



Kaos

ya da

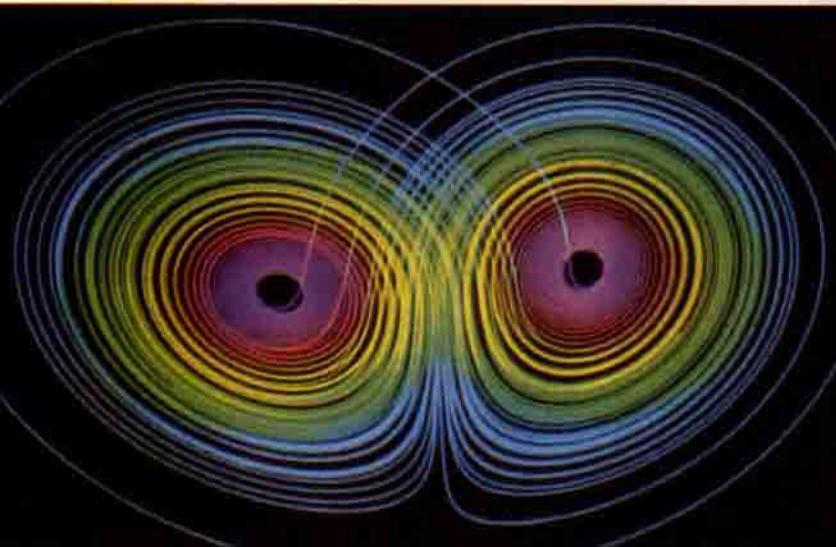
Doğurgan Bir Düzensizlik

Sahin Koçak
Anadolu Üniversitesi

Hayat Mücadeleden İbaretir...

Uzun yıllar önceydi. İlkokul 4. veya 5. sınıftaydım. İlkokul öğretmenimi evinde ziyarete gitmiştim. Salonun duvarında büyük ve süslü harflerle yazılmış ve çerçevelenmiş olarak "Hayat Mücadeleden İbaretir" yazısı asılıydı. O gün bu söze pek bir anlam verememiştim, fakat bu söz zihnimden de çıkmamıştı. Geçen yıllar içinde bu sözün anlamını daha iyi kavramaya başladım. Çünkü benim hayatım da mücadele ile geçti. Genellikle yasalara saygılı bir insan olmama rağmen, sürekli bir şekilde termodinamiğin 2. yasasına karşı savaşmak zorunda kaldım. Hiçbir şey bıraktığımız gibi kalmıyor, hatta ço-

ğu kez yerinde bile durmuyor. Öğretmenimi sonraki ziyaretlerimin her defasında daha çökmüş buldum ve bir defa da hiç bulamadım. Yerini tarif ettiler ama, artık herhalde görmem ya da konuşmam pek mümkün görünmüyordu. Üstündeki ağırlığı kaldırsam bile, kadıncağıza küşayış vermesi ihtimali zayıftı. Benzer bir şey sonra tekrar başıma geldi. Bir arkadaşımın bize çok güzel hikayeler anlatan babası, yüksek bir yerde çalışırken el ve ayak kaslarının karmaşık koordinasyonunda ufak bir hata yapmış, daha sonra yerçekimi yasası ile yaptığı mücadeleyi kaybetmiş ve görünmez yasa icracıları tarafından hızlı bir hareketle ve zorla yeri değiştirildikten sonra bu defa kaldırım taşlarıyla kısa bir mücadeleye girmiş fakat onları yolundan uzaklaştıramadığı için geri çekilmiş, bu sırada kafatasının formu değişmiş ve hareket birden sona ermişti. Aslında gövde durduğu halde yoluna devam etmek isteyen bazı sıvı doku parçaları yok değildi ve onlar kaldırım taşının etrafından dolanarak ve anlaşılana gene yerçekiminin zoruyla fakat bu defa daha sakin ve teslimiyet içinde aşağı doğru sızmaya devam ettiler. Ancak artık gövdenin bütünlüğü bozulmuştu. Bu olaydan sonra kendisini eve getirip 3 gün kadar beklediğimiz halde eski şekline geri dönemedi ve daha sonra başka bir mahalde kaderine terkedildi.



Her Şey Bozuluyor

Daha az karmaşık sistemler de sürekli bozuluyor. Otomobiller içinde geçirdiğim binlerce ve otomobil tamircileri yanında geçirdiğim yüzlerce saatten sonra artık bu konuda size tanıklık yapabilirim. Daha 20-30 sene geçmeden bu aletler yürütülmesi çok zor hale geliyor. Arabalarımın hepsi benden genç olduğu halde ve benden daha sert maddelerden yapılmış oldukları halde, benden daha çabuk bozuluyorlar. Hele paslanma, çürüme, tozlanma falan, onlardan artık hiç söz etmiyorum. Onlara mecburen alıştım. Ama hiç olmazsa bir güne bir gün, inik bir lastiğin benim yardımım olmadan kendi kendine şiştiğini görsem gam yemeyeceğim. Günlerce dokunmasam öyle inik kalıyor, hatta daha da iniyor. Lastikten dışarı kaçmaya pek meraklı olan hava parçacıkları, aynı yoldan içeri girmeye hiç hevesli görünmüyorlar.

Eşim oldukça sakar bir insandır. Bu biraz kızıma da sirayet etmiş. Aslında ben de biraz sakar sayılırım. Bu yüzden bizim evde sıkça tabak, bardak falan uçuşur ve çok sayıda parçaya ayrılır. Bir ara bir arkeoloji oyunu icat etmiştik ve irili ufaklı onlarca parçanın biraraya gelerek tabağın eski bütünlüğüne kavuşmasına yardımcı oluyorduk. Biz ilgilenmezsek parçalar ne yerde, ne çöp poşetinde kat'ıyyen eski ilişkilerine dönmüyorlardı. Bir defasında ihtimali yükseltmek için tabak parçalarını toplayıp tekrar tekrar halının üstüne attık. Bunun da hiçbir faydası olmadı ve parçaların bir araya gelmeleri şöyle dursun, tersine sayıları arttı.

Oturduğumuz ev de zaman içinde kendiliğinden bozulmağa başladı. Duvarların ve marleylerin delik deşik durumu beni bile rahatsız eder hale geldi. Pencereleler açılıp kapanmıyor, her taraftan rüzgar üfürüyor, bütün musluklar su kaçırıyor, elektrik düğmelerinin yarısı çalışmıyor. Sonunda evle baş edemedik ve başka bir yere taşınmak zorunda kaldık. Ama burada da aynı dejenerasyonun ipuçlarını görmeye başlıyorum.



Karabasan Gibi Kanun

Sözü fazla uzatmayayım, bende oluşan kanaat şu oldu ki, herşey gerçekten genel bir yıkıma doğru gidiyor. Fizikçilerin "evrenin termodinamik ölümü" dedikleri herhalde bu olsa gerek. Bütün düzenler bozulacak, taş taş üstünde kalmayacak. Hiroşima'nın o günkü halinden bin beter bir durum. Elden gelen birşey yok. Kanunsa kanun.

Fakat gene de içimde bir uyumsuzluk var. Tam aklıma yatmıyor. Yıllardır odamın bir köşesinde içine birkaç damla mürekkep damlattığım küçük ve ağzı sıkıca kapalı bir su şişesi duruyor. Bazen gizlice bakıyorum. Mürekkebin sudan ayrıştığı yok. Şişede hiçbir zaman bir mürekkep damlası görmedim. Hep açık mavi şekilsiz bir sıvı. Galiba fizikçiler haklı.

Biyolojik Başkaldırı

Ama bir sabah traş olurken hayretler içinde kaldım. Her sabah bozulan yüzümü düzeltmekle uğraşmak zaten sıkıntılı bir işti. Fakat o sabah yüzümdeki bozulmanın diğer bozulmalara benzemediğini, onun aslında bir restorasyon ve diğer türden bozulmalara organize bir karşı çıkış olduğunu farkettim ve bu bende sarsıcı bir ayılma duygusu yarattı. Yüzümde her sabah yaşadığım ve kesici aletlerle yok ermeye çalıştığım bu deformasyon, güneşin, yağmurun, tozun, rüzgarın, stresin yarattığı tahribattan çok farklı nitelikteydi. Bu deformasyon, bir çocuğun büyümesi, bir tohumun filizlenmesi, bir yaranın kapanması, kirazların çiçek açması, hatta kedilerin çatıda yürümesi, ustaların araba tamir etmesi, çırakların lastik şişirmesi ve daha binlerce mucize ile yakın akrabaydı ve termodinamiğe meydan okuyordu.

Yoksa fizikçiler yanlış mı düşünüyorlardı? Birkaç gazı ya da sıvıyı karıştırıp gözledikleri şeyi bize kanun diye mi yutturuyorlardı? Bir düzenin bozulması için önce biraz düzen olması gerekirdi ki, bütün düzenlerin bozulduğu bir alemde ilk düzenlerin nasıl oluştuğu bana zaten hep biraz şüpheli gelirdi.

Kafam allak bullak olmuştu. Her şeyin kaçınılmaz bir düzensizliğe doğru seyrettiği söylenirken, ortalık düzenden kayınıyordu. Kar tanelerinden meşe yapraklarına, kırlangıçların uçuşundan gezegenlerin rakasına, mısır tanelerinin dizilişinden türkülerin ritmine kadar bir düzen uğultusundan zihnim zonkluyordu.





Salman Sıvının Sihri

Yukarıda belki biraz ölçsüz kaçan ifadelerimin bağışlanmasını dileyeceğim. Bunu lütfen içine yuvarlandığım tarifsiz ve içinden çıkılmaz çelişkiye veriniz. Bir tarafta çürüyen çelik köprüler, diğer tarafta çiçek açan kiraz bahçeleri. Olacak şey değil! Hele beton kaldırımı parçalayan bir çınar ya da rüzgarla savrulan nergis kokuları bu iki fenomenin ne kadar iç içe girebileceğini gösteriyor. Bir yerde düzen bozuluyor, başka bir yerde düzensizlikten düzen oluşuyor, bir diğer yerde yeni oluşan düzen çevresinde düzensizlik yaratıyor, bir başka yerde çok düzensiz bir düzen ya da düzen dolu bir düzensizlik oluşuyor!

Düzenle düzensizliğin ilişkisini kavramaya çalıştığım tam o günlerde elime kurtarıcı gibi birkaç kitap geçti (Galiba bazan çözüm olgunlaşınca sorun algılanıyor!). Prigogine adlı bir kimyacı ile Haken adlı bir fizikçi kendilerine göre yöntemlerle düzensizlikten düzene geçişin gizlerini çözmeye çalışıyorlardı. Aslında bu bana çok tuhaf geldi. En büyük mucizelerin mümessili biyologlar, moleküler düzeydeki akıl durdurucu kodlamaları ve bunların nergis gibi, kurbağa gibi rakipsiz bir kompleksiteye sahip makro formlara dönüşmesini neredeyse bir tabiiyet gibi karşılarken, bunlara nisbetle çok çok daha basit sayılabilecek bir olay bilim dünyasında çalkantılar yaratıyordu. Sözü ettiğim olay, bir kimyasal çözeltinin periyodik olarak renk değiştirmesi! "Canlı" dan

her maharet bekleniyor da, "cansız"ın en küçük kıpırdanması ürküntü veriyor. Binlerce ritimle salınan canlıları normal karşılıyoruz, ama bir sıvının rengi salınmaya başladığı zaman bilim adamları bile paniğe kapılıyorlar.

Zhabotinsky tarafından bulunan söz konusu sıvı,

4×10^{-3} M/l'lik $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$

0.35 M/l'lik KBrO_3

1.2 M/l'lik $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$

1.5 M/l'lik H_2SO_4

çözeltilerinin eşit hacimde karıştırılmasıyla oluşuyor. Redoks endikatörü olarak birkaç damla ferroin damlatırsanız ve sıvıyı sürekli olarak karıştırırsanız, sıvının rengi kırmızı ve mavi arasında, 1 dakika civarındaki bir periyotla, salınmaya başlıyor (Daha doğrusu başlıyor"muş". Çünkü maalesef bunu izleme mutluluğuna erişemedim. Bu sıvıyı hazırlamaları için yalvardığım kimyacı arkadaşlar beni her seferinde atlattılar. Ya malonik asit yok dediler, ya da başka bir sebep gösterdiler. Bu sıvıyı seyredemediğim için çok üzgünüm).

Aslına bakarsanız, salınan başka sıvılar da var; mesela denizler de salınıyor; ama bizim sıvının salınmasının tarzı biraz farklı. Denizler dalgalandıkça mekansal ve zamansal bir organizasyon ortaya çıkıyor; fakat bu sıvıda mekansal bir organizasyon görünmüyor ve yalnızca zamansal bir organizasyon ortaya çıkıyor. Buna şaşırmanın sebebi, belki de bu tür organizasyonlarla önceden karşılaşmamış olmamız. Yoksa, denizlerin dalgalandığı daha az şaşılacak bir şey değil. Katrilyonlarca su molekülünün (yeni öğrendiğim en büyük sayı sıfatı bu olduğu için bunu kullanıyorum) sanki birbirleriyle konuşuyorlarmışçasına harika on-düleler oluşturması da akıl alacak şey değil.

Yukarıda "cansızın en küçük kıpırdanması ürküntü veriyor" derken herhalde haksızlık ettim. Alışmadığımız türden kıpırdanmalar ürküntü veriyor aslında. Ama alışmak ne kadar büyük talihsizlik! Keşke hiçbir şeye alışmasaydık da, herşeye törpülenmemiş bir duyarlılıkla bakabilseydik. O zaman etrafımızı kuşatan sayısız mucizevi



organizasyonlara her an şaşırma, ürkme, hayranlık duyma şansımızı yitirmemiş olurduk ve bunun bileyeceği kavrama dürtümüz körelmemiş olurdu.

Başka Harikalar

Eğer yorulur da yukarıdaki sıvıyı karıştırmayı bırakır ve kendi haline terkederseniz, sizi daha büyük bir sürpriz bekliyor. O zaman denizdeki dalgaların mekansal organizasyonuna taş çıkartacak başka oluşumlar ortaya çıkıyor. Sıvı içinde birtakım spiral formlar oluşmaya, büyümeye, birbirleriyle çatışmaya başlıyorlar. Yani sıvıda bir anlamda (alttaki şekil-değörıldığı gibi) geometrik bir hayat başlıyor





Aslında sıvılardaki bu tür geometrik organizasyonların çok daha önceden bilinen örnekleri de var. Sıvı filmlerindeki Benard hücreleri olarak bilinen bir fenomenin bir örneğini üstteki şekilde görüyorsunuz. Altın uygun dozda ısıtılan bir silikon yağı filminde kendiliğinden bir tür bal peteği organizasyonu oluşuyor (Burada peteklerin iyi görülebilmesi için yağa alüminyum tozu katılmış).

Bu tür kendiliğinden oluşumun daha inanılmaz biyolojik örneklerine biraz önce değinmiştik.

Termodinamiğin 2. Kanunu Yanlış mı?

Bu kadar yıllık bir kanunda herhalde bir gerçek payı olsa gerektir. Ancak bana öyle geliyor ki, bu kanunun doğruluğu-yanlışlığı, ifade ediliş biçimindeki "genellikle" alakalı olsa gerek. Bir şeyi aşırı genel ve soyut biçimde ifade ettiğiniz zaman, onun yanlışlığını göstermek (başka hallerden de bilindiği üzere) zor olabiliyor. Çok somut birkaç durumla ilgili bir iddia da, doğruluğu ya da yanlışlığı kolay gösterilse bile, fazla bir mana ifade etmeyebiliyor ve kanun mertebesinde olmaya-biliyor. Bu sebeple anlamlı kanunları orta genellikteki durumlarla ilgili olarak ifade

etmekte fayda var. Termodinamiğin 2. kanununun tam olarak hangi kategoriye girdiğini kestiremiyorum. Bu "kanun"un basit bazı sıvı ya da gaz karışımları ile ilgili ifadelerinin doğruluğu muhakkak görünüyor. Fakat fizikçilerin insanı ürküten çok iddialı formülasyonları da var. Ancak, "Her kapalı sistemde entropi artar" gibi çok genel ifadeler, yanlışlanabilirlikten uzaklaşmak bir yana, çok anlamlı da görünmüyor: Bir kere, "sistem" müthiş genel bir kavram. Sistemi oluşturacak parçalar ve bunların etkileşim biçimleri hakkında herhangi bir spesifikasyon verilmiyor. "Kapalı sis-

tem" de biraz tartışmalı. Gerçekte belki de evrenin tümünden başka kapalı bir sistem yok. "Entropi"ye gelince, bir düzensizlik ölçüsü olan bu değer, bir nergis için kaç olduğunu ve nergis vazoda solar-ken ne kadar arttığını şahsen ben bilmiyorum ve bunu hesaplamaktan acizim.

Bazı biyotitrim deneylerinde insanlar aylarca günışığının girmedeği bir laboratuvara kapatılıyor, ihtiyaç duyacakları maddeler stoklanıyor. Bu laboratuvarın intern bir elektrik, ısıtma vs. sistemine sahip olduğunu da kabul edelim. Benzin vs. maddeleri de stoklayalım. Muhtemel atıkları da uygun şekilde muhafaza edip dışarı çıkarmayalım. Laboratuvarı her bakımdan çok iyi yalıtalım ve birkaç ay dışarı ile her türlü alışverişi keselim. Bu sistem bu süre içinde bir kapalı sistem midir? Büyük olasılıkla değildir diyeceksiniz. Herhalde bu kadar amatörce kapalı bir sistem oluşturulamaz ve nötrinoları da kolay kolay kimse yalıtamaz. Ama belli bir toleransla buna kapalı bir sistem dersiniz, içerdeki insanlar da bu birkaç ayda bir sürü şiirler, romanlar yazarlar, kavramlar oluştururlar, teoremler ispatlarlar, ortalığa çeki-düzen verirler ve başka yaratıcı faaliyetlerde bulunurlarsa, o zaman bu laboratuvarın entropisi artacak mı, azalacak mı? Eğer sezginiz azalacağı yönündeyse (hele kazara bir iki dahiye falan kapattıysanız) o zaman

termodinamiğin 2. kanunu ne olacak? Belki böyle uzak örnek düşünmeye gerek de yok. Birkaç elmanın düzenini afiyetle bozarak kan şekerini yükselten ve zihninde yeni düzenler kuran bir organizma kendi yakın civarındaki entropiyi artırıyor mu, yoksa azaltıyor mu?

Evren, büyük patlama dedikleri o zamanlardan ("günlerden" demeye dilim varmıyor) bu yana daha düzenli hale mi geldi, daha düzensiz hale mi geldi?

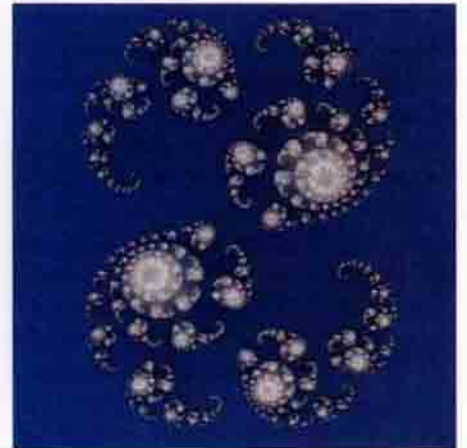
Bunu bir bilen varsa ve bana söylerse, gerçekten minnettar olacağım.

Açık Sistemler

Belki de termodinamiğin 2. kanununu fazla sorgulamaya lüzum yok. Çünkü neticede çoğu formülasyona göre bu bir olasılık kanunu olduğu için, yanlışlanmaya karşı zaten doğuştan dirençli! Bu kanun, kapalı bir sistem daha düzenli hale gelemmez, kendi kendine cansızdan canlı oluşamaz demiyor. Sadece bu ihtimal çok zayıf (hemen hemen sıfır, ama sıfır değil) diyor. Ve J. Monod gibi bazı büyük moleküler biyologlar da bu ihtimale sığınıyorlar.

Ama işi böyle geçiştirmenin mümkün olabileceğini zannetmiyorum. Sizin de zihniniz mevcut düzenden zonkluyorsa ve çaresiz bir hayret içindeyseniz, herhalde bana hak vereceksiniz. Nitekim, henüz düzen oluşumu konusunda kapsamlı bir teori oluşmamış olmakla birlikte, Prigogine tarafından ortaya konulan bazı yeni düşünceler ve ipuçları, işlerin başka türlü yürümekte olabileceğine işaret ediyor.

Klasik termodinamik, çevresiyle madde ve enerji alışverişinde bulunmayan ve kendi içinde "denge" durumunda bulunan sistemleri esas alıyor. Kapalı bir sistem, asimetric, inhomojen, kısmi düzenli bir durumdan, düzensizliği artarak, homojen bir duruma doğru yol alıyor; ve bu





denge durumundan tekrar bir inhomojenliğe geçiş söz konusu olmuyor. Ancak, çevresiyle etkileşen açık sistemler ısıtılan silikon yağı ya da karıştırılan Zhabotinsky sıvısı, ya da sulanan ve güneşlenen ağaç, ya da elmanın düzenini bozan organizma örneğinde olduğu gibi) veya kendi içinde belli bir mekanizmayla enerji transferi yapan sistemler (karıştırılmayan Zhabotinsky sıvısı ya da elmayı yemiş organizma örneğinde olduğu gibi) termodinamik "denge"nin çok uzaklarında seyredebiliyorlar ve karmaşık oluşumlara sahne olabiliyorlar.

Gaz mı Karmaşık, İnsan mı Karmaşık?

Son cümlede "karmaşık" kelimesini (kavramını) kullandıktan sonra, bunun karışıklığa yol açabileceğini düşünerek kaygıya kapıldım. Karmaşık sözcüğü oldukça farklı, hatta bir anlamda zıt durumlar için kullanılan biraz aşınmış bir kavram.

Sayırsız moleküllerinin her biri bir yönde derbederçe uçan bir gazın durumuna da karmaşık diyoruz, aynı çoklukta molekülleri müthiş bir düzen ve deveren içinde bulunan bir organizmaya da karmaşık diyoruz. Belki birinci durumda düzensiz (ya da desorganize) bir karmaşıklardan, ikinci durumda ise düzenli (ya da organize) bir karmaşıklardan söz etmek daha doğru olabilir. Bazen "karmaşık" yerine "kompleks" sözcüğü de kullanılıyor. Ancak "kompleks olma" ya da "kompleksite" kavramı, ikinci durum, yani organize karmaşıklık için kullanılmaya aday görünmüyor.

Gene bazan, karmaşıklık anlamında kaotiklikten söz ediliyor. Kamu vicdanında "kaotik"liğin düzensiz karmaşıklığa

yakın bir anlamı var. Biraz sonra, sözel imkanlar ölçüsünde, kaotikliği tanımlamaya çalışacağız. Ancak şimdiden söyleyelim ki, kaotiklik düzenli karmaşıklığa, yani gazın durumundan çok insanın durumuna daha yakın bir durum olacak.

Termodinamik Dengenin Ötesinde Ne Var?

Zhabotinsky sıvısını karıştırınca ne oluyor da, periyodik bir renk değişikliği oluşuyor? Ya da, silikon yağın ısıtınca neler olup bitiyor da, petek yapıları oluşuyor? Böyle sistemler nasıl anlaşılabilir? Bir sistem nasıl incelenir? Sistem nedir? (Bir de "anlamak" nedir diye soracak olursak, bu işin içinden bir daha çıkamayız! Ama bu sorunun da önemli olduğunu düşünen R. Thom gibi üniversal deha sahipleri yok değil!)



Sistem kavramı, çok genel olduğu halde çok faydalı olan nadir kavramlardan biri. Sistemleri incelemek için başvuru, her bilim dalında kendine özgü çeşitli yollar var (Bunlardan bir tanesi hakkında aşağıda kısa bir fikir vermeğe çalışacağım). Yukarıdaki iki sistemi anlayabilmek için ise, detayı sözle aktarılamayacak düzeyde matematiksel sofistikaşyon gerekiyor.

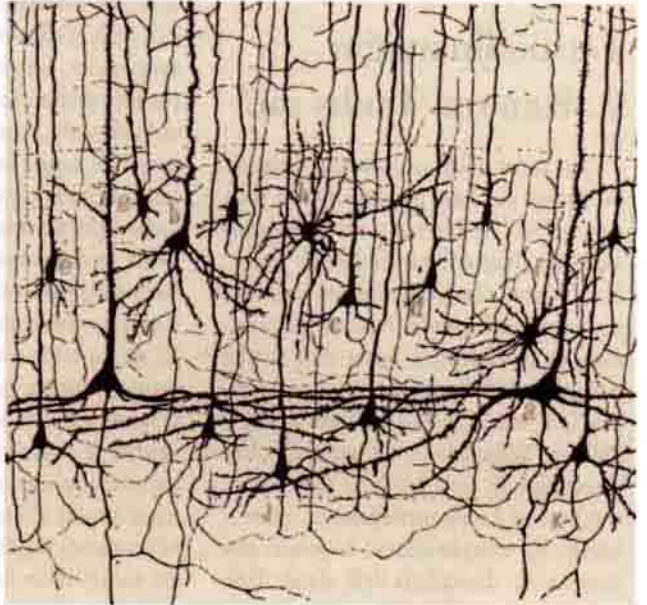
Termodinamik dengenin ötesindeki esrar hakkında bir nebze olsun fikir yürütebilmek için, en minimal ölçüde de olsa, matematiğin diline başvurmaktan başka çare yok.

Sistem Durumu

Bir sistemin "durumu"nu bir şekilde kuantifiye edip, sayılara dökebildiğiniz zaman, sistemi incelemeniz, onun seyrini gözlemeniz ve dinamiğini anlamanız için elinize faydalı bir araç geçmiş oluyor. Basit sistemlerin durumu nisbeten az sayıda parametreyle karakterize edilebilir. Tabii, sistem durumundan ne anlaşılacağı da ayrı bir tefekkür konusudur. Bir ormandaki tavşan popülasyonunu inceleyen bir zoolog için tavşanların sağlık ve afiyet durumları, bir etolog için tavşanlar arası hiyerarşik ilişkiler ve bir popülasyon genetikçisi için yaş gruplarına göre tavşan sayıları önemli olabilir (Bu sonuncusu kuantifiye edilmiş bir durum olduğu için, popülasyon genetiğinin zengin bir matematiksel modelleme repertuarı var ve burada da karşımıza gene ilginç salınımlar çıkıyor!).

Basit bir sarkacın durumunu, belli makul ihmaller altında, pozisyon ve hız gibi iki sayıyla belirleyebilirsiniz. Uzaydaki iki ya da üç cisim problemini gene belli ihmallerle idealize edip incelerken, her bir cisim için pozisyon ve hızı belirten üçer sayı olmak üzere, toplam 12 ya da 18 sayısıyla yetinebilirsiniz. Ama bir yıldızın yaşlanmasını incelerken astrofizikçilerin yıldız durumundan ne anladığını ve onu nasıl sayısalastırdıklarını bilmiyorum.

Bir gazın durumunu incelerken her bir molekülün pozisyon ve hızını, ya da maazallah bunlar da yetmez de dönme momentlerini, bilmek isterseniz ruh sağlığınız tehlikeye girebilir. Ama özellikle sıvılarda gözlenen kendi-kendine organizasyon fenomenlerini (acaba sıvıların bu özelliği, gazların fazla havai, katıların fazla



rijid olmasından mı kaynaklanıyor?) anlamak için bir gün bu detaya da inmek zorunda kalabiliriz (gittikçe daha gerçekçi hale gelen bilgisayar simülasyonları şimdiden bu sınırı zorlamaya başlıyor).

Ama daha mütevazı bir inceleme için gazın sıcaklığı ve hacmini bilmeye razı olabilirsiniz. Benzer şekilde, milyonlarca nöronuyla son derece organize bir kompleksiteye sahip biyolojik beyinlerin durumunu kavramak korkunç sayıda parametreye gerektirebilir, ama orada da belli bir inceleme için şimdilik oldukça kaba bazı göstergelere razı olabilirsiniz.

Zhabotinsky sıvısı için işimiz biraz daha kolay. Burada, karıştırdığımız maddelerin, ve reaksiyon sırasında oluşacak başka ara maddelerin, konsantrasyonları iyi bir durum bilgisi olabilir.

Determinizm, İndeterminizm

Öyle veya böyle, sistem durumu kavramıyla ilgili en önemli husus şu: Biz sistemin belli bir andaki durumunu biliyorsak, sadece bu durum bilgisinden hareketle, sistemin bunu izleyen anlardaki durumunu belirleyebilir miyiz? Aslında bizim bunu fiilen belirleyebilmemiz o kadar önemli değil (bunu biraz sonra ayrıca tartışacağız), söz konusu yeni durumların "teorik" olarak belli olup olmaması önemli. Yani sistem, belli bir durumdan farklı zamanlarda yola çıkarak farklı yerlere varabilir mi, yoksa belli bir andaki durum (bu an hangi an olursa olsun) sistemin bundan sonraki yazgısını belirler mi?

Sistemin niteliği bu şekilde ise, yani başlangıç durumları sistemin bundan sonraki kaderini belirliyorsa, sisteme determinist bir sistemdir diyeceğiz. Ama aksi halde determinist olmayan (ya da indeterminist) bir sistem demeyeceğiz. Çünkü bu halde çok farklı mahiyette iki olgu söz konusu olabilir. Ya sistem durumunu tanımlamakta ihmal edilen ciddi başka parametreler vardır, ya da sistem durumunu ne kadar detaylandırırsanız detaylandırın, sistemin doğasında var olan ve modelleme sofistikasyonu ile aşamayacağınız bir belirsizlik söz konusudur.

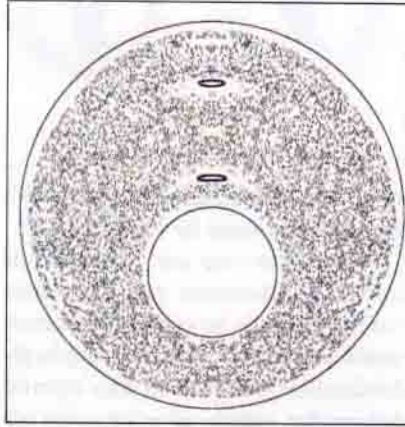
Örneğin, bir basit sarkacı modellerken pozisyon bilgisini alır, hız bilgisini ihmal ederseniz, sarkacın hareketi determinist olmaktan çıkar. Belli bir anda sadece pozisyonunu bildiğiniz sarkacın, onu izleyen anlarda hangi yöne gideceğini bile



söyleyemezsiniz. Ama bu durum, sarkacın dinamiğinin incelenen klasik makro-model çerçevesinde, determinist olmadığı anlamına gelmez.

Ancak, atomar ölçeklere doğru inersek, fizikçiler "tabiatın doğasında" var olan ve modellerin inceltilmesiyle aşılacak belirsizliklerin var olduğunu düşünüyorlar. Bunların makro-ölçekli belirsizliklere yol açabilmesi elbette teorik olarak imkan dahilinde olan bir olay.

Terminolojik açıdan iki belirsizlik türünün ayırdedilmesi iyi olurdu. Sistem durumunun eksik tanımlanmasından kay-



naklanan belirsizliğe belki bilgi eksikliği indeterminizmi ya da zahiri indeterminizm, diğerine de "hakiki" (?) indeterminizm denilebilir.

Aslında şu aşamada bunların her ikisiyle de ilgilenmiyoruz, çünkü başımıza gelecek başka bir iş daha var.

Kader Çizgileri

Determinist sistemlere matematikte dinamik sistemler (ya da daha doğrusu, otonom dinamik sistemler) adı verilir ve sistem durumları genellikle sonlu gerçel sayı dizgeleri ile karakterize edilir. Eğer bu amaçla n tane sayı kullanılıyorsa, sistem durumu n -boyutlu öklidyen uzayın bir noktası olarak düşünülebilir. Ancak bizim için bu formalizm o kadar önemli değil. Ana fikri tebarüz ettirmek için $n=2$ veya $n=3$ olduğunu düşünebiliriz. Sistem durumunu $n=2$ halinde düzlemde bir nokta ile, $n=3$ halinde de uzayda bir nokta ile temsil edebiliriz.

Dinamik sistemlerin matematiksel teorisi 100 sene kadar önce Poincare ve Liapunov ile başlamıştır ve bugün kavramsal düzeyde oldukça gelişmiş bir noktaya ulaşmıştır. Ancak somut sistemlerin detaylı analizi konusunda alınan yol hemen hemen bir arpa boyu kadardır ve $n=3$ hali dahi matematikçileri neredeyse pes ettirmiş durumdadır.

Bir dinamik sistemle karşı karşıya olduğumuzda, neyi bilmek istiyoruz? Aslında bunun cevabı ilk bakışta oldukça basit: Bize sistem için herhangi bir başlangıç noktası verildiğinde, determinist olduğunu varsaydığımız sistemin, o noktadan yola çıktığında zaman ebediyete akıp giderken izleyeceği seyri; yani sistemi temsil eden noktanın, sistemin durumu zaman içinde değişirken, durum uzayı içinde (yani sistemin mümkün bütün durumlarının oluşturduğu uzay içinde) çizeceği eğriyi; yani sistemin o noktadan başlayan hayat eğrisini, ya da bir başka ifadeyle, kader çizgisini bilmek istiyoruz (Bu kader çizgilerine matematikte yörünge, trajektör veya orbit gibi adlar verilir).

Ama tabii bu işi bir veya birkaç başlangıç noktası için değil, herhangi bir başlangıç noktası için, yani bütün başlangıç noktaları için yapmak ve sistemin bütün yaşamlarını bir anlamda bir arada görmek, bütün kader çizgilerini aynı anda çizmek istiyoruz.

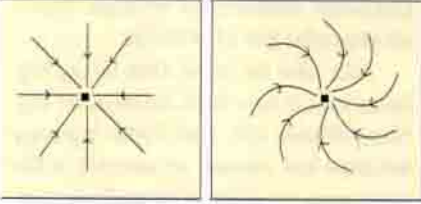
Biraz sonra bunun zorluğunu hissedip, neyi bilmek istediğimizi gözden geçirmek zorunda kalacağız ama önce kader çeşitlerine bir göz atalım.

Kader Çeşitleri ve Akibet Halleri

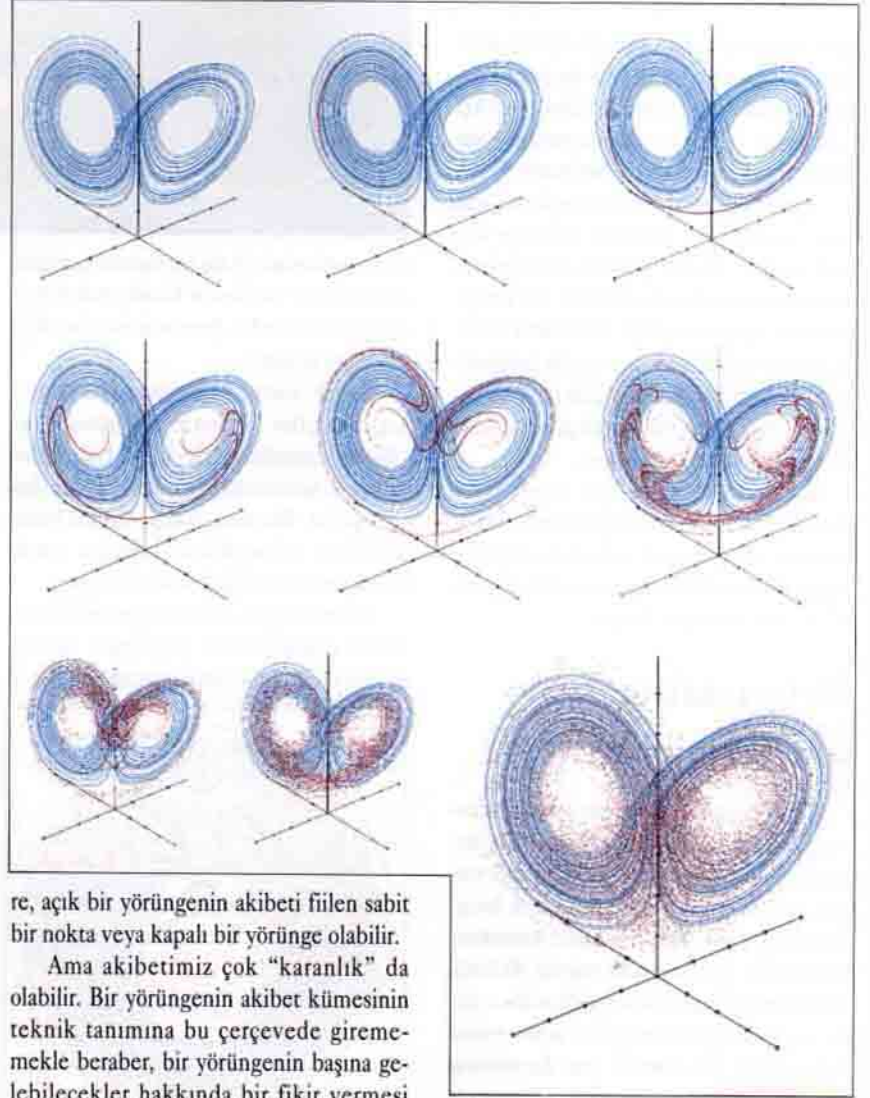
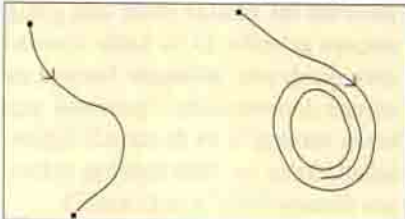
Belli bir başlangıç durumundan yola çıkan bir sistem, ilelebet bu durumda kalabilir ("sabit nokta"); veya durum uzayında bir tur attıktan sonra yola çıktığı noktaya gelebilir, ki bu halde determinizm gereği aynı yörüngede biteviye dolanmak durumundadır ("periyodik veya kapalı yörünge"); ya da sürekli değişme halinde kalıp, bir daha başladığı noktaya geri dönmeyebilir ("açık yörünge").



Bir dinamik sistem verildiğinde, durum uzayımızın tamamı bu üç tipten yörüngelerle doldurulmuş olacak ve büyüğe bir durum uzayını böyle küçük çizgilerle doldurmanın ne kadar çok yolunun olabileceğini bir an düşünersek, dinamik sistemleri anlamanın çok kolay olmayabileceği hususunda bir ilk fikir edinmiş oluruz. Belki sadece bu gözlem dahi, bir dinamik sistem hakkında neyi bilmek istediğimiz konusunda bizi biraz daha kalitatif bir yaklaşıma sevk edebilir. Örneğin, yörüngelerin durum uzayı içindeki detaylı kantitatif konumunu değil, yörüngeler arası ilişkileri ve bunların ortaya koyduğu kalitatif tabloyu ön plana çıkarabiliriz. 1930'larda Andronov ve Pontrjagin tarafından benimsenen bu yaklaşım, nicelik bilgisinin kaybı pahasına, önemli bazı nitelik kavrayışları getirmiştir. Bu anlamda mesela aşağıdaki (şematik olarak ima ettiğimiz) iki sisteme aynı nitelikte iki sistem gözüyle bakabiliriz:



Başka bazı tercihler de temel sorumuzun modifikasyonuna yol açmaktadır. Bir işin seyri mi önemlidir, yoksa sonucu mu? Kadet yolda başa gelen midir, yoksa yolun sonunda başa gelen mi? Zihnimizin derinliklerinde vuslatı bekleyişten, buluşu arayıştan, maksudu menzilden, kalıcıyı geçiciden daha önemli gören bir yönelim var. Bu anlamda, bir yörüngenin akıbeti kendisinden daha önemli görülebilir ve yörüngelerin kendilerinden çok akıbetlerinin anlaşılması daha faydalı olabilir. Bu akıbet halleri çeşitli şekillerde tezahür edebilir! Örneğin aşağıda görüldüğü üze-



re, açık bir yörüngenin akıbeti fiilen sabit bir nokta veya kapalı bir yörünge olabilir.

Ama akıbetimiz çok "karanlık" da olabilir. Bir yörüngenin akıbet kümesinin teknik tanımına bu çerçevede girememekle beraber, bir yörüngenin başına gelebilecekler hakkında bir fikir vermesi bakımından, yandaki şekle bakmanızı rica edeceğim. Bu şekil üç boyutlu uzayda ve nispeten "basit" sayılabilecek bir dinamik sistemde bir yörüngenin akıbeti hakkında bir fikir vermektedir. "Lorenz attractörü" (ya da Lorenz çekicisi) adı verilen bu akıbet kümesi, bazı detayları henüz hala tam olarak anlayamadığımız ürkünç bir yapıya sahiptir.

Kantitenin Kaliteye Dönüşümü ya da Başlangıç Şartlarına Hassas Bağımlılık

Bir dinamik sistemin "anlaşılması" ile ilgili bir başka önemli husus, başlangıç durumunun çok hafif değiştirilmesi durumunda sistemin akıbetinin nasıl değişeceği meselesi.

Bir sistemi sabit bir noktanın birazlık yakınında kendi dinamiğine terkettiğiniz

zaman, sistem o sabit noktaya doğru yol alabilir ya da oradan çok uzaklaşabilir. Benzer şekilde, akıbeti kapalı bir yörünge olan bir başlangıç noktasının çok yakınından yola çıkarsanız, sistemin akıbeti gene o kapalı yörünge olabilir, veya sistem bambaşka bir akıbeti döver olabilir. Genel olarak, başlangıç noktasının uygun bir civarında sistemin akıbeti hep aynı kalabilir, ya da bu noktaya çok yakın oldukları halde, akıbetleri farklı olan noktalar mevcut olabilir. İki yakın noktanın akıbetinin aynı olması durumunda dahi, bu noktaların, önce yakın seyreden yörüngeleri, zamanla alakasız hale gelebilir ve noktalar aynı akıbeti çok farklı şekillerde ulaşabilirler.

Eğer bir başlangıç noktasının yeterince yakınındaki noktalar, bundan sonra da başlangıç noktasının hareketini yeterince yakından izliyorlarsa, bu takdirde başlangıç noktasına kararlı bir nokta denir. Aksi halde kararsız (veya hassas, ya da duyarlı) bir noktadan ve başlangıç koşuluna hassas bağımlılıktan (ya da duyarlılıktan) söz edilir. Hassas bir noktaya ne kadar yaklaşırsanız

yaklaşın, ya başka bir akibeti olan, ya da aynı akibete çok farklı şekilde ulaşan başka noktalar vardır.

Aslında bir sistemin başlangıç durumlarındaki küçük değişikliklerin sistemin akibeti ile ilgili vahim sonuçlar doğurabileceği, modern kaos teorisi ortaya çıkmadan önce de bilinen bir gerçektir. "Bazı" başlangıç durumlarına hassas bağımlılık günlük yaşamda bile son derece yaygındır. Mesela bu yazının başında sözünü ettiğim evde, son derece hassas bir banyo armatürümüz vardı ve iki musluğu ayarlarken derenin kesri kadar bir hata yapınca (ki bu kaçınılmazdı) başımıza buz gibi ya da kaynar sular dökülüyordu.

"Tesadüf" ler de bir anlamda başlangıç şartlarına hassas bağımlılığın eseridir. O gün başka bir yoldan geçmiş olsaydınız, bugünkü eşinizle hala hiç tanışmamış olabileirdiniz. Daha büyük ölçekle, tarihsel ve evrimsel olaylarda da başlangıç şartlarına hassas bağımlılık, ya da geçen yüzyılın diyalektik filozoflarının deyimiyle "kantitenin kaliteye dönüşümü" bir çok gelişmenin, yeniliğin, yaratının, motoru olan çok önemli bir olgudur. Biyolojideki mütasyonların organizmaların akibet hallerinde makro-form farklılıklarına yol açabildikleri malumdur.

Ancak kaos teorisi, başlangıç şartlarına duyarlılığın hangi boyutlara varabileceğini gözler önüne sermiştir ve böyle "kaotik" sistemlerin istisna değil, muhtemelen kural olduğuna işaret etmektedir. Bir dinamik sistemin "kaotik"liğinin hala genel kabul gören bir tanımı yoktur. Ancak, durum uzayı içinde başlangıç noktalarına hassas bağımlılığın yaygınlığı, ya da başka bir ifadeyle, duyarlı noktaların teknik açıdan daha netleştirilmek durumunda olan belli anlamlarda "çokluğu", kaos'un en önemli şartı olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, ilginç bir şekilde, bu düzensizlik şartını kompanse eden bazı düzenlilik şartları da (mesela çok sayıda kapalı yörüngenin varlığı gibi) aranmaktadır. Bu sebeple kaos, bugün anlaşıldığı anlamda, "gürültü" nün değil, hayli düzenli bir düzensizliğin teorisi-dur.

