi... Dökme demir, font... Evcil bir geyik türü.

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.

Eylül Ayı Ödüllü Bulmaca Yanıtı

Agustos ayı dergisinde çıkan Ödüllü Bulmacayı doğru yanıtlayıp, çekiliş sonucu kitap kazananlar:

Ölcay Oğuz
Balıkesir
S.Ersin Uslan
Çanakkale
Meryem Numa
noğlu
Ankara
Duygu Gün
Denizli
İclal Yörük
İzmir
Çetin Polat
Bursa
Ayşe Özcan
Sivas
Yiğit Emirunal
İzmit
Nuri Demir
Ankara
Ethem Yörük
Sivas

ERDİNGDİNGER PULATKA
ZERDE ASPARAGAS LİD
ZARABARA ND ANTI GONE
ALAMAN FOTON QAKIL N
PİL TAT SİBAQO ELİFİ
OZAN VAAT AHU B AVUT
UNTATA ZİHNİ YÜĞÜMEN
N İVESİ NABİUS PARDÖ
DENİ YAMATO R AS SAP
Mİ SARAT ZÜCAC OT T
CE Tİ E OTORAY İRONİ
AVARVA O ÖKE NİS NİM
HİT AŞIKAR TAAM PERU
İLİKMEY FETİS ABA EM
TE MİRATİ OM ONA LN
İRA EMME İM ALİ TOGO
R TİRE ZEYBEK Y ATİK
GE ASKLEPIOS MEVTA U
AMADE ANE LİFT A UM
TEREKEME ZONA HARANA