Determinist Belirsizlik

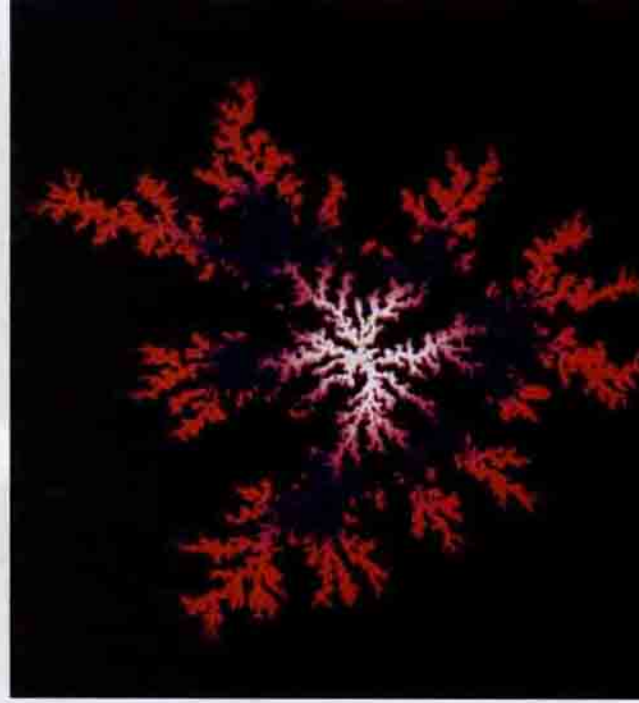
Başlangıç şartlarına hassas bağımlılığın yaygın olduğu bir sistemde ileriye yönelik uzun vadeli kantitatif tahminlerde bulunmak fiilen imkansızdır ve sistemin, bütün deterministikliğine rağmen, akibetinin detayı ile ilgili büyük bir belirsizlik vardır.

Örneğin, Lorenz sisteminde bir noktanın akibeti ile ilgili olarak söyleyebileceğimiz şey, bu noktanın şekilde kırmızı noktalarla ima edilen bulutsu atraktör üzerinde "bir yerlerde" olacağıdır. Burada insan "elektron bulutu" çağrışımını zihninden uzaklaştıramıyor. Ama bu biraz tehlikeli bir benzetme. Elektronun ne olduğu belli değil, ama bizim noktamızın "ne olduğu" uzay içinde sonsuz hassasiyetle "belli", noktamızın çok uzun süreler sonra dahi tam olarak nerede olacağı "belli", ama süre uzadıkça biz onun yerini daha az biliyoruz. Başlangıç noktamızla birazcık oynasak, çok özel haller dışında, gene aynı atraktöre gitmekle beraber, bir süre sonra tamamen farklı bir güzergah üzerinde dolanıyoruz. Atraktör önce uzayı kendine çekip, sonra da uzak noktalarını yakınlaştırıp, yakın noktalarını uzaklaştırarak kendini, ama sonuçta da uzayı, "yoğuruyor".

Daha önce, bilgi eksikliğinden kaynaklanan zahiri inde terminizm ile sistemin doğasından kaynaklanan hakiki inde terminizm dışında başımıza gelecek bir iş daha var derken kasdettiğimiz bu determinist belirsizliktir. Ne kadar paradoksal görünürse görünsün, tümüyle determinist bir sistem, uzun vadeli öngörüye tamamen mani olacak fiili bir belirsizlik arzede-bilmektedir.

Ancak burada ilginç olan, düzenle düzensizlik arasında kurulan derin ve garip bir dengedir. Kaotik bir sistemde duyarlı noktalar durum uzayı içinde çok yaygın olmakla birlikte, bunların akibet kümeleri genellikle durum uzayının çok dar bir bölgesini işgal etmektedirler. Durum uzayının noktalarının hemen tamamı, sistemin fazla oyalanmadığı geçici noktalar ve sistem bir anlamda gizemli bazı akibet halleri tarafından "çekilmektedir". "Garip çekici" (bazan "acayip atraktör") denilen bu akibet bölgeleri fevkalade ilginç ("fraktal") yapılar ve düzenler arzede-bilmektedir.

Çekiciler durum uzayı içinde, daha önce termodinamik açıdan nasıl oluşmuş olabileceğine pek akıl erdiremediğimiz bir asimetri, inhomojenite yaratmaktadır. Boyutları binlerle ifade edilebilecek büyük durum uzayları içinde, çekicilerin boyutları "birkaç" la ifade edilebilecek kadar küçük olabilir. Bu olgu, düzensizlikten düzen oluşumunun gizlerini aralamak için ümitli bir işaret veriyor.



Termodinamiğe Başka Bir Bakış

Klasik termodinamiğin kapalı sistemleri ile Prigogine termodinamiğinin açık sistemleri arasında ben esasen fazla bir fark görmüyorum. Sonuçta matematiksel açıdan sistem sistemdir ve açık sistemlere etkileşimleri çevreyi de katıp, model hassasiyeti çerçevesinde kapalı sayabileceğimiz biraz daha büyük sistemlere geçebileceğimiz gibi; içlerinde aktif enerji transferi olan ve davranışsal açıdan açık sistemlerdeki organizasyonları gösterebilen kapalı sistemlere de, önemli ve kritik alt sistemlerini belirledikten sonra, yukarıdaki anlamda genişletilmiş açık sistemler gözüyle bakabiliriz.

Bu anlamdaki herhangi bir sistemin büyük olasılıkla, klasik terminolojideki "termodinamik ölüm" e karşılık gelen bir büyük çekicisi ile, organize hallerine karşılık gelen, daha "kırılgan", belki bazıları "garip", başka bir çok çekicisi olacak! Bu diğer çekiciler, mesela karıştırılan Zhabotinsky sıvısında bir kapalı yörünge, karıştırılmayan Zhabotinsky sıvısında bir garip çekici olabilecek. Karmaşık bir sistem, müthiş büyük bir durum uzayında, çok dar bir stabilite köprüsünde, ipin üzerindeki cambaz misali, organize haller gösterebilecek ve en küçük bir sarsıntı ile termodinamik ölüm çekicisine yuvarlanabilecek. Ama onu o çukurdan çıkarcak olan da gene küçük sarsıntılar ve onu takiben, kaos'un birbirinden ayırıp uzaklaştırdığı yörüngeler olacak!

Bu tablo şu an için belki bir vizyon. Ama kimbilir. Belki de büyük Alman şairi Schiller'in kulakları çınlıyordu:

*Berraklığı karışıklık getirir
Ve hakikat uçurumda oturur.*

Kuantum Mekanikinin Felsefî Sorunları

Kuantum teorisinin ve standart Kopenhag yorumunun tamamlanmasından altmış yıl geçtikten sonra kuantum teorisinin felsefî sorunları yeniden hararetle tartışılır hale geldi...Her ne kadar kuantum mekaniğinin yorumunda farklı görüşler bulunsun ve teori bazen sağduyu ile çelişir gözükse de, bütün mikroskopik fizik deneyleri ile uyuyor. Teoriyi en eleştirel biçimde sorgulayan fizikçiler bile bu konuda hemfikir...Öte yandan, profesyonel fizikçilerin çoğu kullandıkları standart kuantum mekaniği tekniklerinin yanı sıra "ortodoks" yorumu da kanıksamış durumdadır. Bu yorumun baş sorumlusu Niels Bohr "Bir insan kuantum fiziğini düşünürken hiç başının dönmediğini söylüyorsa, bu, konuyu hiç anlamadığını gösterir." diyerek, teorisinin şaşırtıcı yanlarına dikkat çekiyor.

Cihan Saçlıoğlu
B.Ü. Fizik Bölümü

Problemin Kökeni: İhtimal Dalgası Genlikleri

Kuantum mekaniğinin bir yandan dalgalarla, bir yandan da ihtimal hesabı ile ilgili olduğunu herhalde çok kişi duymuştur. Bu kavramlar klasik fizikte de vardı, fakat kuantum teorisinde beklenmedik bir şekilde birleştirildiler. Teorinin mantığı zorlayan yönleri temelde bu birleşmeden kaynaklanıyor.

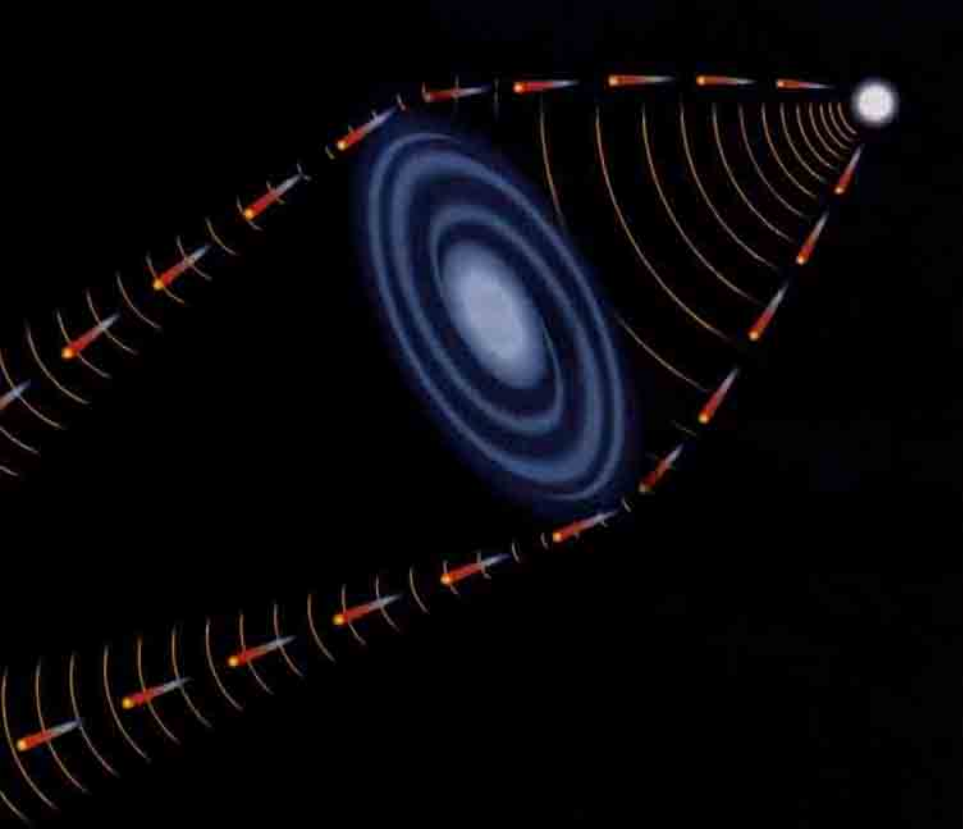
Klasik bir dalga genliğine $A(x,y,z,t)$ diyelim. Bu, uzayda (x,y,z) noktasında ve zamanda t anında ortamdaki basıncı (ses dalgaları için) veya elektromanyetik alan şiddetini (elektromanyetik dalgalar için) gösteriyor olabilir. Bu genlik bir kısmi diferansiyel denklem sağlar; denklem, dalgaların yayılma hızını da içerir. Klasik fizikteki birçok dalga denklemi lineerdir; bunun anlamı, denklemden A ve türevlerinin en fazla birinci kuvvetlerinin yer aldığıdır. Lineerliğin çok önemli bir sonucu *süperpozisyon ilkesinin* (Latince üstüste yerleştirmek) geçerli olmasıdır: A_1 ve A_2 ayrı ayrı denklemleri sağlıyorsa, A_1+A_2 de sağlayacaktır. Hatta A_1 ve A_2 ayrı birer dal-

ga kaynağı (örneğin titreşen birer yük veya birer di-apozon) sonucunda ortaya çıkıyorlarsa, iki kaynağın aynı anda faal olması A_1+A_2 dalga genliğini verecektir.

Klasik lineer dalgaların bir önemli özelliğine daha değinelim: Bu dalgaların taşıdığı enerji yoğunluğu (dalga uzaya yayıldığı için toplam enerji yerine hacim başına düşen enerjiden, yani yoğunluktan bahsetmek uygundur) A^2 ile orantılıdır. Süperpozisyon ilkesi ile bu sonuç birleştiğinde ortaya şaşırtıcı bir sonuç çıkar:

$(A_1+A_2)^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2$ olduğu için, toplam dalganın enerji yoğunluğu genelde A_1 ve A_2 'nin enerji yoğunluğu toplamından farklıdır. Örneğin olarak $A_1=A_2=A$ ve $A_1=-A_2=-A$ hallerini karşılaştıralım. Birinci durumda enerji tek dalganınkinin 4 katına çıkmakta ($A^2+A^2+2A^2$), öbüründe ise yerel olarak tamamen yok olmaktadır ($A^2+A^2-2A^2$).

Bunun meşhur bir örneği Young çift yarı deneyinde görülür. Alt ve üst yarıklardan ekrandaki P noktasına ulaşan ışık dalgaları (Şekil 1) P'de tepe noktaları üstüste gelecek şekilde buluşuyorsa buraya 4 kat enerji gelir ve aydınlık bir çizgi oluşur.



lar gelişigüzel hızlarla hareket edip çarpışmaktadır. Moleküllerin uzayda dağılımları daha önce belirttiğimiz gibi tekdüzeliğe gayet yakındır. Hızları ise Maxwell-Boltzmann dağılımına uyar. Ortalama hız ses hızı civarındadır; bundan çok daha yavaş veya hızlı moleküller bulma ihtimali çabucak azalır. Kısacası bir azot molekülünü odanın belli bir (x,y,z) noktasında ve üç yönde (v_x,v_y,v_z) hızlarında bulmanın bir *ihtimal dağılımı* $P(x,y,z; v_x,v_y,v_z)$ vardır. Bu ihtimaller basit şekilde toplanır. Sözgelimi belli bir parçacığın (hızı ne olursa olsun) odanın içinde olma ihtimali -tabii ki parçacık muhakkak oda içinde bir yerde olduğu için 1 değerindedir- odanın sol yarısında olma ihtimali ile sağ yarısında olma ihtimallerinin toplamına eşittir. Burada zımnen de olsa "objektif fiziksel gerçekliğin gözlemden bağımsız olduğunu", yani biz gözlesek de, gözlemesek de ilgilendiğimiz parçacığın iki taraftan belli birinde bulunduğunu, gözlemle sadece bu objektif gerçekten kendimizi haberdar edeceğimizi, fakat durumun "aslı"ni değiştirmedığımızı varsaymış oluyoruz.

Şimdi kuantum teorisine dönelim. Burada bilindiği gibi dalga-parçacık ayrımı ortadan kalkar. Işık dalgalarındaki $A(x,y,z)$ genliğinin aslında o noktada ışık parçacıkları (fotonlar) bulma ihtimali ile bir ilgisinin olduğu anlaşılır; buna karşılık elektronlar gibi "parçacıklar" da uygun şartlarda dalgalar gibi girişim olaylarına sebep olurlar. Bu girişime katılan genlik $\Psi(x,y,z,t)$ de elektronu bulma ihtimali hakkında bilgi taşır. Dalga-parçacık ayrımı artık ortadan kalktığı için bundan sonra A yerine hep Ψ sembolünü kullanacağız.

Artık kuantum mekaniğinin tuhaf-lıklarının kaynağını saptayabiliriz. $\Psi(x,y,z,t)$ klasik dalgalar gibi bir lineer dalga denklemi sağlamasına ve bu yüzden de süperpozisyon ilkesine uymasına rağmen "ele gelir" bir titreşimi temsil etmez; Ψ sadece bir *ihtimal genliğidir*. Şimdi bunu açalım.

Ψ kuantum teorisinde kompleks sayı değerler alır. Nasıl $z=x+iy$ ($i^2=-1$) x ve y gibi reel ve sanal kısımlara sahipse, Ψ 'nin reel kısmı $\text{Re}\Psi$, sanal kısmı da $\text{Im}\Psi$ ile gösterilir. Her kompleks sayı gibi, Ψ 'nin de $\text{Re}\Psi-i\text{Im}\Psi$ şeklinde yazılan bir eşleniği Ψ^* vardır. Ψ 'nin reel ve sanal kısımları x ve y koordinatları gibi düşünülürse, bu iki boyutlu Ψ vektörümüzün "uzunluğunun karesi" $(\text{Re}\Psi)^2 +$



Şekil-1 Ekrandaki aydınlık bölgeler fotonların isabet ettiği yerleri gösteriyor.

Üst yarıktan çıkan dalganın tepe noktası P'de alt yarıktan gelenin dip noktasına rastlarsa, bu defa da hiç enerji gelmediğinden karanlık bir çizgi ortaya çıkacaktır. Bu girişim (interference) olayının okuyucularımızın çoğu tarafından bilindiğini varsaysak da, bunun olabilmesi için çok önemli bir şartı hatırlatmakta yarar var: İki yarıktan gelen iki dalga *koherent* olmalı, yani aralarında zaman içinde değişmeyen kararlı bir faz farkı bulunmalıdır. Tersine olursa, yani faz farkı zaman içinde gelişigüzel değişirse, P'de iki dalga bazen $4A^2$, bazen 0, bazen de bunların aralarında değerler ve-



birler. Bunların zaman ortalamaları da $2A^2$ olur ki, bu da iki dalganın enerjilerinin basit toplamına karşı gelir. Böyle dalgalara *inkoherent* veya *dekoherent* denir.

Şimdi bir de ihtimal hesabına dayanan klasik istatistiksel fiziğin bazı kavramlarını ele alalım. Burada termodinamik denge durumundaki (yani tekdüze bir yoğunluk, basınç, sıcaklık dağılımı v.s. şartlarında) birçok mikroskopik parçacığın davranışı ile ilgilenilir. Örneğin atmosferik basınç ve normal oda sıcaklığında ortaboy bir odada 10^{29} veya 10^{30} azot ve oksijen molekülü vardır ve bun-

$(\text{Im}\Psi)^2 = \Psi^*\Psi$ olacaktır. Bir parçacığı uzayda (x,y,z) noktasında bulma ihtimali işte bu $\Psi^*(x,y,z)\Psi(x,y,z)$ ifadesi ile orantılıdır. Bir çift yanklı girişim deneyinde ekranda görünen aydınlık saçaklar aslında orada parçacık bulunma ihtimalinin, yani $\Psi^*\Psi$ 'nin büyük olmasından kaynaklanır.

Peki, Young deneyini nasıl açıklayacağız? Bu deneyde tek bir foton frekansı, yani tek bir foton enerjisi kullanıldığı için $\Psi^*\Psi$ nerede büyükse oraya daha çok foton gelecek, her biri aynı miktarda enerji bırakacak ve aydınlık bir saçak oluşacaktır. Bu da eskiden yaptığımız gi-

bi A^2 'yi enerji dağılımı olarak yorumlamakla aynı sonucu verecektir.

Şimdi tuhaflık bunun neresinde diye sorabiliriz. Tuhaflık ihtimalle direkt ilgili olan $\Psi^*\Psi$ 'lerin değil, Ψ genliklerinin toplanmasında. Klasik dalgalarda gördüğümüz basınç, elektrik alan şiddeti, v.s. gibi yorumlanabilen genliklerin aksine, Ψ 'nin kendi başına bir yorumu yok. Öbür taraftan, bir dalga denklemi sağlayan, süperpoze edilen büyüklük ise ihtimal yoğunluğu olarak yorumlanabilen $\Psi^*\Psi$ değil, böyle bir yorumu olmayan Ψ ! Klasik dalga fizikinde genliklerin toplanıp girişime yol açmaları da,

klasik istatistik mekanikte ihtimallerin girişimsiz olarak toplanmaları da bilinen şeyler. Burada yepyeni olan, ihtimal genliklerinin toplanıp bir cins "ihtimal girişimi" doğurmaları.

Şimdi bu gözlemleri çift yarı deney çerçevesinde somutlaştıralım. Üst yarıyı kapatırsak zamanla ekranda birer birer iz bırakan çok sayıda parçacık Şekil 2'de gösterilen dağılımı meydana getirirler. Bu dağılıma $P(\text{alt})$ diyelim. Aynı şekilde, alt yarıyı kapatırsak $P(\text{üst})$ dağılımını buluruz. Bu dağılımların dikkatli incelendikleri zaman sürekli görünmediklerini, tek tek parçacıkların ekrana

Kuantum Teorisine Mucitlerinden İtirazlar

Cihan Saçlıoğlu

Fizik tarihinde bazen bir fikri ortaya atan insanların sonradan bunun getirdiği gelişmelerden memnun olmadıkları, veya orijinal fikirlerini başkaları tarafından benimsenmeyen bir çerçevede yorumlamakta ısrar ettikleri görülmüştür. Örnek olarak Newton'un girişim halkaları deneyini gerçekleştirmesine ve çeşitli renklerin dalga boyu oranlarını doğru olarak hesaplamasına rağmen dalga teorisini eleştirmesini, Faraday'ın kısmen kendi deneylerinden kaynaklanan Maxwell denklemlerini fazla matematiksel bulmasını, Maxwell'in ise denklemlerinden çıkan dalgaları illa da mekanik bir modelle açıklamak istemesini gösterebiliriz. Fakat Kuantum Mekanikine temel katkılar yapmış çok sayıda önemli fizikçinin sonradan teoriye çeşitli şekillerde cephe almaları özellikle dikkat çekicidir.

Enerji kuantumu fikrini 1900 senesinde ilk ortaya atan ve kendi adını taşıyan sabiti ölçerek fiziğe sokan Max Planck, Einstein'ın bu fikri bir doğru adım daha ileri götürerek fotonları ortaya atmasını 1913 senesinde bile hâlâ kabul edememişti. Teorideki sonraki gelişmelerle de fazla bir ilgisi olmadı.

Einstein'ın kuantum teorisinin şekillenmesine son derece önemli katkıları oldu: Foton kavramını ortaya attı. L. de Broglie'nin parçacık-dalga ikiliği fikrini destekledi, kuantum teorisi ile katıların özgül ısılarını hesapladı, Bose-Einstein özdeş parçacıklar istatistikini geliştirdi, kuantum geçişlerine dayanan ve lazerlerin temel prensiplerini ortaya koyan bir makale yazdı ve hatta Max Born'a göre kuantum teorisinin ihtimaller cinsinden yorumunu bile ilk öneren kişi oldu. Buna rağmen 1928'den itibaren teorisinin aldığı son biçimi eleştirmeye başladı. Eleştirisi ilkönce teoride bir iç tutarsızlık bulmaya yönelikti; bu yöndeki eleştirileri özellikle Niels Bohr tarafından tatmin edici şekilde yanıtlanılmamıştı. Bundan sonra kuantum teorisinin deneysel yünden başarısızlığı bulunmasa da veya bir iç tutarsızlığı olmasa da eksik bir teori olduğunu ve "objektif gerçeklik" felsefi görüşüne uyan başka bir

teori içinde yer alacağını iddia etti. Böyle yeni bir teori bulmaktaki gayretleri sonuç vermese de eleştirileri, özellikle de meşhur Einstein, Podolsky ve Rosen (EPR) makalesi, kuantum teorisinin şaşırtıcı yanlarını açıkça sergilemek bakımından çok yararlı oldu.

Louis de Broglie meşhur $E = h\nu$ (parçacık enerjisi eşittir Planck sabiti kere dalga frekansı) ve $p = h/\lambda$ (parçacık momentumu eşittir Planck sabiti bölü dalgaboyu) denklemlerine yeni bir yorum getirdi. Einstein ve Compton bu denklemleri "sağdan sola okuyarak" ν ve λ ile tarif edilen ışık dalgalarına E ve p gibi parçacık özellikleri atfetmişlerdi. L. de Broglie bu defa aynı denklemleri "soldan sağa okuyarak" bu defa enerji ve momentumu belli olan elektron gibi parçacıklara bir frekans ve dalgaboyuna sahip dalgalar bağladı. Davisson ve Germer'in deneyleri bu dalgaların girişime sebep olacak kadar gerçek olduğunu gösterdi. Bu dalgalar kuantum teorisinin Kopenhag yorumunda da yer aldığı halde, de Broglie farklı, "pilot dalga" dediği bir yorum ileri sürdü. Bunun ilk şekli Wolfgang Pauli ve başkaları tarafından şiddetle eleştirildi; fakat David Bohm 1950'lerde pilot dalga kavramını içeren, ama aynı zamanda yerel olmayan etkileşimler içeren bir teori geliştirebildi. Bu teori şu anda fizikçilerin büyük çoğunluğunca kabul görmüş değil.

Kuantum mekanikinin temel dalga denklemini yazan Erwin Schrödinger de sonraki yorumları kabullenemeyenler arasındadır. Schrödinger Ψ 'nin uzayda gerçek anlamda yayılmış bir yoğunluğu (örneğin elektrik yükü) temsil ettiği görüşünde idi. Örnek olarak tek boyutlu bir "kutuya" konulmuş, yani $0 \leq x \leq L$ arasına hapsedilmiş bir parçacık için Schrödinger denklemini çözersek, aynen iki uç sabit tutulan bir teldeki dalga şekillerini buluruz: en alt enerjili dalga fonksiyonu iki uç arasına yarım bir dalga, bir sonraki tam bir dalga, daha üstü birbuçuk dalga görünümündedir. Schrödinger parçacığın noktasal olmayıp kutu içinde bu dağılımlara uygun bir şekilde "sıvıyaştığı" görüşünde idi. Kopenhag yorumunda ise yeri arandığı zaman par-

çacık her seferinde belli noktalarda bulunacak, bu noktaların toplamı $\Psi^*\Psi$ 'ye karşı gelecektir. Bohr ve diğer Kopenhag ekolü fizikçileri Schrödinger'e görüşünün özellikle birden fazla parçacık içeren problemlerde savunulamaz olduğunu kabul ettirdiler, zira iki parçacıklı bir problemde altı boyutlu bir uzay ortaya çıkıyor ve yük gibi gerçek bir fiziksel dağılımın böyle bir uzayda anlamı kalmıyordu. Sonuçta Schrödinger teoriden (gelişmesine katkıda bulunduğu pişman olduğunu söyleyecek kadar!) soğudu. Bundan sonra o da Einstein gibi teorisinin "mantıksızlığını" çarpıcı biçimde ortaya koyacak örnekler aramaya koyuldu. 1935'de ortaya koyduğu "Schrödinger'in kedisi" adı ile anılan düşünce deneyi bunların en ünlüsüdür.

Schrödinger'in Kedisi:

Sağlıklı bir kediyi hava alabilen bir kutunun içine koyalım. Kutuda bir zehirli gaz şişesi bulunsun ve bu gazın şişeden salınmasını sağlayacak mekanizma, bozunma yarı ömrü 1 saat olan bir radyoaktif parçacık ile kontrol edilsin. Bu mikroskobik parçacığın davranışını ancak kuantum mekanikliği ile ifade edebiliriz, fakat şimdi makroskobik bir sistem olan kedinin kaderi de artık parçacığın davranışına bağlanmış oluyor. Schrödinger'in iddiasına göre 1 saat sonunda kedinin canlı ve ölü olma ihtimalleri eşit olduğundan, dalga fonksiyonu

$\Psi(\text{kedinin durumu}) = \Psi(\text{canlı kedi}) + \Psi(\text{ölü kedi})$ şeklinde olmalı. "Bertlemin'in çorapları" hikâyesinin kuantum teorisinde ne şekil aldığını hatırlayalım: Yukardaki denkleminin anlamı da "ya bozunma oldu ve kedi öldü, ya da olmadı ve kedi hayatta" gibi objektif iki ihtimali ifade etmekten ibaret değil. Schrödinger'in analizi doğru ise, kuantum teorisi (birisini bakıp durumu bu iki seçeneğe birine indirgeyene kadar) kedinin iki durumunun yanyana bulunduğunu söylüyor. Schrödinger bu kadar mantraya zıt bir teorisinin düzeltilmeye muhtaç olduğu sonucuna varıyor. Buna karşılık birçok fizikçi (Hawking, Gell-Mann ve başkaları) bu problemin yapay olduğu görüşündeler.

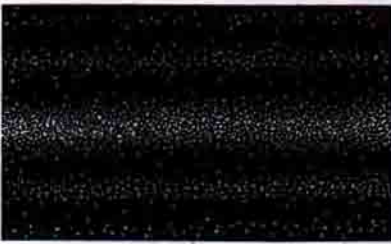


vurmalarından gelen bir granüler yapı gösterdiklerini vurgulayalım.

Şaşırtıcı olan, iki yarıkta da açık bırakırsak elde edeceğimiz $P(\text{alt}+\text{üst})$ dağılımının $P(\text{alt})+P(\text{üst})$ olmamasıdır! $P(\text{alt}+\text{üst})$ dağılımı bilinen çift yarık aydınlık-karanlık saçaklar dizisini vermektedir; bunun sebebi de $\Psi(\text{alt})$ ve $\Psi(\text{üst})$, yani alt ve üst yarıklardan ekrana ulaşan genlikler arasındaki girişimdir. Kabaca $P(\text{alt})=\Psi^*(\text{alt})\Psi(\text{alt})$ ve $P(\text{üst})=\Psi^*(\text{üst})\Psi(\text{üst})$ dersek, $P(\text{alt}+\text{üst})=(\Psi^*(\text{alt})+\Psi^*(\text{üst}))(\Psi(\text{alt})+\Psi(\text{üst}))$
 $= P(\text{alt})+P(\text{üst})+\Psi^*(\text{üst})\Psi(\text{alt})+\Psi^*(\text{alt})\Psi(\text{üst})$ (1)
 buluruz. Son iki terim -ki bunlar önce genliklerin toplanıp, sonra karelerin alınmasından gelmektedir- girişimin kaynağıdır ve bunların kendi başlarına birer ihtimal olarak yorumlanmaları mümkün değildir.



Şekil-2 a) Üst yarığın kapatılması ile elde edilen $P(\text{alt})$ dağılımı ekranda alt yarığın karşısına gelen noktalardan oluşur. $P(\text{üst})$ de, üst yarık karşısına düşen benzer bir dağılımı verir.



Şekil-2 b) İki yarığın açık olması ile elde edilen $P(\text{alt} + \text{üst})$ dağılımında ekrandaki noktalar aydınlık ve karanlık saçaklar oluştururlar. $P(\text{alt} + \text{üst})$, $P(\text{alt})$ ve $P(\text{üst})$ 'ün toplamına eşit değildir.

Bu noktada "Ne yapalım, madem bu teori deneyle uyuyor, teoriyi öğrenip uygulamaktan başka çaremiz yok" diyerek konu üzerinde daha fazla kafa yormamaya karar verebiliriz. Birçok fizikçinin yaptığı budur, bunda da yanlış bir şey yoktur. Buna karşılık, aralarında kuantum teorisinin oluşmasına en temel katkıların bazıları yapmış Planck, Einstein, de Broglie ve Schrödinger de bulunan bir çok fizikçi, teorisinin deneysel başarılarını reddetmemekle beraber, son şekilden rahatsız olmuşlardır. Burada bu rahatsızlığın kökenlerini ortaya çıkarmaya çalışacağız.

Einstein önce kuantum mekaniğinin tutarsızlığını ispat etmeye uğraştı, fakat Bohr'un başını çektiği Kopenhag ekolü fizikçileri çeşitli itirazlarına tatmin edici cevaplar verdiler. Bunun üzerine Einstein eleştirilerini teorisinin "objektif gerçeklik veya realizm" kavramları ile çelişir gözükmesi ve relativite teorisinin ruhuna uymaz görünen "ani, hayaletvari, yerel olmayan etkileşimler" içermesi noktalarında yoğunlaştırdı. Böylece teorisinin tutarlılığını ve deneysel yönden başarılı olduğunu kabul ediyor, fakat sağduyuya aykırılığından dolayı ancak geçici nitelikte bir teori olabileceğini iddia ediyordu.

Einstein'in itirazlarını çift yarık deneyi çerçevesinde tartışabiliriz. İki yarık birden açık olduğu zaman elde edilen sonuç, yani $P(\text{alt}+\text{üst})$ girişim saçaklarının, $P(\text{alt})+P(\text{üst})$ sonucunda eşit olmaması, "parçacık aslında biz baksak da bakmasak da ya alttan ya da üstten geçti" şeklindeki çok mantiki görünen "objektivist" veya "realist" felsefi tutumun kuantum mekaniğine, ve daha beteri, tabiatın davranışına ters düştüğünü göstermektedir. Kuantum mekaniği ile sağduyumuz arasında bir problem olabilir ama tabiatla kuantum mekaniği arasında bir problem görünmemektedir.

Şimdi bu eşitsizliğin nereden doğduğuna tekrar bakalım. Gördüğümüz gibi, bunun kaynağı (1) denkleminin sağ tarafındaki son iki terimdir. Bunlar parçacığın alttan ve üstten geçme ihtimal genlikleri arasında bir girişim ifade etmektedir. Fakat fiziki olarak birbirleri ile girişim

şeyler nedir? Akla şöyle bir cevap gelebilir: "Deneyde herhalde bir parçacık akışı vardır ve etkileşimler aynı anda biri üst, biri alt yarıkta geçen iki parçacıktır." Bu yanıtın yanlış olduğunu deneyi aşağıdaki gibi yaparak gösterebiliriz. Deney aletlerimizden 10,000 tane üretelim ve deneyi dünyanın tamamen farklı yerlerinde ve farklı zamanlarda tekrarlayalım, yalnız bunların her birinde sadece bir tek parçacık ekrana ulaşınca deney dursun. Her ekranda farklı ve gelişigüzel gibi görünen yerlerde bir tek noktasal iz göreceğiz; fakat bu ekranlar üstüste konulursa noktasal izlerin toplamı çift yarık girişim saçaklarını ortaya çıkaracak (buna benzer deneyler gerçekten yapılmıştır). Her deneyde birtek parçacık kullanıldığına göre, bir anlamda parçacığın kendisi ile girişim yaptığını kabullenmek zorundayız. Böylece iki yarık da açık olunca birtek parçacık için bile "hangisi olduğunu bilemesek de iki yarıkta birinden geçti" görüşü geçerli değil. Ayrıca Einstein'ı rahatsız eden "iki ayrı bölge arasında hayaletvari etkileşim" de iki yarık arasında gerçekleşmiş görünüyor. Okuyucunun aklına gelebilecek bir soruyu yanıtlayalım: Bu "etkileşim" ile fiziki bir sinyal gönderilmesine kuantum mekaniği izin vermiyor; yani relativite teorisine bir çelişki yok.

Kuantum Teorisinin ve Kopenhag Yorumunun Ana İlkeleri

Şu sırada dünyanın her yerinde standart bir kuantum mekaniği dersinde Niels Bohr'un lideri olduğu Kopenhag ekolünün aşağıda özetlenen ilkeleri öğretilmektedir:

(I) Makroskopik fiziksel sistemler klasik fizik kuramları ile, mikroskopik sistemler ise kuantum fiziği kanunları ile tasvir edilir. Genelde gözlemler için kullanılan deney aletleri makroskopik boyutta olduğu için, bunların klasik fiziğe uydukları kabul edilir.

Burada "mikroskopik" ve "makroskopik" bölgeler arasında kesin, kantitatif bir sınır belirlenmemiştir. Yalnız Bohr'un "correspondence" prensibi kuantum sayıları büyüdükçe kuantum davranışın klasik yasalarla gitgide daha iyi uyduğunu öne sürer.

(II) Bir mikroskopik sistemin her fiziksel durumuna (klasik mekanikte bir parçacığın durumu pozisyon ve momentumunun değerlerini vererek belirlenir) karşı gelen bir dalga fonksiyonu Ψ vardır. Bu dalga fonksiyonu

sonsuz boyutlu bir uzayda (Hilbert uzayı) bir vektör olarak düşünülebilir. Bu vektör yapısı daha önce gördüğümüz iki boyutlu (reel ve sanal eksenler) vektör özellikleri ile karıştırılmamalıdır.

(III) $P=\Psi^*(x,y,z)\Psi(x,y,z)$ parçacığın uzayda (x,y,z) noktasında bulunma ihtimali ile orantılıdır. Parçacık uzayda bir yerde bulunduğu için bütün ihtimaller toplanınca, yani P bütün uzay üzerinden entegre edilince sonuç 1 çıkmalıdır. Böyle bir Ψ dalga fonksiyonuna "normalize edilmiş" denir.

(IV) Klasik fizikteki enerji, momentum, açısal momentum gibi değişkenler kuantum fiziğinde (II)'de bahsedilen sonsuz boyutlu vektörler üzerine etki eden (sonsuz x sonsuz) matrisler halini alırlar. Deneylerde ölçülen enerji, açısal momentum v.s. değerleri bu matrislerin özdeğerleridir (eigenvalue).

Bir örnek olarak açısal momentumun z-bileşeni L_z 'ye karşı gelen sonsuz mat-

risi düşünelim. Bir ölçüm L_z 'nin m gibi belli bir değerini veriyorsa, fiziksel durum bu özdeğere karşı gelen bir Φ_m ile verilmektedir; Φ_m vektörü L_z 'nin bir özvektörüdür. Bu durumda lineer cebirdeki gibi

$$L_z \Phi_m = m \Phi_m \quad (2)$$

bir özdeğer denklemi geçerlidir.

(V) K enerji, açısal momentum v.s. gibi bir fiziksel değişkene karşı gelen sonsuz bir matrisi, Ψ_n bir öz dalga fonksiyonunu, k_n de K 'nın (sistem Ψ_n durumundayken) özdeğerini temsil etsin. Dalga fonksiyonlarının süperpoze edilebileceklerini daha önce görmüştük; bu ilkeyi kullanarak

$$\Psi = c_1 \Psi_1 + c_2 \Psi_2 + c_3 \Psi_3 + \dots \quad (3)$$

şeklinde yeni bir dalga fonksiyonu meydana getirebiliriz. Buradaki $c_1, c_2, c_3, \dots$ kompleks katsayılardır. Ψ normalize edilmişse, sistem Ψ durumunda iken K değişkeninin değeri ölçüldüğünde k_n değerinin bulunması ihtimali $c_n^* c_n$ ile

verilir. Teknik bir nokta: Farklı n 'ler için Ψ_n 'lerin birbirlerine "dik" olduklarını varsayıyoruz.

(VI) Bir önceki maddedeki ölçüm k_n sonucunu verirse, bundan sonra dalga fonksiyonu Ψ_n haline gelmiştir; yeni çözümler artık kesinlikle k_n sonucunu verecektir. Dalga fonksiyonunun böyle bir ölçümle Ψ 'den Ψ_n 'e dönüşmesine "dalga fonksiyonunun yıkılması veya indirgenmesi" (collapse of the wave function) denilir.

(VII) Enerjiye karşı gelen H matrisinin dalga fonksiyonunun zaman (t) içinde değişimini belirlemek gibi özel bir rolü vardır. Bu

$$i\hbar (\partial\Psi/\partial t) = 2\pi H\Psi \quad (4)$$

şeklindeki Schrödinger denklemi ile ifade edilir. Burada $i^2=-1$, $\hbar$ = Planck sabitidir. Daha önce belirtildiği gibi, denklemde Ψ gerçekten lineer olarak yer almaktadır ve bu, çözümlerin süperpozisyonunu mümkün kılar. İlkeleri böylece

Einstein, Podolsky ve Rosen (EPR) Makalesi, Bell Teoremi ve Aspect'in Deneyleri

Cihan Saçlıoğlu

1935'deki meşhur EPR makalesininin ana fikrini David Bohm'un değiştirdiği şekilde (EPRB) anlatalım. Bunun için ilk önce bir parçacığın yörüngesel hareketinden bağımsız olarak sahip olduğu "spin" açısal momentumu hakkında bazı noktaları açıklamalıyız.

(i) Deneysel olarak bir parçacığın spini ile ilgili sadece iki büyüklüğü tutarlı olarak ölçebiliriz: spinin herhangi bir eksen (z diyelim) boyunca izdüşümü S_z 'yi ve spin vektörünün boyunun uzunluğunun karesi $S_x^2 + S_y^2 + S_z^2 = S^2$ 'yi. (Tabii burada bir deney bize hemen bir büyüklüğün karesini vermiyor ama bunu ölçümlerden dolaylı olarak bulabiliriz).

(ii) S_z için deneysel olarak $\hbar/2\pi$ 'nin yarım veya tam sayı katlarında değerler bulunur; bu yüzden artık $\hbar/2\pi$ katsayısını açıkça yazmayacağız.

(iii) S^2 de s yarım veya tamsayı olmak üzere $s(s+1)$ değerlerini alır. Bir yukardaki anlayışla, $(\hbar/2\pi)^2$ faktörünü açıkça belirtmedik. Bir π mezonu için $s=0$, bir elektron için $1/2$, bir foton için 1 değerlerindedir; $s=2$ veya $5/2$ ve daha yüksek spinli parçacıklar da vardır.

(iv) S_z ancak $s, s-1, s-2, \dots, -1, -s$ şeklindeki $(2s+1)$ değerden birini alabilir.

Burada şunu vurgulamalıyız. Yukardaki sonuçlar kuantum teorisi ile uyum içindedir, fakat Bu teoriyi hiç bilmeden yapılacak dikkatli deneyler de bu sonuçları verecekti; yani teoriyi kavramsal bir girdi olarak tartışmamıza katmış değiliz. Artık EPRB "deneyini" ele alabiliriz.

Spini olmayan, yani $s=0$ özelliğinde bir parçacık düşünelim; ayrıca bu iki eşit kütleli $s=1/2$ parçacığa bozunabilirsin. İlk parçacık hareketsiz olsun. O zaman momentum korunumu dolayısı ile iki $s=1/2$ parçacığın zıt yönlerde eşit hızla hareket edeceğini biliyoruz. Ayrıca z eksenini herhangi bir yönde seçersek, toplam S_z de korunduğu için, sola giden parçacığın S_z değeri $+1/2$ ise, öbürünün de $-1/2$ çıkacağını kesinlikle biliyoruz. Eksenin yönünü değiştirsek, yeni bir z eksenine göre de iki sonucun $(+ -)$

veya $(- +)$ çıkması kaçınılmaz. Böylece sol tarafta bir ölçüm yaparsak, bundan etkilenemeyecek bir konumda olan sağdaki parçacığın S_z değerini de belirlemiş oluyoruz.

Aslında buraya kadar tuhaf birşey yok gibi görünebilir. Hatta J.S. Bell bunu "Prof. Bertlemann'ın çorapları" adlı bir "kissa" ile karşılaştırarak gündelik terimlere tercüme ediyor. Bu profesör dalgın birisi ve her nedense her sabah bir ayağına kırmızı, öbürüne mavi çorap giyiyor. Profesörün bir duvarın arkasından geldiğini düşünelim. Duvarın bittiği yerde ilk göreceğimiz ayağında kırmızı çorap varsa, diğerinde mavi olacağı (ve bunun tersi) kesin. Üstelik herhalde hepimizin paylaştığı bir "objektiflik" veya "realizm" varsayımı var: Profesörün ayaklarını göremesek bile, örneğin sol ayağındaki çorap renginin gözlemimizden bağımsız olarak belirlenmiş olduğundan pek şüphe etmiyoruz. İlk bakışta yukarıda anlatılan deneyde de soldaki S_z değerini $+1/2$ (veya $-1/2$) bulunca, sağdakinin ölçüm bile yapmadan $-1/2(+1/2)$ olması gerektiği Prof. Bertlemann'ın çorapları hikayesinden farklı görünmüyor.

Farklılık z ekseninin yönü değiştirilince kendini gösteriyor. Her iki tarafta da parçacıkların hareket yönüne dik birer düzlemde üçer yön seçelim. Soldaki yönler z_1, z_2, z_3 ; sağdakilere ise z_1', z_2', z_3' diyelim. Soldaki birin-



Einstein ve Bohr, derin düşüncede

sıraladıktan sonra, şimdi birkaç açıklama yapalım.

(A) -Kuantum fiziğinde bir "indeterminizm" unsuru bulunduğu biraz da Einstein'ın meşhur "Tanrı'nın zar atmadığına eminim" sözü ile genellikle bilinir hale gelmiştir. Bu indeterminizm, yani belli bir hareket denklemi kullanarak geçmişteki şartlardan gelecekteki

deneyler için kesin bir sonuç çıkartamamak, (VII) numarada değindiğimiz Schrödinger denkleminde gelmemektedir. Aksine, bu denklem tamamen deterministik yapıdadır. Dalga fonksiyonunun zaman içindeki bu sürekli evrimine R.Penrose (J.von Neumann'dan farklı bir terminoloji kullanarak) U-süreci adını veriyor. Deterministik olmayan ise

(VI)'da adı geçen "dalga fonksiyonunun indirgenmesi" sürecidir; Penrose bunu ise R-süreci diye adlandırır. Önemli bir nokta, U-sürecinin kuantum teorisinin vazgeçilmez bir temel taşı ol-

masına rağmen, R-sürecinin Kopenhag dışı yorumlarda gerekli olmadığıdır.

(B) Şu anda bağlantı aşikar olmasa da, Kopenhag yorumunda (I) numaralı maddede değindiğimiz "deney aletlerinin makroskopik ve klasik fiziğe tabi olmaları" da (A)'daki meselelerle ilgilidir ve başka yorumlarda biraz farklı şekilde ele alınmaktadır.

(C) Yukarda anlatılan bütün teorik yapı, Kopenhag yorumunda tek bir kuantum sistemi (atom, elektron, çekirdek, v.s.) hakkında değil, birbirinin kopması olan bir özdeş sistemler koleksiyonu (ensemble) hakkında bilgi vermektedir. meselâ (V) madesindeki açılımda $\Psi = 3/5 \psi_1 + 4/5 \psi_2$, $c_3 = c_4 = c_5 = \dots = 0$ olsun. O zaman 1,000,000 sistemi Ψ durumuna koyar, sonra da herbirinde K değişkeninin değerini ölçersek, ortalama olarak 360,000 defa k_1 , 640,000 defa da k_2 değerini bulacağız, çünkü $(3/5)^2 \times 1,000,000 = 360,000$ 'dir.



lain Aspect

John Bell



ci (ikinci, üçüncü) eksen sağdaki birinci (ikinci, üçüncü) eksene paralel olsun. z_1 ve z_2 , z_2 ve z_3 , z_1 ve z_3 arasındaki açılara sırası ile θ_{12} , θ_{23} , θ_{13} diyelim.

Şimdi soldaki parçacığın S_z 'sini (z_1 , z_2 , z_3) yönlerinden birisi boyunca ölçerken, sağdaki-ninkini de bundan bağımsız olarak gelişigüzel seçtiğimiz (z_1' , z_2' , z_3') yönlerinden herhangi birisi boyunca ölçelim. Bu deneyi binlerce defa tekrarlırsak örneğin " z_1 yönünde $+1/2$, z_2' yönünde $+1/2$ sonucunun bulunma ihtimali" $P(z_1=+, z_2'=+)$ hakkında deneysel bir değer elde edebiliriz. Daha önce söylediklerimizden $P(z_1=+, z_1'=+) = P(z_2=+, z_2'=+) = P(z_3=+, z_3'=+) = 0$ ve $P(z_1=+, z_1'=-) = P(z_2=+, z_2'=-) = P(z_3=+, z_3'=-) = 1$ olması gerektiği bellidir.

"Objektif, yani gözlemden bağımsız gerçeklik" varsayımı doğru ise, deneyi binlerce defa tekrarlarken solda ve sağda çeşitli S_z değerlerinde bulunan parçacık oranlarını şöyle ifade edebiliriz: örneğin $f(+, -, -, -)$; yani " z_1 yönünde $+1/2$, z_2 yönünde $-1/2$, z_3 yönünde $+1/2$ değerlerini bulma ihtimali", 0 ile 1 arasında belli bir sayıya eşit olmalı; $f(+, -, -, -)$ ise muhakkak sıfır bulunmalı. Önce gördüğümüz

gibi $S_{z_1} (+)$ ise, S_{z_1}' değerinin (+) olamaması açısal momentum korunumundan ve toplam S_z 'nin başta sıfır olmasından kaynaklanıyor. Aynı sebepten dolayı $f(-, +, +, -)$, $f(-, -, -, +)$, v.s. de sıfır olmak zorunda.

Artık şu ilişkileri yazabiliriz:

$$\begin{aligned} P(z_1=+, z_2'=+) &= f(+, -, -, -) + f(+, -, -, +), \quad (1.a) \\ P(z_1=+, z_3'=+) &= f(+, -, -, -) + f(+, -, -, +), \quad (1.b) \\ P(z_3=+, z_2'=+) &= f(+, -, -, -) + f(+, -, -, +). \quad (1.c) \end{aligned}$$

Bütün f 'lerin pozitif olduğuna (oran oldukları için) ayrıca (1. a) ve (1. b) 'nin ikincisi, (1. a) ve (1. c)'nin birinci terimlerinin birbirlerine eşitliğine dikkat edelim. Öyleyse

$$P(z_1=+, z_2'=+) \leq P(z_1=+, z_3'=+) + P(z_3=+, z_2'=+) \quad (2)$$

sonucu çıkar. Bu meşhur Bell eşitsizliğinin bir özel halidir. Buraya kadar kuantum teorisi değil, sadece açısal momentum korunumu ve "objektif ihtimallerin toplanması" ilkelerini kullandık. Yapılacak iş, (2) neticesini deney ve kuantum teorisi ile karşılaştırmak. Alain Aspect grubunun deneylerinin sonuçları "sağduyu" açısından gayet şaşırtıcı. Bell eşitsizliği, yani (2), deneye uymuyor. Örneğin deneyde $\theta_{12} = 120^\circ$, $\theta_{13} = \theta_{23} = 60^\circ$ seçilirse (z_3 eksenine z_1 ve z_2' 'nin tam arasında alınırsa), kuantum mekaniği ve deney (ölçme hassasiyeti dahilinde) $P_{12} = 3/8$, $P_{13} = P_{23} = 1/8$ değerlerinde anlaşıyorlar. Öte yandan, 3 sayılı 1 + 1'den küçük olmadığına göre (2) denklemi bu değerlerce sağlanmıyor! Açısal momentum korunumu gibi gayet temel, deneyle doğrulanmış bir fizik ilkesinden vazgeçilemeyeceğine göre (zaten vazgeçersek Bell eşitsizliği de tamamen değişecek), çok temel gibi de görülmeye "gözlemden bağımsız fiziksel gerçeklik", yani "objektivite/realizm" varsayımımızdan vazgeçmemiz gerekiyor.

Aslında objektiviteyi bir başka çok sevimsiz bedel karşılığında kurtarmak mümkün; bunu sağlayan teori D. Bohm tarafından geliştiril-

di. Soldaki ve sağdaki parçacıkların hemen bulunma anında objektif spin durumlarına yerleşip etkileşmeyi kesmeleri yerine, (aralarındaki relativiteye göre sinyalleşmeye izin vermeyen mesafeye karşın) relativite dışı, yerel olmayan (non-local) etkileşmelerde bulunmalarına izin verilirse, deneye uyan bir sonuç elde etmek mümkün. Fakat böyle etkileşmeleri hatırlatan ilişkilerin kuantum teorisinde bulunması (kimse bu yolla ışık hızından daha hızlı mesaj gönderilebileceğini iddia etmiyor, o yüzden kuantum teorisinde bunlar gerçek bir etkileşme değil, fakat Bohm teorisinde gerçekten bu hale geliyorlar) başta Einstein'ı özellikle rahatsız eden ve EPR makalesini yazmaya yönelten unsurdur.

Özet olarak, deneyler tabiatın bizim sağduyumuza değil, kuantum mekaniğine uyduğunu gösteriyor. Bertlemann'ın çorapları hikayesine dönersek, bu, Profesör duvarın arkasında iken çoraplarının renklerinin gözlemden önce belirlenmediği; örneğin sol ayakta mavi ve kırmızı çorap bulma ihtimallerinin henüz bir sonuca ulaşmamış şekilde birlikte canlı bulunduğu, belirli bir rengin ancak gözlemcinin müdahalesi ile ortaya çıktığı şeklinde inanılmaz bir tasvire karşı geliyor.

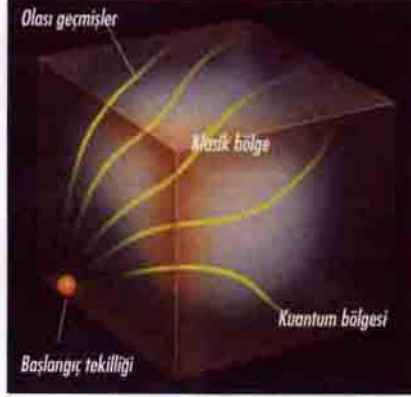
Belki bu noktada neden Bohr'un Prof. Bertlemann gibi makroskopik sistemleri kuantum teorisinin dışında tutmak istediğini daha iyi anlayabiliriz. tabii bu da klasik/kuantum tasvirler arasında çizginin nerede ve nasıl çekileceği cinsinden sorulara yol açıyor. Bunları yanıtlamaya çalışan H. Everett, M. Gell-Mann, J. Hartle ve R. Penrose gibi fizikçilerin ortaya koydukları "çözüm yolları" ise ya felsefi yönden daha da şaşırtıcı görüşler içeriyorlar, ya da kesin bir çözüm getirecek kadar geliştirilmiş değildir.

Çeşitli Yorumlar ve Bunların Eleştirileri

Kopenhag Yorumu:

Daha önce belirttiğimiz gibi, standart Kopenhag yorumunda gözlenen mikroskopik sistemler için kuantum teorisinin, makroskopik gözlem aletleri için ise klasik fiziğin geçerli olduğu varsayılır. Bu teori ve yorum uygulandığı bütün atomik, moleküler, çekirdek fiziği vs. gibi problemlerde deneyle tam bir uyum içinde. Buna karşılık, Bohr'un da açıkça "Objektif kuantum gerçekliği diye birşey yoktur, sadece bir kuantum tasviri vardır" şeklinde ifade ettiği görüşü pek tatmin edici bulmayan ünlü fizikçiler uzunca bir liste meydana getiriyor. Eleştiriler ayrıca genellikle iki nok-

ta üzerinde yoğunlaşmakta: (I) madde-
sinde kullanılan mikroskopik-makrosko-
pik sistemler ayrımı nasıl daha belirli ha-
le getirilebilir? Makroskopik sistemler
için uygun olan klasik fizik kanunları
kuantum teorisinden nasıl çıkartılır?
Klasik ve kuantum teori arasında belirli



bir sınır noktası var mıdır, varsa nerede-
dir? (VI) maddesindeki "dalga fonksiyonunun indirgenmesi" (R-süreci) meka-
nizması belirsizlikler içermekte, ayrıca
da üzerinde epeyce durduğumuz "ob-
jektif gerçeklik" kavramının kuantum
seviyesinde ortadan kalkmasına yol aç-
maktadır.

Everett Yorumu:

Hugh Everett'in 1957'de ortaya attığı bu yorumda temelde makroskopik-mikroskopik ayrımı yapılmadan herşeyin davranışı Schrödinger denklemini sağlayan bir dalga fonksiyonu ile, yani kuantum kanunları ile ifade edilmektedir. Böylece üzerinde gözlem yapılan atomik sistem de, gözlem sonuçlarını kaydedecek "makroskopik" aletler de, biz de kocaman bir dalga fonksiyonu

Kuantum Kozmolojileri

Tekin Dereli
ODÜ Matematik Bölümü

Bir bilim dalı olarak kozmolojinin amacı evrenin büyük ölçekli yapısını gözlemlerle belirlemek, bu gözlem sonuçlarını bilinen fizik yasalarıyla açıklamaktır. Kapsamı geniş ve bilgi sınırlarımızı zorlayan bir konu olduğu açık. Nedenleri: 1) Gözlem ufkumuzun sınırlı oluşu. Evrenin pek küçük bir bölgesini gözlemleyebildiğimizden kuşku yok. 2) Bu kapsamda bile yeryüzünde bulunup, deneylerle kanatlanmış fizik yasalarını geçerlilik sınırlarının en ucundan da öteye genişletmek zorundayız. Konumuz olmayan gözlemsel kozmolojiyi bir yana bırakırsak kuramsal kozmolojinin ana uğraşı kısıtlı bir veri tabanından hareketle, olabildiğince az sayıda varsayım yaparak, olabildiğince çok gözlemlerle kanıtlanabilir öngörü elde edilebilir. Kozmolojinin temel varsayımları nelerdir? kısaca tartışalım.

1) Evren üç boyutlu bir metrik afin uzaydır.

2) Relativite teorisindeki nedensellik ilkesini sağlayan bir zaman değişkeni ile evrenin evrimi tarif edilebilir.

4) Evrendeki madde dağılımı "büyük" ölçekte homojen ve izotropiktir.

Biz bu son varsayıma "Kozmoloji İlkesi" adını vermekteyiz. Bu ilkeyi açıklamak gerek. Çünkü evren daha küçük ölçeklerde hiç de homojen bir yapıya değildir. Uzayda yıldızlar, yıldız takımları ve galaksiler gibi büyük boşluklarla ayrılmış çeşitli boy ve şekillerde kütle yoğunlaşmaları görülmektedir. Böylesine karmaşık bir madde dağılımını anlaşılır kılmak için idealleştirmeye gidiyoruz: Evreni tüm uzaya düzgün olarak dağılmış hareketli nokta parçacıklardan oluşmuş kabul ediyoruz. Güneş site-

mimizdeki bir gözlemci, bu yaklaşımla uzayı hangi yönüne bakarsa baksın aynı dağılımı algılamaktadır. (izotropluk=yönden bağımsızlık). Güneş sistemimizin uzayda özel bir konumu olmadığını biliyoruz. Öyleyse izotropluk, uzayda herhangi bir diğer gözlemci için de doğru olmalıdır. Bu ise evrenin homojenliği demektir. Ancak dinamik bir evrenin homojenliğini tanımlamak, statik bir evrenin homojenliğinden çok daha zordur. Homojenliği kısaca, uzayın bir alt bölgesindeki madde dağılımının herhangi diğer benzer bir alt bölgesindeki dağılıma eşdeğer olması diye tanımlasaydık aklımıza hemen "ne zaman?" sorusu gelecekti. Örneğin, Güneş sistemimizde gözlenen madde dağılımının zaman içinde aynı kalmadığını bilmekteyiz. Bu durumda homojenlik tanımını şöyle yapacağız: Bir gözlemcinin evrensel gözlemlerinin tümünün oluşturduğu küme, diğer bir gözlemcinin evrensel gözlemlerinin kümesine eşdeğerdir. Bu tanımın en önemli sonucu, bir kozmik zaman ölçeğinin varlığını gerektirir. Kozmolojik ilke ile beraber kozmik zamanın varlığını kabul ettiğimizde, dört boyutlu uzay zamanın metriği belirlenmiş olur. Bu metrik hem Newtonsal, hem de relativistik kozmoloji modellerinin inşasında kullanılabilir. Uzayın genişleme faktörü $R(t)$, modeli belirleyen alan denklemlerinin çözümüyle bulunacaktır. Ancak $R(t)$ 'nin kendisi gözlemlerle ölçülemez. Gözlenen parametreler R ve R 'nin türevlerinin bugün ölçülen değerleri cinsinden bulunurlar: R'/R Hubble parametresi ve $-R''/R'$ ivme parametresi ilginçtir.

Genel relativite teorisinde gravitasyon alanlarının sağladığı Einstein denklemlerinin kozmolojik çözümleri dehe 1921'de Rus matematikçisi Alexander Friedman tarafından bulunmuştur. Friedman modelleri diye bilinen bu kozmolojik çözümlerin tümünde evren evrimine $t=0$ başlangıç anındaki gerçek bir uzay-zaman tekilliğinden başlamaktadır. Kapalı uzaylar, belli bir zaman sonunda büzülme başlayarak tekrar bir uzay-zaman tekilliğine ulaşacaklardır. Açık uzaylar ise, sonsuza kadar gen-

leşmelerini sürdüreceklerdir. Amerikalı astrofizikçi Edwin Hubble'in gözlemleri, 1930'larda düze çok yakın bir genişleyen evrende yaşadığımızı ortaya koydu. Friedmann ve Hubble'dan çok daha sonra 1970 yılında İngiliz fizikçileri Roger Penrose ve Stephen Hawking; uzay-zaman tekilliklerinin, madde dağılımı üzerine çok genel ve makul varsayımlar altında Einstein teorisinin kaçınılmaz bir sonucu olduklarını kanıtlamışlardır. Başlangıç tekilliğinde madde yoğunluğu sonsuza gitmektedir. Bu davranışın yorumu, evrenin bir başlangıç anında bir noktadan patlayarak genişlemeye başladığı ve çeşitli evrim fazlarından geçerek bugün gözlenen genişleyen evren fazına ulaştığıdır. Evrenin zaman içerisinde evrimi hangi fazlardan geçmiştir? Standart kozmogoni modeline göre erken evrim fazlarında evren ışıma doluyken daha sonra madde ile dolmuş ve daha yavaş genişlemeye başlamıştır. 1970'de gözlenen 2.7°K 'lik evrensel fon ışıması, bu senaryonun kanıtı olmuştur. Ancak senaryonun olası daha da erken fazlarında, temel parçacık fiziğinin öngörülerine uygun olarak bazı değişiklikler yapmak gerekmiştir. Son yıllarda, evrenin önce sir üstel genişleme fazından geçerek, bilinen Friedmann fazlarına ulaştığı kabul edilmektedir. Bu tür senaryolara enflasyonel modeller adı verilir. Böylece evrenin yapısını anlamaya yönelik, yani 10^{28} cm mertebesinde gözlemlerle uğraş veren astrofizik ve kozmoloji ile temel parçacıklar ve etkileşme kuvvetlerini anlamaya yönelik, yani 10^{-23} cm mertebesinde gözlemlerle uğraş veren yüksek enerji fiziği aynı bir konu üzerinde birleşmiş oluyorlar. Kuramsal kozmoloji modelleri evrenin evrim senaryolarını oluşturmak için parçacık fiziğinin son buluşlarından esinleniyor. Yüksek enerji fizikçileri ise, hızlandırıcı deneylerinde kanıtlanmaları yakın bir gelecekte olanaksız gözükten büyük birleştirme teorilerinin gözlemsel kanıtlarını kozmolojide arıyorlar. Parçacık fizikçilerinin araştırmaları pek çok ilginç soruyu gündeme getirdi.

içinde zaman evrimimizi (4) denklemine göre yaşamaktayız. Bu, (3)'deki gibi ψ_1 , ψ_2 , ψ_3 vs'nin süperpose edilmesinden elde edilmiş olabilir. Bir ölçüm yapıp belli bir sonuç çıkması artık dalga fonksiyonunun indirgenmesi, yani R-süreci ile ilgili değil. Bizim deney aletleri ile belli bir sonucu bulmamız dalga fonksiyonu içindeki terimlerden sadece birine, örneğin ψ_3 'e karşı geliyor. Bir başka terimdeki, örneğin ψ_2 'dekine karşı gelen sonucu bulan kendimizin kopyası gözlemciler ayrı bir dünyada hayatlarını sürdürüyorlar. Her gözlem böylece dalga fonksiyonunun yeni bir dallanmasına sebep oluyor ve bu büyük dalga fonksiyonu R-sürecine hiç uğramadan evrimine devam ediyor. Bu yoruma "çoğul dünyalar" yorumu da deniyor. örneğin bu

Schrödinger'in kedisi probleminde uygulanınca (3) denkleminin bir terimi gözlemcinin kutuyu açıp ölü kediyi, bir başka terimi canlı kediyi görmesine karşı geliyor. Roger Penrose'un bir eleştirisi şu: Nasıl oluyor da { (canlı kedi) + (ölü kedi) } kombinasyonunu da gören bir gözlemci ile karşılaşmıyoruz?

İlk bakışta çılgınca görünen bu Everett usulü kuantum mekanizmini herkeş bir eleştiri ile kesin bir şekilde çürütmek mümkün değil; buna karşılık yorum, bu hali ile benimsenmiş de değil. Everett yorumunu ciddiye almayanlar arasında "Bu teoriye gerçekten inananlar çok yüksek para karşılığında Rus ruleti oynamalılar, çünkü bu paralel dünyalardan birinde çok zengin olarak hayatta kalacakları kesin" diyenler de var.

J. Hartle ve M. Gell-Mann'ın Yaklaşımı:

Hartle ve Gell-Mann Kopenhag yorumunun yetersiz ve ancak yaklaşıtırm olarak geçerli olabilecek nitelikte olduğunu iddia ediyorlar. Fikirleri kısmen şöyle özetlenebilir. Kuantum teorisi temelde doğru ise, bütün evrene de bir bütün ola-



1. Tek bir evren mi var?
2. Uzay-zaman topolojisi basit midir, değil midir?
3. Kaç uzay boyutu vardır?
4. Evrensel sabitler G ve c gerçekten "sabit" midirler?
5. Evrendeki maddenin tümünü algılamakta mıyız?

Şu anda yukarıdaki soruların yanıtları üzerinde fazla bir şey bilmiyoruz ve bu yazıda zaten bu konular üzerinde durmayacağız. Bizim asıl üzerinde duracağımız; kuantum mekanizmi büyük patlama fikrine dayanan kozmogoni konusunda ne der? sorusudur. Bu soruya yanıt arayan modellere "kuantum kozmolojileri" adı verilmektedir. Bu modelleri inşa etmek için evrenin kendisi, evriminin ilk fazlarında kuantumlu bir sistem olarak ele alınmakta ve bir dalga fonksiyoneliyle (Fonksiyonel: fonksiyonların fonksiyonu) tarif edilmektedir. En basit kuantum kozmolojilerinde uzayın yarıçapı (yani, genişleme fonksiyonu $R(t)$) konum değişkeni, uzayın genişleme hızı (R'/R) ise momentum değişkeni gibi görünmektedir. Evrenin dalga fonksiyoneli belirlemek için Wheeler-De Witt denklemi adı verilen ve Schrödinger denkleminin benzer bir denklem çözülmektedir. Ancak Schrödinger dalga denkleminin farklı olarak, Wheeler-De Witt denkleminde bir evrim parametresi gözükmemektedir. Bunun getirdiği teknik zorluklar bir yana, bir de kuantum kozmolojisi fikrinden kaynaklanan yeni kavramsal sorunlar ortaya çıkmaktadır. Başlangıç tekilerinin ve kara deliklerin varlığını gerektiren genel relativite teorisiyle, bu uç durumlarda geçerli olmasını beklediğimiz kuantum teorisinin nasıl bağdaşacağını bize söyleyecek kuantumlu gravitasyon teorisi adını vereceğimiz bir teori biliniyor olsaydı; bu teori kapsamında evrenin başlangıç tekilliğindeki davranışını da kara deliklerin kuantum ışmasını da açıklamakta bir sorunumuz kalmazdı. Ama tutarlı bir kuantumlu gravitasyon teorisi hala orta-da yok.

Kuantum kozmolojileri, bilinmeyen ama ileride bulunacağından kuşku duyulmayan bir

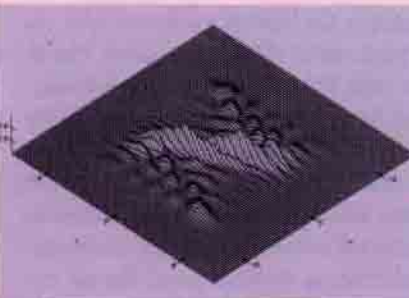
kuantumlu gravitasyon teorisinin hangi yeni niteliklere sahip olacağı konusunda ipucu verdikleri için önem taşıyorlar. Ayrıca kuantum mekanizminin yeni yorumlarına zemin oluşturdukları için de çok ilgi toplamaktalar.

Kuantum mekanizminin standart Kopenhag yorumunda gözlenen "mikroskopik" sistem, "makroskopik" bir ortam içinde bir alt sistem olarak ele alınır. Ölçüm süreci esas olarak gözlenen sistem ile çevresi arasındaki bir etkileşimle tanımlanır. Gözlenen içtidede, gözlemci dışarıdadır. Halbuki bir kuantum kozmoloji modelinde kuantumlanan sistem evrenin kendisidir. Gözlemci evrenin bir parçası olarak ele alınmalıdır. Gözleyen ve gözlenen arasında doğal bir ayırımı yapma imkanı yoktur. Bir gözlem yapıldığında tüm evrenin dalga fonksiyonu çöker mi? Bir geçişin olasılığı nedir? Kuantum mekanizminin standart yorumunda bu tür sorulara yanıt, çok sayıda eşdeğer sistem üzerinde aynı ölçüm yapıldığı gözlem olasılığı istatistiksel frekans dağılımıyla verilir. Örnek. N özdeş para ile aynı anda yazı-tura atılarak yazı gelme olasılığının 1/2 bulunması gibi. Halbuki kuantum kozmolojisinde evren tek bir kapalı sistemdir. Özdeş evrenler bulunabilir mi? 1957'de doktora hocası John A. Wheeler'in bir fikrini geliştirerek kuantum mekanizmine yeni bir yorum getiren Hugh Everett'e göre, evet, bulunur. Everett'e göre ölçüm süreci kapalı sistem

olan evrenin bir alt bölgesinin diğer bir başka alt bölgesiyle etkileşiminden ibarettir. Evrenin bir parçası diğer bir parçasını gözlerse ne "görür"; bu evrensel bir dalga fonksiyonu tarafından belirlenecektir. 1970'de kuantumlu gravitasyon teorileri kapsamında Bryce S. De Witt'in canlandırdığı bu yorumda dalga fonksiyonu çökmesi söz konusu olamaz; geçişler yumuşaktır. Ayrıca her ölçüm sonucu gerçek bir evrene karşı gelir. Gözlem süreci, paralel evrenler arasından birini seçmeye eşdeğerdir. Şu an içinde bulunduğumuz evren, başlangıç anından bu yana yapılan gözlemler dizisiyle çatalana çatalana ulaştığımız bir son evrendir. Diğer seçenekler de bizimkine paralel gerçek evrenler olarak bir yerlerde bulunmaktadır.

Bu yorum, doğruları ne kadar yansıtmaktadır, bunun tartışmasına girmeyeceğiz. Bizim için ilginç olan, Everett, Wheeler ve De Witt'in ilk kez kapalı sistemlerin kuantum mekanizmi konusuna eğilmiş olduklarıdır. 1990'da Nobel ödüllü fizikçi, kuarkların mucidi Murray Gell-Mann, yine bir genel relativiteci James Hartle ile birlikte kapalı sistemlerde iz integrali teknikleri kullanarak kuantum mekanizminin yeni bir yorumuna ulaştılar. Kuantum kozmolojileri nasıl evrimleşir? Yani "zaman" nedir? Bir kuantum kozmolojisinden klasik kozmolojiye nasıl geçilir? Bu sorulara yanıtlar Gell-Mann, Hartle yorumunda aranmaktadır.

Kuantum kozmolojileri dışında, istatistik fizik kapsamında kapalı sistemlerin kuantum mekanizmini 1984'de Robert Griffiths ele almıştır. Griffiths'in yaklaşımı Fransız fizikçisi Roland Omnès tarafından 1990'larda kuantum mekanizminin yeni bir yorumu düzeyine ulaştırılmıştır. Kuantum mekanizminin dekoherent geçmişler yorumu adı verilen bu yorum, kuantum kozmolojileri kapsamında Gell-Mann, Hartle yorumuyla çalışmaktadır. Ancak genelde farklılıklar söz konusudur. Omnès'in yorumunun Bohr'un kuantum felsefesiyle uyum içinde çıkması da çok anlamlı bir sonuçtur.



Bir kuantum kozmoloji modelinde klasik kozmolojiye geçiş

rak uygulanabilmeli. Özellikle de Büyük Patlama anında evren mikroskopik boyutlarda olduğuna göre, kuantum fiziği kullanılması gerekir. Evrenin bir "ilk an" dalga fonksiyonu olduğunu düşünürüz; bu fonksiyon zaman içinde Schrödinger'ininkine benzer bir denkleme göre evrimleşecektir. Gerçekten de Wheeler ve de Witt tarafından yazılmış böyle bir denklem var; prensip olarak da evrendeki her şey, yani başka galaksilerdeki atomlar, biz ve gözlem aletlerimiz, v.s. bunun içindeyiz. Şu halde Kopenhag ekolünün yaptığı gibi evreni "gözlenen mikroskopik sistem", "makroskopik gözlem aletleri ve gözlemciler" ve bu ikisinin dışında kalan, o an ilgilenilmeyen şeyler" diye ayırmak ancak bir yaklaşımla olarak geçerli olabilir, zira bütün bunlar birbirleri ile etkileşmektedirler. Ayrıca sadece bir tane evren bulunduğu için, normal kuantum mekaniği uygulamalarında olduğu gibi aynı deneyi milyonlarca defa tekrarlayıp ortalama sonucu kuantum teorisinden elde edilmiş teorik değer ile karşılaştırmak söz konusu değil.

Okuyucu herhalde bu öğelerin Everett yorumunda da bulunduğunu farketmiştir; nitekim Gell-Mann ve Hartle bu yorumu faydalı ve ilgiye değer bulduklarını belirtiyorlar. Buna karşılık, Everett'in "çoğul dünyalar" tablosu yerine, "farklı ihtimallere karşı gelen birçok değişik geçmiş"ten söz etmeyi tercih ediyorlar. Matematiksel yöntem olarak da dalga fonksiyonları yerine Feynman'ın iz integraleri yaklaşımını kullanıyorlar. Mikroskopik sistemlerden makroskopik sistemlere geçerken klasik objektif ihtimallerin ortaya çıkışı ise, koherent olmayan toplamlarda girişim terimlerinin birbirlerini yok etmeleri ile açıklanıyor. Örneğin Schrödinger'in kedisi örneğinde "canlı ve/veya ölü kedinin moleküllerinin çevre ile etkileşimleri iki senaryonun ihtimal genlikleri arasındaki girişim terimlerini ortadan kaldırır, böylece biz baksak da, bakmasak da kutunun içindeki kedi objektif anlamda ya ölü ya da canlıdır" deniliyor.

Gell-Mann ve Hartle kendi formülasyonlarının da kuantum teorisinin (ve özellikle de kullandıkları Everettvari yorumun) ortaya çıkardığı soruların henüz hepsine yanıt veremediğini itiraf ediyorlar.

Bohm-de Broglie Teorisi

Bu iki fizikçi 1950'lerde objektif gerçeklik ve determinizme uyan ve deneylerde de kuantum mekaniğinin başarılı sonuçlarını aynen verebilen bir teori geliştirdiler. Fakat bunun bedeli Einstein'ın is-

rarla karşı olduğu "uzay-zamanda etkileşmeyecek şekilde ayrı bölgeler arasında etkileşmeye izin vermek", yani kısacası yerel olmayan (non-local) etkileşmeler kullanmaktı. Ayrıca Hamilton mekaniğinde, klasik dalga teorisinde ve standart kuantum mekaniğinde bulunan "uzay ve momentum koordinatlarının aynı statüde ele alınmaları" ilkesi burada feda ediliyor ve uzay koordinatları daha temel bir konuma yerleştiriliyor. Teorinin relativiteye uyar hale nasıl getirilebileceği, örneğin nasıl Dirac'inkinin benzeri bir dalga denklemi yazılabileceği belli değil. J.S. Bell'in sempatisine rağmen teori genel olarak kabul görmüş değil.



Penrose'un Görüşleri

Roger Penrose henüz kuantum teorisi için yeni bir yorum veya yaklaşım getirdiğini iddia etmiyor. Daha çok yaptığı, yukarıda özetlenen görüşlerin zayıf gördüğü noktalarını ortaya çıkarmak ve bunların hiçbirinde kuantum mekaniği ile klasik fiziğin geçerli olduğu bölgelerin arasındaki sınırın açıkça belirlenmediğine dikkat çekmek. Penrose'un kendi beklentisi bu sınırın gravitasyonun kuantum seviyedeki etkileşimleri ile çözüleceği yönünde. Burada dört temel etkileşme (gravitasyon, elektromanyetik, zayıf ve kuvvetli etkileşmeler) arasında sadece gravitasyonun kuantum alan teorisinin geliştirilememiş olduğunu belirtelim. Beklentilere göre kuantum gravitasyon etkilerinin kendilerini göstermeye başlayacakları Planck kütlesi $M_p = (\hbar c / 2\pi G)^{1/2}$ (c = ışık hızı, G = Newton gravitasyon sabiti, $\hbar$ = Planck sabiti) 10^{19} hidrojen atomu kütlesine veya 10^{-5} grama eşit ki, bu mikroskopik fizik için devasa bir büyüklük. Çok kabaca ifade edersek, Penrose iki kuantum durumu arasındaki enerji bu mertebeye veya daha fazla ise, bunların genliklerinin kuantum anlamında süperpoze edilemeyeceklerini, bu durumda klasik "ihtimal toplama" kuralının geçerli olacağını düşünüyor. Ayrıca R-sürecinin tam anlaşılmasının

da kuantum gravitasyon teorisinin daha iyi anlaşılmasına bağlı olduğu fikrinde. Kısacası, Penrose kuantum teorisinin felsefi gibi görünen sorunlarının aşında felsefi tartışmalar ve yorumlarla değil, temel fiziğin gelişmesi ile açıklanacağına inanıyor.

Kuantum Mekaniği ve Bilinç

Bohr'un fiziğe soktuğu "gözlemcinin fiziksel olayı etkilemesi" fikrinden beri, bilincin kuantum fiziğinde özel bir yeri olduğu yönünde fikirler çeşitli şekillerde ortaya çıkıyor. Burada bunları detaylıca açıklamak yerine, listemizi eksik bırakmamak için kısaca anmakla yetineceğiz.

E. Wigner'in 1961'de iddia ettiğine göre, "bilinç sahibi canlılar" için içine sokulduğunda kuantum teorisinin değiştirilmesi gerekebilir. Wigner böyle sistemlerin kuantum mekaniğine lineer olmayan efektler getirerek belki R-sürecini doğurabileceği şeklinde görüşlere sahip. Bu görüşlerin benimsenmek bir yana, fizikçilerin büyük çoğunluğu (bu satırların yazarı da dahil olmak üzere!) tarafından pek anlaşılmadığını söylemek haksızlık olmaz.

J. Wheeler'in 1983'de önerdiği "katılımcı evren" görüşünde ise gene bilinçli gözlemcilerin çok özel bir önemi var. Buna göre, evren büyük patlamadan sonra bilinçli gözlemciler ortaya çıkana kadar bir cins Schrödinger denklemi ile U-sürecine göre evrimleşiyor; bu dönemde çeşitli kuantum genliklerinin süperpozisyonu geçerli, yani "objektif gerçeklik" henüz doğmuş değil. Ancak bu kuantum durumlarının birinde hayat ve bilinçli gözlemciler ortaya çıkıp etrafa baktıkları zaman R-süreci gerçekleşiyor ve evrenin dalga fonksiyonu gerçek bir seçeneğe indirgeniyor.

Bu hayalgücünü gitgide zorlayan yorumlardan sonra, Niels Bohr'un neden ısrarla makroskopik sistemleri kuantum teorisinin dışında tutmak istediği ve "kuantum geçekliliği" hakkında spekülasyonlara girmektense, teoriyi sadece deney sonuçlarını istatistiksel anlamda önceden bildirebilen bir yöntem olarak nitelediği belki daha iyi anlaşılabilir.

Kaynaklar
Albert, D., "Bohm's Alternative to Quantum Mechanics", Scientific American, Mayıs 1994
Bohr, N., Physics and the World, Harwood Academic Publishers, 1988.
Gell-Mann, M., The Quark and the Jaguar, W.H. Freeman and Company, 1994.
Halliwell, J., "Quantum Cosmology and the Creation of the Universe", Scientific American, Aralık 1991
Horgan, J., "Quantum Philosophy", Scientific American, Temmuz 1992
Mandl, F., Quantum Mechanics, J. Wiley and Sons, 1992.
Penrose, R., The Emperor's New Mind, Oxford University Press, 1989.

Kuantum Mekanikinin Felsefî Sorunları

Kuantum teorisinin ve standart Kopenhag yorumunun tamamlanmasından altmış yıl geçtikten sonra kuantum teorisinin felsefî sorunları yeniden hararetle tartışılır hale geldi...Her ne kadar kuantum mekaniğinin yorumunda farklı görüşler bulunsun ve teori bazen sağduyu ile çelişir gözükse de, bütün mikroskopik fizik deneyleri ile uyuyor. Teoriyi en eleştirel biçimde sorgulayan fizikçiler bile bu konuda hemfikir...Öte yandan, profesyonel fizikçilerin çoğu kullandıkları standart kuantum mekaniği tekniklerinin yanı sıra "ortodoks" yorumu da kanıksamış durumdadır. Bu yorumun baş sorumlusu Niels Bohr "Bir insan kuantum fiziğini düşünürken hiç başının dönmediğini söylüyorsa, bu, konuyu hiç anlamadığını gösterir." diyerek, teorisinin şaşırtıcı yanlarına dikkat çekiyor.

Cihan Saçlıoğlu
B.Ü. Fizik Bölümü

Problemin Kökeni: İhtimal Dalgası Genlikleri

Kuantum mekaniğinin bir yandan dalgalarla, bir yandan da ihtimal hesabı ile ilgili olduğunu herhalde çok kişi duymuştur. Bu kavramlar klasik fizikte de vardı, fakat kuantum teorisinde beklenmedik bir şekilde birleştirildiler. Teorinin mantığı zorlayan yönleri temelde bu birleşmeden kaynaklanıyor.

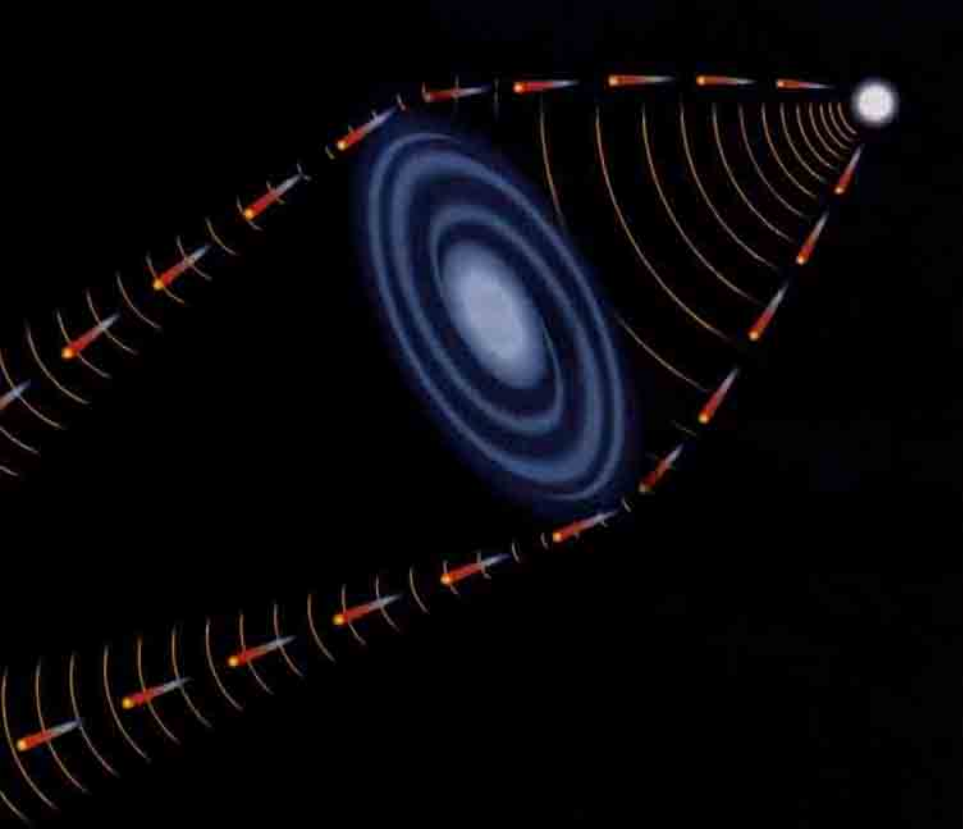
Klasik bir dalga genliğine $A(x,y,z,t)$ diyelim. Bu, uzayda (x,y,z) noktasında ve zamanda t anında ortamdaki basıncı (ses dalgaları için) veya elektromanyetik alan şiddetini (elektromanyetik dalgalar için) gösteriyor olabilir. Bu genlik bir kısmi diferansiyel denklem sağlar; denklem, dalgaların yayılma hızını da içerir. Klasik fizikteki birçok dalga denklemi lineerdir; bunun anlamı, denklemden A ve türevlerinin en fazla birinci kuvvetlerinin yer aldığıdır. Lineerliğin çok önemli bir sonucu *süperpozisyon ilkesinin* (Latince üstüste yerleştirmek) geçerli olmasıdır: A_1 ve A_2 ayrı ayrı denklemleri sağlıyorsa, A_1+A_2 de sağlayacaktır. Hatta A_1 ve A_2 ayrı birer dal-

ga kaynağı (örneğin titreşen birer yük veya birer di-apozon) sonucunda ortaya çıkıyorlarsa, iki kaynağın aynı anda faal olması A_1+A_2 dalga genliğini verecektir.

Klasik lineer dalgaların bir önemli özelliğine daha değinelim: Bu dalgaların taşıdığı enerji yoğunluğu (dalga uzaya yayıldığı için toplam enerji yerine hacim başına düşen enerjiden, yani yoğunluktan bahsetmek uygundur) A^2 ile orantılıdır. Süperpozisyon ilkesi ile bu sonuç birleştiğinde ortaya şaşırtıcı bir sonuç çıkar:

$(A_1+A_2)^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2$ olduğu için, toplam dalganın enerji yoğunluğu genelde A_1 ve A_2 'nin enerji yoğunluğu toplamından farklıdır. Örneğin olarak $A_1=A_2=A$ ve $A_1=-A_2=-A$ hallerini karşılaştıralım. Birinci durumda enerji tek dalganınkinin 4 katına çıkmakta ($A^2+A^2+2A^2$), öbüründe ise yerel olarak tamamen yok olmaktadır ($A^2+A^2-2A^2$).

Bunun meşhur bir örneği Young çift yarı deneyinde görülür. Alt ve üst yarıklardan ekrandaki P noktasına ulaşan ışık dalgaları (Şekil 1) P'de tepe noktaları üstüste gelecek şekilde buluşuyorsa buraya 4 kat enerji gelir ve aydınlık bir çizgi oluşur.



lar gelişigüzel hızlarla hareket edip çarpışmaktadır. Moleküllerin uzayda dağılımları daha önce belirttiğimiz gibi tekdüzeliğe gayet yakındır. Hızları ise Maxwell-Boltzmann dağılımına uyar. Ortalama hız ses hızı civarındadır; bundan çok daha yavaş veya hızlı moleküller bulma ihtimali çabucak azalır. Kısacası bir azot molekülünü odanın belli bir (x,y,z) noktasında ve üç yönde (v_x,v_y,v_z) hızlarında bulmanın bir *ihtimal dağılımı* $P(x,y,z; v_x,v_y,v_z)$ vardır. Bu ihtimaller basit şekilde toplanır. Sözgelimi belli bir parçacığın (hızı ne olursa olsun) odanın içinde olma ihtimali -tabii ki parçacık muhakkak oda içinde bir yerde olduğu için 1 değerindedir- odanın sol yarısında olma ihtimali ile sağ yarısında olma ihtimallerinin toplamına eşittir. Burada zımnen de olsa "objektif fiziksel gerçekliğin gözlemden bağımsız olduğunu", yani biz gözlesek de, gözlemesek de ilgilendiğimiz parçacığın iki taraftan belli birinde bulunduğunu, gözlemlerle sadece bu objektif gerçekten kendimizi haberdar edeceğimizi, fakat durumun "aslı"ni değiştirmedikimizi varsaymış oluyoruz.

Şimdi kuantum teorisine dönelim. Burada bilindiği gibi dalga-parçacık ayrımı ortadan kalkar. Işık dalgalarındaki $A(x,y,z)$ genliğinin aslında o noktada ışık parçacıkları (fotonlar) bulma ihtimali ile bir ilgisinin olduğu anlaşılır; buna karşılık elektronlar gibi "parçacıklar" da uygun şartlarda dalgalar gibi girişim olaylarına sebep olurlar. Bu girişime katılan genlik $\Psi(x,y,z,t)$ de elektronu bulma ihtimali hakkında bilgi taşır. Dalga-parçacık ayrımı artık ortadan kalktığı için bundan sonra A yerine hep Ψ sembolünü kullanacağız.

Artık kuantum mekaniğinin tuhaflıklarının kaynağını saptayabiliriz. $\Psi(x,y,z,t)$ klasik dalgalar gibi bir lineer dalga denklemi sağlamasına ve bu yüzden de süperpozisyon ilkesine uymasına rağmen "ele gelir" bir titreşimi temsil etmez; Ψ sadece bir *ihtimal genliğidir*. Şimdi bunu açalım.

Ψ kuantum teorisinde kompleks sayı değerler alır. Nasıl $z=x+iy$ ($i^2=-1$) x ve y gibi reel ve sanal kısımlara sahipse, Ψ 'nin reel kısmı $\text{Re}\Psi$, sanal kısmı da $\text{Im}\Psi$ ile gösterilir. Her kompleks sayı gibi, Ψ 'nin de $\text{Re}\Psi-i\text{Im}\Psi$ şeklinde yazılan bir eşleniği Ψ^* vardır. Ψ 'nin reel ve sanal kısımları x ve y koordinatları gibi düşünülürse, bu iki boyutlu Ψ vektörümüzün "uzunluğunun karesi" $(\text{Re}\Psi)^2 +$



Şekil-1 Ekrandaki aydınlık bölgeler fotonların isabet ettiği yerleri gösteriyor.

Üst yarıktan çıkan dalganın tepe noktası P'de alt yarıktan gelenin dip noktasına rastlarsa, bu defa da hiç enerji gelmediğinden karanlık bir çizgi ortaya çıkacaktır. Bu girişim (interference) olayının okuyucularımızın çoğu tarafından bilindiğini varsaysak da, bunun olabilmesi için çok önemli bir şartı hatırlatmakta yarar var: İki yarıktan gelen iki dalga *koherent* olmalı, yani aralarında zaman içinde değişmeyen kararlı bir faz farkı bulunmalıdır. Tersine olursa, yani faz farkı zaman içinde gelişigüzel değişirse, P'de iki dalga bazen $4A^2$, bazen 0, bazen de bunların aralarında değerler ve-



birler. Bunların zaman ortalamaları da $2A^2$ olur ki, bu da iki dalganın enerjilerinin basit toplamına karşı gelir. Böyle dalgalara *inkoherent* veya *dekoherent* denir.

Şimdi bir de ihtimal hesabına dayanan klasik istatistiksel fiziğin bazı kavramlarını ele alalım. Burada termodinamik denge durumundaki (yani tekdüze bir yoğunluk, basınç, sıcaklık dağılımı v.s. şartlarında) birçok mikroskopik parçacığın davranışı ile ilgilenilir. Örneğin atmosferik basınç ve normal oda sıcaklığında ortaboy bir odada 10^{29} veya 10^{30} azot ve oksijen molekülü vardır ve bun-

$(\text{Im}\Psi)^2 = \Psi^*\Psi$ olacaktır. Bir parçacığı uzayda (x,y,z) noktasında bulma ihtimali işte bu $\Psi^*(x,y,z)\Psi(x,y,z)$ ifadesi ile orantılıdır. Bir çift yanklı girişim deneyinde ekranda görünen aydınlık saçaklar aslında orada parçacık bulunma ihtimalinin, yani $\Psi^*\Psi$ 'nin büyük olmasından kaynaklanır.

Peki, Young deneyini nasıl açıklayacağız? Bu deneyde tek bir foton frekansı, yani tek bir foton enerjisi kullanıldığı için $\Psi^*\Psi$ nerede büyükse oraya daha çok foton gelecek, her biri aynı miktarda enerji bırakacak ve aydınlık bir saçak oluşacaktır. Bu da eskiden yaptığımız gi-

bi A^2 'yi enerji dağılımı olarak yorumlamakla aynı sonucu verecektir.

Şimdi tuhaflık bunun neresinde diye sorabiliriz. Tuhaflık ihtimalle direkt ilgili olan $\Psi^*\Psi$ 'lerin değil, Ψ genliklerinin toplanmasında. Klasik dalgalarda gördüğümüz basınç, elektrik alan şiddeti, v.s. gibi yorumlanabilen genliklerin aksine, Ψ 'nin kendi başına bir yorumu yok. Öbür taraftan, bir dalga denklemi sağlayan, süperpoze edilen büyüklük ise ihtimal yoğunluğu olarak yorumlanabilen $\Psi^*\Psi$ değil, böyle bir yorumu olmayan Ψ ! Klasik dalga fiziğinde genliklerin toplanıp girişime yol açmaları da,

klasik istatistik mekanikte ihtimallerin girişimsiz olarak toplanmaları da bilinen şeyler. Burada yepyeni olan, ihtimal genliklerinin toplanıp bir cins "ihtimal girişimi" doğurmaları.

Şimdi bu gözlemleri çift yarı deney çerçevesinde somutlaştıralım. Üst yarıyı kapatırsak zamanla ekranda birer birer iz bırakan çok sayıda parçacık Şekil 2'de gösterilen dağılımı meydana getirirler. Bu dağılıma $P(\text{alt})$ diyelim. Aynı şekilde, alt yarıyı kapatırsak $P(\text{üst})$ dağılımını buluruz. Bu dağılımların dikkatli incelendikleri zaman sürekli görünmediklerini, tek tek parçacıkların ekrana

Kuantum Teorisine Mucitlerinden İtirazlar

Cihan Saçlıoğlu

Fizik tarihinde bazen bir fikri ortaya atan insanların sonradan bunun getirdiği gelişmelerden memnun olmadıkları, veya orijinal fikirlerini başkaları tarafından benimsenmeyen bir çerçevede yorumlamakta ısrar ettikleri görülmüştür. Örnek olarak Newton'un girişim halkaları deneyini gerçekleştirmesine ve çeşitli renklerin dalga boyu oranlarını doğru olarak hesaplamasına rağmen dalga teorisini eleştirmesini, Faraday'ın kısmen kendi deneylerinden kaynaklanan Maxwell denklemlerini fazla matematiksel bulmasını, Maxwell'in ise denklemlerinden çıkan dalgaları illa da mekanik bir modelle açıklamak istemesini gösterebiliriz. Fakat Kuantum Mekanikine temel katkılar yapmış çok sayıda önemli fizikçinin sonradan teoriye çeşitli şekillerde cephe almaları özellikle dikkat çekicidir.

Enerji kuantumu fikrini 1900 senesinde ilk ortaya atan ve kendi adını taşıyan sabiti ölçerek fiziğe sokan Max Planck, Einstein'ın bu fikri bir doğru adım daha ileri götürerek fotonları ortaya atmasını 1913 senesinde bile hâlâ kabul edememişti. Teorideki sonraki gelişmelerle de fazla bir ilgisi olmadı.

Einstein'ın kuantum teorisinin şekil almasına son derece önemli katkıları oldu: Foton kavramını ortaya attı. L. de Broglie'nin parçacık-dalga ikiliği fikrini destekledi, kuantum teorisi ile katıların özgül ısılarını hesapladı, Bose-Einstein özdeş parçacıklar istatistiğini geliştirdi, kuantum geçişlerine dayanan ve lazerlerin temel prensiplerini ortaya koyan bir makale yazdı ve hatta Max Born'a göre kuantum teorisinin ihtimaller cinsinden yorumunu bile ilk öneren kişi oldu. Buna rağmen 1928'den itibaren teorisinin aldığı son biçimi eleştirmeye başladı. Eleştirisi ilkönce teoride bir iç tutarsızlık bulmaya yönelikti; bu yöndeki eleştirileri özellikle Niels Bohr tarafından tatmin edici şekilde yanıtlanılmamıştı. Bundan sonra kuantum teorisinin deneysel yünden başarısızlığı bulunmasa da veya bir iç tutarsızlığı olmasa da eksik bir teori olduğunu ve "objektif gerçeklik" felsefi görüşüne uyan başka bir

teori içinde yer alacağını iddia etti. Böyle yeni bir teori bulmaktaki gayretleri sonuç vermese de eleştirileri, özellikle de meşhur Einstein, Podolsky ve Rosen (EPR) makalesi, kuantum teorisinin şaşırtıcı yanlarını açıkça sergilemek bakımından çok yararlı oldu.

Louis de Broglie meşhur $E = h\nu$ (parçacık enerjisi eşittir Planck sabiti kere dalga frekansı) ve $p = h/\lambda$ (parçacık momentumu eşittir Planck sabiti bölü dalgaboyu) denklemlerine yeni bir yorum getirdi. Einstein ve Compton bu denklemleri "sağdan sola okuyarak" ν ve λ ile tarif edilen ışık dalgalarına E ve p gibi parçacık özellikleri atfetmişlerdi. L. de Broglie bu defa aynı denklemleri "soldan sağa okuyarak" bu defa enerji ve momentumu belli olan elektron gibi parçacıklara bir frekans ve dalgaboyuna sahip dalgalar bağladı. Davisson ve Germer'in deneyleri bu dalgaların girişime sebep olacak kadar gerçek olduğunu gösterdi. Bu dalgalar kuantum teorisinin Kopenhag yorumunda da yer aldığı halde, de Broglie farklı, "pilot dalga" dediği bir yorum ileri sürdü. Bunun ilk şekli Wolfgang Pauli ve başkaları tarafından şiddetle eleştirildi; fakat David Bohm 1950'lerde pilot dalga kavramını içeren, ama aynı zamanda yerel olmayan etkileşimler içeren bir teori geliştirebildi. Bu teori şu anda fizikçilerin büyük çoğunluğunca kabul görmüş değil.

Kuantum mekaniğinin temel dalga denklemini yazan Erwin Schrödinger de sonraki yorumları kabullenemeyenler arasındadır. Schrödinger Ψ 'nin uzayda gerçek anlamda yayılmış bir yoğunluğu (örneğin elektrik yükü) temsil ettiği görüşünde idi. Örnek olarak tek boyutlu bir "kutuya" konulmuş, yani $0 \leq x \leq L$ arasına hapsedilmiş bir parçacık için Schrödinger denklemini çözersek, aynen iki uç sabit tutulan bir teldeki dalga şekillerini buluruz: en alt enerjili dalga fonksiyonu iki uç arasına yarım bir dalga, bir sonraki tam bir dalga, daha üstü birbuçuk dalga görünümündedir. Schrödinger parçacığın noktasal olmayıp kutu içinde bu dağılımlara uygun bir şekilde "sıvıyaştığı" görüşünde idi. Kopenhag yorumunda ise yeri arandığı zaman par-

çacık her seferinde belli noktalarda bulunacak, bu noktaların toplamı $\Psi^*\Psi$ 'ye karşı gelecektir. Bohr ve diğer Kopenhag ekolü fizikçileri Schrödinger'e görüşünün özellikle birden fazla parçacık içeren problemlerde savunulamaz olduğunu kabul ettirdiler, zira iki parçacıklı bir problemde altı boyutlu bir uzay ortaya çıkıyor ve yük gibi gerçek bir fiziksel dağılımın böyle bir uzayda anlamı kalmıyordu. Sonuçta Schrödinger teoriden (gelişmesine katkıda bulunduğu pişman olduğunu söyleyecek kadar!) soğudu. Bundan sonra o da Einstein gibi teorisinin "mantıksızlığını" çarpıcı biçimde ortaya koyacak örnekler aramaya koyuldu. 1935'de ortaya koyduğu "Schrödinger'in kedisi" adı ile anılan düşünce deneyi bunların en ünlüsüdür.

Schrödinger'in Kedisi:

Sağlıklı bir kediyi hava alabilen bir kutunun içine koyalım. Kutuda bir zehirli gaz şişesi bulunsun ve bu gazın şişeden salınmasını sağlayacak mekanizma, bozunma yarı ömrü 1 saat olan bir radyoaktif parçacık ile kontrol edilsin. Bu mikroskobik parçacığın davranışını ancak kuantum mekaniği ile ifade edebiliriz, fakat şimdi makroskobik bir sistem olan kedinin kaderi de artık parçacığın davranışına bağlanmış oluyor. Schrödinger'in iddiasına göre 1 saat sonunda kedinin canlı ve ölü olma ihtimalleri eşit olduğundan, dalga fonksiyonu

$\Psi(\text{kedinin durumu}) = \Psi(\text{canlı kedi}) + \Psi(\text{ölü kedi})$ şeklinde olmalı. "Bertlemin'in çorapları" hikâyesinin kuantum teorisinde ne şekil aldığını hatırlayalım: Yukardaki denkleminin anlamı da "ya bozunma oldu ve kedi öldü, ya da olmadı ve kedi hayatta" gibi objektif iki ihtimali ifade etmekten ibaret değil. Schrödinger'in analizi doğru ise, kuantum teorisi (birisini bakıp durumu bu iki seçeneğe birine indirgeyene kadar) kedinin iki durumunun yanyana bulunduğunu söylüyor. Schrödinger bu kadar mantraya zıt bir teorisinin düzeltilmeye muhtaç olduğu sonucuna varıyor. Buna karşılık birçok fizikçi (Hawking, Gell-Mann ve başkaları) bu problemin yapay olduğu görüşündeler.

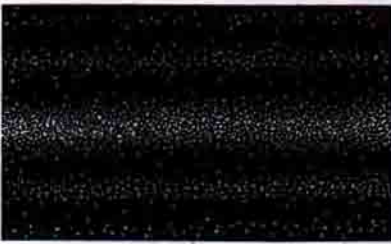


vurmalarından gelen bir granüler yapı gösterdiklerini vurgulayalım.

Şaşırtıcı olan, iki yarıkta da açık bırakırsak elde edeceğimiz $P(\text{alt}+\text{üst})$ dağılımının $P(\text{alt})+P(\text{üst})$ olmamasıdır! $P(\text{alt}+\text{üst})$ dağılımı bilinen çift yarık aydınlık-karanlık saçaklar dizisini vermektedir; bunun sebebi de $\Psi(\text{alt})$ ve $\Psi(\text{üst})$, yani alt ve üst yarıklardan ekrana ulaşan genlikler arasındaki girişimdir. Kabaca $P(\text{alt})=\Psi^*(\text{alt})\Psi(\text{alt})$ ve $P(\text{üst})=\Psi^*(\text{üst})\Psi(\text{üst})$ dersek, $P(\text{alt}+\text{üst})=(\Psi^*(\text{alt})+\Psi^*(\text{üst}))(\Psi(\text{alt})+\Psi(\text{üst}))$
 $= P(\text{alt})+P(\text{üst})+\Psi^*(\text{üst})\Psi(\text{alt})+\Psi^*(\text{alt})\Psi(\text{üst})$ (1)
buluruz. Son iki terim -ki bunlar önce genliklerin toplanıp, sonra karelerin alınmasından gelmektedir- girişimin kaynağıdır ve bunların kendi başlarına birer ihtimal olarak yorumlanmaları mümkün değildir.



Şekil-2 a) Üst yarığın kapatılması ile elde edilen $P(\text{alt})$ dağılımı ekranda alt yarığın karşısına gelen noktalardan oluşur. $P(\text{üst})$ de, üst yarık karşısına düşen benzer bir dağılımla verilir.



Şekil-2 b) İki yarığın açık olması ile elde edilen $P(\text{alt} + \text{üst})$ dağılımında ekrandaki noktalar aydınlık ve karanlık saçaklar oluştururlar. $P(\text{alt} + \text{üst})$, $P(\text{alt})$ ve $P(\text{üst})$ 'ün toplamına eşit değildir.

Bu noktada "Ne yapalım, madem bu teori deneyle uyuyor, teoriyi öğrenip uygulamaktan başka çaremiz yok" diyerek konu üzerinde daha fazla kafa yormamaya karar verebiliriz. Birçok fizikçinin yaptığı budur, bunda da yanlış bir şey yoktur. Buna karşılık, aralarında kuantum teorisinin oluşmasına en temel katkıların bazıları yapmış Planck, Einstein, de Broglie ve Schrödinger de bulunan bir çok fizikçi, teorisinin deneysel başarılarını reddetmemekle beraber, son şekilden rahatsız olmuşlardır. Burada bu rahatsızlığın kökenlerini ortaya çıkarmaya çalışacağız.

Einstein önce kuantum mekaniğinin tutarsızlığını ispat etmeye uğraştı, fakat Bohr'un başını çektiği Kopenhag ekolü fizikçileri çeşitli itirazlarına tatmin edici cevaplar verdiler. Bunun üzerine Einstein eleştirilerini teorisinin "objektif gerçeklik veya realizm" kavramları ile çelişir gözükmesi ve relativite teorisinin ruhuna uymaz görünen "ani, hayaletvari, yerel olmayan etkileşimler" içermesi noktalarında yoğunlaştırdı. Böylece teorisinin tutarlılığını ve deneysel yönden başarılı olduğunu kabul ediyor, fakat sağduyuya aykırılığından dolayı ancak geçici nitelikte bir teori olabileceğini iddia ediyordu.

Einstein'in itirazlarını çift yarık deneyi çerçevesinde tartışabiliriz. İki yarık birden açık olduğu zaman elde edilen sonuç, yani $P(\text{alt}+\text{üst})$ girişim saçaklarının, $P(\text{alt})+P(\text{üst})$ sonucunda eşit olmaması, "parçacık aslında biz baksak da bakmasak da ya alttan ya da üstten geçti" şeklindeki çok mantiki görünen "objektivist" veya "realist" felsefi tutumun kuantum mekaniğine, ve daha beteri, tabiatın davranışına ters düştüğünü göstermektedir. Kuantum mekaniği ile sağduyumuz arasında bir problem olabilir ama tabiatla kuantum mekaniği arasında bir problem görünmemektedir.

Şimdi bu eşitsizliğin nereden doğduğuna tekrar bakalım. Gördüğümüz gibi, bunun kaynağı (1) denkleminin sağ tarafındaki son iki terimdir. Bunlar parçacığın alttan ve üstten geçme ihtimal genlikleri arasında bir girişim ifade etmektedir. Fakat fiziki olarak birbirleri ile girişim

şeyler nedir? Akla şöyle bir cevap gelebilir: "Deneyde herhalde bir parçacık akışı vardır ve etkileşimler aynı anda biri üst, biri alt yarıkta geçen iki parçacıktır." Bu yanıtın yanlış olduğunu deneyi aşağıdaki gibi yaparak gösterebiliriz. Deney aletlerimizden 10,000 tane üretilim ve deneyi dünyanın tamamen farklı yerlerinde ve farklı zamanlarda tekrarlayalım, yalnız bunların her birinde sadece bir tek parçacık ekrana ulaşınca deney dursun. Her ekranda farklı ve gelişigüzel gibi görünen yerlerde bir tek noktasal iz göreceğiz; fakat bu ekranlar üstüste konulursa noktasal izlerin toplamı çift yarık girişim saçaklarını ortaya çıkaracak (buna benzer deneyler gerçekten yapılmıştır). Her deneyde birtek parçacık kullanıldığına göre, bir anlamda parçacığın kendisi ile girişim yaptığını kabullenmek zorundayız. Böylece iki yarık da açık olunca birtek parçacık için bile "hangisi olduğunu bilemesek de iki yarıkta birinden geçti" görüşü geçerli değil. Ayrıca Einstein'ı rahatsız eden "iki ayrı bölge arasında hayaletvari etkileşim" de iki yarık arasında gerçekleşmiş görünüyor. Okuyucunun aklına gelebilecek bir soruyu yanıtlayalım: Bu "etkileşim" ile fiziki bir sinyal gönderilmesine kuantum mekaniği izin vermiyor; yani relativite teorisine bir çelişki yok.

Kuantum Teorisinin ve Kopenhag Yorumunun Ana İlkeleri

Şu sırada dünyanın her yerinde standart bir kuantum mekaniği dersinde Niels Bohr'un lideri olduğu Kopenhag ekolünün aşağıda özetlenen ilkeleri öğretilmektedir:

(I) Makroskopik fiziksel sistemler klasik fizik kuramları ile, mikroskopik sistemler ise kuantum fiziği kanunları ile tasvir edilir. Genelde gözlemler için kullanılan deney aletleri makroskopik boyutta olduğu için, bunların klasik fiziğe uydukları kabul edilir.

Burada "mikroskopik" ve "makroskopik" bölgeler arasında kesin, kantitatif bir sınır belirlenmemiştir. Yalnız Bohr'un "correspondence" prensibi kuantum sayıları büyüdükçe kuantum davranışın klasik yasalarla gitgide daha iyi uyduğunu öne sürer.

(II) Bir mikroskopik sistemin her fiziksel durumuna (klasik mekanikte bir parçacığın durumu pozisyon ve momentumunun değerlerini vererek belirlenir) karşı gelen bir dalga fonksiyonu Ψ vardır. Bu dalga fonksiyonu

sonsuz boyutlu bir uzayda (Hilbert uzayı) bir vektör olarak düşünülebilir. Bu vektör yapısı daha önce gördüğümüz iki boyutlu (reel ve sanal eksenler) vektör özellikleri ile karıştırılmamalıdır.

(III) $P=\Psi^*(x,y,z)\Psi(x,y,z)$ parçacığın uzayda (x,y,z) noktasında bulunma ihtimali ile orantılıdır. Parçacık uzayda bir yerde bulunduğu için bütün ihtimaller toplanınca, yani P bütün uzay üzerinden entegre edilince sonuç 1 çıkmalıdır. Böyle bir Ψ dalga fonksiyonuna "normalize edilmiş" denir.

(IV) Klasik fizikteki enerji, momentum, açısal momentum gibi değişkenler kuantum fiziğinde (II)'de bahsedilen sonsuz boyutlu vektörler üzerine etki eden (sonsuz x sonsuz) matrisler halini alırlar. Deneylerde ölçülen enerji, açısal momentum v.s. değerleri bu matrislerin özdeğerleridir (eigenvalue).

Bir örnek olarak açısal momentumun z-bileşeni L_z 'ye karşı gelen sonsuz mat-

risi düşünelim. Bir ölçüm L_z 'nin m gibi belli bir değerini veriyorsa, fiziksel durum bu özdeğere karşı gelen bir Φ_m ile verilmektedir; Φ_m vektörü L_z 'nin bir özvektörüdür. Bu durumda lineer cebirdeki gibi

$$L_z \Phi_m = m \Phi_m \quad (2)$$

bir özdeğer denklemi geçerlidir.

(V) K enerji, açısal momentum v.s. gibi bir fiziksel değişkene karşı gelen sonsuz bir matrisi, Ψ_n bir öz dalga fonksiyonunu, k_n de K 'nın (sistem Ψ_n durumundayken) özdeğerini temsil etsin. Dalga fonksiyonlarının süperpoze edilebileceklerini daha önce görmüştük; bu ilkeyi kullanarak

$$\Psi = c_1 \Psi_1 + c_2 \Psi_2 + c_3 \Psi_3 + \dots \quad (3)$$

şeklinde yeni bir dalga fonksiyonu meydana getirebiliriz. Buradaki $c_1, c_2, c_3, \dots$ kompleks katsayılardır. Ψ normalize edilmişse, sistem Ψ durumunda iken K değişkeninin değeri ölçüldüğünde k_n değerinin bulunması ihtimali $c_n^* c_n$ ile

verilir. Teknik bir nokta: Farklı n 'ler için Ψ_n 'lerin birbirlerine "dik" olduklarını varsayıyoruz.

(VI) Bir önceki maddedeki ölçüm k_n sonucunu verirse, bundan sonra dalga fonksiyonu Ψ_n haline gelmiştir; yeni çözümler artık kesinlikle k_n sonucunu verecektir. Dalga fonksiyonunun böyle bir ölçümle Ψ 'den Ψ_n 'e dönüşmesine "dalga fonksiyonunun yıkılması veya indirgenmesi" (collapse of the wave function) denilir.

(VII) Enerjiye karşı gelen H matrisinin dalga fonksiyonunun zaman (t) içinde değişimini belirlemek gibi özel bir rolü vardır. Bu

$$i\hbar (\partial\Psi/\partial t) = 2\pi H\Psi \quad (4)$$

şeklindeki Schrödinger denklemi ile ifade edilir. Burada $i^2=-1$, $\hbar$ = Planck sabitidir. Daha önce belirtildiği gibi, denklemde Ψ gerçekten lineer olarak yer almaktadır ve bu, çözümlerin süperpozisyonunu mümkün kılar. İlkeleri böylece

Einstein, Podolsky ve Rosen (EPR) Makalesi, Bell Teoremi ve Aspect'in Deneyleri

Cihan Saçlıoğlu

1935'deki meşhur EPR makalesininin ana fikrini David Bohm'un değiştirdiği şekilde (EPRB) anlatalım. Bunun için ilk önce bir parçacığın yörüngesel hareketinden bağımsız olarak sahip olduğu "spin" açısal momentumu hakkında bazı noktaları açıklamalıyız.

(i) Deneysel olarak bir parçacığın spini ile ilgili sadece iki büyüklüğü tutarlı olarak ölçebiliriz: spinin herhangi bir eksen (z diyelim) boyunca izdüşümü S_z 'yi ve spin vektörünün boyunun uzunluğunun karesi $S_x^2 + S_y^2 + S_z^2 = S^2$ 'yi. (Tabii burada bir deney bize hemen bir büyüklüğün karesini vermiyor ama bunu ölçümlerden dolayı olarak bulabiliriz).

(ii) S_z için deneysel olarak $\hbar/2\pi$ 'nin yarım veya tam sayı katlarında değerler bulunur; bu yüzden artık $\hbar/2\pi$ katsayısını açıkça yazmayacağız.

(iii) S^2 de s yarım veya tamsayı olmak üzere $s(s+1)$ değerlerini alır. Bir yukardaki anlayışla, $(\hbar/2\pi)^2$ faktörünü açıkça belirtmedik. Bir π mezonu için $s=0$, bir elektron için $1/2$, bir foton için 1 değerlerindedir; $s=2$ veya $5/2$ ve daha yüksek spinli parçacıklar da vardır.

(iv) S_z ancak $s, s-1, s-2, \dots, -1, -s$ şeklindeki $(2s+1)$ değerden birini alabilir.

Burada şunu vurgulamalıyız. Yukardaki sonuçlar kuantum teorisi ile uyum içindedir, fakat Bu teoriyi hiç bilmeden yapılacak dikkatli deneyler de bu sonuçları verecekti; yani teoriyi kavramsal bir girdi olarak tartışmamıza katmış değiliz. Artık EPRB "deneyini" ele alabiliriz.

Spini olmayan, yani $s=0$ özelliğinde bir parçacık düşünelim; ayrıca bu iki eşit kütleli $s=1/2$ parçacığa bozunabilirsin. İlk parçacık hareketsiz olsun. O zaman momentum korunumu dolayısı ile iki $s=1/2$ parçacığın zıt yönlerde eşit hızla hareket edeceğini biliyoruz. Ayrıca z eksenini herhangi bir yönde seçersek, toplam S_z de korunduğu için, sola giden parçacığın S_z değeri $+1/2$ ise, öbürünün de $-1/2$ çıkacağını kesinlikle biliyoruz. Eksenin yönünü değiştirsek, yeni bir z eksenine göre de iki sonucun $(+ -)$

veya $(- +)$ çıkması kaçınılmaz. Böylece sol tarafta bir ölçüm yaparsak, bundan etkilenemeyecek bir konumda olan sağdaki parçacığın S_z değerini de belirlemiş oluyoruz.

Aslında buraya kadar tuhaf birşey yok gibi görünebilir. Hatta J.S. Bell bunu "Prof. Bertlemann'ın çorapları" adlı bir "kissa" ile karşılaştırarak gündelik terimlere tercüme ediyor. Bu profesör dalgın birisi ve her nedense her sabah bir ayağına kırmızı, öbürüne mavi çorap giyiyor. Profesörün bir duvarın arkasından geldiğini düşünelim. Duvarın bittiği yerde ilk göreceğimiz ayağında kırmızı çorap varsa, diğerinde mavi olacağı (ve bunun tersi) kesin. Üstelik herhalde hepimizin paylaştığı bir "objektiflik" veya "realizm" varsayımı var: Profesörün ayaklarını göremesek bile, örneğin sol ayağındaki çorap renginin gözlemimizden bağımsız olarak belirlenmiş olduğundan pek şüphe etmiyoruz. İlk bakışta yukarıda anlatılan deneyde de soldaki S_z değerini $+1/2$ (veya $-1/2$) bulunca, sağdakinin ölçüm bile yapmadan $-1/2(+1/2)$ olması gerektiği Prof. Bertlemann'ın çorapları hikayesinden farklı görünmüyor.

Farklılık z ekseninin yönü değiştirilince kendini gösteriyor. Her iki tarafta da parçacıkların hareket yönüne dik birer düzlemde üçer yön seçelim. Soldaki yönler z_1, z_2, z_3 ; sağdakilere ise z_1', z_2', z_3' diyelim. Soldaki birin-



Einstein ve Bohr, derin düşüncede

sıraladıktan sonra, şimdi birkaç açıklama yapalım.

(A) -Kuantum fiziğinde bir "indeterminizm" unsuru bulunduğu biraz da Einstein'ın meşhur "Tanrı'nın zar atmadığına eminim" sözü ile genellikle bilinir hale gelmiştir. Bu indeterminizm, yani belli bir hareket denklemi kullanarak geçmişteki şartlardan gelecekteki

deneyler için kesin bir sonuç çıkartamamak, (VII) numarada değindiğimiz Schrödinger denkleminde gelmemektedir. Aksine, bu denklem tamamen deterministik yapıdadır. Dalga fonksiyonunun zaman içindeki bu sürekli evrimine R.Penrose (J.von Neumann'dan farklı bir terminoloji kullanarak) U-süreci adını veriyor. Deterministik olmayan ise

(VI)'da adı geçen "dalga fonksiyonunun indirgenmesi" sürecidir; Penrose bunu ise R-süreci diye adlandırır. Önemli bir nokta, U-sürecinin kuantum teorisinin vazgeçilmez bir temel taşı ol-

masına rağmen, R-sürecinin Kopenhag dışı yorumlarda gerekli olmadığıdır.

(B) Şu anda bağlantı aşikar olmasa da, Kopenhag yorumunda (I) numaralı maddede değindiğimiz "deney aletlerinin makroskopik ve klasik fiziğe tabi olmaları" da (A)'daki meselelerle ilgilidir ve başka yorumlarda biraz farklı şekilde ele alınmaktadır.

(C) Yukarda anlatılan bütün teorik yapı, Kopenhag yorumunda tek bir kuantum sistemi (atom, elektron, çekirdek, v.s.) hakkında değil, birbirinin kopması olan bir özdeş sistemler koleksiyonu (ensemble) hakkında bilgi vermektedir. meselâ (V) madesindeki açılımda $\Psi = 3/5 \psi_1 + 4/5 \psi_2$, $c_3 = c_4 = c_5 = \dots = 0$ olsun. O zaman 1,000,000 sistemi Ψ durumuna koyar, sonra da herbirinde K değişkeninin değerini ölçersek, ortalama olarak 360,000 defa k_1 , 640,000 defa da k_2 değerini bulacağız, çünkü $(3/5)^2 \times 1,000,000 = 360,000$ 'dir.



lain Aspect

John Bell



ci (ikinci, üçüncü) eksen sağdaki birinci (ikinci, üçüncü) eksene paralel olsun. z_1 ve z_2 , z_2 ve z_3 , z_1 ve z_3 arasındaki açılara sırası ile θ_{12} , θ_{23} , θ_{13} diyelim.

Şimdi soldaki parçacığın S_z 'sini (z_1 , z_2 , z_3) yönlerinden birisi boyunca ölçerken, sağdaki-ninkini de bundan bağımsız olarak gelişigüzel seçtiğimiz (z_1' , z_2' , z_3') yönlerinden herhangi birisi boyunca ölçelim. Bu deneyi binlerce defa tekrarlırsak örneğin " z_1 yönünde $+1/2$, z_2' yönünde $+1/2$ sonucunun bulunma ihtimali" $P(z_1=+, z_2'=+)$ hakkında deneysel bir değer elde edebiliriz. Daha önce söylediklerimizden $P(z_1=+, z_1'=+) = P(z_2=+, z_2'=+) = P(z_3=+, z_3'=+) = 0$ ve $P(z_1=+, z_1'=-) = P(z_2=+, z_2'=-) = P(z_3=+, z_3'=-) = 1$ olması gerektiği bellidir.

"Objektif, yani gözlemden bağımsız gerçeklik" varsayımı doğru ise, deneyi binlerce defa tekrarlarken solda ve sağda çeşitli S_z değerlerinde bulunan parçacık oranlarını şöyle ifade edebiliriz: örneğin $f(+ - +; - + -)$; yani " z_1 yönünde $+1/2$, z_2 yönünde $-1/2$, z_3 yönünde $+1/2$ değerlerini bulma ihtimali", 0 ile 1 arasında belli bir sayıya eşit olmalı; $f(+ - +; + + -)$ ise muhakkak sıfır bulunmalı. Önce gördüğümüz

gibi $S_{z_1} (+)$ ise, S_{z_1}' değerinin (+) olamaması açısal momentum korunumundan ve toplam S_z 'nin başta sıfır olmasından kaynaklanıyor. Aynı sebepten dolayı $f(- + +; + + -)$, $f(- - -; + + -)$, v.s. de sıfır olmak zorunda.

Artık şu ilişkileri yazabiliriz:

$$\begin{aligned} P(z_1=+, z_2'=+) &= f(+ - +; - + -) + f(+ - -; - + +), \quad (1.a) \\ P(z_1=+, z_3'=+) &= f(+ + -; - + -) + f(+ - -; - + +), \quad (1.b) \\ P(z_3=+, z_2'=+) &= f(+ - -; - + -) + f(+ - +; - + +). \quad (1.c) \end{aligned}$$

Bütün f 'lerin pozitif olduğuna (oran oldukları için) ayrıca (1. a) ve (1. b) 'nin ikincisi, (1. a) ve (1. c)'nin birinci terimlerinin birbirlerine eşitliğine dikkat edelim. Öyleyse

$$P(z_1=+, z_2'=+) \leq P(z_1=+, z_3'=+) + P(z_3=+, z_2'=+) \quad (2)$$

sonucu çıkar. Bu meşhur Bell eşitsizliğinin bir özel halidir. Buraya kadar kuantum teorisine değil, sadece açısal momentum korunumu ve "objektif ihtimallerin toplanması" ilkelerini kullandık. Yapılacak iş, (2) neticesini deney ve kuantum teorisine karşılaştırmak. Alain Aspect grubunun deneylerinin sonuçları "sağduyu" açısından gayet şaşırtıcı. Bell eşitsizliği, yani (2), deneye uymuyor. Örneğin deneyde $\theta_{12} = 120^\circ$, $\theta_{13} = \theta_{23} = 60^\circ$ seçilirse (z_3 eksenine z_1 ve z_2' 'nin tam arasında alınırsa), kuantum mekaniği ve deney (ölçme hassasiyeti dahilinde) $P_{12} = 3/8$, $P_{13} = P_{23} = 1/8$ değerlerinde anlaşılıyorlar. Öte yandan, 3 sayılı 1 + 1'den küçük olmadığına göre (2) denklemi bu değerlerce sağlanmıyor! Açısal momentum korunumu gibi gayet temel, deneyle doğrulanmış bir fizik ilkesinden vazgeçilemeyeceğine göre (zaten vazgeçersek Bell eşitsizliği de tamamen değişecek), çok temel gibi de görülmeye "gözlemden bağımsız fiziksel gerçeklik", yani "objektivite/realizm" varsayımımızdan vazgeçmemiz gerekiyor.

Aslında objektiviteyi bir başka çok sevimsiz bedel karşılığında kurtarmak mümkün; bunu sağlayan teori D. Bohm tarafından geliştiril-

di. Soldaki ve sağdaki parçacıkların hemen bulunma anında objektif spin durumlarına yerleşip etkileşmeyi kesmeleri yerine, (aralarındaki relativiteye göre sinyalleşmeye izin vermeyen mesafeye karşın) relativite dışı, yerel olmayan (non-local) etkileşmelerde bulunmalarına izin verilirse, deneye uyan bir sonuç elde etmek mümkün. Fakat böyle etkileşmeleri hatırlatan ilişkilerin kuantum teorisinde bulunması (kimse bu yolla ışık hızından daha hızlı mesaj gönderilebileceğini iddia etmiyor, o yüzden kuantum teorisinde bunlar gerçek bir etkileşme değil, fakat Bohm teorisinde gerçekten bu hale geliyorlar) başta Einstein'ı özellikle rahatsız eden ve EPR makalesini yazmaya yönelten unsurdur.

Özet olarak, deneyler tabiatın bizim sağduyumuza değil, kuantum mekaniğine uyduğunu gösteriyor. Bertlemann'ın çorapları hikayesine dönersek, bu, Profesör duvarın arkasında iken çoraplarının renklerinin gözlemden önce belirlenmediği; örneğin sol ayakta mavi ve kırmızı çorap bulma ihtimallerinin henüz bir sonuca ulaşmamış şekilde birlikte canlı bulunduğu, belirli bir rengin ancak gözlemcinin müdahalesi ile ortaya çıktığı şeklinde inanılmaz bir tasvire karşı geliyor.

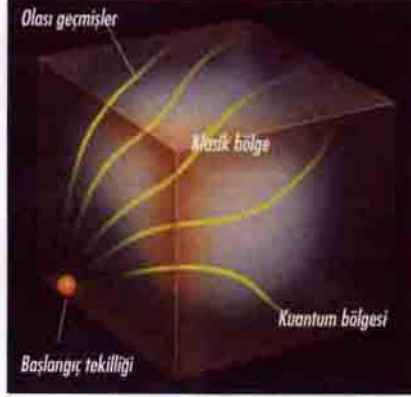
Belki bu noktada neden Bohr'un Prof. Bertlemann gibi makroskopik sistemleri kuantum teorisinin dışında tutmak istediğini daha iyi anlayabiliriz. tabii bu da klasik/kuantum tasvirleri arasında çizginin nerede ve nasıl çekileceği cinsinden sorulara yol açıyor. Bunları yanıtlamaya çalışan H. Everett, M. Gell-Mann, J. Hartle ve R. Penrose gibi fizikçilerin ortaya koydukları "çözüm yolları" ise ya felsefi yönden daha da şaşırtıcı görüşler içeriyorlar, ya da kesin bir çözüm getirecek kadar geliştirilmiş değildir.

Çeşitli Yorumlar ve Bunların Eleştirileri

Kopenhag Yorumu:

Daha önce belirttiğimiz gibi, standart Kopenhag yorumunda gözlenen mikroskopik sistemler için kuantum teorisinin, makroskopik gözlem aletleri için ise klasik fiziğin geçerli olduğu varsayılır. Bu teori ve yorum uygulandığı bütün atomik, moleküler, çekirdek fiziği vs. gibi problemlerde deneyle tam bir uyum içinde. Buna karşılık, Bohr'un da açıkça "Objektif kuantum gerçekliği diye birşey yoktur, sadece bir kuantum tasviri vardır" şeklinde ifade ettiği görüşü pek tatmin edici bulmayan ünlü fizikçiler uzunca bir liste meydana getiriyor. Eleştiriler ayrıca genellikle iki nok-

ta üzerinde yoğunlaşmakta: (I) madde-
sinde kullanılan mikroskopik-makrosko-
pik sistemler ayrımı nasıl daha belirli ha-
le getirilebilir? Makroskopik sistemler
için uygun olan klasik fizik kanunları
kuantum teorisinden nasıl çıkartılır?
Klasik ve kuantum teori arasında belirli



bir sınır noktası var mıdır, varsa nerede-
dir? (VI) maddesindeki "dalga fonksiyonunun indirgenmesi" (R-süreci) mekanizması belirsizlikler içermekte, ayrıca da üzerinde epeyce durduğumuz "objektif gerçeklik" kavramının kuantum seviyesinde ortadan kalkmasına yol açmaktadır.

Everett Yorumu:

Hugh Everett'in 1957'de ortaya attığı bu yorumda temelde makroskopik-mikroskopik ayrımı yapılmadan herşeyin davranışı Schrödinger denklemini sağlayan bir dalga fonksiyonu ile, yani kuantum kanunları ile ifade edilmektedir. Böylece üzerinde gözlem yapılan atomik sistem de, gözlem sonuçlarını kaydedecek "makroskopik" aletler de, biz de kocaman bir dalga fonksiyonu

Kuantum Kozmolojileri

Tekin Dereli
ODÜ Matematik Bölümü

Bir bilim dalı olarak kozmolojinin amacı evrenin büyük ölçekli yapısını gözlemlerle belirlemek, bu gözlem sonuçlarını bilinen fizik yasalarıyla açıklamaktır. Kapsamı geniş ve bilgi sınırlarımızı zorlayan bir konu olduğu açık. Nedenleri: 1) Gözlem ufkumuzun sınırlı oluşu. Evrenin pek küçük bir bölgesini gözlemleyebildiğimizden kuşku yok. 2) Bu kapsamda bile yeryüzünde bulunup, deneylerle kanatlanmış fizik yasalarını geçerlilik sınırlarının en ucundan da öteye genişletmek zorundayız. Konumuz olmayan gözlemsel kozmolojiyi bir yana bırakırsak kuramsal kozmolojinin ana uğraşı kısıtlı bir veri tabanından hareketle, olabildiğince az sayıda varsayım yaparak, olabildiğince çok gözlemlerle kanıtlanabilir öngörü elde edilebilir. Kozmolojinin temel varsayımları nelerdir? kısaca tartışalım.

1) Evren üç boyutlu bir metrik afin uzaydır.

2) Relativite teorisindeki nedensellik ilkesini sağlayan bir zaman değişkeni ile evrenin evrimi tarif edilebilir.

4) Evrendeki madde dağılımı "büyük" ölçekte homojen ve izotropiktir.

Biz bu son varsayıma "Kozmoloji İlkesi" adını vermekteyiz. Bu ilkeyi açıklamak gerek. Çünkü evren daha küçük ölçeklerde hiç de homojen bir yapıya değildir. Uzayda yıldızlar, yıldız takımları ve galaksiler gibi büyük boşluklarla ayrılmış çeşitli boy ve şekillerde kütle yoğunlaşmaları görülmektedir. Böylesine karmaşık bir madde dağılımını anlaşılır kılmak için idealleştirmeye gidiyoruz: Evreni tüm uzaya düzgün olarak dağılmış hareketli nokta parçacıklardan oluşmuş kabul ediyoruz. Güneş site-

mimizdeki bir gözlemci, bu yaklaşımla uzayı hangi yönüne bakarsa baksın aynı dağılımı algılamaktadır. (izotropluk=yönden bağımsızlık). Güneş sistemimizin uzayda özel bir konumu olmadığını biliyoruz. Öyleyse izotropluk, uzayda herhangi bir diğer gözlemci için de doğru olmalıdır. Bu ise evrenin homojenliği demektir. Ancak dinamik bir evrenin homojenliğini tanımlamak, statik bir evrenin homojenliğinden çok daha zordur. Homojenliği kısaca, uzayın bir alt bölgesindeki madde dağılımının herhangi diğer benzer bir alt bölgesindeki dağılıma eşdeğer olması diye tanımlasaydık aklımıza hemen "ne zaman?" sorusu gelecekti. Örneğin, Güneş sistemimizde gözlenen madde dağılımının zaman içinde aynı kalmadığını bilmekteyiz. Bu durumda homojenlik tanımını şöyle yapacağız: Bir gözlemcinin evrensel gözlemlerinin tümünün oluşturduğu küme, diğer bir gözlemcinin evrensel gözlemlerinin kümesine eşdeğerdir. Bu tanımın en önemli sonucu, bir kozmik zaman ölçeğinin varlığını gerektirmesidir. Kozmolojik ilke ile beraber kozmik zamanın varlığını kabul ettiğimizde, dört boyutlu uzay zamanın metriği belirlenmiş olur. Bu metrik hem Newtonsal, hem de relativistik kozmoloji modellerinin inşasında kullanılabilir. Uzayın genişleme faktörü $R(t)$, modeli belirleyen alan denklemlerinin çözümüyle bulunacaktır. Ancak $R(t)$ 'nin kendisi gözlemlerle ölçülemez. Gözlenen parametreler R ve R 'nin türevlerinin bugün ölçülen değerleri cinsinden bulunurlar: R'/R Hubble parametresi ve $-RR''/R'^2$ ivme parametresi ilginçtir.

Genel relativite teorisinde gravitasyon alanlarının sağladığı Einstein denklemlerinin kozmolojik çözümleri dehe 1921'de Rus matematikçisi Alexander Friedman tarafından bulunmuştur. Friedman modelleri diye bilinen bu kozmolojik çözümlerin tümünde evren evrimine $t=0$ başlangıç anındaki gerçek bir uzay-zaman tekilliğinden başlamaktadır. Kapalı uzaylar, belli bir zaman sonunda büzülme başlayarak tekrar bir uzay-zaman tekilliğine ulaşacaklardır. Açık uzaylar ise, sonsuza kadar gen-

leşmelerini sürdüreceklerdir. Amerikalı astrofizikçi Edwin Hubble'ın gözlemleri, 1930'larda düze çok yakın bir genişleyen evrende yaşadığımızı ortaya koydu. Friedmann ve Hubble'dan çok daha sonra 1970 yılında İngiliz fizikçileri Roger Penrose ve Stephen Hawking; uzay-zaman tekilliklerinin, madde dağılımı üzerine çok genel ve makul varsayımlar altında Einstein teorisinin kaçınılmaz bir sonucu olduklarını kanıtlamışlardır. Başlangıç tekilliğinde madde yoğunluğu sonsuza gitmektedir. Bu davranışın yorumu, evrenin bir başlangıç anında bir noktadan patlayarak genişlemeye başladığı ve çeşitli evrim fazlarından geçerek bugün gözlenen genişleyen evren fazına ulaştığıdır. Evrenin zaman içerisinde evrimi hangi fazlardan geçmiştir? Standart kozmogoni modeline göre erken evrim fazlarında evren ışıma doluyken daha sonra madde ile dolmuş ve daha yavaş genişlemeye başlamıştır. 1970'de gözlenen 2.7°K 'lik evrensel fon ışıması, bu senaryonun kanıtı olmuştur. Ancak senaryonun olası daha da erken fazlarında, temel parçacık fiziğinin öngörülerine uygun olarak bazı değişiklikler yapmak gerekmiştir. Son yıllarda, evrenin önce sir üstel genişleme fazından geçerek, bilinen Friedmann fazlarına ulaştığı kabul edilmektedir. Bu tür senaryolara enflasyonel modeller adı verilir. Böylece evrenin yapısını anlamaya yönelik, yani 10^{28} cm mertebesinde gözlemlerle uğraş veren astrofizik ve kozmoloji ile temel parçacıklar ve etkileşme kuvvetlerini anlamaya yönelik, yani 10^{-23} cm mertebesinde gözlemlerle uğraş veren yüksek enerji fiziği aynı bir konu üzerinde birleşmiş oluyorlar. Kuramsal kozmoloji modelleri evrenin evrim senaryolarını oluşturmak için parçacık fiziğinin son buluşlarından esinleniyor. Yüksek enerji fizikçileri ise, hızlandırıcı deneylerinde kanıtlanmaları yakın bir gelecekte olanaksız gözükten büyük birleştirme teorilerinin gözlemsel kanıtlarını kozmolojide arıyorlar. Parçacık fizikçilerinin araştırmaları pek çok ilginç soruyu gündeme getirdi.

içinde zaman evrimimizi (4) denklemine göre yaşamaktayız. Bu, (3)'deki gibi ψ_1 , ψ_2 , ψ_3 vs'nin süperpose edilmesinden elde edilmiş olabilir. Bir ölçüm yapıp belli bir sonuç çıkması artık dalga fonksiyonunun indirgenmesi, yani R-süreci ile ilgili değil. Bizim deney aletleri ile belli bir sonucu bulmamız dalga fonksiyonu içindeki terimlerden sadece birine, örneğin ψ_3 'e karşı geliyor. Bir başka terimdeki, örneğin ψ_2 'dekine karşı gelen sonucu bulan kendimizin kopyası gözlemciler ayrı bir dünyada hayatlarını sürdürüyorlar. Her gözlem böylece dalga fonksiyonunun yeni bir dallanmasına sebep oluyor ve bu büyük dalga fonksiyonu R-sürecine hiç uğramadan evrimine devam ediyor. Bu yoruma "çoğul dünyalar" yorumu da deniyor. örneğin bu

Schrödinger'in kedisi probleminde uygulanınca (3) denkleminin bir terimi gözlemcinin kutuyu açıp ölü kediyi, bir başka terimi canlı kediyi görmesine karşı geliyor. Roger Penrose'un bir eleştirisi şu: Nasıl oluyor da { (canlı kedi) + (ölü kedi) } kombinasyonunu da gören bir gözlemci ile karşılaşmıyoruz?

İlk bakışta çılgınca görünen bu Everett usulü kuantum mekanizmini herkeş bir eleştiri ile kesin bir şekilde çürütmek mümkün değil; buna karşılık yorum, bu hali ile benimsenmiş de değil. Everett yorumunu ciddiye almayanlar arasında "Bu teoriye gerçekten inanılanlar çok yüksek para karşılığında Rus ruleti oynamalılar, çünkü bu paralel dünyalardan birinde çok zengin olarak hayatta kalacakları kesin" diyenler de var.

J. Hartle ve M. Gell-Mann'ın Yaklaşımı:

Hartle ve Gell-Mann Kopenhag yorumunun yetersiz ve ancak yaklaşıtırm olarak geçerli olabilecek nitelikte olduğunu iddia ediyorlar. Fikirleri kısmen şöyle özetlenebilir. Kuantum teorisi temelde doğru ise, bütün evrene de bir bütün ola-



1. Tek bir evren mi var?
2. Uzay-zaman topolojisi basit midir, değil midir?
3. Kaç uzay boyutu vardır?
4. Evrensel sabitler G ve c gerçekten "sabit" midirler?
5. Evrendeki maddenin tümünü algılamakta mıyız?

Şu anda yukarıdaki soruların yanıtları üzerinde fazla bir şey bilmiyoruz ve bu yazıda zaten bu konular üzerinde durmayacağız. Bizim asıl üzerinde duracağımız; kuantum mekanizmi büyük patlama fikrine dayanan kozmogoni konusunda ne der? sorusudur. Bu soruya yanıt arayan modellere "kuantum kozmolojileri" adı verilmektedir. Bu modelleri inşa etmek için evrenin kendisi, evriminin ilk fazlarında kuantumlu bir sistem olarak ele alınmakta ve bir dalga fonksiyoneliyle (Fonksiyonel: fonksiyonların fonksiyonu) tarif edilmektedir. En basit kuantum kozmolojilerinde uzayın yarıçapı (yani, genişleme fonksiyonu $R(t)$) konum değişkeni, uzayın genişleme hızı (R'/R) ise momentum değişkeni gibi görünmektedir. Evrenin dalga fonksiyoneli belirlemek için Wheeler-De Witt denklemi adı verilen ve Schrödinger denkleminin benzer bir denklem çözülmektedir. Ancak Schrödinger dalga denkleminin farklı olarak, Wheeler-De Witt denkleminde bir evrim parametresi gözükmemektedir. Bunun getirdiği teknik zorluklar bir yana, bir de kuantum kozmolojisi fikrinden kaynaklanan yeni kavramsal sorunlar ortaya çıkmaktadır. Başlangıç tekilinin ve kara deliklerin varlığını gerektiren genel relativite teorisiyle, bu uç durumlarda geçerli olmasını beklediğimiz kuantum teorisinin nasıl bağdaşacağını bize söyleyecek kuantumlu gravitasyon teorisi adını vereceğimiz bir teori biliniyor olsaydı; bu teori kapsamında evrenin başlangıç tekilliğindeki davranışını da kara deliklerin kuantum ışmasını da açıklamakta bir sorunumuz kalmazdı. Ama tutarlı bir kuantumlu gravitasyon teorisi hala orta-da yok.

Kuantum kozmolojileri, bilinmeyen ama ileride bulunacağından kuşku duyulmayan bir

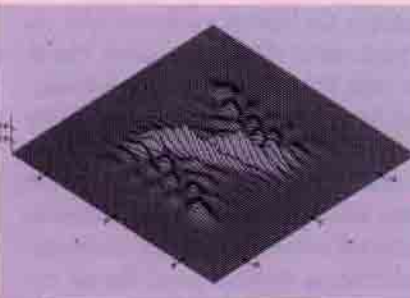
kuantumlu gravitasyon teorisinin hangi yeni niteliklere sahip olacağı konusunda ipucu verdikleri için önem taşıyorlar. Ayrıca kuantum mekanizminin yeni yorumlarına zemin oluşturdukları için de çok ilgi toplamaktalar.

Kuantum mekanizminin standart Kopenhag yorumunda gözlenen "mikroskopik" sistem, "makroskopik" bir ortam içinde bir alt sistem olarak ele alınır. Ölçüm süreci esas olarak gözlenen sistem ile çevresi arasındaki bir etkileşimle tanımlanır. Gözlenen içtidede, gözlemci dışarıdadır. Halbuki bir kuantum kozmoloji modelinde kuantumlanan sistem evrenin kendisidir. Gözlemci evrenin bir parçası olarak ele alınmalıdır. Gözleyen ve gözlenen arasında doğal bir ayırımı yapma imkanı yoktur. Bir gözlem yapıldığında tüm evrenin dalga fonksiyonu çöker mi? Bir geçişin olasılığı nedir? Kuantum mekanizminin standart yorumunda bu tür sorulara yanıt, çok sayıda eşdeğer sistem üzerinde aynı ölçüm yapıldığı gözlem olasılığı istatistiksel frekans dağılımıyla verilir. Örnek. N özdeş para ile aynı anda yazı-tura atılarak yazı gelme olasılığının 1/2 bulunması gibi. Halbuki kuantum kozmolojisinde evren tek bir kapalı sistemdir. Özdeş evrenler bulunabilir mi? 1957'de doktora hocası John A. Wheeler'in bir fikrini geliştirerek kuantum mekanizmine yeni bir yorum getiren Hugh Everett'e göre, evet, bulunur. Everett'e göre ölçüm süreci kapalı sistem

olan evrenin bir alt bölgesinin diğer bir başka alt bölgesiyle etkileşiminden ibarettir. Evrenin bir parçası diğer bir parçasını gözlerse ne "görür"; bu evrensel bir dalga fonksiyonu tarafından belirlenecektir. 1970'de kuantumlu gravitasyon teorileri kapsamında Bryce S. De Witt'in canlandırdığı bu yorumda dalga fonksiyonu çökmesi söz konusu olamaz; geçişler yumuşaktır. Ayrıca her ölçüm sonucu gerçek bir evrene karşı gelir. Gözlem süreci, paralel evrenler arasından birini seçmeye eşdeğerdir. Şu an içinde bulunduğumuz evren, başlangıç anından bu yana yapılan gözlemler dizisiyle çatalana çatalana ulaştığımız bir son evrendir. Diğer seçenekler de bizimkine paralel gerçek evrenler olarak bir yerlerde bulunmaktadır.

Bu yorum, doğruları ne kadar yansıtmaktadır, bunun tartışmasına girmeyeceğiz. Bizim için ilginç olan, Everett, Wheeler ve De Witt'in ilk kez kapalı sistemlerin kuantum mekanizmi konusuna eğilmiş olduklarıdır. 1990'da Nobel ödüllü fizikçi, kuarkların mucidi Murray Gell-Mann, yine bir genel relativiteci James Hartle ile birlikte kapalı sistemlerde iz integrali teknikleri kullanarak kuantum mekanizminin yeni bir yorumuna ulaştılar. Kuantum kozmolojileri nasıl evrimleşir? Yani "zaman" nedir? Bir kuantum kozmolojisinden klasik kozmolojiye nasıl geçilir? Bu sorulara yanıtlar Gell-Mann, Hartle yorumunda aranmaktadır.

Kuantum kozmolojileri dışında, istatistik fizik kapsamında kapalı sistemlerin kuantum mekanizmini 1984'de Robert Griffiths ele almıştır. Griffiths'in yaklaşımı Fransız fizikçisi Roland Omnès tarafından 1990'larda kuantum mekanizminin yeni bir yorumu düzeyine ulaştırılmıştır. Kuantum mekanizminin dekoherent geçmişler yorumu adı verilen bu yorum, kuantum kozmolojileri kapsamında Gell-Mann, Hartle yorumuyla çalışmaktadır. Ancak genelde farklılıklar söz konusudur. Omnès'in yorumunun Bohr'un kuantum felsefesiyle uyum içinde çıkması da çok anlamlı bir sonuçtur.



Bir kuantum kozmoloji modelinde klasik kozmolojiye geçiş

rak uygulanabilmeli. Özellikle de Büyük Patlama anında evren mikroskopik boyutlarda olduğuna göre, kuantum fiziği kullanılması gerekir. Evrenin bir "ilk an" dalga fonksiyonu olduğunu düşünürüz; bu fonksiyon zaman içinde Schrödinger'ininkine benzer bir denkleme göre evrimleşecektir. Gerçekten de Wheeler ve de Witt tarafından yazılmış böyle bir denklem var; prensip olarak da evrendeki her şey, yani başka galaksilerdeki atomlar, biz ve gözlem aletlerimiz, v.s. bunun içindeyiz. Şu halde Kopenhag ekolünün yaptığı gibi evreni "gözlenen mikroskopik sistem", "makroskopik gözlem aletleri ve gözlemciler" ve bu ikisinin dışında kalan, o an ilgilenilmeyen şeyler" diye ayırmak ancak bir yaklaşımla olarak geçerli olabilir, zira bütün bunlar birbirleri ile etkileşmektedirler. Ayrıca sadece bir tane evren bulunduğu için, normal kuantum mekaniği uygulamalarında olduğu gibi aynı deneyi milyonlarca defa tekrarlayıp ortalama sonucu kuantum teorisinden elde edilmiş teorik değer ile karşılaştırmak söz konusu değil.

Okuyucu herhalde bu öğelerin Everett yorumunda da bulunduğunu farketmiştir; nitekim Gell-Mann ve Hartle bu yorumu faydalı ve ilgiye değer bulduklarını belirtiyorlar. Buna karşılık, Everett'in "çoğul dünyalar" tablosu yerine, "farklı ihtimallere karşı gelen birçok değişik geçmiş"ten söz etmeyi tercih ediyorlar. Matematiksel yöntem olarak da dalga fonksiyonları yerine Feynman'ın iz integralleri yaklaşımını kullanıyorlar. Mikroskopik sistemlerden makroskopik sistemlere geçerken klasik objektif ihtimallerin ortaya çıkışı ise, koherent olmayan toplamlarda girişim terimlerinin birbirlerini yok etmeleri ile açıklanıyor. Örneğin Schrödinger'in kedisi örneğinde "canlı ve/veya ölü kedinin moleküllerinin çevre ile etkileşimleri iki senaryonun ihtimal genlikleri arasındaki girişim terimlerini ortadan kaldırır, böylece biz baksak da, bakmasak da kutunun içindeki kedi objektif anlamda ya ölü ya da canlıdır" deniliyor.

Gell-Mann ve Hartle kendi formülasyonlarının da kuantum teorisinin (ve özellikle de kullandıkları Everettvari yorumun) ortaya çıkardığı soruların henüz hepsine yanıt veremediğini itiraf ediyorlar.

Bohm-de Broglie Teorisi

Bu iki fizikçi 1950'lerde objektif gerçeklik ve determinizme uyan ve deneylerde de kuantum mekaniğinin başarılı sonuçlarını aynen verebilen bir teori geliştirdiler. Fakat bunun bedeli Einstein'ın is-

rarla karşı olduğu "uzay-zamanda etkileşmeyecek şekilde ayrı bölgeler arasında etkileşmeye izin vermek", yani kısacası yerel olmayan (non-local) etkileşmeler kullanmaktır. Ayrıca Hamilton mekaniğinde, klasik dalga teorisinde ve standart kuantum mekaniğinde bulunan "uzay ve momentum koordinatlarının aynı statüde ele alınmaları" ilkesi burada feda ediliyor ve uzay koordinatları daha temel bir konuma yerleştiriliyor. Teorinin relativiteye uyar hale nasıl getirilebileceği, örneğin nasıl Dirac'inkinin benzeri bir dalga denklemi yazılabileceği belli değil. J.S. Bell'in sempatisine rağmen teori genel olarak kabul görmüş değil.



Penrose'un Görüşleri

Roger Penrose henüz kuantum teorisi için yeni bir yorum veya yaklaşım getirdiğini iddia etmiyor. Daha çok yaptığı, yukarıda özetlenen görüşlerin zayıf gördüğü noktalarını ortaya çıkarmak ve bunların hiçbirinde kuantum mekaniği ile klasik fiziğin geçerli olduğu bölgelerin arasındaki sınırın açıkça belirlenmediğine dikkat çekmek. Penrose'un kendi beklentisi bu sınırın gravitasyonun kuantum seviyedeki etkileşimleri ile çözüleceği yönünde. Burada dört temel etkileşme (gravitasyon, elektromanyetik, zayıf ve kuvvetli etkileşmeler) arasında sadece gravitasyonun kuantum alan teorisinin geliştirilememiş olduğunu belirtelim. Beklentilere göre kuantum gravitasyon etkilerinin kendilerini göstermeye başlayacakları Planck kütlesi $M_p = (\hbar c / 2\pi G)^{1/2}$ (c = ışık hızı, G = Newton gravitasyon sabiti, $\hbar$ = Planck sabiti) 10^{19} hidrojen atomu kütlesine veya 10^{-5} grama eşit ki, bu mikroskopik fizik için devasa bir büyüklük. Çok kabaca ifade edersek, Penrose iki kuantum durumu arasındaki enerji bu mertebeye veya daha fazla ise, bunların genliklerinin kuantum anlamında süperpoze edilemeyeceklerini, bu durumda klasik "ihtimal toplama" kuralının geçerli olacağını düşünüyor. Ayrıca R-sürecinin tam anlaşılmasının

da kuantum gravitasyon teorisinin daha iyi anlaşılmasına bağlı olduğu fikrinde. Kısacası, Penrose kuantum teorisinin felsefi gibi görünen sorunlarının aşında felsefi tartışmalar ve yorumlarla değil, temel fiziğin gelişmesi ile açıklanacağına inanıyor.

Kuantum Mekaniği ve Bilinç

Bohr'un fiziğe soktuğu "gözlemcinin fiziksel olayı etkilemesi" fikrinden beri, bilincin kuantum fiziğinde özel bir yeri olduğu yönünde fikirler çeşitli şekillerde ortaya çıkıyor. Burada bunları detaylıca açıklamak yerine, listemizi eksik bırakmamak için kısaca anmakla yetineceğiz.

E. Wigner'in 1961'de iddia ettiğine göre, "bilinç sahibi canlılar" için içine sokulduğunda kuantum teorisinin değiştirilmesi gerekebilir. Wigner böyle sistemlerin kuantum mekaniğine lineer olmayan efektler getirerek belki R-sürecini doğurabileceği şeklinde görüşlere sahip. Bu görüşlerin benimsenmek bir yana, fizikçilerin büyük çoğunluğu (bu satırların yazarı da dahil olmak üzere!) tarafından pek anlaşılmadığını söylemek haksızlık olmaz.

J. Wheeler'in 1983'de önerdiği "katılımcı evren" görüşünde ise gene bilinçli gözlemcilerin çok özel bir önemi var. Buna göre, evren büyük patlamadan sonra bilinçli gözlemciler ortaya çıkana kadar bir cins Schrödinger denklemi ile U-sürecine göre evrimleşiyor; bu dönemde çeşitli kuantum genliklerinin süperpozisyonu geçerli, yani "objektif gerçeklik" henüz doğmuş değil. Ancak bu kuantum durumlarının birinde hayat ve bilinçli gözlemciler ortaya çıkıp etrafa baktıkları zaman R-süreci gerçekleşiyor ve evrenin dalga fonksiyonu gerçek bir seçeneğe indirgeniyor.

Bu hayalgücünü gitgide zorlayan yorumlardan sonra, Niels Bohr'un neden ısrarla makroskopik sistemleri kuantum teorisinin dışında tutmak istediği ve "kuantum geçekliliği" hakkında spekülasyonlara girmektense, teoriyi sadece deney sonuçlarını istatistiksel anlamda önceden bildirebilen bir yöntem olarak nitelediği belki daha iyi anlaşılabilir.

Kaynaklar
Albert, D., "Bohm's Alternative to Quantum Mechanics", Scientific American, Mayıs 1994
Bohr, N., Physics and the World, Harwood Academic Publishers, 1988.
Gell-Mann, M., The Quark and the Jaguar, W.H. Freeman and Company, 1994.
Halliwell, J., "Quantum Cosmology and the Creation of the Universe", Scientific American, Aralık 1991
Horgan, J., "Quantum Philosophy", Scientific American, Temmuz 1992
Mandl, F., Quantum Mechanics, J. Wiley and Sons, 1992.
Penrose, R., The Emperor's New Mind, Oxford University Press, 1989.

Kuantum Mekanikinin Felsefî Sorunları

Kuantum teorisinin ve standart Kopenhag yorumunun tamamlanmasından altmış yıl geçtikten sonra kuantum teorisinin felsefî sorunları yeniden hararetle tartışılır hale geldi...Her ne kadar kuantum mekaniğinin yorumunda farklı görüşler bulunsun ve teori bazen sağduyu ile çelişir gözükse de, bütün mikroskopik fizik deneyleri ile uyuyor. Teoriyi en eleştirel biçimde sorgulayan fizikçiler bile bu konuda hemfikir...Öte yandan, profesyonel fizikçilerin çoğu kullandıkları standart kuantum mekaniği tekniklerinin yanı sıra "ortodoks" yorumu da kanıksamış durumdadır. Bu yorumun baş sorumlusu Niels Bohr "Bir insan kuantum fiziğini düşünürken hiç başının dönmediğini söylüyorsa, bu, konuyu hiç anlamadığını gösterir." diyerek, teorisinin şaşırtıcı yanlarına dikkat çekiyor.

Cihan Saçlıoğlu
B.Ü. Fizik Bölümü

Problemin Kökeni: İhtimal Dalgası Genlikleri

Kuantum mekaniğinin bir yandan dalgalarla, bir yandan da ihtimal hesabı ile ilgili olduğunu herhalde çok kişi duymuştur. Bu kavramlar klasik fizikte de vardı, fakat kuantum teorisinde beklenmedik bir şekilde birleştirildiler. Teorinin mantığı zorlayan yönleri temelde bu birleşmeden kaynaklanıyor.

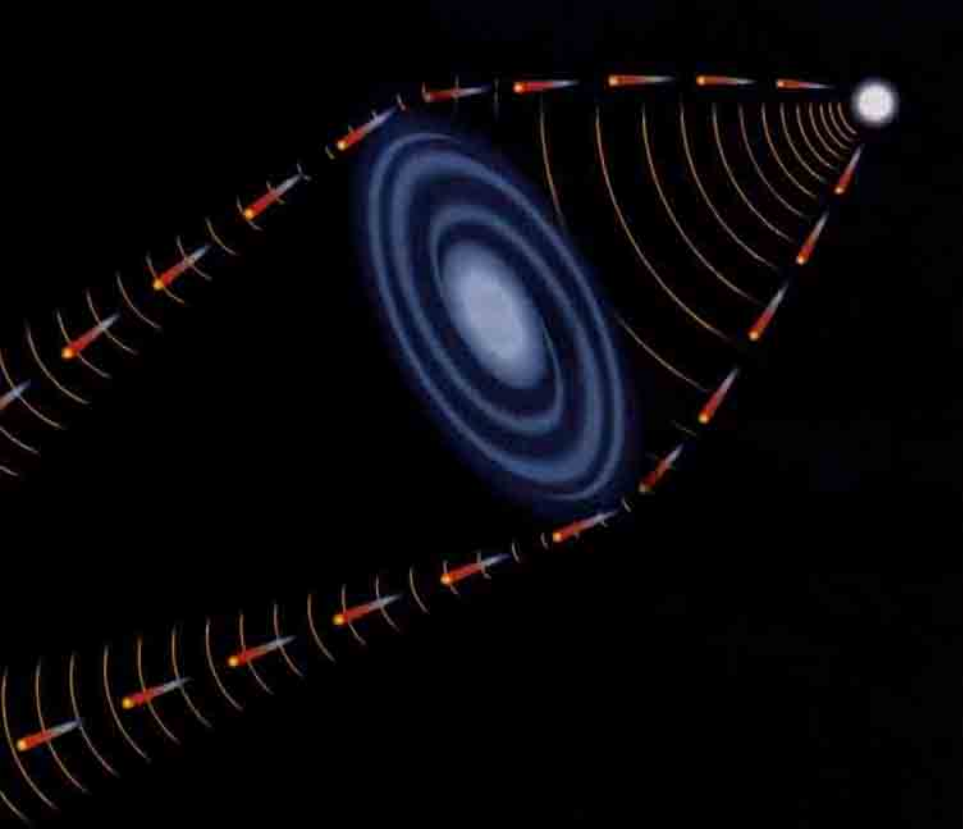
Klasik bir dalga genliğine $A(x,y,z,t)$ diyelim. Bu, uzayda (x,y,z) noktasında ve zamanda t anında ortamdaki basıncı (ses dalgaları için) veya elektromanyetik alan şiddetini (elektromanyetik dalgalar için) gösteriyor olabilir. Bu genlik bir kısmi diferansiyel denklem sağlar; denklem, dalgaların yayılma hızını da içerir. Klasik fizikteki birçok dalga denklemi lineerdir; bunun anlamı, denklemden A ve türevlerinin en fazla birinci kuvvetlerinin yer aldığıdır. Lineerliğin çok önemli bir sonucu *süperpozisyon ilkesinin* (Latince üstüste yerleştirmek) geçerli olmasıdır: A_1 ve A_2 ayrı ayrı denklemleri sağlıyorsa, A_1+A_2 de sağlayacaktır. Hatta A_1 ve A_2 ayrı birer dal-

ga kaynağı (örneğin titreşen birer yük veya birer di-apozon) sonucunda ortaya çıkıyorlarsa, iki kaynağın aynı anda faal olması A_1+A_2 dalga genliğini verecektir.

Klasik lineer dalgaların bir önemli özelliğine daha değinelim: Bu dalgaların taşıdığı enerji yoğunluğu (dalga uzaya yayıldığı için toplam enerji yerine hacim başına düşen enerjiden, yani yoğunluktan bahsetmek uygundur) A^2 ile orantılıdır. Süperpozisyon ilkesi ile bu sonuç birleştiğinde ortaya şaşırtıcı bir sonuç çıkar:

$(A_1+A_2)^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2$ olduğu için, toplam dalganın enerji yoğunluğu genelde A_1 ve A_2 'nin enerji yoğunluğu toplamından farklıdır. Örneğin olarak $A_1=A_2=A$ ve $A_1=-A_2=-A$ hallerini karşılaştıralım. Birinci durumda enerji tek dalganınkinin 4 katına çıkmakta ($A^2+A^2+2A^2$), öbüründe ise yerel olarak tamamen yok olmaktadır ($A^2+A^2-2A^2$).

Bunun meşhur bir örneği Young çift yarı deneyinde görülür. Alt ve üst yarıklardan ekrandaki P noktasına ulaşan ışık dalgaları (Şekil 1) P'de tepe noktaları üstüste gelecek şekilde buluşuyorsa buraya 4 kat enerji gelir ve aydınlık bir çizgi oluşur.



lar gelişigüzel hızlarla hareket edip çarpışmaktadır. Moleküllerin uzayda dağılımları daha önce belirttiğimiz gibi tekdüzeliğe gayet yakındır. Hızları ise Maxwell-Boltzmann dağılımına uyar. Ortalama hız ses hızı civarındadır; bundan çok daha yavaş veya hızlı moleküller bulma ihtimali çabucak azalır. Kısacası bir azot molekülünü odanın belli bir (x,y,z) noktasında ve üç yönde (v_x,v_y,v_z) hızlarında bulmanın bir *ihtimal dağılımı* $P(x,y,z; v_x,v_y,v_z)$ vardır. Bu ihtimaller basit şekilde toplanır. Sözgelimi belli bir parçacığın (hızı ne olursa olsun) odanın içinde olma ihtimali -tabii ki parçacık muhakkak oda içinde bir yerde olduğu için 1 değerindedir- odanın sol yarısında olma ihtimali ile sağ yarısında olma ihtimallerinin toplamına eşittir. Burada zımnen de olsa "objektif fiziksel gerçekliğin gözlemden bağımsız olduğunu", yani biz gözlesek de, gözlemesek de ilgilendiğimiz parçacığın iki taraftan belli birinde bulunduğunu, gözlemlerle sadece bu objektif gerçekten kendimizi haberdar edeceğimizi, fakat durumun "aslı"ni değiştirmedikimizi varsaymış oluyoruz.

Şimdi kuantum teorisine dönelim. Burada bilindiği gibi dalga-parçacık ayrımı ortadan kalkar. Işık dalgalarındaki $A(x,y,z)$ genliğinin aslında o noktada ışık parçacıkları (fotonlar) bulma ihtimali ile bir ilgisinin olduğu anlaşılır; buna karşılık elektronlar gibi "parçacıklar" da uygun şartlarda dalgalar gibi girişim olaylarına sebep olurlar. Bu girişime katılan genlik $\Psi(x,y,z,t)$ de elektronu bulma ihtimali hakkında bilgi taşır. Dalga-parçacık ayrımı artık ortadan kalktığı için bundan sonra A yerine hep Ψ sembolünü kullanacağız.

Artık kuantum mekaniğinin tuhaflıklarının kaynağını saptayabiliriz. $\Psi(x,y,z,t)$ klasik dalgalar gibi bir lineer dalga denklemi sağlamasına ve bu yüzden de süperpozisyon ilkesine uymasına rağmen "ele gelir" bir titreşimi temsil etmez; Ψ sadece bir *ihtimal genliğidir*. Şimdi bunu açalım.

Ψ kuantum teorisinde kompleks sayı değerler alır. Nasıl $z=x+iy$ ($i^2=-1$) x ve y gibi reel ve sanal kısımlara sahipse, Ψ 'nin reel kısmı $\text{Re}\Psi$, sanal kısmı da $\text{Im}\Psi$ ile gösterilir. Her kompleks sayı gibi, Ψ 'nin de $\text{Re}\Psi-i\text{Im}\Psi$ şeklinde yazılan bir eşleniği Ψ^* vardır. Ψ 'nin reel ve sanal kısımları x ve y koordinatları gibi düşünülürse, bu iki boyutlu Ψ vektörümüzün "uzunluğunun karesi" $(\text{Re}\Psi)^2 +$



Şekil-1 Ekranındaki aydınlık bölgeler fotonların isabet ettiği yerleri gösteriyor.

Üst yarıktan çıkan dalganın tepe noktası P'de alt yarıktan gelenin dip noktasına rastlarsa, bu defa da hiç enerji gelmediğinden karanlık bir çizgi ortaya çıkacaktır. Bu girişim (interference) olayının okuyucularımızın çoğu tarafından bilindiğini varsaysak da, bunun olabilmesi için çok önemli bir şartı hatırlatmakta yarar var: İki yarıktan gelen iki dalga *koherent* olmalı, yani aralarında zaman içinde değişmeyen kararlı bir faz farkı bulunmalıdır. Tersine olursa, yani faz farkı zaman içinde gelişigüzel değişirse, P'de iki dalga bazen $4A^2$, bazen 0, bazen de bunların aralarında değerler ve-



birler. Bunların zaman ortalamaları da $2A^2$ olur ki, bu da iki dalganın enerjilerinin basit toplamına karşı gelir. Böyle dalgalara *inkoherent* veya *dekoherent* denir.

Şimdi bir de ihtimal hesabına dayanan klasik istatistiksel fiziğin bazı kavramlarını ele alalım. Burada termodinamik denge durumundaki (yani tekdüze bir yoğunluk, basınç, sıcaklık dağılımı v.s. şartlarında) birçok mikroskopik parçacığın davranışı ile ilgilenilir. Örneğin atmosferik basınç ve normal oda sıcaklığında ortaboy bir odada 10^{29} veya 10^{30} azot ve oksijen molekülü vardır ve bun-

$(\text{Im}\Psi)^2 = \Psi^*\Psi$ olacaktır. Bir parçacığı uzayda (x,y,z) noktasında bulma ihtimali işte bu $\Psi^*(x,y,z)\Psi(x,y,z)$ ifadesi ile orantılıdır. Bir çift yanklı girişim deneyinde ekranda görünen aydınlık saçaklar aslında orada parçacık bulunma ihtimalinin, yani $\Psi^*\Psi$ 'nin büyük olmasından kaynaklanır.

Peki, Young deneyini nasıl açıklayacağız? Bu deneyde tek bir foton frekansı, yani tek bir foton enerjisi kullanıldığı için $\Psi^*\Psi$ nerede büyükse oraya daha çok foton gelecek, her biri aynı miktarda enerji bırakacak ve aydınlık bir saçak oluşacaktır. Bu da eskiden yaptığımız gi-

bi A^2 'yi enerji dağılımı olarak yorumlamakla aynı sonucu verecektir.

Şimdi tuhaflık bunun neresinde diye sorabiliriz. Tuhaflık ihtimalle direkt ilgili olan $\Psi^*\Psi$ 'lerin değil, Ψ genliklerinin toplanmasında. Klasik dalgalarda gördüğümüz basınç, elektrik alan şiddeti, v.s. gibi yorumlanabilen genliklerin aksine, Ψ 'nin kendi başına bir yorumu yok. Öbür taraftan, bir dalga denklemi sağlayan, süperpoze edilen büyüklük ise ihtimal yoğunluğu olarak yorumlanabilen $\Psi^*\Psi$ değil, böyle bir yorum olmayan Ψ ! Klasik dalga fizikinde genliklerin toplanıp girişime yol açmaları da,

klasik istatistik mekanikte ihtimallerin girişimsiz olarak toplanmaları da bilinen şeyler. Burada yepyeni olan, ihtimal genliklerinin toplanıp bir cins "ihtimal girişimi" doğurmaları.

Şimdi bu gözlemleri çift yarı deney çerçevesinde somutlaştıralım. Üst yarıyı kapatırsak zamanla ekranda birer birer iz bırakan çok sayıda parçacık Şekil 2'de gösterilen dağılımı meydana getirirler. Bu dağılıma $P(\text{alt})$ diyelim. Aynı şekilde, alt yarıyı kapatırsak $P(\text{üst})$ dağılımını buluruz. Bu dağılımların dikkatli incelendikleri zaman sürekli görünmediklerini, tek tek parçacıkların ekrana

Kuantum Teorisine Mucitlerinden İtirazlar

Cihan Saçlıoğlu

Fizik tarihinde bazen bir fikri ortaya atan insanların sonradan bunun getirdiği gelişmelerden memnun olmadıkları, veya orijinal fikirlerini başkaları tarafından benimsenmeyen bir çerçevede yorumlamakta ısrar ettikleri görülmüştür. Örnek olarak Newton'un girişim halkaları deneyini gerçekleştirmesine ve çeşitli renklerin dalga boyu oranlarını doğru olarak hesaplamasına rağmen dalga teorisini eleştirmesini, Faraday'ın kısmen kendi deneylerinden kaynaklanan Maxwell denklemlerini fazla matematiksel bulmasını, Maxwell'in ise denklemlerinden çıkan dalgaları illa da mekanik bir modelle açıklamak istemesini gösterebiliriz. Fakat Kuantum Mekanikine temel katkılar yapmış çok sayıda önemli fizikçinin sonradan teoriye çeşitli şekillerde cephe almaları özellikle dikkat çekicidir.

Enerji kuantumu fikrini 1900 senesinde ilk ortaya atan ve kendi adını taşıyan sabiti ölçerek fiziğe sokan Max Planck, Einstein'ın bu fikri bir doğru adım daha ileri götürerek fotonları ortaya atmasını 1913 senesinde bile hâlâ kabul edememişti. Teorideki sonraki gelişmelerle de fazla bir ilgisi olmadı.

Einstein'ın kuantum teorisinin şekil almasına son derece önemli katkıları oldu: Foton kavramını ortaya attı. L. de Broglie'nin parçacık-dalga ikiliği fikrini destekledi, kuantum teorisi ile katıların özgül ısılarını hesapladı, Bose-Einstein özdeş parçacıklar istatistiğini geliştirdi, kuantum geçişlerine dayanan ve lazerlerin temel prensiplerini ortaya koyan bir makale yazdı ve hatta Max Born'a göre kuantum teorisinin ihtimaller cinsinden yorumunu bile ilk öneren kişi oldu. Buna rağmen 1928'den itibaren teorisinin aldığı son biçimi eleştirmeye başladı. Eleştirisi ilkönce teoride bir iç tutarsızlık bulmaya yönelikti; bu yöndeki eleştirileri özellikle Niels Bohr tarafından tatmin edici şekilde yanıtlanılmamıştı. Bundan sonra kuantum teorisinin deneysel yünden başarısızlığı bulunmasa da veya bir iç tutarsızlığı olmasa da eksik bir teori olduğunu ve "objektif gerçeklik" felsefi görüşüne uyan başka bir

teori içinde yer alacağını iddia etti. Böyle yeni bir teori bulmaktaki gayretleri sonuç vermese de eleştirileri, özellikle de meşhur Einstein, Podolsky ve Rosen (EPR) makalesi, kuantum teorisinin şaşırtıcı yanlarını açıkça sergilemek bakımından çok yararlı oldu.

Louis de Broglie meşhur $E = h\nu$ (parçacık enerjisi eşittir Planck sabiti kere dalga frekansı) ve $p = h/\lambda$ (parçacık momentumu eşittir Planck sabiti bölü dalgaboyu) denklemlerine yeni bir yorum getirdi. Einstein ve Compton bu denklemleri "sağdan sola okuyarak" ν ve λ ile tarif edilen ışık dalgalarına E ve p gibi parçacık özellikleri atfetmişlerdi. L. de Broglie bu defa aynı denklemleri "soldan sağa okuyarak" bu defa enerji ve momentumu belli olan elektron gibi parçacıklara bir frekans ve dalgaboyuna sahip dalgalar bağladı. Davisson ve Germer'in deneyleri bu dalgaların girişime sebep olacak kadar gerçek olduğunu gösterdi. Bu dalgalar kuantum teorisinin Kopenhag yorumunda da yer aldığı halde, de Broglie farklı, "pilot dalga" dediği bir yorum ileri sürdü. Bunun ilk şekli Wolfgang Pauli ve başkaları tarafından şiddetle eleştirildi; fakat David Bohm 1950'lerde pilot dalga kavramını içeren, ama aynı zamanda yerel olmayan etkileşimler içeren bir teori geliştirebildi. Bu teori şu anda fizikçilerin büyük çoğunluğunca kabul görmüş değil.

Kuantum mekaniğinin temel dalga denklemini yazan Erwin Schrödinger de sonraki yorumları kabullenemeyenler arasındadır. Schrödinger Ψ 'nin uzayda gerçek anlamda yayılmış bir yoğunluğu (örneğin elektrik yükü) temsil ettiği görüşünde idi. Örnek olarak tek boyutlu bir "kutuya" konulmuş, yani $0 \leq x \leq L$ arasına hapsedilmiş bir parçacık için Schrödinger denklemini çözersek, aynen iki uç sabit tutulan bir teldeki dalga şekillerini buluruz: en alt enerjili dalga fonksiyonu iki uç arasına yarım bir dalga, bir sonraki tam bir dalga, daha üstü birbuçuk dalga görünümündedir. Schrödinger parçacığın noktasal olmayıp kutu içinde bu dağılımlara uygun bir şekilde "sıvıyaştığı" görüşünde idi. Kopenhag yorumunda ise yeri arandığı zaman par-

çacık her seferinde belli noktalarda bulunacak, bu noktaların toplamı $\Psi^*\Psi$ 'ye karşı gelecektir. Bohr ve diğer Kopenhag ekolü fizikçileri Schrödinger'e görüşünün özellikle birden fazla parçacık içeren problemlerde savunulamaz olduğunu kabul ettirdiler, zira iki parçacıklı bir problemde altı boyutlu bir uzay ortaya çıkıyor ve yük gibi gerçek bir fiziksel dağılımın böyle bir uzayda anlamı kalmıyordu. Sonuçta Schrödinger teoriden (gelişmesine katkıda bulunduğu pişman olduğunu söyleyecek kadar!) soğudu. Bundan sonra o da Einstein gibi teorisinin "mantıksızlığını" çarpıcı biçimde ortaya koyacak örnekler aramaya koyuldu. 1935'de ortaya koyduğu "Schrödinger'in kedisi" adı ile anılan düşünce deneyi bunların en ünlüsüdür.

Schrödinger'in Kedisi:

Sağlıklı bir kediyi hava alabilen bir kutunun içine koyalım. Kutuda bir zehirli gaz şişesi bulunsun ve bu gazın şişeden salınmasını sağlayacak mekanizma, bozunma yarı ömrü 1 saat olan bir radyoaktif parçacık ile kontrol edilsin. Bu mikroskobik parçacığın davranışını ancak kuantum mekaniği ile ifade edebiliriz, fakat şimdi makroskobik bir sistem olan kedinin kaderi de artık parçacığın davranışına bağlanmış oluyor. Schrödinger'in iddiasına göre 1 saat sonunda kedinin canlı ve ölü olma ihtimalleri eşit olduğundan, dalga fonksiyonu

$\Psi(\text{kedinin durumu}) = \Psi(\text{canlı kedi}) + \Psi(\text{ölü kedi})$ şeklinde olmalı. "Bertlemanın çorapları" hikâyesinin kuantum teorisinde ne şekil aldığını hatırlayalım: Yukardaki denkleminin anlamı da "ya bozunma oldu ve kedi öldü, ya da olmadı ve kedi hayatta" gibi objektif iki ihtimali ifade etmekten ibaret değil. Schrödinger'in analizi doğru ise, kuantum teorisi (birisini bakıp durumu bu iki seçeneğe birine indirgeyene kadar) kedinin iki durumunun yanyana bulunduğunu söylüyor. Schrödinger bu kadar mantraya zıt bir teorisinin düzeltilmeye muhtaç olduğu sonucuna varıyor. Buna karşılık birçok fizikçi (Hawking, Gell-Mann ve başkaları) bu problemin yapay olduğu görüşündeler.

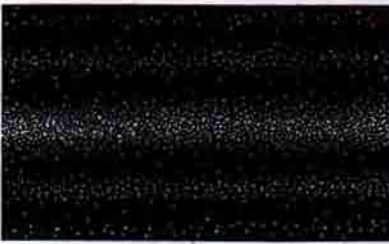


vurmalarından gelen bir granüler yapı gösterdiklerini vurgulayalım.

Şaşırtıcı olan, iki yarıkta da açık bırakırsak elde edeceğimiz $P(\text{alt}+\text{üst})$ dağılımının $P(\text{alt})+P(\text{üst})$ olmamasıdır! $P(\text{alt}+\text{üst})$ dağılımı bilinen çift yarık aydınlık-karanlık saçaklar dizisini vermektedir; bunun sebebi de $\Psi(\text{alt})$ ve $\Psi(\text{üst})$, yani alt ve üst yarıklardan ekrana ulaşan genlikler arasındaki girişimdir. Kabaca $P(\text{alt})=\Psi^*(\text{alt})\Psi(\text{alt})$ ve $P(\text{üst})=\Psi^*(\text{üst})\Psi(\text{üst})$ dersek, $P(\text{alt}+\text{üst})=(\Psi^*(\text{alt})+\Psi^*(\text{üst}))(\Psi(\text{alt})+\Psi(\text{üst}))$
 $= P(\text{alt})+P(\text{üst})+\Psi^*(\text{üst})\Psi(\text{alt})+\Psi^*(\text{alt})\Psi(\text{üst})$ (1)
buluruz. Son iki terim -ki bunlar önce genliklerin toplanıp, sonra karelerin alınmasından gelmektedir- girişimin kaynağıdır ve bunların kendi başlarına birer ihtimal olarak yorumlanmaları mümkün değildir.



Şekil-2 a) Üst yarığın kapatılması ile elde edilen $P(\text{alt})$ dağılımı ekranda alt yarığın karşısına gelen noktalardan oluşur. $P(\text{üst})$ de, üst yarık karşısına düşen benzer bir dağılımı verir.



Şekil-2 b) İki yarığın açık olması ile elde edilen $P(\text{alt} + \text{üst})$ dağılımında ekrandaki noktalar aydınlık ve karanlık saçaklar oluştururlar. $P(\text{alt} + \text{üst})$, $P(\text{alt})$ ve $P(\text{üst})$ 'ün toplamına eşit değildir.

Bu noktada "Ne yapalım, madem bu teori deneyle uyuyor, teoriyi öğrenip uygulamaktan başka çaremiz yok" diyerek konu üzerinde daha fazla kafa yormamaya karar verebiliriz. Birçok fizikçinin yaptığı budur, bunda da yanlış bir şey yoktur. Buna karşılık, aralarında kuantum teorisinin oluşmasına en temel katkıların bazılarını yapmış Planck, Einstein, de Broglie ve Schrödinger de bulunan bir çok fizikçi, teorisinin deneysel başarılarını reddetmemekle beraber, son şekilden rahatsız olmuşlardır. Burada bu rahatsızlığın kökenlerini ortaya çıkarmaya çalışacağız.

Einstein önce kuantum mekaniğinin tutarsızlığını ispat etmeye uğraştı, fakat Bohr'un başını çektiği Kopenhag ekolü fizikçileri çeşitli itirazlarına tatmin edici cevaplar verdiler. Bunun üzerine Einstein eleştirilerini teorisinin "objektif gerçeklik veya realizm" kavramları ile çelişir gözükmesi ve relativite teorisinin ruhuna uymaz görünen "ani, hayaletvari, yerel olmayan etkileşimler" içermesi noktalarında yoğunlaştırdı. Böylece teorisinin tutarlılığını ve deneysel yönden başarılı olduğunu kabul ediyor, fakat sağduyuya aykırılığından dolayı ancak geçici nitelikte bir teori olabileceğini iddia ediyordu.

Einstein'in itirazlarını çift yarık deneyi çerçevesinde tartışabiliriz. İki yarık birden açık olduğu zaman elde edilen sonuç, yani $P(\text{alt}+\text{üst})$ girişim saçaklarının, $P(\text{alt})+P(\text{üst})$ sonucunda eşit olmaması, "parçacık aslında biz baksak da bakmasak da ya alttan ya da üstten geçti" şeklindeki çok mantiki görünen "objektivist" veya "realist" felsefi tutumun kuantum mekaniğine, ve daha beteri, tabiatın davranışına ters düştüğünü göstermektedir. Kuantum mekaniği ile sağduyumuz arasında bir problem olabilir ama tabiatla kuantum mekaniği arasında bir problem görünmemektedir.

Şimdi bu eşitsizliğin nereden doğduğuna tekrar bakalım. Gördüğümüz gibi, bunun kaynağı (1) denkleminin sağ tarafındaki son iki terimdir. Bunlar parçacığın alttan ve üstten geçme ihtimal genlikleri arasında bir girişim ifade etmektedir. Fakat fiziki olarak birbirleri ile girişim

şeyler nedir? Akla şöyle bir cevap gelebilir: "Deneyde herhalde bir parçacık akışı vardır ve etkileşimler aynı anda biri üst, biri alt yarıkta geçen iki parçacıktır." Bu yanıtın yanlış olduğunu deneyi aşağıdaki gibi yaparak gösterebiliriz. Deney aletlerimizden 10,000 tane üretilim ve deneyi dünyanın tamamen farklı yerlerinde ve farklı zamanlarda tekrarlayalım, yalnız bunların her birinde sadece bir tek parçacık ekrana ulaşınca deney dursun. Her ekranda farklı ve gelişigüzel gibi görünen yerlerde bir tek noktasal iz göreceğiz; fakat bu ekranlar üstüste konulursa noktasal izlerin toplamı çift yarık girişim saçaklarını ortaya çıkaracak (buna benzer deneyler gerçekten yapılmıştır). Her deneyde birtek parçacık kullanıldığına göre, bir anlamda parçacığın kendisi ile girişim yaptığını kabullenmek zorundayız. Böylece iki yarık da açık olunca birtek parçacık için bile "hangisi olduğunu bilemesek de iki yarıkta birinden geçti" görüşü geçerli değil. Ayrıca Einstein'ı rahatsız eden "iki ayrı bölge arasında hayaletvari etkileşim" de iki yarık arasında gerçekleşmiş görünüyor. Okuyucunun aklına gelebilecek bir soruyu yanıtlayalım: Bu "etkileşim" ile fiziki bir sinyal gönderilmesine kuantum mekaniği izin vermiyor; yani relativite teorisine bir çelişki yok.

Kuantum Teorisinin ve Kopenhag Yorumunun Ana İlkeleri

Şu sırada dünyanın her yerinde standart bir kuantum mekaniği dersinde Niels Bohr'un lideri olduğu Kopenhag ekolünün aşağıda özetlenen ilkeleri öğretilmektedir:

(I) Makroskopik fiziksel sistemler klasik fizik kuramları ile, mikroskopik sistemler ise kuantum fiziği kanunları ile tasvir edilir. Genelde gözlemler için kullanılan deney aletleri makroskopik boyutta olduğu için, bunların klasik fiziğe uydukları kabul edilir.

Burada "mikroskopik" ve "makroskopik" bölgeler arasında kesin, kantitatif bir sınır belirlenmemiştir. Yalnız Bohr'un "correspondence" prensibi kuantum sayıları büyüdükçe kuantum davranışın klasik yasalarla gitgide daha iyi uyduğunu öne sürer.

(II) Bir mikroskopik sistemin her fiziksel durumuna (klasik mekanikte bir parçacığın durumu pozisyon ve momentumunun değerlerini vererek belirlenir) karşı gelen bir dalga fonksiyonu Ψ vardır. Bu dalga fonksiyonu

sonsuz boyutlu bir uzayda (Hilbert uzayı) bir vektör olarak düşünülebilir. Bu vektör yapısı daha önce gördüğümüz iki boyutlu (reel ve sanal eksenler) vektör özellikleri ile karıştırılmamalıdır.

(III) $P=\Psi^*(x,y,z)\Psi(x,y,z)$ parçacığın uzayda (x,y,z) noktasında bulunma ihtimali ile orantılıdır. Parçacık uzayda bir yerde bulunduğu için bütün ihtimaller toplanınca, yani P bütün uzay üzerinden entegre edilince sonuç 1 çıkmalıdır. Böyle bir Ψ dalga fonksiyonuna "normalize edilmiş" denir.

(IV) Klasik fizikteki enerji, momentum, açısal momentum gibi değişkenler kuantum fiziğinde (II)'de bahsedilen sonsuz boyutlu vektörler üzerine etki eden (sonsuz x sonsuz) matrisler halini alırlar. Deneylerde ölçülen enerji, açısal momentum v.s. değerleri bu matrislerin özdeğerleridir (eigenvalue).

Bir örnek olarak açısal momentumun z-bileşeni L_z 'ye karşı gelen sonsuz mat-

risi düşünelim. Bir ölçüm L_z 'nin m gibi belli bir değerini veriyorsa, fiziksel durum bu özdeğere karşı gelen bir Φ_m ile verilmektedir; Φ_m vektörü L_z 'nin bir özvektörüdür. Bu durumda lineer cebirdeki gibi

$$L_z \Phi_m = m \Phi_m \quad (2)$$

bir özdeğer denklemi geçerlidir.

(V) K enerji, açısal momentum v.s. gibi bir fiziksel değişkene karşı gelen sonsuz bir matrisi, Ψ_n bir öz dalga fonksiyonunu, k_n de K 'nın (sistem Ψ_n durumundayken) özdeğerini temsil etsin. Dalga fonksiyonlarının süperpoze edilebileceklerini daha önce görmüştük; bu ilkeyi kullanarak

$$\Psi = c_1 \Psi_1 + c_2 \Psi_2 + c_3 \Psi_3 + \dots \quad (3)$$

şeklinde yeni bir dalga fonksiyonu meydana getirebiliriz. Buradaki $c_1, c_2, c_3, \dots$ kompleks katsayılardır. Ψ normalize edilmişse, sistem Ψ durumunda iken K değişkeninin değeri ölçüldüğünde k_n değerinin bulunması ihtimali $c_n^* c_n$ ile

verilir. Teknik bir nokta: Farklı n 'ler için Ψ_n 'lerin birbirlerine "dik" olduklarını varsayıyoruz.

(VI) Bir önceki maddedeki ölçüm k_n sonucunu verirse, bundan sonra dalga fonksiyonu Ψ_n haline gelmiştir; yeni çözümler artık kesinlikle k_n sonucunu verecektir. Dalga fonksiyonunun böyle bir ölçümle Ψ 'den Ψ_n 'e dönüşmesine "dalga fonksiyonunun yıkılması veya indirgenmesi" (collapse of the wave function) denilir.

(VII) Enerjiye karşı gelen H matrisinin dalga fonksiyonunun zaman (t) içinde değişimini belirlemek gibi özel bir rolü vardır. Bu

$$i\hbar (\partial\Psi/\partial t) = 2\pi H\Psi \quad (4)$$

şeklindeki Schrödinger denklemi ile ifade edilir. Burada $i^2=-1$, $\hbar$ = Planck sabitidir. Daha önce belirtildiği gibi, denklemde Ψ gerçekten lineer olarak yer almaktadır ve bu, çözümlerin süperpozisyonunu mümkün kılar. İlkeleri böylece

Einstein, Podolsky ve Rosen (EPR) Makalesi, Bell Teoremi ve Aspect'in Deneyleri

Cihan Saçlıoğlu

1935'deki meşhur EPR makalesininin ana fikrini David Bohm'un değiştirdiği şekilde (EPRB) anlatalım. Bunun için ilk önce bir parçacığın yörüngesel hareketinden bağımsız olarak sahip olduğu "spin" açısal momentumu hakkında bazı noktaları açıklamalıyız.

(i) Deneysel olarak bir parçacığın spini ile ilgili sadece iki büyüklüğü tutarlı olarak ölçebiliriz: spinin herhangi bir eksen (z diyelim) boyunca izdüşümü S_z 'yi ve spin vektörünün boyunun uzunluğunun karesi $S_x^2 + S_y^2 + S_z^2 = S^2$ 'yi. (Tabii burada bir deney bize hemen bir büyüklüğün karesini vermiyor ama bunu ölçümlerden dolaylı olarak bulabiliriz).

(ii) S_z için deneysel olarak $\hbar/2\pi$ 'nin yarım veya tam sayı katlarında değerler bulunur; bu yüzden artık $\hbar/2\pi$ katsayısını açıkça yazmayacağız.

(iii) S^2 de s yarım veya tamsayı olmak üzere $s(s+1)$ değerlerini alır. Bir yukardaki anlayışla, $(\hbar/2\pi)^2$ faktörünü açıkça belirtmedik. Bir π mezonu için $s=0$, bir elektron için $1/2$, bir foton için 1 değerlerindedir; $s=2$ veya $5/2$ ve daha yüksek spinli parçacıklar da vardır.

(iv) S_z ancak $s, s-1, s-2, \dots, 1-s, -s$ şeklindeki $(2s+1)$ değerden birini alabilir.

Burada şunu vurgulamalıyız. Yukardaki sonuçlar kuantum teorisi ile uyum içindedir, fakat Bu teoriyi hiç bilmeden yapılacak dikkatli deneyler de bu sonuçları verecekti; yani teoriyi kavramsal bir girdi olarak tartışmamıza katmış değiliz. Artık EPRB "deneyini" ele alabiliriz.

Spini olmayan, yani $s=0$ özelliğinde bir parçacık düşünelim; ayrıca bu iki eşit kütleli $s=1/2$ parçacığa bozunabilir. İlk parçacık hareketsiz olsun. O zaman momentum korunumu dolayısı ile iki $s=1/2$ parçacığın zıt yönlerde eşit hızla hareket edeceğini biliyoruz. Ayrıca z eksenini herhangi bir yönde seçersek, toplam S_z de korunduğu için, sola giden parçacığın S_z değeri $+1/2$ ise, öbürünün de $-1/2$ çıkacağını kesinlikle biliyoruz. Eksenin yönünü değiştirsek, yeni bir z eksenine göre de iki sonucun $(+ -)$

veya $(- +)$ çıkması kaçınılmaz. Böylece sol tarafta bir ölçüm yaparsak, bundan etkilenemeyecek bir konumda olan sağdaki parçacığın S_z değerini de belirlemiş oluyoruz.

Aslında buraya kadar tuhaf birşey yok gibi görünebilir. Hatta J.S. Bell bunu "Prof. Bertlemann'ın çorapları" adlı bir "kissa" ile karşılaştırarak gündelik terimlere tercüme ediyor. Bu profesör dalgın birisi ve her nedense her sabah bir ayağına kırmızı, öbürüne mavi çorap giyiyor. Profesörün bir duvarın arkasından geldiğini düşünelim. Duvarın bittiği yerde ilk göreceğimiz ayağında kırmızı çorap varsa, diğerinde mavi olacağı (ve bunun tersi) kesin. Üstelik herhalde hepimizin paylaştığı bir "objektiflik" veya "realizm" varsayımı var: Profesörün ayaklarını göremesek bile, örneğin sol ayağındaki çorap renginin gözlemimizden bağımsız olarak belirlenmiş olduğundan pek şüphe etmiyoruz. İlk bakışta yukarıda anlatılan deneyde de soldaki S_z değerini $+1/2$ (veya $-1/2$) bulunca, sağdakinin ölçüm bile yapmadan $-1/2(+1/2)$ olması gerektiği Prof. Bertlemann'ın çorapları hikayesinden farklı görünmüyor.

Farklılık z ekseninin yönü değiştirilince kendini gösteriyor. Her iki tarafta da parçacıkların hareket yönüne dik birer düzlemde üçer yön seçelim. Soldaki yönler z_1, z_2, z_3 ; sağdakilere ise z_1', z_2', z_3' diyelim. Soldaki birin-



Einstein ve Bohr, derin düşüncede

sıraladıktan sonra, şimdi birkaç açıklama yapalım.

(A) -Kuantum fiziğinde bir "indeterminizm" unsuru bulunduğu biraz da Einstein'ın meşhur "Tanrı'nın zar atmadığına eminim" sözü ile genellikle bilinir hale gelmiştir. Bu indeterminizm, yani belli bir hareket denklemi kullanarak geçmişteki şartlardan gelecekteki

deneyler için kesin bir sonuç çıkartamamak, (VII) numarada değindiğimiz Schrödinger denkleminde gelmemektedir. Aksine, bu denklem tamamen deterministik yapıdadır. Dalga fonksiyonunun zaman içindeki bu sürekli evrimine R.Penrose (J.von Neumann'dan farklı bir terminoloji kullanarak) U-süreci adını veriyor. Deterministik olmayan ise

(VI)'da adı geçen "dalga fonksiyonunun indirgenmesi" sürecidir; Penrose bunu ise R-süreci diye adlandırır. Önemli bir nokta, U-sürecinin kuantum teorisinin vazgeçilmez bir temel taşı ol-

masına rağmen, R-sürecinin Kopenhag dışı yorumlarda gerekli olmadığıdır.

(B) Şu anda bağlantı aşikar olmasa da, Kopenhag yorumunda (I) numaralı maddede değindiğimiz "deney aletlerinin makroskopik ve klasik fiziğe tabi olmaları" da (A)'daki meselelerle ilgilidir ve başka yorumlarda biraz farklı şekilde ele alınmaktadır.

(C) Yukarda anlatılan bütün teorik yapı, Kopenhag yorumunda tek bir kuantum sistemi (atom, elektron, çekirdek, v.s.) hakkında değil, birbirinin kopması olan bir özdeş sistemler koleksiyonu (ensemble) hakkında bilgi vermektedir. meselâ (V) madesindeki açılımda $\Psi = 3/5 \psi_1 + 4/5 \psi_2$, $c_3 = c_4 = c_5 = \dots = 0$ olsun. O zaman 1,000,000 sistemi Ψ durumuna koyar, sonra da herbirinde K değişkeninin değerini ölçersek, ortalama olarak 360,000 defa k_1 , 640,000 defa da k_2 değerini bulacağız, çünkü $(3/5)^2 \times 1,000,000 = 360,000$ 'dir.



lain Aspect

John Bell



ci (ikinci, üçüncü) eksen sağdaki birinci (ikinci, üçüncü) eksene paralel olsun. z_1 ve z_2 , z_2 ve z_3 , z_1 ve z_3 arasındaki açılara sırası ile θ_{12} , θ_{23} , θ_{13} diyelim.

Şimdi soldaki parçacığın S_z 'sini (z_1 , z_2 , z_3) yönlerinden birisi boyunca ölçerken, sağdaki-ninkini de bundan bağımsız olarak gelişigüzel seçtiğimiz (z_1' , z_2' , z_3') yönlerinden herhangi birisi boyunca ölçelim. Bu deneyi binlerce defa tekrarlırsak örneğin " z_1 yönünde $+1/2$, z_2' yönünde $+1/2$ sonucunun bulunma ihtimali" $P(z_1=+, z_2'=+)$ hakkında deneysel bir değer elde edebiliriz. Daha önce söylediklerimizden $P(z_1=+, z_1'=+) = P(z_2=+, z_2'=+) = P(z_3=+, z_3'=+) = 0$ ve $P(z_1=+, z_1'=-) = P(z_2=+, z_2'=-) = P(z_3=+, z_3'=-) = 1$ olması gerektiği bellidir.

"Objektif, yani gözlemden bağımsız gerçeklik" varsayımı doğru ise, deneyi binlerce defa tekrarlarken solda ve sağda çeşitli S_z değerlerinde bulunan parçacık oranlarını şöyle ifade edebiliriz: örneğin $f(+, -, -, -)$; yani " z_1 yönünde $+1/2$, z_2 yönünde $-1/2$, z_3 yönünde $+1/2$ değerlerini bulma ihtimali", 0 ile 1 arasında belli bir sayıya eşit olmalı; $f(+, -, -, -)$ ise muhakkak sıfır bulunmalı. Önce gördüğümüz

gibi S_{z_1} (+) ise, $S_{z_1'}$ değerinin (+) olamaması açısal momentum korunumundan ve toplam S_z 'nin başta sıfır olmasından kaynaklanıyor. Aynı sebepten dolayı $f(-, +, +, -)$, $f(-, -, -, +)$, v.s. de sıfır olmak zorunda.

Artık şu ilişkileri yazabiliriz:

$$\begin{aligned} P(z_1=+, z_2'=+) &= f(+, -, -, -) + f(+, -, -, +), \quad (1.a) \\ P(z_1=+, z_3'=+) &= f(+, -, -, -) + f(+, -, -, +), \quad (1.b) \\ P(z_3=+, z_2'=+) &= f(+, -, -, -) + f(+, -, -, +). \quad (1.c) \end{aligned}$$

Bütün f 'lerin pozitif olduğuna (oran oldukları için) ayrıca (1. a) ve (1. b) 'nin ikincisi, (1. a) ve (1. c)'nin birinci terimlerinin birbirlerine eşitliğine dikkat edelim. Öyleyse

$$P(z_1=+, z_2'=+) \leq P(z_1=+, z_3'=+) + P(z_3=+, z_2'=+) \quad (2)$$

sonucu çıkar. Bu meşhur Bell eşitsizliğinin bir özel halidir. Buraya kadar kuantum teorisi değil, sadece açısal momentum korunumu ve "objektif ihtimallerin toplanması" ilkelerini kullandık. Yapılacak iş, (2) neticesini deney ve kuantum teorisi ile karşılaştırmak. Alain Aspect grubunun deneylerinin sonuçları "sağduyu" açısından gayet şaşırtıcı. Bell eşitsizliği, yani (2), deneye uymuyor. Örneğin deneyde $\theta_{12} = 120^\circ$, $\theta_{13} = \theta_{23} = 60^\circ$ seçilirse (z_3 eksenine z_1 ve z_2' 'nin tam arasında alınırsa), kuantum mekaniği ve deney (ölçme hassasiyeti dahilinde) $P_{12} = 3/8$, $P_{13} = P_{23} = 1/8$ değerlerinde anlaşılıyorlar. Öte yandan, 3 sayılı 1 + 1'den küçük olmadığına göre (2) denklemi bu değerlerce sağlanmıyor! Açısal momentum korunumu gibi gayet temel, deneyle doğrulanmış bir fizik ilkesinden vazgeçilemeyeceğine göre (zaten vazgeçersek Bell eşitsizliği de tamamen değişecek), çok temel gibi de görülmeye "gözlemden bağımsız fiziksel gerçeklik", yani "objektivite/realizm" varsayımımızdan vazgeçmemiz gerekiyor.

Aslında objektiviteyi bir başka çok sevimsiz bedel karşılığında kurtarmak mümkün; bunu sağlayan teori D. Bohm tarafından geliştiril-

di. Soldaki ve sağdaki parçacıkların hemen bulunma anında objektif spin durumlarına yerleşip etkileşmeyi kesmeleri yerine, (aralarındaki relativiteye göre sinyalleşmeye izin vermeyen mesafeye karşı) relativite dışı, yerel olmayan (non-local) etkileşmelerde bulunmalarına izin verilirse, deneye uyan bir sonuç elde etmek mümkün. Fakat böyle etkileşmeleri hatırlatan ilişkilerin kuantum teorisinde bulunması (kimse bu yolla ışık hızından daha hızlı mesaj gönderilebileceğini iddia etmiyor, o yüzden kuantum teorisinde bunlar gerçek bir etkileşme değil, fakat Bohm teorisinde gerçekten bu hale geliyorlar) başta Einstein'ı özellikle rahatsız eden ve EPR makalesini yazmaya yönelten unsurdur.

Özet olarak, deneyler tabiatın bizim sağduyumuza değil, kuantum mekaniğine uyduğunu gösteriyor. Bertlemann'ın çorapları hikayesine dönersek, bu, Profesör duvarın arkasında iken çoraplarının renklerinin gözlemden önce belirlenmediği; örneğin sol ayakta mavi ve kırmızı çorap bulma ihtimallerinin henüz bir sonuca ulaşmamış şekilde birlikte canlı bulunduğu, belirli bir rengin ancak gözlemcinin müdahalesi ile ortaya çıktığı şeklinde inanılmaz bir tasvire karşı geliyor.

Belki bu noktada neden Bohr'un Prof. Bertlemann gibi makroskopik sistemleri kuantum teorisinin dışında tutmak istediğini daha iyi anlayabiliriz. tabii bu da klasik/kuantum tasvirler arasında çizginin nerede ve nasıl çekileceği cinsinden sorulara yol açıyor. Bunları yanıtlamaya çalışan H. Everett, M. Gell-Mann, J. Hartle ve R. Penrose gibi fizikçilerin ortaya koydukları "çözüm yolları" ise ya felsefi yönden daha da şaşırtıcı görüşler içeriyorlar, ya da kesin bir çözüm getirecek kadar geliştirilmiş değildir.

Çeşitli Yorumlar ve Bunların Eleştirileri

Kopenhag Yorumu:

Daha önce belirttiğimiz gibi, standart Kopenhag yorumunda gözlenen mikroskopik sistemler için kuantum teorisinin, makroskopik gözlem aletleri için ise klasik fiziğin geçerli olduğu varsayılır. Bu teori ve yorum uygulandığı bütün atomik, moleküler, çekirdek fiziği vs. gibi problemlerde deneyle tam bir uyum içinde. Buna karşılık, Bohr'un da açıkça "Objektif kuantum gerçekliği diye birşey yoktur, sadece bir kuantum tasviri vardır" şeklinde ifade ettiği görüşü pek tatmin edici bulmayan ünlü fizikçiler uzunca bir liste meydana getiriyor. Eleştiriler ayrıca genellikle iki nok-

ta üzerinde yoğunlaşmakta: (I) madde- sinde kullanılan mikroskopik-makrosko- pik sistemler ayrımı nasıl daha belirli hale getirilebilir? Makroskopik sistemler için uygun olan klasik fizik kanunları kuantum teorisinden nasıl çıkartılır? Klâsik ve kuantum teori arasında belirli



bir sınır noktası var mıdır, varsa nerededir? (VI) maddesindeki "dalga fonksiyonunun indirgenmesi" (R-süreci) mekanizması belirsizlikler içermekte, ayrıca da üzerinde epeyce durduğumuz "objektif gerçeklik" kavramının kuantum seviyesinde ortadan kalkmasına yol açmaktadır.

Everett Yorumu:

Hugh Everett'in 1957'de ortaya attığı bu yorumda temelde makroskopik-mikroskopik ayrımı yapılmadan herşeyin davranışı Schrödinger denklemini sağlayan bir dalga fonksiyonu ile, yani kuantum kanunları ile ifade edilmektedir. Böylece üzerinde gözlem yapılan atomik sistem de, gözlem sonuçlarını kaydedecek "makroskopik" aletler de, biz de kocaman bir dalga fonksiyonu

Kuantum Kozmolojileri

Tekin Dereli
ODÜ Matematik Bölümü

Bir bilim dalı olarak kozmolojinin amacı evrenin büyük ölçekli yapısını gözlemlerle belirlemek, bu gözlem sonuçlarını bilinen fizik yasalarıyla açıklamaktır. Kapsamı geniş ve bilgi sınırlarımızı zorlayan bir konu olduğu açık. Nedenleri: 1) Gözlem ufkumuzun sınırlı oluşu. Evrenin pek küçük bir bölgesini gözlemleyebildiğimizden kuşku yok. 2) Bu kapsamda bile yeryüzünde bulunup, deneylerle kanatlanmış fizik yasalarını geçerlilik sınırlarının en ucundan da öteye genişletmek zorundayız. Konumuz olmayan gözlemsel kozmolojiyi bir yana bırakırsak kuramsal kozmolojinin ana uğraşı kısıtlı bir veri tabanından hareketle, olabildiğince az sayıda varsayım yaparak, olabildiğince çok gözlemlerle kanıtlanabilir öngörü elde edilmektir. Kozmolojinin temel varsayımları nelerdir? kısaca tartışalım.

1) Evren üç boyutlu bir metrik afin uzaydır.

2) Relativite teorisindeki nedensellik ilkesini sağlayan bir zaman değişkeni ile evrenin evrimi tarif edilebilir.

4) Evrendeki madde dağılımı "büyük" ölçekte homojen ve izotropiktir.

Biz bu son varsayıma "Kozmoloji İlkesi" adını vermekteyiz. Bu ilkeyi açıklamak gerek. Çünkü evren daha küçük ölçeklerde hiç de homojen bir yapıda değildir. Uzayda yıldızlar, yıldız takımları ve galaksiler gibi büyük boşluklarla ayrılmış çeşitli boy ve şekillerde kütle yoğunlaşmaları görülmektedir. Böylesine karmaşık bir madde dağılımını anlaşılır kılmak için idealleştirmeye gidiyoruz: Evreni tüm uzaya düzgün olarak dağılmış hareketli nokta parçacıklardan oluşmuş kabul ediyoruz. Güneş site-

mimizdeki bir gözlemci, bu yaklaşımla uzayı hangi yönüne bakarsa baksın aynı dağılımı algılamaktadır. (izotropluk=yönden bağımsızlık). Güneş sistemimizin uzayda özel bir konumu olmadığını biliyoruz. Öyleyse izotropluk, uzayda herhangi bir diğer gözlemci için de doğru olmalıdır. Bu ise evrenin homojenliği demektir. Ancak dinamik bir evrenin homojenliğini tanımlamak, statik bir evrenin homojenliğinden çok daha zordur. Homojenliği kısaca, uzayın bir alt bölgesindeki madde dağılımının herhangi diğer benzer bir alt bölgesindeki dağılıma eşdeğer olması diye tanımlasaydık aklımıza hemen "ne zaman?" sorusu gelecekti. Örneğin, Güneş sistemimizde gözlenen madde dağılımının zaman içinde aynı kalmadığını bilmekteyiz. Bu durumda homojenlik tanımını şöyle yapacağız: Bir gözlemcinin evrensel gözlemlerinin tümünün oluşturduğu küme, diğer bir gözlemcinin evrensel gözlemlerinin kümesine eşdeğerdir. Bu tanımın en önemli sonucu, bir kozmik zaman ölçeğinin varlığını gerektirmesidir. Kozmolojik ilke ile beraber kozmik zamanın varlığını kabul ettiğimizde, dört boyutlu uzay zamanın metriği belirlenmiş olur. Bu metrik hem Newtonsal, hem de relativistik kozmoloji modellerinin inşasında kullanılabilir. Uzayın genişleme faktörü $R(t)$, modeli belirleyen alan denklemlerinin çözümüyle bulunacaktır. Ancak $R(t)$ 'nin kendisi gözlemlerle ölçülemez. Gözlenen parametreler R ve R 'nin türevlerinin bugün ölçülen değerleri cinsinden bulunurlar: R'/R Hubble parametresi ve $-RR''/R'^2$ ivme parametresi ilginçtir.

Genel relativite teorisinde gravitasyon alanlarının sağladığı Einstein denklemlerinin kozmolojik çözümleri dehe 1921'de Rus matematikçisi Alexander Friedman tarafından bulunmuştur. Friedman modelleri diye bilinen bu kozmolojik çözümlerin tümünde evren evrimine $t=0$ başlangıç anındaki gerçek bir uzay-zaman tekilliğinden başlamaktadır. Kapalı uzaylar, belli bir zaman sonunda büzülme başlayarak tekrar bir uzay-zaman tekilliğine ulaşacaklardır. Açık uzaylar ise, sonsuza kadar gen-

leşmelerini sürdüreceklerdir. Amerikalı astrofizikçi Edwin Hubble'ın gözlemleri, 1930'larda düze çok yakın bir genişleyen evrende yaşadığımızı ortaya koydu. Friedmann ve Hubble'dan çok daha sonra 1970 yılında İngiliz fizikçileri Roger Penrose ve Stephen Hawking; uzay-zaman tekilliklerinin, madde dağılımı üzerine çok genel ve makul varsayımlar altında Einstein teorisinin kaçınılmaz bir sonucu olduklarını kanıtlamışlardır. Başlangıç tekilliğinde madde yoğunluğu sonsuza gitmektedir. Bu davranışın yorumu, evrenin bir başlangıç anında bir noktadan patlayarak genişlemeye başladığı ve çeşitli evrim fazlarından geçerek bugün gözlenen genişleyen evren fazına ulaştığıdır. Evrenin zaman içerisinde evrimi hangi fazlardan geçmiştir? Standart kozmogoni modeline göre erken evrim fazlarında evren ışıma doluyken daha sonra madde ile dolmuş ve daha yavaş genişlemeye başlamıştır. 1970'de gözlenen 2.7°K 'lik evrensel fon ışıması, bu senaryonun kanıtı olmuştur. Ancak senaryonun olası daha da erken fazlarında, temel parçacık fiziğinin öngörülerine uygun olarak bazı değişiklikler yapmak gerekmiştir. Son yıllarda, evrenin önce sir üstel genişleme fazından geçerek, bilinen Friedmann fazlarına ulaştığı kabul edilmektedir. Bu tür senaryolara enflasyonel modeller adı verilir. Böylece evrenin yapısını anlamaya yönelik, yani 10^{28} cm mertebesinde gözlemlerle uğraş veren astrofizik ve kozmoloji ile temel parçacıklar ve etkileşme kuvvetlerini anlamaya yönelik, yani 10^{-23} cm mertebesinde gözlemlerle uğraş veren yüksek enerji fiziği aynı bir konu üzerinde birleşmiş oluyorlar. Kuramsal kozmoloji modelleri evrenin evrim senaryolarını oluşturmak için parçacık fiziğinin son buluşlarından esinleniyor. Yüksek enerji fizikçileri ise, hızlandırıcı deneylerinde kanıtlanmaları yakın bir gelecekte olanaksız gözükken büyük birleştirme teorilerinin gözlemsel kanıtlarını kozmolojide arıyorlar. Parçacık fizikçilerinin araştırmaları pek çok ilginç soruyu gündeme getirdi.

içinde zaman evrimimizi (4) denklemine göre yaşamaktayız. Bu, (3)'deki gibi ψ_1 , ψ_2 , ψ_3 vs'nin süperpose edilmesinden elde edilmiş olabilir. Bir ölçüm yapıp belli bir sonuç çıkması artık dalga fonksiyonunun indirgenmesi, yani R-süreci ile ilgili değil. Bizim deney aletleri ile belli bir sonucu bulmamız dalga fonksiyonu içindeki terimlerden sadece birine, örneğin ψ_3 'e karşı geliyor. Bir başka terimdeki, örneğin ψ_2 'dekine karşı gelen sonucu bulan kendimizin kopyası gözlemciler ayrı bir dünyada hayatlarını sürdürüyorlar. Her gözlem böylece dalga fonksiyonunun yeni bir dallanmasına sebep oluyor ve bu büyük dalga fonksiyonu R-sürecine hiç uğramadan evrimine devam ediyor. Bu yoruma "çoğul dünyalar" yorumu da deniyor. örneğin bu

Schrödinger'in kedisi problemine uygulanınca (3) denkleminin bir terimi gözlemcinin kutuyu açıp ölü kediyi, bir başka terimi canlı kediyi görmesine karşı geliyor. Roger Penrose'un bir eleştirisi şu: Nasıl oluyor da { (canlı kedi) + (ölü kedi) } kombinasyonunu da gören bir gözlemci ile karşılaşmıyoruz?

İlk bakışta çılgınca görünen bu Everett usulü kuantum mekanizmini herkeş bir eleştiri ile kesin bir şekilde çürütmek mümkün değil; buna karşılık yorum, bu hali ile benimsenmiş de değil. Everett yorumunu ciddiye almayanlar arasında "Bu teoriye gerçekten inanılanlar çok yüksek para karşılığında Rus ruleti oynamalılar, çünkü bu paralel dünyalardan birinde çok zengin olarak hayatta kalacakları kesin" diyenler de var.

J. Hartle ve M. Gell-Mann'ın Yaklaşımı:

Hartle ve Gell-Mann Kopenhag yorumunun yetersiz ve ancak yaklaşıtırm olarak geçerli olabilecek nitelikte olduğunu iddia ediyorlar. Fikirleri kısmen şöyle özetlenebilir. Kuantum teorisi temelde doğru ise, bütün evrene de bir bütün ola-



1. Tek bir evren mi var?
2. Uzay-zaman topolojisi basit midir, değil midir?
3. Kaç uzay boyutu vardır?
4. Evrensel sabitler G ve c gerçekten "sabit" midirler?
5. Evrendeki maddenin tümünü algılamakta mıyız?

Şu anda yukarıdaki soruların yanıtları üzerinde fazla bir şey bilmiyoruz ve bu yazıda zaten bu konular üzerinde durmayacağız. Bizim asıl üzerinde duracağımız; kuantum mekanizmi büyük patlama fikrine dayanan kozmogoni konusunda ne der? sorusudur. Bu soruya yanıt arayan modellere "kuantum kozmolojileri" adı verilmektedir. Bu modelleri inşa etmek için evrenin kendisi, evriminin ilk fazlarında kuantumlu bir sistem olarak ele alınmakta ve bir dalga fonksiyoneliyle (Fonksiyonel: fonksiyonların fonksiyonu) tarif edilmektedir. En basit kuantum kozmolojilerinde uzayın yarıçapı (yani, genişleme fonksiyonu $R(t)$) konum değişkeni, uzayın genişleme hızı (R'/R) ise momentum değişkeni gibi görünmektedir. Evrenin dalga fonksiyoneli belirlemek için Wheeler-De Witt denklemi adı verilen ve Schrödinger denkleminin benzer bir denklem çözülmektedir. Ancak Schrödinger dalga denkleminin farklı olarak, Wheeler-De Witt denkleminde bir evrim parametresi gözükmemektedir. Bunun getirdiği teknik zorluklar bir yana, bir de kuantum kozmolojisi fikrinden kaynaklanan yeni kavramsal sorunlar ortaya çıkmaktadır. Başlangıç tekilinin ve kara deliklerin varlığını gerektiren genel relativite teorisiyle, bu uç durumlarda geçerli olmasını beklediğimiz kuantum teorisinin nasıl bağdaşacağını bize söyleyecek kuantumlu gravitasyon teorisi adını vereceğimiz bir teori biliniyor olsaydı; bu teori kapsamında evrenin başlangıç tekilliğindeki davranışını da kara deliklerin kuantum ışmasını da açıklamakta bir sorunumuz kalmazdı. Ama tutarlı bir kuantumlu gravitasyon teorisi hala orta-da yok.

Kuantum kozmolojileri, bilinmeyen ama ileride bulunacağından kuşku duyulmayan bir

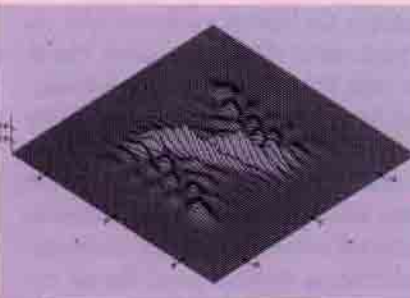
kuantumlu gravitasyon teorisinin hangi yeni niteliklere sahip olacağı konusunda ipucu verdikleri için önem taşıyorlar. Ayrıca kuantum mekanizminin yeni yorumlarına zemin oluşturdukları için de çok ilgi toplamaktalar.

Kuantum mekanizminin standart Kopenhag yorumunda gözlenen "mikroskopik" sistem, "makroskopik" bir ortam içinde bir alt sistem olarak ele alınır. Ölçüm süreci esas olarak gözlenen sistem ile çevresi arasındaki bir etkileşimle tanımlanır. Gözlenen içtidede, gözlemci dışarıdadır. Halbuki bir kuantum kozmoloji modelinde kuantumlanan sistem evrenin kendisidir. Gözlemci evrenin bir parçası olarak ele alınmalıdır. Gözleyen ve gözlenen arasında doğal bir ayırımı yapma imkanı yoktur. Bir gözlem yapıldığında tüm evrenin dalga fonksiyonu çöker mi? Bir geçişin olasılığı nedir? Kuantum mekanizminin standart yorumunda bu tür sorulara yanıt, çok sayıda eşdeğer sistem üzerinde aynı ölçüm yapıldığı gözlem olasılığı istatistiksel frekans dağılımıyla verilir. Örnek. N özdeş para ile aynı anda yazı-tura atılarak yazı gelme olasılığının 1/2 bulunması gibi. Halbuki kuantum kozmolojisinde evren tek bir kapalı sistemdir. Özdeş evrenler bulunabilir mi? 1957'de doktora hocası John A. Wheeler'in bir fikrini geliştirerek kuantum mekanizmine yeni bir yorum getiren Hugh Everett'e göre, evet, bulunur. Everett'e göre ölçüm süreci kapalı sistem

olan evrenin bir alt bölgesinin diğer bir başka alt bölgesiyle etkileşiminden ibarettir. Evrenin bir parçası diğer bir parçasını gözlerse ne "görür"; bu evrensel bir dalga fonksiyonu tarafından belirlenecektir. 1970'de kuantumlu gravitasyon teorileri kapsamında Bryce S. De Witt'in canlandırdığı bu yorumda dalga fonksiyonu çökmesi söz konusu olamaz; geçişler yumuşaktır. Ayrıca her ölçüm sonucu gerçek bir evrene karşı gelir. Gözlem süreci, paralel evrenler arasından birini seçmeye eşdeğerdir. Şu an içinde bulunduğumuz evren, başlangıç anından bu yana yapılan gözlemler dizisiyle çatalana çatalana ulaştığımız bir son evrendir. Diğer seçenekler de bizimkine paralel gerçek evrenler olarak bir yerlerde bulunmaktadır.

Bu yorum, doğruları ne kadar yansıtmaktadır, bunun tartışmasına girmeyeceğiz. Bizim için ilginç olan, Everett, Wheeler ve De Witt'in ilk kez kapalı sistemlerin kuantum mekanizmi konusuna eğilmiş olduklarıdır. 1990'da Nobel ödüllü fizikçi, kuarkların mucidi Murray Gell-Mann, yine bir genel relativiteci James Hartle ile birlikte kapalı sistemlerde iz integrali teknikleri kullanarak kuantum mekanizminin yeni bir yorumuna ulaştılar. Kuantum kozmolojileri nasıl evrimleşir? Yani "zaman" nedir? Bir kuantum kozmolojisinden klasik kozmolojiye nasıl geçilir? Bu sorulara yanıtlar Gell-Mann, Hartle yorumunda aranmaktadır.

Kuantum kozmolojileri dışında, istatistik fizik kapsamında kapalı sistemlerin kuantum mekanizmini 1984'de Robert Griffiths ele almıştır. Griffiths'in yaklaşımı Fransız fizikçisi Roland Omnès tarafından 1990'larda kuantum mekanizminin yeni bir yorumu düzeyine ulaştırılmıştır. Kuantum mekanizminin dekoherent geçmişler yorumu adı verilen bu yorum, kuantum kozmolojileri kapsamında Gell-Mann, Hartle yorumuyla çalışmaktadır. Ancak genelde farklılıklar söz konusudur. Omnès'in yorumunun Bohr'un kuantum felsefesiyle uyum içinde çıkması da çok anlamlı bir sonuçtur.



Bir kuantum kozmoloji modelinde klasik kozmolojiye geçiş

rak uygulanabilmeli. Özellikle de Büyük Patlama anında evren mikroskopik boyutlarda olduğuna göre, kuantum fiziği kullanılması gerekir. Evrenin bir "ilk an" dalga fonksiyonu olduğunu düşünürüz; bu fonksiyon zaman içinde Schrödinger'ininkine benzer bir denkleme göre evrimleşecektir. Gerçekten de Wheeler ve de Witt tarafından yazılmış böyle bir denklem var; prensip olarak da evrendeki her şey, yani başka galaksilerdeki atomlar, biz ve gözlem aletlerimiz, v.s. bunun içindeyiz. Şu halde Kopenhag ekolünün yaptığı gibi evreni "gözlenen mikroskopik sistem", "makroskopik gözlem aletleri ve gözlemciler" ve bu ikisinin dışında kalan, o an ilgilenilmeyen şeyler" diye ayırmak ancak bir yaklaşımla olarak geçerli olabilir, zira bütün bunlar birbirleri ile etkileşmektedirler. Ayrıca sadece bir tane evren bulunduğu için, normal kuantum mekaniği uygulamalarında olduğu gibi aynı deneyi milyonlarca defa tekrarlayıp ortalama sonucu kuantum teorisinden elde edilmiş teorik değer ile karşılaştırmak söz konusu değil.

Okuyucu herhalde bu öğelerin Everett yorumunda da bulunduğunu farketmiştir; nitekim Gell-Mann ve Hartle bu yorumu faydalı ve ilgiye değer bulduklarını belirtiyorlar. Buna karşılık, Everett'in "çoğul dünyalar" tablosu yerine, "farklı ihtimallere karşı gelen birçok değişik geçmiş"ten söz etmeyi tercih ediyorlar. Matematiksel yöntem olarak da dalga fonksiyonları yerine Feynman'ın iz integralleri yaklaşımını kullanıyorlar. Mikroskopik sistemlerden makroskopik sistemlere geçerken klasik objektif ihtimallerin ortaya çıkışı ise, koherent olmayan toplamlarda girişim terimlerinin birbirlerini yok etmeleri ile açıklanıyor. Örneğin Schrödinger'in kedisi örneğinde "canlı ve/veya ölü kedinin moleküllerinin çevre ile etkileşimleri iki senaryonun ihtimal genlikleri arasındaki girişim terimlerini ortadan kaldırır, böylece biz baksak da, bakmasak da kutunun içindeki kedi objektif anlamda ya ölü ya da canlıdır" deniliyor.

Gell-Mann ve Hartle kendi formülasyonlarının da kuantum teorisinin (ve özellikle de kullandıkları Everettvari yorumun) ortaya çıkardığı soruların henüz hepsine yanıt veremediğini itiraf ediyorlar.

Bohm-de Broglie Teorisi

Bu iki fizikçi 1950'lerde objektif gerçeklik ve determinizme uyan ve deneylerde de kuantum mekaniğinin başarılı sonuçlarını aynen verebilen bir teori geliştirdiler. Fakat bunun bedeli Einstein'ın is-

rarla karşı olduğu "uzay-zamanda etkileşmeyecek şekilde ayrı bölgeler arasında etkileşmeye izin vermek", yani kısacası yerel olmayan (non-local) etkileşmeler kullanmaktı. Ayrıca Hamilton mekaniğinde, klasik dalga teorisinde ve standart kuantum mekaniğinde bulunan "uzay ve momentum koordinatlarının aynı statüde ele alınmaları" ilkesi burada feda ediliyor ve uzay koordinatları daha temel bir konuma yerleştiriliyor. Teorinin relativiteye uyar hale nasıl getirilebileceği, örneğin nasıl Dirac'inkinin benzeri bir dalga denklemi yazılabileceği belli değil. J.S. Bell'in sempatisine rağmen teori genel olarak kabul görmüş değil.



Penrose'un Görüşleri

Roger Penrose henüz kuantum teorisi için yeni bir yorum veya yaklaşım getirdiğini iddia etmiyor. Daha çok yaptığı, yukarıda özetlenen görüşlerin zayıf gördüğü noktalarını ortaya çıkarmak ve bunların hiçbirinde kuantum mekaniği ile klasik fiziğin geçerli olduğu bölgelerin arasındaki sınırın açıkça belirlenmediğine dikkat çekmek. Penrose'un kendi beklentisi bu sınırın gravitasyonun kuantum seviyedeki etkileşimleri ile çizileceği yönünde. Burada dört temel etkileşme (gravitasyon, elektromanyetik, zayıf ve kuvvetli etkileşmeler) arasında sadece gravitasyonun kuantum alan teorisinin geliştirilememiş olduğunu belirtelim. Beklentilere göre kuantum gravitasyon etkilerinin kendilerini göstermeye başlayacakları Planck kütlesi $M_p = (\hbar c / 2\pi G)^{1/2}$ (c = ışık hızı, G = Newton gravitasyon sabiti, $\hbar$ = Planck sabiti) 10^{19} hidrojen atomu kütlesine veya 10^{-5} grama eşit ki, bu mikroskopik fizik için devasa bir büyüklük. Çok kabaca ifade edersek, Penrose iki kuantum durumu arasındaki enerji bu mertebeye veya daha fazla ise, bunların genliklerinin kuantum anlamında süperpoze edilemeyeceklerini, bu durumda klasik "ihtimal toplama" kuralının geçerli olacağını düşünüyor. Ayrıca R-sürecinin tam anlaşılmasının

da kuantum gravitasyon teorisinin daha iyi anlaşılmasına bağlı olduğu fikrinde. Kısacası, Penrose kuantum teorisinin felsefi gibi görünen sorunlarının aşında felsefi tartışmalar ve yorumlarla değil, temel fiziğin gelişmesi ile açıklanacağına inanıyor.

Kuantum Mekaniği ve Bilinç

Bohr'un fiziğe soktuğu "gözlemcinin fiziksel olayı etkilemesi" fikrinden beri, bilincin kuantum fiziğinde özel bir yeri olduğu yönünde fikirler çeşitli şekillerde ortaya çıkıyor. Burada bunları detaylıca açıklamak yerine, listemizi eksik bırakmamak için kısaca anmakla yetineceğiz.

E. Wigner'in 1961'de iddia ettiğine göre, "bilinç sahibi canlılar" için içine sokulduğunda kuantum teorisinin değiştirilmesi gerekebilir. Wigner böyle sistemlerin kuantum mekaniğine lineer olmayan efektler getirerek belki R-sürecini doğurabileceği şeklinde görüşlere sahip. Bu görüşlerin benimsenmek bir yana, fizikçilerin büyük çoğunluğu (bu satırların yazarı da dahil olmak üzere!) tarafından pek anlaşılmadığını söylemek haksızlık olmaz.

J. Wheeler'in 1983'de önerdiği "katılımcı evren" görüşünde ise gene bilinçli gözlemcilerin çok özel bir önemi var. Buna göre, evren büyük patlamadan sonra bilinçli gözlemciler ortaya çıkana kadar bir cins Schrödinger denklemi ile U-sürecine göre evrimleşiyor; bu dönemde çeşitli kuantum genliklerinin süperpozisyonu geçerli, yani "objektif gerçeklik" henüz doğmuş değil. Ancak bu kuantum durumlarının birinde hayat ve bilinçli gözlemciler ortaya çıkıp etrafa baktıkları zaman R-süreci gerçekleşiyor ve evrenin dalga fonksiyonu gerçek bir seçeneğe indirgeniyor.

Bu hayalgücünü gitgide zorlayan yorumlardan sonra, Niels Bohr'un neden ısrarla makroskopik sistemleri kuantum teorisinin dışında tutmak istediği ve "kuantum geçekliliği" hakkında spekülasyonlara girmektense, teoriyi sadece deney sonuçlarını istatistiksel anlamda önceden bildirebilen bir yöntem olarak nitelediği belki daha iyi anlaşılabilir.

Kaynaklar
Albert, D., "Bohm's Alternative to Quantum Mechanics", Scientific American, Mayıs 1994
Bohr, N., Physics and the World, Harwood Academic Publishers, 1988.
Gell-Mann, M., The Quark and the Jaguar, W.H. Freeman and Company, 1994.
Halliwell, J., "Quantum Cosmology and the Creation of the Universe", Scientific American, Aralık 1991
Horgan, J., "Quantum Philosophy", Scientific American, Temmuz 1992
Mandl, F., Quantum Mechanics, J. Wiley and Sons, 1992.
Penrose, R., The Emperor's New Mind, Oxford University Press, 1989.

Kuantum Mekanikinin Felsefî Sorunları

Kuantum teorisinin ve standart Kopenhag yorumunun tamamlanmasından altmış yıl geçtikten sonra kuantum teorisinin felsefî sorunları yeniden hararetle tartışılır hale geldi...Her ne kadar kuantum mekaniğinin yorumunda farklı görüşler bulunsun ve teori bazen sağduyu ile çelişir gözükse de, bütün mikroskopik fizik deneyleri ile uyuyor. Teoriyi en eleştirel biçimde sorgulayan fizikçiler bile bu konuda hemfikir...Öte yandan, profesyonel fizikçilerin çoğu kullandıkları standart kuantum mekaniği tekniklerinin yanı sıra "ortodoks" yorumu da kanıksamış durumdadır. Bu yorumun baş sorumlusu Niels Bohr "Bir insan kuantum fiziğini düşünürken hiç başının dönmediğini söylüyorsa, bu, konuyu hiç anlamadığını gösterir." diyerek, teorisinin şaşırtıcı yanlarına dikkat çekiyor.

Cihan Saçlıoğlu
B.Ü. Fizik Bölümü

Problemin Kökeni: İhtimal Dalgası Genlikleri

Kuantum mekaniğinin bir yandan dalgalarla, bir yandan da ihtimal hesabı ile ilgili olduğunu herhalde çok kişi duymuştur. Bu kavramlar klasik fizikte de vardı, fakat kuantum teorisinde beklenmedik bir şekilde birleştirildiler. Teorinin mantığı zorlayan yönleri temelde bu birleşmeden kaynaklanıyor.

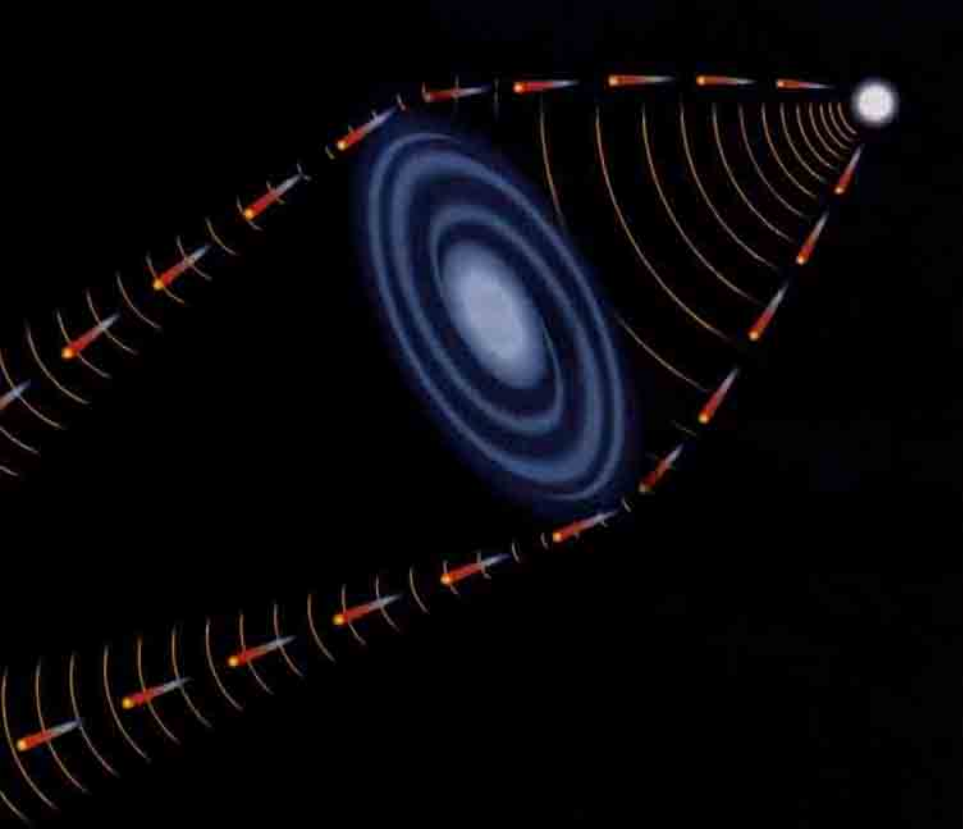
Klasik bir dalga genliğine $A(x,y,z,t)$ diyelim. Bu, uzayda (x,y,z) noktasında ve zamanda t anında ortamdaki basıncı (ses dalgaları için) veya elektromanyetik alan şiddetini (elektromanyetik dalgalar için) gösteriyor olabilir. Bu genlik bir kısmi diferansiyel denklem sağlar; denklem, dalgaların yayılma hızını da içerir. Klasik fizikteki birçok dalga denklemi lineerdir; bunun anlamı, denklemden A ve türevlerinin en fazla birinci kuvvetlerinin yer aldığıdır. Lineerliğin çok önemli bir sonucu *süperpozisyon ilkesinin* (Latince üstüste yerleştirmek) geçerli olmasıdır: A_1 ve A_2 ayrı ayrı denklemleri sağlıyorsa, A_1+A_2 de sağlayacaktır. Hatta A_1 ve A_2 ayrı birer dal-

ga kaynağı (örneğin titreşen birer yük veya birer diapozon) sonucunda ortaya çıkıyorlarsa, iki kaynağın aynı anda faal olması A_1+A_2 dalga genliğini verecektir.

Klasik lineer dalgaların bir önemli özelliğine daha değinelim: Bu dalgaların taşıdığı enerji yoğunluğu (dalga uzaya yayıldığı için toplam enerji yerine hacim başına düşen enerjiden, yani yoğunluktan bahsetmek uygundur) A^2 ile orantılıdır. Süperpozisyon ilkesi ile bu sonuç birleştğinde ortaya şaşırtıcı bir sonuç çıkar:

$(A_1+A_2)^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2$ olduğu için, toplam dalganın enerji yoğunluğu genelde A_1 ve A_2 'nin enerji yoğunluğu toplamından farklıdır. Örneğin olarak $A_1=A_2=A$ ve $A_1=-A_2=-A$ hallerini karşılaştıralım. Birinci durumda enerji tek dalganınkinin 4 katına çıkmakta ($A^2+A^2+2A^2$), öbüründe ise yerel olarak tamamen yok olmaktadır ($A^2+A^2-2A^2$).

Bunun meşhur bir örneği Young çift yarı deneyinde görülür. Alt ve üst yarıklardan ekrandaki P noktasına ulaşan ışık dalgaları (Şekil 1) P'de tepe noktaları üstüste gelecek şekilde buluşuyorsa buraya 4 kat enerji gelir ve aydınlık bir çizgi oluşur.



lar gelişigüzel hızlarla hareket edip çarpışmaktadır. Moleküllerin uzayda dağılımları daha önce belirttiğimiz gibi tekdüzeliğe gayet yakındır. Hızları ise Maxwell-Boltzmann dağılımına uyar. Ortalama hız ses hızı civarındadır; bundan çok daha yavaş veya hızlı moleküller bulma ihtimali çabucak azalır. Kısacası bir azot molekülünü odanın belli bir (x,y,z) noktasında ve üç yönde (v_x,v_y,v_z) hızlarında bulmanın bir *ihtimal dağılımı* $P(x,y,z; v_x,v_y,v_z)$ vardır. Bu ihtimaller basit şekilde toplanır. Sözgelimi belli bir parçacığın (hızı ne olursa olsun) odanın içinde olma ihtimali -tabii ki parçacık muhakkak oda içinde bir yerde olduğu için 1 değerindedir- odanın sol yarısında olma ihtimali ile sağ yarısında olma ihtimallerinin toplamına eşittir. Burada zımnen de olsa "objektif fiziksel gerçekliğin gözlemden bağımsız olduğunu", yani biz gözlesek de, gözlemesek de ilgilendiğimiz parçacığın iki taraftan belli birinde bulunduğunu, gözlemlerle sadece bu objektif gerçekten kendimizi haberdar edeceğimizi, fakat durumun "aslı"ni değiştirmedikimizi varsaymış oluyoruz.

Şimdi kuantum teorisine dönelim. Burada bilindiği gibi dalga-parçacık ayrımı ortadan kalkar. Işık dalgalarındaki $A(x,y,z)$ genliğinin aslında o noktada ışık parçacıkları (fotonlar) bulma ihtimali ile bir ilgisinin olduğu anlaşılır; buna karşılık elektronlar gibi "parçacıklar" da uygun şartlarda dalgalar gibi girişim olaylarına sebep olurlar. Bu girişime katılan genlik $\Psi(x,y,z,t)$ de elektronu bulma ihtimali hakkında bilgi taşır. Dalga-parçacık ayrımı artık ortadan kalktığı için bundan sonra A yerine hep Ψ sembolünü kullanacağız.

Artık kuantum mekaniğinin tuhaflıklarının kaynağını saptayabiliriz. $\Psi(x,y,z,t)$ klasik dalgalar gibi bir lineer dalga denklemi sağlamasına ve bu yüzden de süperpozisyon ilkesine uymasına rağmen "ele gelir" bir titreşimi temsil etmez; Ψ sadece bir *ihtimal genliğidir*. Şimdi bunu açalım.

Ψ kuantum teorisinde kompleks sayı değerler alır. Nasıl $z=x+iy$ ($i^2=-1$) x ve y gibi reel ve sanal kısımlara sahipse, Ψ 'nin reel kısmı $\text{Re}\Psi$, sanal kısmı da $\text{Im}\Psi$ ile gösterilir. Her kompleks sayı gibi, Ψ 'nin de $\text{Re}\Psi-i\text{Im}\Psi$ şeklinde yazılan bir eşleniği Ψ^* vardır. Ψ 'nin reel ve sanal kısımları x ve y koordinatları gibi düşünülürse, bu iki boyutlu Ψ vektörümüzün "uzunluğunun karesi" $(\text{Re}\Psi)^2 +$



Şekil-1 Ekranındaki aydınlık bölgeler fotonların isabet ettiği yerleri gösteriyor.

Üst yarıktan çıkan dalganın tepe noktası P'de alt yarıktan gelenin dip noktasına rastlarsa, bu defa da hiç enerji gelmediğinden karanlık bir çizgi ortaya çıkacaktır. Bu girişim (interference) olayının okuyucularımızın çoğu tarafından bilindiğini varsaysak da, bunun olabilmesi için çok önemli bir şartı hatırlatmakta yarar var: İki yarıktan gelen iki dalga *koherent* olmalı, yani aralarında zaman içinde değişmeyen kararlı bir faz farkı bulunmalıdır. Tersisi olursa, yani faz farkı zaman içinde gelişigüzel değişirse, P'de iki dalga bazen $4A^2$, bazen 0, bazen de bunların aralarında değerler ve-



birler. Bunların zaman ortalamaları da $2A^2$ olur ki, bu da iki dalganın enerjilerinin basit toplamına karşı gelir. Böyle dalgalara *inkoherent* veya *dekoherent* denir.

Şimdi bir de ihtimal hesabına dayanan klasik istatistiksel fiziğin bazı kavramlarını ele alalım. Burada termodinamik denge durumundaki (yani tekdüze bir yoğunluk, basınç, sıcaklık dağılımı v.s. şartlarında) birçok mikroskopik parçacığın davranışı ile ilgilenilir. Örneğin atmosferik basınç ve normal oda sıcaklığında ortaboy bir odada 10^{29} veya 10^{30} azot ve oksijen molekülü vardır ve bun-

$(\text{Im}\Psi)^2 = \Psi^*\Psi$ olacaktır. Bir parçacığı uzayda (x,y,z) noktasında bulma ihtimali işte bu $\Psi^*(x,y,z)\Psi(x,y,z)$ ifadesi ile orantılıdır. Bir çift yanklı girişim deneyinde ekranda görünen aydınlık saçaklar aslında orada parçacık bulunma ihtimalinin, yani $\Psi^*\Psi$ 'nin büyük olmasından kaynaklanır.

Peki, Young deneyini nasıl açıklayacağız? Bu deneyde tek bir foton frekansı, yani tek bir foton enerjisi kullanıldığı için $\Psi^*\Psi$ nerede büyükse oraya daha çok foton gelecek, her biri aynı miktarda enerji bırakacak ve aydınlık bir saçak oluşacaktır. Bu da eskiden yaptığımız gi-

bi A^2 'yi enerji dağılımı olarak yorumlamakla aynı sonucu verecektir.

Şimdi tuhaflık bunun neresinde diye sorabiliriz. Tuhaflık ihtimalle direkt ilgili olan $\Psi^*\Psi$ 'lerin değil, Ψ genliklerinin toplanmasında. Klasik dalgalarda gördüğümüz basınç, elektrik alan şiddeti, v.s. gibi yorumlanabilen genliklerin aksine, Ψ 'nin kendi başına bir yorumu yok. Öbür taraftan, bir dalga denklemi sağlayan, süperpoze edilen büyüklük ise ihtimal yoğunluğu olarak yorumlanabilen $\Psi^*\Psi$ değil, böyle bir yorumu olmayan Ψ ! Klasik dalga fizikinde genliklerin toplanıp girişime yol açmaları da,

klasik istatistik mekanikte ihtimallerin girişimsiz olarak toplanmaları da bilinen şeyler. Burada yepyeni olan, ihtimal genliklerinin toplanıp bir cins "ihtimal girişimi" doğurmaları.

Şimdi bu gözlemleri çift yarı deney çerçevesinde somutlaştıralım. Üst yarıyı kapatırsak zamanla ekranda birer birer iz bırakan çok sayıda parçacık Şekil 2'de gösterilen dağılımı meydana getirirler. Bu dağılıma $P(\text{alt})$ diyelim. Aynı şekilde, alt yarıyı kapatırsak $P(\text{üst})$ dağılımını buluruz. Bu dağılımların dikkatli incelendikleri zaman sürekli görünmediklerini, tek tek parçacıkların ekrana

Kuantum Teorisine Mucitlerinden İtirazlar

Cihan Saçlıoğlu

Fizik tarihinde bazen bir fikri ortaya atan insanların sonradan bunun getirdiği gelişmelerden memnun olmadıkları, veya orijinal fikirlerini başkaları tarafından benimsenmeyen bir çerçevede yorumlamakta ısrar ettikleri görülmüştür. Örnek olarak Newton'un girişim halkaları deneyini gerçekleştirmesine ve çeşitli renklerin dalga boyu oranlarını doğru olarak hesaplamasına rağmen dalga teorisini eleştirmesini, Faraday'ın kısmen kendi deneylerinden kaynaklanan Maxwell denklemlerini fazla matematiksel bulmasını, Maxwell'in ise denklemlerinden çıkan dalgaları illa da mekanik bir modelle açıklamak istemesini gösterebiliriz. Fakat Kuantum Mekanikine temel katkılar yapmış çok sayıda önemli fizikçinin sonradan teoriye çeşitli şekillerde cephe almaları özellikle dikkat çekicidir.

Enerji kuantumu fikrini 1900 senesinde ilk ortaya atan ve kendi adını taşıyan sabiti ölçerek fiziğe sokan Max Planck, Einstein'ın bu fikri bir doğru adım daha ileri götürerek fotonları ortaya atmasını 1913 senesinde bile hâlâ kabul edememişti. Teorideki sonraki gelişmelerle de fazla bir ilgisi olmadı.

Einstein'ın kuantum teorisinin şekil almasına son derece önemli katkıları oldu: Foton kavramını ortaya attı. L. de Broglie'nin parçacık-dalga ikiliği fikrini destekledi, kuantum teorisi ile katıların özgül ısılarını hesapladı, Bose-Einstein özdeş parçacıklar istatistiğini geliştirdi, kuantum geçişlerine dayanan ve lazerlerin temel prensiplerini ortaya koyan bir makale yazdı ve hatta Max Born'a göre kuantum teorisinin ihtimaller cinsinden yorumunu bile ilk öneren kişi oldu. Buna rağmen 1928'den itibaren teorisinin aldığı son biçimi eleştirmeye başladı. Eleştirisi ilkönce teoride bir iç tutarsızlık bulmaya yönelikti; bu yöndeki eleştirileri özellikle Niels Bohr tarafından tatmin edici şekilde yanıtlanılmamıştı. Bundan sonra kuantum teorisinin deneysel yünden başarısızlığı bulunmasa da veya bir iç tutarsızlığı olmasa da eksik bir teori olduğunu ve "objektif gerçeklik" felsefi görüşüne uyan başka bir

teori içinde yer alacağını iddia etti. Böyle yeni bir teori bulmaktaki gayretleri sonuç vermese de eleştirileri, özellikle de meşhur Einstein, Podolsky ve Rosen (EPR) makalesi, kuantum teorisinin şaşırtıcı yanlarını açıkça sergilemek bakımından çok yararlı oldu.

Louis de Broglie meşhur $E = h\nu$ (parçacık enerjisi eşittir Planck sabiti kere dalga frekansı) ve $p = h/\lambda$ (parçacık momentumu eşittir Planck sabiti bölü dalgaboyu) denklemlerine yeni bir yorum getirdi. Einstein ve Compton bu denklemleri "sağdan sola okuyarak" ν ve λ ile tarif edilen ışık dalgalarına E ve p gibi parçacık özellikleri atfetmişlerdi. L. de Broglie bu defa aynı denklemleri "soldan sağa okuyarak" bu defa enerji ve momentumu belli olan elektron gibi parçacıklara bir frekans ve dalgaboyuna sahip dalgalar bağladı. Davisson ve Germer'in deneyleri bu dalgaların girişime sebep olacak kadar gerçek olduğunu gösterdi. Bu dalgalar kuantum teorisinin Kopenhag yorumunda da yer aldığı halde, de Broglie farklı, "pilot dalga" dediği bir yorum ileri sürdü. Bunun ilk şekli Wolfgang Pauli ve başkaları tarafından şiddetle eleştirildi; fakat David Bohm 1950'lerde pilot dalga kavramını içeren, ama aynı zamanda yerel olmayan etkileşimler içeren bir teori geliştirebildi. Bu teori şu anda fizikçilerin büyük çoğunluğunca kabul görmüş değil.

Kuantum mekaniğinin temel dalga denklemini yazan Erwin Schrödinger de sonraki yorumları kabullenemeyenler arasındadır. Schrödinger Ψ 'nin uzayda gerçek anlamda yayılmış bir yoğunluğu (örneğin elektrik yükü) temsil ettiği görüşünde idi. Örnek olarak tek boyutlu bir "kutuya" konulmuş, yani $0 \leq x \leq L$ arasına hapsedilmiş bir parçacık için Schrödinger denklemini çözersek, aynen iki uç sabit tutulan bir teldeki dalga şekillerini buluruz: en alt enerjili dalga fonksiyonu iki uç arasına yarım bir dalga, bir sonraki tam bir dalga, daha üstü birbuçuk dalga görünümündedir. Schrödinger parçacığın noktasal olmayıp kutu içinde bu dağılımlara uygun bir şekilde "sıvıyaştığı" görüşünde idi. Kopenhag yorumunda ise yeri arandığı zaman par-

çacık her seferinde belli noktalarda bulunacak, bu noktaların toplamı $\Psi^*\Psi$ 'ye karşı gelecektir. Bohr ve diğer Kopenhag ekolü fizikçileri Schrödinger'e görüşünün özellikle birden fazla parçacık içeren problemlerde savunulamaz olduğunu kabul ettirdiler, zira iki parçacıklı bir problemde altı boyutlu bir uzay ortaya çıkıyor ve yük gibi gerçek bir fiziksel dağılımın böyle bir uzayda anlamı kalmıyordu. Sonuçta Schrödinger teoriden (gelişmesine katkıda bulunduğuna pişman olduğunu söyleyecek kadar!) soğudu. Bundan sonra o da Einstein gibi teorisinin "mantıksızlığını" çarpıcı biçimde ortaya koyacak örnekler aramaya koyuldu. 1935'de ortaya koyduğu "Schrödinger'in kedisi" adı ile anılan düşünce deneyi bunların en ünlüsüdür.

Schrödinger'in Kedisi:

Sağlıklı bir kediyi hava alabilen bir kutunun içine koyalım. Kutuda bir zehirli gaz şişesi bulunsun ve bu gazın şişeden salınmasını sağlayacak mekanizma, bozunma yarı ömrü 1 saat olan bir radyoaktif parçacık ile kontrol edilsin. Bu mikroskobik parçacığın davranışını ancak kuantum mekaniği ile ifade edebiliriz, fakat şimdi makroskobik bir sistem olan kedinin kaderi de artık parçacığın davranışına bağlanmış oluyor. Schrödinger'in iddiasına göre 1 saat sonunda kedinin canlı ve ölü olma ihtimalleri eşit olduğundan, dalga fonksiyonu

$\Psi(\text{kedinin durumu}) = \Psi(\text{canlı kedi}) + \Psi(\text{ölü kedi})$ şeklinde olmalı. "Bertlemann'ın çorapları" hikâyesinin kuantum teorisinde ne şekil aldığını hatırlayalım: Yukardaki denkleminin anlamı da "ya bozunma oldu ve kedi öldü, ya da olmadı ve kedi hayatta" gibi objektif iki ihtimali ifade etmekten ibaret değil. Schrödinger'in analizi doğru ise, kuantum teorisi (birisi bakıp durumu bu iki seçeneğe birine indirgeyene kadar) kedinin iki durumunun yanyana bulunduğunu söylüyor. Schrödinger bu kadar mantraya zıt bir teorisinin düzeltilmeye muhtaç olduğu sonucuna varıyor. Buna karşılık birçok fizikçi (Hawking, Gell-Mann ve başkaları) bu problemin yapay olduğu görüşündeler.

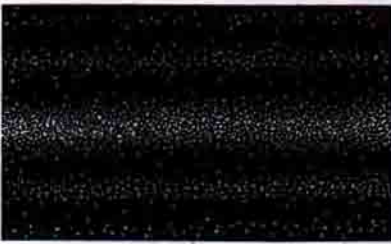


vurmalarından gelen bir granüler yapı gösterdiklerini vurgulayalım.

Şaşırtıcı olan, iki yarıkta da açık bırakırsak elde edeceğimiz $P(\text{alt}+\text{üst})$ dağılımının $P(\text{alt})+P(\text{üst})$ olmamasıdır! $P(\text{alt}+\text{üst})$ dağılımı bilinen çift yarık aydınlık-karanlık saçaklar dizisini vermektedir; bunun sebebi de $\Psi(\text{alt})$ ve $\Psi(\text{üst})$, yani alt ve üst yarıklardan ekrana ulaşan genlikler arasındaki girişimdir. Kabaca $P(\text{alt})=\Psi^*(\text{alt})\Psi(\text{alt})$ ve $P(\text{üst})=\Psi^*(\text{üst})\Psi(\text{üst})$ dersek, $P(\text{alt}+\text{üst})=(\Psi^*(\text{alt})+\Psi^*(\text{üst}))(\Psi(\text{alt})+\Psi(\text{üst}))$
 $= P(\text{alt})+P(\text{üst})+\Psi^*(\text{üst})\Psi(\text{alt})+\Psi^*(\text{alt})\Psi(\text{üst})$ (1)
buluruz. Son iki terim -ki bunlar önce genliklerin toplanıp, sonra karelerin alınmasından gelmektedir- girişimin kaynağıdır ve bunların kendi başlarına birer ihtimal olarak yorumlanmaları mümkün değildir.



Şekil-2 a) Üst yarığın kapatılması ile elde edilen $P(\text{alt})$ dağılımı ekranda alt yarığın karşısına gelen noktalardan oluşur. $P(\text{üst})$ de, üst yarık karşısına düşen benzer bir dağılımı verir.



Şekil-2 b) İki yarığın açık olması ile elde edilen $P(\text{alt} + \text{üst})$ dağılımında ekrandaki noktalar aydınlık ve karanlık saçaklar oluştururlar. $P(\text{alt} + \text{üst})$, $P(\text{alt})$ ve $P(\text{üst})$ 'ün toplamına eşit değildir.

Bu noktada "Ne yapalım, madem bu teori deneyle uyuyor, teoriyi öğrenip uygulamaktan başka çaremiz yok" diyerek konu üzerinde daha fazla kafa yormamaya karar verebiliriz. Birçok fizikçinin yaptığı budur, bunda da yanlış bir şey yoktur. Buna karşılık, aralarında kuantum teorisinin oluşmasına en temel katkıların bazıları yapılmış Planck, Einstein, de Broglie ve Schrödinger de bulunan bir çok fizikçi, teorisinin deneysel başarılarını reddetmemekle beraber, son şekilden rahatsız olmuşlardır. Burada bu rahatsızlığın kökenlerini ortaya çıkarmaya çalışacağız.

Einstein önce kuantum mekaniğinin tutarsızlığını ispat etmeye uğraştı, fakat Bohr'un başını çektiği Kopenhag ekolü fizikçileri çeşitli itirazlarına tatmin edici cevaplar verdiler. Bunun üzerine Einstein eleştirilerini teorisinin "objektif gerçeklik veya realizm" kavramları ile çelişir gözükmesi ve relativite teorisinin ruhuna uymaz görünen "ani, hayaletvari, yerel olmayan etkileşimler" içermesi noktalarında yoğunlaştırdı. Böylece teorisinin tutarlılığını ve deneysel yönden başarılı olduğunu kabul ediyor, fakat sağduyuya aykırılığından dolayı ancak geçici nitelikte bir teori olabileceğini iddia ediyordu.

Einstein'in itirazlarını çift yarık deneyi çerçevesinde tartışabiliriz. İki yarık birden açık olduğu zaman elde edilen sonuç, yani $P(\text{alt}+\text{üst})$ girişim saçaklarının, $P(\text{alt})+P(\text{üst})$ sonucunda eşit olmaması, "parçacık aslında biz baksak da bakmasak da ya alttan ya da üstten geçti" şeklindeki çok mantiki görünen "objektivist" veya "realist" felsefi tutumun kuantum mekaniğine, ve daha beteri, tabiatın davranışına ters düştüğünü göstermektedir. Kuantum mekaniği ile sağduyumuz arasında bir problem olabilir ama tabiatla kuantum mekaniği arasında bir problem görünmemektedir.

Şimdi bu eşitsizliğin nereden doğduğuna tekrar bakalım. Gördüğümüz gibi, bunun kaynağı (1) denkleminin sağ tarafındaki son iki terimdir. Bunlar parçacığın alttan ve üstten geçme ihtimal genlikleri arasında bir girişim ifade etmektedir. Fakat fiziki olarak birbirleri ile girişim

şeyler nedir? Akla şöyle bir cevap gelebilir: "Deneyde herhalde bir parçacık akışı vardır ve etkileşimler aynı anda biri üst, biri alt yarıkta geçen iki parçacıktır." Bu yanıtın yanlış olduğunu deneyi aşağıdaki gibi yaparak gösterebiliriz. Deney aletlerimizden 10,000 tane üretelim ve deneyi dünyanın tamamen farklı yerlerinde ve farklı zamanlarda tekrarlayalım, yalnız bunların her birinde sadece bir tek parçacık ekrana ulaşınca deney dursun. Her ekranda farklı ve gelişigüzel gibi görünen yerlerde bir tek noktasal iz göreceğiz; fakat bu ekranlar üstüste konulursa noktasal izlerin toplamı çift yarık girişim saçaklarını ortaya çıkaracak (buna benzer deneyler gerçekten yapılmıştır). Her deneyde birtek parçacık kullanıldığına göre, bir anlamda parçacığın kendisi ile girişim yaptığını kabullenmek zorundayız. Böylece iki yarık da açık olunca birtek parçacık için bile "hangisi olduğunu bilemesek de iki yarıkta birinden geçti" görüşü geçerli değil. Ayrıca Einstein'ı rahatsız eden "iki ayrı bölge arasında hayaletvari etkileşim" de iki yarık arasında gerçekleşmiş görünüyor. Okuyucunun aklına gelebilecek bir soruyu yanıtlayalım: Bu "etkileşim" ile fiziki bir sinyal gönderilmesine kuantum mekaniği izin vermiyor; yani relativite teorisine bir çelişki yok.

Kuantum Teorisinin ve Kopenhag Yorumunun Ana İlkeleri

Şu sırada dünyanın her yerinde standart bir kuantum mekaniği dersinde Niels Bohr'un lideri olduğu Kopenhag ekolünün aşağıda özetlenen ilkeleri öğretilmektedir:

(I) Makroskopik fiziksel sistemler klasik fizik kuramları ile, mikroskopik sistemler ise kuantum fiziği kanunları ile tasvir edilir. Genelde gözlemler için kullanılan deney aletleri makroskopik boyutta olduğu için, bunların klasik fiziğe uydukları kabul edilir.

Burada "mikroskopik" ve "makroskopik" bölgeler arasında kesin, kantitatif bir sınır belirlenmemiştir. Yalnız Bohr'un "correspondence" prensibi kuantum sayıları büyüdükçe kuantum davranışın klasik yasalarla gitgide daha iyi uyduğunu öne sürer.

(II) Bir mikroskopik sistemin her fiziksel durumuna (klasik mekanikte bir parçacığın durumu pozisyon ve momentumunun değerlerini vererek belirlenir) karşı gelen bir dalga fonksiyonu Ψ vardır. Bu dalga fonksiyonu

sonsuz boyutlu bir uzayda (Hilbert uzayı) bir vektör olarak düşünülebilir. Bu vektör yapısı daha önce gördüğümüz iki boyutlu (reel ve sanal eksenler) vektör özellikleri ile karıştırılmamalıdır.

(III) $P=\Psi^*(x,y,z)\Psi(x,y,z)$ parçacığın uzayda (x,y,z) noktasında bulunma ihtimali ile orantılıdır. Parçacık uzayda bir yerde bulunduğu için bütün ihtimaller toplanınca, yani P bütün uzay üzerinden entegre edilince sonuç 1 çıkmalıdır. Böyle bir Ψ dalga fonksiyonuna "normalize edilmiş" denir.

(IV) Klasik fizikteki enerji, momentum, açısal momentum gibi değişkenler kuantum fiziğinde (II)'de bahsedilen sonsuz boyutlu vektörler üzerine etki eden (sonsuz x sonsuz) matrisler halini alırlar. Deneylerde ölçülen enerji, açısal momentum v.s. değerleri bu matrislerin özdeğerleridir (eigenvalue).

Bir örnek olarak açısal momentumun z-bileşeni L_z 'ye karşı gelen sonsuz mat-

risi düşünelim. Bir ölçüm L_z 'nin m gibi belli bir değerini veriyorsa, fiziksel durum bu özdeğere karşı gelen bir Φ_m ile verilmektedir; Φ_m vektörü L_z 'nin bir özvektörüdür. Bu durumda lineer cebirdeki gibi

$$L_z \Phi_m = m \Phi_m \quad (2)$$

bir özdeğer denklemi geçerlidir.

(V) K enerji, açısal momentum v.s. gibi bir fiziksel değişkene karşı gelen sonsuz bir matrisi, Ψ_n bir öz dalga fonksiyonunu, k_n de K'nın (sistem Ψ_n durumundayken) özdeğerini temsil etsin. Dalga fonksiyonlarının süperpoze edilebileceklerini daha önce görmüştük; bu ilkeyi kullanarak

$$\Psi = c_1 \Psi_1 + c_2 \Psi_2 + c_3 \Psi_3 + \dots \quad (3)$$

şeklinde yeni bir dalga fonksiyonu meydana getirebiliriz. Buradaki $c_1, c_2, c_3, \dots$ kompleks katsayılardır. Ψ normalize edilmişse, sistem Ψ durumunda iken K değişkeninin değeri ölçüldüğünde k_n değerinin bulunması ihtimali $c_n^* c_n$ ile

verilir. Teknik bir nokta: Farklı n'ler için Ψ_n 'lerin birbirlerine "dik" olduklarını varsayıyoruz.

(VI) Bir önceki maddedeki ölçüm k_n sonucunu verirse, bundan sonra dalga fonksiyonu Ψ_n haline gelmiştir; yeni çözümler artık kesinlikle k_n sonucunu verecektir. Dalga fonksiyonunun böyle bir ölçümle Ψ 'den Ψ_n 'e dönüşmesine "dalga fonksiyonunun yıkılması veya indirgenmesi" (collapse of the wave function) denilir.

(VII) Enerjiye karşı gelen H matrisinin dalga fonksiyonunun zaman (t) içinde değişimini belirlemek gibi özel bir rolü vardır. Bu

$$i\hbar (\partial\Psi/\partial t) = 2\pi H\Psi \quad (4)$$

şeklindeki Schrödinger denklemi ile ifade edilir. Burada $i^2=-1$, $\hbar$ = Planck sabitidir. Daha önce belirtildiği gibi, denklemde Ψ gerçekten lineer olarak yer almaktadır ve bu, çözümlerin süperpozisyonunu mümkün kılar. İlkeleri böylece

Einstein, Podolsky ve Rosen (EPR) Makalesi, Bell Teoremi ve Aspect'in Deneyleri

Cihan Saçlıoğlu

1935'deki meşhur EPR makalesininin ana fikrini David Bohm'un değiştirdiği şekilde (EPRB) anlatalım. Bunun için ilk önce bir parçacığın yörüngesel hareketinden bağımsız olarak sahip olduğu "spin" açısal momentumu hakkında bazı noktaları açıklamalıyız.

(i) Deneysel olarak bir parçacığın spini ile ilgili sadece iki büyüklüğü tutarlı olarak ölçebiliriz: spinin herhangi bir eksen (z diyelim) boyunca izdüşümü S_z 'yi ve spin vektörünün boyunun uzunluğunun karesi $S_x^2 + S_y^2 + S_z^2 = S^2$ 'yi. (Tabii burada bir deney bize hemen bir büyüklüğün karesini vermiyor ama bunu ölçümlerden dolayı olarak bulabiliriz).

(ii) S_z için deneysel olarak $\hbar/2\pi$ 'nin yarım veya tam sayı katlarında değerler bulunur; bu yüzden artık $\hbar/2\pi$ katsayısını açıkça yazmayacağız.

(iii) S^2 de s yarım veya tamsayı olmak üzere $s(s+1)$ değerlerini alır. Bir yukardaki anlayışla, $(\hbar/2\pi)^2$ faktörünü açıkça belirtmedik. Bir π mezonu için $s=0$, bir elektron için $1/2$, bir foton için 1 değerlerindedir; $s=2$ veya $5/2$ ve daha yüksek spinli parçacıklar da vardır.

(iv) S_z ancak s, s-1, s-2, ..., 1-s, -s şeklindeki $(2s+1)$ değerden birini alabilir.

Burada şunu vurgulamalıyız. Yukardaki sonuçlar kuantum teorisi ile uyum içindedir, fakat Bu teoriyi hiç bilmeden yapılacak dikkatli deneyler de bu sonuçları verecekti; yani teoriyi kavramsal bir girdi olarak tartışmamıza katmış değiliz. Artık EPRB "deneyini" ele alabiliriz.

Spini olmayan, yani $s=0$ özelliğinde bir parçacık düşünelim; ayrıca bu iki eşit kütleli $s=1/2$ parçacığa bozunabilir. İlk parçacık hareketsiz olsun. O zaman momentum korunumu dolayısı ile iki $s=1/2$ parçacığın zıt yönlerde eşit hızla hareket edeceğini biliyoruz. Ayrıca z eksenini herhangi bir yönde seçersek, toplam S_z de korunduğu için, sola giden parçacığın S_z değeri $+1/2$ ise, öbürünün de $-1/2$ çıkacağını kesinlikle biliyoruz. Eksenin yönünü değiştirsek, yeni bir z eksenine göre de iki sonucun (+ -)

veya (- +) çıkması kaçınılmaz. Böylece sol tarafta bir ölçüm yaparsak, bundan etkilenemeyecek bir konumda olan sağdaki parçacığın S_z değerini de belirlemiş oluyoruz.

Aslında buraya kadar tuhaf birşey yok gibi görünebilir. Hatta J.S. Bell bunu "Prof. Bertlemann'ın çorapları" adlı bir "kissa" ile karşılaştırarak gündelik terimlere tercüme ediyor. Bu profesör dalgın birisi ve her nedense her sabah bir ayağına kırmızı, öbürüne mavi çorap giyiyor. Profesörün bir duvarın arkasından geldiğini düşünelim. Duvarın bittiği yerde ilk göreceğimiz ayağında kırmızı çorap varsa, diğerinde mavi olacağı (ve bunun tersi) kesin. Üstelik herhalde hepimizin paylaştığı bir "objektiflik" veya "realizm" varsayımı var: Profesörün ayaklarını göremesek bile, örneğin sol ayağındaki çorap renginin gözlemimizden bağımsız olarak belirlenmiş olduğundan pek şüphe etmiyoruz. İlk bakışta yukarıda anlatılan deneyde de soldaki S_z değerini $+1/2$ (veya $-1/2$) bulunca, sağdakinin ölçüm bile yapmadan $-1/2(+1/2)$ olması gerektiği Prof. Bertlemann'ın çorapları hikayesinden farklı görünmüyor.

Farklılık z ekseninin yönü değiştirilince kendini gösteriyor. Her iki tarafta da parçacıkların hareket yönüne dik birer düzlemde üçer yön seçelim. Soldaki yönler z_1, z_2, z_3 ; sağdakilere ise z_1', z_2', z_3' diyelim. Soldaki birin-



Einstein ve Bohr, derin düşüncede

sıraladıktan sonra, şimdi birkaç açıklama yapalım.

(A) -Kuantum fiziğinde bir "indeterminizm" unsuru bulunduğu biraz da Einstein'ın meşhur "Tanrı'nın zar atmadığına eminim" sözü ile genellikle bilinir hale gelmiştir. Bu indeterminizm, yani belli bir hareket denklemi kullanarak geçmişteki şartlardan gelecekteki

deneyler için kesin bir sonuç çıkartamamak, (VII) numarada değindiğimiz Schrödinger denkleminde gelmemektedir. Aksine, bu denklem tamamen deterministik yapıdadır. Dalga fonksiyonunun zaman içindeki bu sürekli evrimine R.Penrose (J.von Neumann'dan farklı bir terminoloji kullanarak) U-süreci adını veriyor. Deterministik olmayan ise

(VI)'da adı geçen "dalga fonksiyonunun indirgenmesi" sürecidir; Penrose bunu ise R-süreci diye adlandırır. Önemli bir nokta, U-sürecinin kuantum teorisinin vazgeçilmez bir temel taşı ol-

masına rağmen, R-sürecinin Kopenhag dışı yorumlarda gerekli olmadığıdır.

(B) Şu anda bağlantı aşikar olmasa da, Kopenhag yorumunda (I) numaralı maddede değindiğimiz "deney aletlerinin makroskopik ve klasik fiziğe tabi olmaları" da (A)'daki meselelerle ilgilidir ve başka yorumlarda biraz farklı şekilde ele alınmaktadır.

(C) Yukarda anlatılan bütün teorik yapı, Kopenhag yorumunda tek bir kuantum sistemi (atom, elektron, çekirdek, v.s.) hakkında değil, birbirinin kopması olan bir özdeş sistemler koleksiyonu (ensemble) hakkında bilgi vermektedir. meselâ (V) madesindeki açılımda $\Psi = 3/5 \psi_1 + 4/5 \psi_2$, $c_3 = c_4 = c_5 = \dots = 0$ olsun. O zaman 1,000,000 sistemi Ψ durumuna koyar, sonra da herbirinde K değişkeninin değerini ölçersek, ortalama olarak 360,000 defa k_1 , 640,000 defa da k_2 değerini bulacağız, çünkü $(3/5)^2 \times 1,000,000 = 360,000$ 'dir.



lain Aspect

John Bell



ci (ikinci, üçüncü) eksen sağdaki birinci (ikinci, üçüncü) eksene paralel olsun. z_1 ve z_2 , z_2 ve z_3 , z_1 ve z_3 arasındaki açılara sırası ile θ_{12} , θ_{23} , θ_{13} diyelim.

Şimdi soldaki parçacığın S_z 'sini (z_1 , z_2 , z_3) yönlerinden birisi boyunca ölçerken, sağdaki-ninkini de bundan bağımsız olarak gelişigüzel seçtiğimiz (z_1' , z_2' , z_3') yönlerinden herhangi birisi boyunca ölçelim. Bu deneyi binlerce defa tekrarlırsak örneğin " z_1 yönünde $+1/2$, z_2' yönünde $+1/2$ sonucunun bulunma ihtimali" $P(z_1=+, z_2'=+)$ hakkında deneysel bir değer elde edebiliriz. Daha önce söylediklerimizden $P(z_1=+, z_1'=+) = P(z_2=+, z_2'=+) = P(z_3=+, z_3'=+) = 0$ ve $P(z_1=+, z_1'=-) = P(z_2=+, z_2'=-) = P(z_3=+, z_3'=-) = 1$ olması gerektiği bellidir.

"Objektif, yani gözlemden bağımsız gerçeklik" varsayımı doğru ise, deneyi binlerce defa tekrarlarken solda ve sağda çeşitli S_z değerlerinde bulunan parçacık oranlarını şöyle ifade edebiliriz: örneğin $f(+, -, -, -)$; yani " z_1 yönünde $+1/2$, z_2 yönünde $-1/2$, z_3 yönünde $+1/2$ değerlerini bulma ihtimali", 0 ile 1 arasında belli bir sayıya eşit olmalı; $f(+, -, -, -)$ ise muhakkak sıfır bulunmalı. Önce gördüğümüz

gibi S_{z_1} (+) ise, $S_{z_1'}$ değerinin (+) olamaması açısal momentum korunumundan ve toplam S_z 'nin başta sıfır olmasından kaynaklanıyor. Aynı sebepten dolayı $f(-, +, +, -)$, $f(-, -, -, +)$, v.s. de sıfır olmak zorunda.

Artık şu ilişkileri yazabiliriz:

$$\begin{aligned} P(z_1=+, z_2'=+) &= f(+, -, -, -) + f(+, -, -, +), \quad (1.a) \\ P(z_1=+, z_3'=+) &= f(+, -, -, -) + f(+, -, -, +), \quad (1.b) \\ P(z_3=+, z_2'=+) &= f(+, -, -, -) + f(+, -, -, +). \quad (1.c) \end{aligned}$$

Bütün f 'lerin pozitif olduğuna (oran oldukları için) ayrıca (1. a) ve (1. b) 'nin ikincisi, (1. a) ve (1. c)'nin birinci terimlerinin birbirlerine eşitliğine dikkat edelim. Öyleyse

$$P(z_1=+, z_2'=+) \leq P(z_1=+, z_3'=+) + P(z_3=+, z_2'=+) \quad (2)$$

sonucu çıkar. Bu meşhur Bell eşitsizliğinin bir özel halidir. Buraya kadar kuantum teorisine değil, sadece açısal momentum korunumu ve "objektif ihtimallerin toplanması" ilkelerini kullandık. Yapılacak iş, (2) neticesini deney ve kuantum teorisine karşılaştırmak. Alain Aspect grubunun deneylerinin sonuçları "sağduyu" açısından gayet şaşırtıcı. Bell eşitsizliği, yani (2), deneye uymuyor. Örneğin deneyde $\theta_{12} = 120^\circ$, $\theta_{13} = \theta_{23} = 60^\circ$ seçilirse (z_3 eksenine z_1 ve z_2' 'nin tam arasında alınırsa), kuantum mekaniği ve deney (ölçme hassasiyeti dahilinde) $P_{12} = 3/8$, $P_{13} = P_{23} = 1/8$ değerlerinde anlaşılıyorlar. Öte yandan, 3 sayılı 1 + 1'den küçük olmadığına göre (2) denklemi bu değerlerce sağlanmıyor! Açısal momentum korunumu gibi gayet temel, deneyle doğrulanmış bir fizik ilkesinden vazgeçilemeyeceğine göre (zaten vazgeçersek Bell eşitsizliği de tamamen değişecek), çok temel gibi de görülsün "gözlemden bağımsız fiziksel gerçeklik", yani "objektivite/realizm" varsayımımızdan vazgeçmemiz gerekiyor.

Aslında objektiviteyi bir başka çok sevimsiz bedel karşılığında kurtarmak mümkün; bunu sağlayan teori D. Bohm tarafından geliştiril-

di. Soldaki ve sağdaki parçacıkların hemen bulunma anında objektif spin durumlarına yerleşip etkileşmeyi kesmeleri yerine, (aralarındaki relativiteye göre sinyalleşmeye izin vermeyen mesafeye karşı) relativite dışı, yerel olmayan (non-local) etkileşmelerde bulunmalarına izin verilirse, deneye uyan bir sonuç elde etmek mümkün. Fakat böyle etkileşmeleri hatırlatan ilişkilerin kuantum teorisinde bulunması (kimse bu yolla ışık hızından daha hızlı mesaj gönderilebileceğini iddia etmiyor, o yüzden kuantum teorisinde bunlar gerçek bir etkileşme değil, fakat Bohm teorisinde gerçekten bu hale geliyorlar) başta Einstein'ı özellikle rahatsız eden ve EPR makalesini yazmaya yönelten unsurdur.

Özet olarak, deneyler tabiatın bizim sağduyumuza değil, kuantum mekaniğine uyduğunu gösteriyor. Bertlemann'ın çorapları hikayesine dönersek, bu, Profesör duvarın arkasında iken çoraplarının renklerinin gözlemden önce belirlenmediği; örneğin sol ayakta mavi ve kırmızı çorap bulma ihtimallerinin henüz bir sonuca ulaşmamış şekilde birlikte canlı bulunduğu, belirli bir rengin ancak gözlemcinin müdahalesi ile ortaya çıktığı şeklinde inanılmaz bir tasvire karşı geliyor.

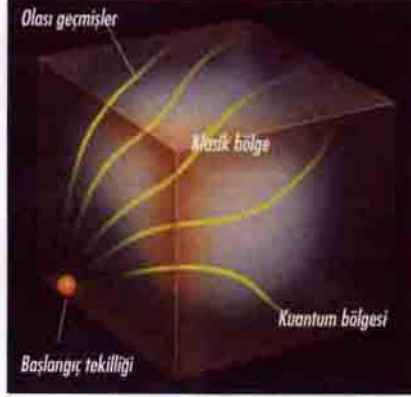
Belki bu noktada neden Bohr'un Prof. Bertlemann gibi makroskopik sistemleri kuantum teorisinin dışında tutmak istediğini daha iyi anlayabiliriz. tabii bu da klasik/kuantum tasvirler arasında çizginin nerede ve nasıl çekileceği cinsinden sorulara yol açıyor. Bunları yanıtlamaya çalışan H. Everett, M. Gell-Mann, J. Hartle ve R. Penrose gibi fizikçilerin ortaya koydukları "çözüm yolları" ise ya felsefi yönden daha da şaşırtıcı görüşler içeriyorlar, ya da kesin bir çözüm getirecek kadar geliştirilmiş değildir.

Çeşitli Yorumlar ve Bunların Eleştirileri

Kopenhag Yorumu:

Daha önce belirttiğimiz gibi, standart Kopenhag yorumunda gözlenen mikroskopik sistemler için kuantum teorisinin, makroskopik gözlem aletleri için ise klasik fiziğin geçerli olduğu varsayılır. Bu teori ve yorum uygulandığı bütün atomik, moleküler, çekirdek fiziği vs. gibi problemlerde deneyle tam bir uyum içinde. Buna karşılık, Bohr'un da açıkça "Objektif kuantum gerçekliği diye birşey yoktur, sadece bir kuantum tasviri vardır" şeklinde ifade ettiği görüşü pek tatmin edici bulmayan ünlü fizikçiler uzunca bir liste meydana getiriyor. Eleştiriler ayrıca genellikle iki nok-

ta üzerinde yoğunlaşmakta: (I) madde- sinde kullanılan mikroskopik-makrosko- pik sistemler ayrımı nasıl daha belirli hale getirilebilir? Makroskopik sistemler için uygun olan klasik fizik kanunları kuantum teorisinden nasıl çıkartılır? Klâsik ve kuantum teori arasında belirli



bir sınır noktası var mıdır, varsa nerededir? (VI) maddesindeki "dalga fonksiyonunun indirgenmesi" (R-süreci) mekanizması belirsizlikler içermekte, ayrıca da üzerinde epeyce durduğumuz "objektif gerçeklik" kavramının kuantum seviyesinde ortadan kalkmasına yol açmaktadır.

Everett Yorumu:

Hugh Everett'in 1957'de ortaya attığı bu yorumda temelde makroskopik-mikroskopik ayrımı yapılmadan herşeyin davranışı Schrödinger denklemini sağlayan bir dalga fonksiyonu ile, yani kuantum kanunları ile ifade edilmektedir. Böylece üzerinde gözlem yapılan atomik sistem de, gözlem sonuçlarını kaydedecek "makroskopik" aletler de, biz de kocaman bir dalga fonksiyonu

Kuantum Kozmolojileri

Tekin Dereli
ODÜ Matematik Bölümü

Bir bilim dalı olarak kozmolojinin amacı evrenin büyük ölçekli yapısını gözlemlerle belirlemek, bu gözlem sonuçlarını bilinen fizik yasalarıyla açıklamaktır. Kapsamı geniş ve bilgi sınırlarımızı zorlayan bir konu olduğu açık. Nedenleri: 1) Gözlem ufkumuzun sınırlı oluşu. Evrenin pek küçük bir bölgesini gözlemleyebildiğimizden kuşku yok. 2) Bu kapsamda bile yeryüzünde bulunup, deneylerle kanatlanmış fizik yasalarını geçerlilik sınırlarının en ucundan da öteye genişletmek zorundayız. Konumuz olmayan gözlemsel kozmolojiyi bir yana bırakırsak kuramsal kozmolojinin ana uğraşı kısıtlı bir veri tabanından hareketle, olabildiğince az sayıda varsayım yaparak, olabildiğince çok gözlemlerle kanıtlanabilir öngörü elde edilmektir. Kozmolojinin temel varsayımları nelerdir? kısaca tartışalım.

1) Evren üç boyutlu bir metrik afin uzaydır.

2) Relativite teorisindeki nedensellik ilkesini sağlayan bir zaman değişkeni ile evrenin evrimi tarif edilebilir.

4) Evrendeki madde dağılımı "büyük" ölçekte homojen ve izotropiktir.

Biz bu son varsayıma "Kozmoloji İlkesi" adını vermekteyiz. Bu ilkeyi açıklamak gerek. Çünkü evren daha küçük ölçeklerde hiç de homojen bir yapıda değildir. Uzayda yıldızlar, yıldız takımları ve galaksiler gibi büyük boşluklarla ayrılmış çeşitli boy ve şekillerde kütle yoğunlaşmaları görülmektedir. Böylesine karmaşık bir madde dağılımını anlaşılır kılmak için idealleştirmeye gidiyoruz: Evreni tüm uzaya düzgün olarak dağılmış hareketli nokta parçacıklardan oluşmuş kabul ediyoruz. Güneş site-

mimizdeki bir gözlemci, bu yaklaşımla uzayı hangi yönüne bakarsa baksın aynı dağılımı algılamaktadır. (izotropluk=yönden bağımsızlık). Güneş sistemimizin uzayda özel bir konumu olmadığını biliyoruz. Öyleyse izotropluk, uzayda herhangi bir diğer gözlemci için de doğru olmalıdır. Bu ise evrenin homojenliği demektir. Ancak dinamik bir evrenin homojenliğini tanımlamak, statik bir evrenin homojenliğinden çok daha zordur. Homojenliği kısaca, uzayın bir alt bölgesindeki madde dağılımının herhangi diğer benzer bir alt bölgesindeki dağılıma eşdeğer olması diye tanımlasaydık aklımıza hemen "ne zaman?" sorusu gelecekti. Örneğin, Güneş sistemimizde gözlenen madde dağılımının zaman içinde aynı kalmadığını bilmekteyiz. Bu durumda homojenlik tanımını şöyle yapacağız: Bir gözlemcinin evrensel gözlemlerinin tümünün oluşturduğu küme, diğer bir gözlemcinin evrensel gözlemlerinin kümesine eşdeğerdir. Bu tanımın en önemli sonucu, bir kozmik zaman ölçeğinin varlığını gerektirir. Kozmolojik ilke ile beraber kozmik zamanın varlığını kabul ettiğimizde, dört boyutlu uzay zamanın metriği belirlenmiş olur. Bu metrik hem Newtonsal, hem de relativistik kozmoloji modellerinin inşasında kullanılabilir. Uzayın genişleme faktörü $R(t)$, modeli belirleyen alan denklemlerinin çözümüyle bulunacaktır. Ancak $R(t)$ 'nin kendisi gözlemlerle ölçülemez. Gözlenen parametreler R ve R 'nin türevlerinin bugün ölçülen değerleri cinsinden bulunurlar: R'/R Hubble parametresi ve $-RR''/R'^2$ ivme parametresi ilginçtir.

Genel relativite teorisinde gravitasyon alanlarının sağladığı Einstein denklemlerinin kozmolojik çözümleri dehe 1921'de Rus matematikçisi Alexander Friedman tarafından bulunmuştur. Friedman modelleri diye bilinen bu kozmolojik çözümlerin tümünde evren evrimine $t=0$ başlangıç anındaki gerçek bir uzay-zaman tekilliğinden başlamaktadır. Kapalı uzaylar, belli bir zaman sonunda büzülme başlayarak tekrar bir uzay-zaman tekilliğine ulaşacaklardır. Açık uzaylar ise, sonsuza kadar gen-

leşmelerini sürdüreceklerdir. Amerikalı astrofizikçi Edwin Hubble'in gözlemleri, 1930'larda düze çok yakın bir genişleyen evrende yaşadığımızı ortaya koydu. Friedmann ve Hubble'dan çok daha sonra 1970 yılında İngiliz fizikçileri Roger Penrose ve Stephen Hawking; uzay-zaman tekilliklerinin, madde dağılımı üzerine çok genel ve makul varsayımlar altında Einstein teorisinin kaçınılmaz bir sonucu olduklarını kanıtlamışlardır. Başlangıç tekilliğinde madde yoğunluğu sonsuza gitmektedir. Bu davranışın yorumu, evrenin bir başlangıç anında bir noktadan patlayarak genişlemeye başladığı ve çeşitli evrim fazlarından geçerek bugün gözlenen genişleyen evren fazına ulaştığıdır. Evrenin zaman içerisinde evrimi hangi fazlardan geçmiştir? Standart kozmogoni modeline göre erken evrim fazlarında evren ışıma doluyken daha sonra madde ile dolmuş ve daha yavaş genişlemeye başlamıştır. 1970'de gözlenen 2.7°K 'lik evrensel fon ışıması, bu senaryonun kanıtı olmuştur. Ancak senaryonun olası daha da erken fazlarında, temel parçacık fiziğinin öngörülerine uygun olarak bazı değişiklikler yapmak gerekmiştir. Son yıllarda, evrenin önce sir üstel genişleme fazından geçerek, bilinen Friedmann fazlarına ulaştığı kabul edilmektedir. Bu tür senaryolara enflasyonel modeller adı verilir. Böylece evrenin yapısını anlamaya yönelik, yani 10^{28} cm mertebesinde gözlemlerle uğraş veren astrofizik ve kozmoloji ile temel parçacıklar ve etkileşme kuvvetlerini anlamaya yönelik, yani 10^{-23} cm mertebesinde gözlemlerle uğraş veren yüksek enerji fiziği aynı bir konu üzerinde birleşmiş oluyorlar. Kuramsal kozmoloji modelleri evrenin evrimi senaryolarını oluşturmak için parçacık fiziğinin son buluşlarından esinleniyor. Yüksek enerji fizikçileri ise, hızlandırıcı deneylerinde kanıtlanmaları yakın bir gelecekte olanaksız gözükken büyük birleştirme teorilerinin gözlemsel kanıtlarını kozmolojide arıyorlar. Parçacık fizikçilerinin araştırmaları pek çok ilginç soruyu gündeme getirdi.

içinde zaman evrimimizi (4) denklemine göre yaşamaktayız. Bu, (3)'deki gibi ψ_1 , ψ_2 , ψ_3 vs'nin süperpose edilmesinden elde edilmiş olabilir. Bir ölçüm yapıp belli bir sonuç çıkması artık dalga fonksiyonunun indirgenmesi, yani R-süreci ile ilgili değil. Bizim deney aletleri ile belli bir sonucu bulmamız dalga fonksiyonu içindeki terimlerden sadece birine, örneğin ψ_3 'e karşı geliyor. Bir başka terimdeki, örneğin ψ_2 'dekine karşı gelen sonucu bulan kendimizin kopyası gözlemciler ayrı bir dünyada hayatlarını sürdürüyorlar. Her gözlem böylece dalga fonksiyonunun yeni bir dallanmasına sebep oluyor ve bu büyük dalga fonksiyonu R-sürecine hiç uğramadan evrimine devam ediyor. Bu yoruma "çoğul dünyalar" yorumu da deniyor. örneğin bu

Schrödinger'in kedisi probleminde uygulanınca (3) denkleminin bir terimi gözlemcinin kutuyu açıp ölü kediyi, bir başka terimi canlı kediyi görmesine karşı geliyor. Roger Penrose'un bir eleştirisi şu: Nasıl oluyor da { (canlı kedi) + (ölü kedi) } kombinasyonunu da gören bir gözlemci ile karşılaşmıyoruz?

İlk bakışta çılgınca görünen bu Everett usulü kuantum mekanizmini herkeş bir eleştiri ile kesin bir şekilde çürütmek mümkün değil; buna karşılık yorum, bu hali ile benimsenmiş de değil. Everett yorumunu ciddiye almayanlar arasında "Bu teoriye gerçekten inanılanlar çok yüksek para karşılığında Rus ruleti oynamalılar, çünkü bu paralel dünyalardan birinde çok zengin olarak hayatta kalacakları kesin" diyenler de var.

J. Hartle ve M. Gell-Mann'ın Yaklaşımı:

Hartle ve Gell-Mann Kopenhag yorumunun yetersiz ve ancak yaklaşıtırm olarak geçerli olabilecek nitelikte olduğunu iddia ediyorlar. Fikirleri kısmen şöyle özetlenebilir. Kuantum teorisi temelde doğru ise, bütün evrene de bir bütün ola-



1. Tek bir evren mi var?
2. Uzay-zaman topolojisi basit midir, değil midir?
3. Kaç uzay boyutu vardır?
4. Evrensel sabitler G ve c gerçekten "sabit" midirler?
5. Evrendeki maddenin tümünü algılamakta mıyız?

Şu anda yukarıdaki soruların yanıtları üzerinde fazla bir şey bilmiyoruz ve bu yazıda zaten bu konular üzerinde durmayacağız. Bizim asıl üzerinde duracağımız; kuantum mekanizmi büyük patlama fikrine dayanan kozmogoni konusunda ne der? sorusudur. Bu soruya yanıt arayan modellere "kuantum kozmolojileri" adı verilmektedir. Bu modelleri inşa etmek için evrenin kendisi, evriminin ilk fazlarında kuantumlu bir sistem olarak ele alınmakta ve bir dalga fonksiyoneliyle (Fonksiyonel: fonksiyonların fonksiyonu) tarif edilmektedir. En basit kuantum kozmolojilerinde uzayın yarıçapı (yani, genişleme fonksiyonu $R(t)$) konum değişkeni, uzayın genişleme hızı (R'/R) ise momentum değişkeni gibi görünmektedir. Evrenin dalga fonksiyoneli belirlemek için Wheeler-De Witt denklemi adı verilen ve Schrödinger denkleminin benzer bir denklem çözülmektedir. Ancak Schrödinger dalga denkleminin farklı olarak, Wheeler-De Witt denkleminde bir evrim parametresi gözükmemektedir. Bunun getirdiği teknik zorluklar bir yana, bir de kuantum kozmolojisi fikrinden kaynaklanan yeni kavramsal sorunlar ortaya çıkmaktadır. Başlangıç tekilinin ve kara deliklerin varlığını gerektiren genel relativite teorisiyle, bu uç durumlarda geçerli olmasını beklediğimiz kuantum teorisinin nasıl bağdaşacağını bize söyleyecek kuantumlu gravitasyon teorisi adını vereceğimiz bir teori biliniyor olsaydı; bu teori kapsamında evrenin başlangıç tekilliğindeki davranışını da kara deliklerin kuantum ışmasını da açıklamakta bir sorunumuz kalmazdı. Ama tutarlı bir kuantumlu gravitasyon teorisi hala orta-da yok.

Kuantum kozmolojileri, bilinmeyen ama ileride bulunacağından kuşku duyulmayan bir

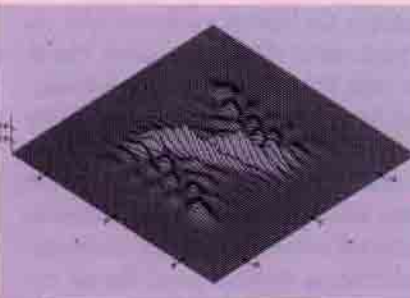
kuantumlu gravitasyon teorisinin hangi yeni niteliklere sahip olacağı konusunda ipucu verdikleri için önem taşıyorlar. Ayrıca kuantum mekanizminin yeni yorumlarına zemin oluşturdukları için de çok ilgi toplamaktalar.

Kuantum mekanizminin standart Kopenhag yorumunda gözlenen "mikroskopik" sistem, "makroskopik" bir ortam içinde bir alt sistem olarak ele alınır. Ölçüm süreci esas olarak gözlenen sistem ile çevresi arasındaki bir etkileşimle tanımlanır. Gözlenen içtidede, gözlemci dışarıdadır. Halbuki bir kuantum kozmoloji modelinde kuantumlanan sistem evrenin kendisidir. Gözlemci evrenin bir parçası olarak ele alınmalıdır. Gözleyen ve gözlenen arasında doğal bir ayırımı yapma imkanı yoktur. Bir gözlem yapıldığında tüm evrenin dalga fonksiyonu çöker mi? Bir geçişin olasılığı nedir? Kuantum mekanizminin standart yorumunda bu tür sorulara yanıt, çok sayıda eşdeğer sistem üzerinde aynı ölçüm yapıldığı gözlem olasılığı istatistiksel frekans dağılımıyla verilir. Örnek. N özdeş para ile aynı anda yazı-tura atılarak yazı gelme olasılığının 1/2 bulunması gibi. Halbuki kuantum kozmolojisinde evren tek bir kapalı sistemdir. Özdeş evrenler bulunabilir mi? 1957'de doktora hocası John A. Wheeler'in bir fikrini geliştirerek kuantum mekanizmine yeni bir yorum getiren Hugh Everett'e göre, evet, bulunur. Everett'e göre ölçüm süreci kapalı sistem

olan evrenin bir alt bölgesinin diğer bir başka alt bölgesiyle etkileşiminden ibarettir. Evrenin bir parçası diğer bir parçasını gözlerse ne "görür"; bu evrensel bir dalga fonksiyonu tarafından belirlenecektir. 1970'de kuantumlu gravitasyon teorileri kapsamında Bryce S. De Witt'in canlandırdığı bu yorumda dalga fonksiyonu çökmesi söz konusu olamaz; geçişler yumuşaktır. Ayrıca her ölçüm sonucu gerçek bir evrene karşı gelir. Gözlem süreci, paralel evrenler arasından birini seçmeye eşdeğerdir. Şu an içinde bulunduğumuz evren, başlangıç anından bu yana yapılan gözlemler dizisiyle çatalana çatalana ulaştığımız bir son evrendir. Diğer seçenekler de bizimkine paralel gerçek evrenler olarak bir yerlerde bulunmaktadır.

Bu yorum, doğruları ne kadar yansıtmaktadır, bunun tartışmasına girmeyeceğiz. Bizim için ilginç olan, Everett, Wheeler ve De Witt'in ilk kez kapalı sistemlerin kuantum mekanizmi konusuna eğilmiş olduklarıdır. 1990'da Nobel ödüllü fizikçi, kuarkların mucidi Murray Gell-Mann, yine bir genel relativiteci James Hartle ile birlikte kapalı sistemlerde iz integrali teknikleri kullanarak kuantum mekanizminin yeni bir yorumuna ulaştılar. Kuantum kozmolojileri nasıl evrimleşir? Yani "zaman" nedir? Bir kuantum kozmolojisinden klasik kozmolojiye nasıl geçilir? Bu sorulara yanıtlar Gell-Mann, Hartle yorumunda aranmaktadır.

Kuantum kozmolojileri dışında, istatistik fizik kapsamında kapalı sistemlerin kuantum mekanizmini 1984'de Robert Griffiths ele almıştır. Griffiths'in yaklaşımı Fransız fizikçisi Roland Omnès tarafından 1990'larda kuantum mekanizminin yeni bir yorumu düzeyine ulaştırılmıştır. Kuantum mekanizminin dekoherent geçmişler yorumu adı verilen bu yorum, kuantum kozmolojileri kapsamında Gell-Mann, Hartle yorumuyla çalışmaktadır. Ancak genelde farklılıklar söz konusudur. Omnès'in yorumunun Bohr'un kuantum felsefesiyle uyum içinde çıkması da çok anlamlı bir sonuçtur.



Bir kuantum kozmoloji modelinde klasik kozmolojiye geçiş

rak uygulanabilmeli. Özellikle de Büyük Patlama anında evren mikroskopik boyutlarda olduğuna göre, kuantum fiziği kullanılması gerekir. Evrenin bir "ilk an" dalga fonksiyonu olduğunu düşünürüz; bu fonksiyon zaman içinde Schrödinger'ininkine benzer bir denkleme göre evrimleşecektir. Gerçekten de Wheeler ve de Witt tarafından yazılmış böyle bir denklem var; prensip olarak da evrendeki her şey, yani başka galaksilerdeki atomlar, biz ve gözlem aletlerimiz, v.s. bunun içindeyiz. Şu halde Kopenhag ekolünün yaptığı gibi evreni "gözlenen mikroskopik sistem", "makroskopik gözlem aletleri ve gözlemciler" ve bu ikisinin dışında kalan, o an ilgilenilmeyen şeyler" diye ayırmak ancak bir yaklaşımla olarak geçerli olabilir, zira bütün bunlar birbirleri ile etkileşmektedirler. Ayrıca sadece bir tane evren bulunduğu için, normal kuantum mekaniği uygulamalarında olduğu gibi aynı deneyi milyonlarca defa tekrarlayıp ortalama sonucu kuantum teorisinden elde edilmiş teorik değer ile karşılaştırmak söz konusu değil.

Okuyucu herhalde bu öğelerin Everett yorumunda da bulunduğunu farketmiştir; nitekim Gell-Mann ve Hartle bu yorumu faydalı ve ilgiye değer bulduklarını belirtiyorlar. Buna karşılık, Everett'in "çoğul dünyalar" tablosu yerine, "farklı ihtimallere karşı gelen birçok değişik geçmiş"ten söz etmeyi tercih ediyorlar. Matematiksel yöntem olarak da dalga fonksiyonları yerine Feynman'ın iz integraleri yaklaşımını kullanıyorlar. Mikroskopik sistemlerden makroskopik sistemlere geçerken klasik objektif ihtimallerin ortaya çıkışı ise, koherent olmayan toplamlarda girişim terimlerinin birbirlerini yok etmeleri ile açıklanıyor. Örneğin Schrödinger'in kedisi örneğinde "canlı ve/veya ölü kedinin moleküllerinin çevre ile etkileşimleri iki senaryonun ihtimal genlikleri arasındaki girişim terimlerini ortadan kaldırır, böylece biz baksak da, bakmasak da kutunun içindeki kedi objektif anlamda ya ölü ya da canlıdır" deniliyor.

Gell-Mann ve Hartle kendi formülasyonlarının da kuantum teorisinin (ve özellikle de kullandıkları Everettvari yorumun) ortaya çıkardığı soruların henüz hepsine yanıt veremediğini itiraf ediyorlar.

Bohm-de Broglie Teorisi

Bu iki fizikçi 1950'lerde objektif gerçeklik ve determinizme uyan ve deneylerde de kuantum mekaniğinin başarılı sonuçlarını aynen verebilen bir teori geliştirdiler. Fakat bunun bedeli Einstein'ın is-

rarla karşı olduğu "uzay-zamanda etkileşmeyecek şekilde ayrı bölgeler arasında etkileşmeye izin vermek", yani kısacası yerel olmayan (non-local) etkileşmeler kullanmaktı. Ayrıca Hamilton mekaniğinde, klasik dalga teorisinde ve standart kuantum mekaniğinde bulunan "uzay ve momentum koordinatlarının aynı statüde ele alınmaları" ilkesi burada feda ediliyor ve uzay koordinatları daha temel bir konuma yerleştiriliyor. Teorinin relativiteye uyar hale nasıl getirilebileceği, örneğin nasıl Dirac'inkinin benzeri bir dalga denklemi yazılabileceği belli değil. J.S. Bell'in sempatisine rağmen teori genel olarak kabul görmüş değil.



Penrose'un Görüşleri

Roger Penrose henüz kuantum teorisi için yeni bir yorum veya yaklaşım getirdiğini iddia etmiyor. Daha çok yaptığı, yukarıda özetlenen görüşlerin zayıf gördüğü noktalarını ortaya çıkarmak ve bunların hiçbirinde kuantum mekaniği ile klasik fiziğin geçerli olduğu bölgelerin arasındaki sınırın açıkça belirlenmediğine dikkat çekmek. Penrose'un kendi beklentisi bu sınırın gravitasyonun kuantum seviyedeki etkileşmeleri ile çözüleceği yönünde. Burada dört temel etkileşme (gravitasyon, elektromanyetik, zayıf ve kuvvetli etkileşmeler) arasında sadece gravitasyonun kuantum alan teorisinin geliştirilememiş olduğunu belirtelim. Beklentilere göre kuantum gravitasyon etkilerinin kendilerini göstermeye başlayacakları Planck kütlesi $M_p = (\hbar c / 2\pi G)^{1/2}$ (c = ışık hızı, G = Newton gravitasyon sabiti, $\hbar$ = Planck sabiti) 10^{19} hidrojen atomu kütlesine veya 10^{-5} grama eşit ki, bu mikroskopik fizik için devasa bir büyüklük. Çok kabaca ifade edersek, Penrose iki kuantum durumu arasındaki enerji bu mertebeye veya daha fazla ise, bunların genliklerinin kuantum anlamında süperpoze edilemeyeceklerini, bu durumda klasik "ihtimal toplama" kuralının geçerli olacağını düşünüyor. Ayrıca R-sürecinin tam anlaşılmasının

da kuantum gravitasyon teorisinin daha iyi anlaşılmasına bağlı olduğu fikrinde. Kısacası, Penrose kuantum teorisinin felsefi gibi görünen sorunlarının aşında felsefi tartışmalar ve yorumlarla değil, temel fiziğin gelişmesi ile açıklanacağına inanıyor.

Kuantum Mekaniği ve Bilinç

Bohr'un fiziğe soktuğu "gözlemcinin fiziksel olayı etkilemesi" fikrinden beri, bilincin kuantum fiziğinde özel bir yeri olduğu yönünde fikirler çeşitli şekillerde ortaya çıkıyor. Burada bunları detaylıca açıklamak yerine, listemizi eksik bırakmamak için kısaca anmakla yetineceğiz.

E. Wigner'in 1961'de iddia ettiğine göre, "bilinç sahibi canlılar" için içine sokulduğunda kuantum teorisinin değiştirilmesi gerekebilir. Wigner böyle sistemlerin kuantum mekaniğine lineer olmayan efektler getirerek belki R-sürecini doğurabileceği şeklinde görüşlere sahip. Bu görüşlerin benimsenmek bir yana, fizikçilerin büyük çoğunluğu (bu satırların yazarı da dahil olmak üzere!) tarafından pek anlaşılmadığını söylemek haksızlık olmaz.

J. Wheeler'in 1983'de önerdiği "katılımcı evren" görüşünde ise gene bilinçli gözlemcilerin çok özel bir önemi var. Buna göre, evren büyük patlamadan sonra bilinçli gözlemciler ortaya çıkana kadar bir cins Schrödinger denklemi ile U-sürecine göre evrimleşiyor; bu dönemde çeşitli kuantum genliklerinin süperpozisyonu geçerli, yani "objektif gerçeklik" henüz doğmuş değil. Ancak bu kuantum durumlarının birinde hayat ve bilinçli gözlemciler ortaya çıkıp etrafa baktıkları zaman R-süreci gerçekleşiyor ve evrenin dalga fonksiyonu gerçek bir seçeneğe indirgeniyor.

Bu hayalgücünü gitgide zorlayan yorumlardan sonra, Niels Bohr'un neden ısrarla makroskopik sistemleri kuantum teorisinin dışında tutmak istediği ve "kuantum geçekliliği" hakkında spekülasyonlara girmektense, teoriyi sadece deney sonuçlarını istatistiksel anlamda önceden bildirebilen bir yöntem olarak nitelediği belki daha iyi anlaşılabilir.

Kaynaklar
Albert, D., "Bohm's Alternative to Quantum Mechanics", Scientific American, Mayıs 1994
Bohr, N., Physics and the World, Harwood Academic Publishers, 1988.
Gell-Mann, M., The Quark and the Jaguar, W.H. Freeman and Company, 1994.
Halliwell, J., "Quantum Cosmology and the Creation of the Universe", Scientific American, Aralık 1991
Horgan, J., "Quantum Philosophy", Scientific American, Temmuz 1992
Mandl, F., Quantum Mechanics, J. Wiley and Sons, 1992.
Penrose, R., The Emperor's New Mind, Oxford University Press, 1989.

Kuantum Mekanikinin Yeni Yorumları

Roland Omnès

Güney - Paris Üniversitesi Yüksek Enerji ve Teorik Fizik Laboratuvarı

Bu yazı; Profesör Roland Omnès tarafından 1994 Eylül ayında Viyana'da, Viyana Çevresi ve Gödel Kurumu'nun ortak düzenlediği bir toplantıda sunulmuştur.

ÇAĞDAŞ fizikteki son gelişmeler şimdiye dek kuantum mekaniğini kuvvetle kanıtlamıştır ve felsefecilere yeterli kadar kapsamlı bir bilgi teorisine sahip olamayışlarının sıkıntısını düzeltmiştir. Benim görüşüme göre bu, bilimin günümüzde aldığı soyut biçiminin yarattığı genel sıkıntının bir parçası olmalıdır. Bilim, bugün hem fizikte hem matematikte sezgisel niteliklerinden çoğunu yitirmiş bulunuyor. Bu konular, başlangıçtaki görsel temsillerinden soyutlanarak formel hale gelmişlerdir. Brouwer gibi bazı matematikçiler bu gidişe tepki gösterdiler. Fizikçiler ise bu konuya daha da duyarlılar. Feynman'ın herkesin içinden düşündüğünü yüksek sesle dile getirdiği gibi, "kuantum mekaniğini kimse anlayamıyor".

Fizik ve matematiğin bu aşırı soyutlaşma sonucu karşılaştığı güçlükler birbirinden bağımsız olamazlar. Bir fizikçi, örneğin tek bir kalem gibi, basit bir makroskopik cisimden bahsederken bile tereddütlerdir. Çünkü bu cisim iki cephesi ile görülmektedir: Klasik fizik açısından oldukça basit bir nesne olan bu cisim eğer atomlardan yapılmış olduğu gözününe alınırsa korkunç karmaşık bir nesne görünümüne girmektedir. Aslında bu kalemin, kuantum mekaniği ilkeleri kapsamında nasıl bir cisim olduğu daha yeni anlaşılmağa başlanmıştır. Aynı şekilde, klasik dilde kalemlerin oluşturduğu bir kümeden bahsetmek kolay gözükür. Fakat fizik ilkeleri açısından bu çok karmaşık bir iştir. Matematikçiler modellerini inşa ederken çok kez hemen daha başlangıçta basit sonlu kümeler fikrini getirirler. Ancak buradaki gibi bir felsefi sentez söz konusu olduğunda, bu kavram üzerine matematik inşa etmenin her zaman kolay olduğunu söylemek doğru olmayacaktır. Bu anlamda temel parçacıklar bile küme oluşturan klasik nesneler olarak kullanılamazlar; çünkü özdeşler ve sonlu sayıda bir parçacık topluluğu için bile bir seçme aksiyomu (axiom of choice) bulunamaz.

Burada kuantum mekaniğinin tutarlı geçmişler yorumu adı verilen yeni bir yorumu ele alınmaktadır. Bu yorum, Gell-Mann, Griffiths, Hart-

le, Zurek ve yazar (Omnès) tarafından geliştirilmiştir. Pratik pek çok durumda bu yeni yorum Bohr'un (yani Kopenhag yorumunun) öngörüle-riyle uyumlu sonuç vermekte ancak epistemik sonuçları bakımından Bohr'dan önemli noktalarda ayrılmaktadır. Bu farkları iki adımda göstermekteyiz. Yeni bir bilgi teorisinin getirilmesinden ibaret olan birinci adım artık emin görünüyor. İkinci adım daha tartışmalı; başarısı "nesnelleştirme" problemi denen soruya verilecek yanıtla bağlı görünüyor. Bu yaklaşımla Husserl'in "kar-tezyen" programına sınır getirilmiş ve gerçekliğin yeni biçimleri öne çıkarılmış olmaktadır.

Tutarlı Geçmişler Yorumu

Kuantum mekaniğinin yorumu, fizikğin bu özel alanı için bir bilgi teorisi diye tanımlanabilir. Bu alanda yakın zamanda bir çığır açılmış görünüyor. Ancak bu atılım, birçok insanın kuantum fiziği ile ilgili olarak taşıdığı temel ya da felsefi kaygılardan değil; hali hazırda bilinen ve en azından başlangıçta sorgulanamaz olan temel ilkelerin yol verdiği, bütünüyle teknik ilerlemelerden kaynaklandı. Esas olarak bu tür iki ilke vardır: (i) bir fiziksel gözlemin Hilbert uzayında belli bir operatörle bağlantılı olduğuna ilişkin görüş de dahil olmak üzere, teorisinin matematiksel çerçevesini ve dilini ifade eden ilke, (ii) dinamiği Schrödinger denkleminin belirlediğini ifade eden ilke. Sonradan bu birincil ilkelerin otomatik sonuçları olduğu anlaşılan kuantum ölçümleri, durumlar ve olasılıklar ile ilgili olarak hiçbir varsayım yapılmamıştır. Varılan nihai sonuç, belki de yeni yorum konusunda en iyi özeti sağlar: yorum (ve bir bilgi teorisi) yalnızca temel ilkelerin dolaylı ve zorunlu bir sonucudur.

Dekoherens

Kaydedilen ilk belirgin ilerleme, dekoherens etkisinin anlaşılması olmuştur. Bu etki, Feynman ve Vernon, Hepp ve Lieb; Zurek, Joos, Zeh, Caldeira ve Leggett tarafından ayrı ayrı keşfedilmiştir. Wojciech Zurek'in 1982'de getirdiği katkı, bu etkinin tanınmasında belirleyici bir rol oynadı. Etki, makroskopik sistemlerin klasik fiziğe değinmeksiz kuantum mekaniksel kavramlar içinde ele alınmasıyla ilgilidir. Sisteme ait gözlemler içinden sadece kolektif gözlemlerle denilen ve klasik fizikte kullanılan (örneğin, bir sarkacın konumu ve momentumu gibi) gözlemlerle dikkate alınmalıdır. Schrödinger dinamiğinin bir sonucu olan dekoherens etkisi, hiçbir kuantum girişim etkisinin bu gözlemlere bakmak yoluyla, en azından son derece küçük bir "dekoherens süre-

sinden" sonra, gözlenemeyeceğini belirtir. Bunu ifade etmenin basit bir yolu, Schrödinger'in kedisinin, olasılık hesabına göre ya ölü ya da canlı olması gerektiği; kediyi bir süperpoze durumunda gösteren, gözlenebilir hiçbir girişim etkisinin olmadığını söylemek olacaktır. Etkinin kökeni ile, sistemin sahip olduğu çok büyük sayıdaki serbestlik dereceleri arasında güçlü bir bağlantı vardır. Etkinin bir başka yönünün, sistemin evrimini klasik fizik kurallarına uyan bir harekete (örneğin sarkacın hareketine) yönlendirmesi olduğu gözlenmiştir.

Geçmişler

Yoruma bir başka önemli katkı da, 1984'te Robert Griffiths'in getirdiği tutarlı kuantum geçmişleri görüşüdür. Bunu daha açık bir şekilde betimlemeye çalışacağım, çünkü büyük ölçüde temel kavramlarla ilgili. Von Neumann, belli bir anda atomik dünyada gerçekleşen bir olgunun, temel önermelerle açıklanmaya çalışılabileceğini düşünmüştü; bunları özellikler olarak ifade edeceğim. Bir özellik, belirli bir A gözleminin alacağı değerlerin bir Δ aralığı içinde bulunduğunu ifade eder. Bu kelimelerle ifade edilebildiği gibi, özellikler ve Hilbert uzayındaki izdüşüm operatörleri arasındaki bire bir ilişki nedeniyle, teorisinin biçimsel ilkelerine de uyar. Ancak yine de matematiksel ifadeler kullanılarak "konuşulur".

Bir geçmiş, peşpeşe gelen çeşitli zamanlarda ortaya çıkan ve birbirini izleyen özellikler dizisidir. Bir geçmiş hareketli filmle instantane fotoğrafın karşılaştırılmasına benzer bir analogi yardımıyla, tek bir özellikte karşılanabilir. Aslında, Bohr'un atomik dünyadan bu şekilde bahsedilmesi konusunda ifade ettiği çekinceye karşın pek çok fizikçi, bir fiziksel sistemi, bir tür geçmişle betimlemektedirler. Örneğin, belli bir anda nötronun reaktörden çıktığı (bu, konuma ilişkin bir özelliktir), bir süre sonra hız seçicisini geçince nötron momentumunun belirli bir aralıkta bulunduğu (bir momentum özelliği); sonra bir hidrojen hedefine vurduğu (konum özelliği), en sonra da $n+p \rightarrow d+g$ şeklinde bir tepkime olduğu söylenebilir (Bu da bir özelliktir; çünkü $d+g$ Hilbert alt uzayındaki bir izdüşüm operatörüne karşılık gelir). Sonuçta foton, gözlemlendiği dedektörün içindeki boşlukta bulunur. Bu tipik bir geçmiştir ve bir deneyi ya da diğerini betimleyen sonsuz sayıda geçmiş olabilir.

Oldukça basit görünmelerine rağmen geçmişlerin kullanımının önemsiz olduğu söylenemez (aksi halde geçmişleri sistematik olarak kullanmaya başlamadan önce 1984'e kadar beklemeydik). Bunun nedeni de kolaylıkla açıklanabilir: bir giri-

şim deneyi tartışıyor olsaydık, fotonun, girişimölçerin hangi kolundan gittiğini belirleyen özellikleri konuya niçin dahil etmeyeceğiz. şimdiye değin hiçkimse, buna bir anlam veremedi. Bu durumda bazı geçmişlerin anlamlı, bazılarının anlamsız olduğu ortaya çıkmaktadır. Griffiths'in hamlesi, bu iki kategoriyi ayıran unsurun ne olduğunu bulmak oldu: İyi tanımlanmış ve doğru (yani artı, normalleştirilebilen ve toplanabilen) olasılıkları yüklenebilen geçmişler vardır. Anlamlı geçmişler bunlardır. Ayrıca olasılık genliklerinin toplanabilen olasılıklarla uyduğu geçmişler de bunlardır. Diğerlerinde böylesi olasılıklar yoktur. Girişim deneyinde söz konusu durum budur: Fotonun girişimölçerin bir kolundan geçmesi ya da diğerinden geçmesi olasılıklarının formel toplamı, iki koldan birden geçmesi olasılığına denk değildir. Böylelikle kesin matematiksel ölçütler kullanarak, anlamsız olanlarla karşılaştırma yapmak yoluyla anlamlı geçmişler karakterize edilebilir: Griffiths tutarlılık şartları ve mikroskopik dünya bir biçimde "konuşulabilir" hale gelir.

Mantık

Tutarlı geçmişlere anlam yüklemek için daha derin bir neden olup olmadığı merak konusu olabilir. Bu noktada 1988'de ortaya attığım (Omnès) bir başka görüş için içine girer. "İyi" bir geçmişin, alternatif geçmişler ailesi içinden birisi olduğu kolaylıkla anlaşılacaktır. Yukarıda bahsedilen nükleer reaksiyon sırasında nötron, hidrojen hedefini şaşabiliyordu ya da içine girer ancak nükleer reaksiyona yol açmayabiliyordu, veya foton başka bir son noktaya erişirdi, vs. Bu olaylar kümesi bir atomik "olay durumları" ailesine oldukça benziyor; dolayısıyla bunların bir mantıksal yaklaşıma konu edilip edilemeyeceği sorulabilir. Çeşitli olası özellikler, bir önergeler alanı oluşturur ve temel mantık işlemlerini "degildir, ve, veya" şeklinde tanımlamak kolaydır. İki önerme arasındaki "a ise b" şeklindeki mantıksal gerektirme, şartlı olasılık üzerinde basit bir matematik denklemi ile de gösterilebilir: $p(b|a)=1$. Bu kurallarla bilinen temel mantık aksiyomlarının sağlandığı görülür. Zaten tutarlı geçmişlerin anlamlı olduğunu; tutarsız geçmişlerin (yani Griffiths tutarlılık şartlarını sağlamayanların) anlamsız olduklarını söyleyebilmemiz için nedeni budur.

Bu mantık silsilesinin biraz daha yakından incelenmesi kayda değer bazı diğer nitelikleri de açıklığa kavuşturur. Örneğin geçmişlerden beklenen olasılıklar üzerine basit mantıksal şartlar konabilir ve ve bunlardan umulmayan sonuçlar elde edilir: Örneğin, bir hazırlama sürecinden nasıl türetileceği henüz bilinmese de, bir yoğunluk operatörü var olmalıdır (Bu sonuç Gleason'a kadar gider. Soyut bir varlık ispatını fizikte kullanmanın bir örnek inşa etmekten daha yararlı olabileceğine örnek göstermek için verdim). Böyle bir geçmişin olasılığının tek bir şekilde tanımlanacağı da gösterilebilir. Dolayısıyla, olasılıklar fiziğe, fiziksel düzensizlik kavramıyla belirgin bir bağlantı olmaksızın, bir "mantık kapısı"ndan girmiş olurlar. Olasılıklar, yalnızca mantıksal çıkarımların doğrulanmasını sağlarlar.

Bütünlük ilkesinin (Complementary) anlaşılması da, bir diğer sonuçtur. Bugüne değin oldukça gizemli görünen bu ilke, böylelikle basitleşmiş oluyor: Farklı tutarlı geçmiş aileleri, aynı fiziksel sistem için söz konusu olsalar da, birbirleriyle tutarlı değildirler, yani her iki aileyi de içeren, daha geniş bir tutarlı aile yoktur. Örneğin bir parçacığın düz çizgiden ibaret bir yörüngesi olduğunu belirleyen konum özellikleri; parçacığın momentumunun bu çizgi boyunca sabit olduğunu öne süren benzer özellikler ile tutarsızdır. Dolayısıyla Wittgenstein felsefesinde olduğu gibi, atomik dünyayı tanımlayan bütünsel, benzersiz bir Denkbereich (söylem evreni) değil; birçok farklı birbirini bütünlükten öte iyi analogi, Cantor'un süreklilik hipotezini ortaya koyar ya da reddetken farklı söylem evrenlerinin söz konusu olduğu matematikle karşılaştırma yapmaktır. Mantık çerçevelerinin böylesine birden fazla olması, ilk bakışta tehlikeli görünebilir: Bir çerçevede mantıksal çıkarım a ise b iken; bir başka çerçevede a'nın b'yi gerektirmemesi gibi zıt bir durumla, bir paradoksla karşılaşma riski var mıdır? Neyse ki bunun olumsuz olduğu, şu önemli sonuçla kanıtlanmıştır: Kuantum mekaniğinde paradokslar olmaksızındır.

Tüm bu söylenenler; bir fiziksel sistemin herhangi bir tarifinin, tutarlı geçmişler ailesi çerçevesinde ifade edilmesi gerektiğini varsayan yeni bir kuantum mekaniği (mantık) aksiyomu ile özetlenebilir. Bu tarif bazında akıl yürütürken, kullanılan mantıksal çıkarımların matematiksel olarak geçerli olduğundan emin olmalıyız. Böylelikle kuantum mekaniği için iyi tanımlanmış bir önergeler hesabına ulaşmaktadırlar.

Örnek olarak yukarıda bahsi geçen nükleer fizik deneyi ile ilgili olarak şöyle bir akıl yürütme verilebilir: foton gözlenmiştir, dolayısıyla nükleer reaksiyon oluşmuştur, dolayısıyla... nötronun başlangıç hızı bilinmektedir. Bu akıl yürütme, Bohr'un atomik dünya hakkında konuşma çekincesini uzun süre gözardı eden deneyicilerin kullandıkları fenomenolojiyi ve kinematiği haklı kılar.

Klasik Fizik

Daha önce de belirtildiği gibi dekoherens, çoğu makroskopik sistemin klasik davranışına bir açıklama getirebilir. Belki de daha kapsamlı bir yaklaşım, kuantum mekaniği açısından görüldüğü gibi, makroskopik sistemlerin garip ilkeleriyle birlikte önceki mantık aksiyomlarını beraber kullanmaktan ibarettir. Dekoherens bu garipliklerden sadece biridir ve burada yalnızca belli başlı sonuçlardan bahsedeceğim. Tek bir cümleyle ifade edersek klasik fizik (ve onun sağduyuya dayalı mantığı) kuantum mekaniğinin (ve onun kendi mantık çerçevesinin) özel bir durumudur diyebiliriz. Bu bizlere, Bohr'un klasik fiziğin birincil karakteri konusundaki ısrarını bir kenara bırakıp, sadece tek tür fizik olduğunu kabul etme şansını nihayet vermektedir.

Klasik bir özellik, cismin makroskopik bir parçasının konumu ve momentumuna karşılık gelir. Örneğin bunlar, belirsizlik ilişkileri ile kar-

şılaştırıldığında oldukça büyük hata sınırları içerinde verilirler. Hörmänder'e ait bir matematik teoremi, bu özelliğin, Hilbert uzayındaki bir eşdeğer izdüşüm operatörleri ailesi ile ilişkili olduğunu gösterir. Yani klasik fizik dilini kullansak bile, isteseydik kuantum mantık aksiyomları ve onun dili çerçevesinde kalabilirdik.

Bir başka kayda değer sonuç da klasik determinizm ile ilgilidir. Determinizm, kaotik sistemlerin de ortaya koyduğu gibi, evrensel değildir. Determinizm varsa, bu temelde iki farklı zamanda ortaya çıkan iki klasik özellik arasındaki mantıksal özdeşliktir. Önsezi ve bellek bu anlamda kavranabilir. Burada yine bir teorem (Egorov'un mikrolokal analizdeki teoreminin karşıtı) yardımıyla kuantum mekaniği temelinden yola çıkarak, bu mantıksal özdeşlik kanıtlanabilir. Dolayısıyla klasik determinizm, kuantum mekaniğinin bir sonucu ya da kuantum dünyasında geçerli olasılık mantığının bir sonucu gibi görünmektedir. Kuşkusuz her şeyin bir bedeli vardır; bu nedenle determinizmin ihlal edilmesi gibi çok küçük bir olasılık da her zaman söz konusudur. Bu, kuantum salınımlarına atfedilebilir.

Daha ileri gidilerek, makroskopik cisimlerin klasik özellikleri ile ilgilenen adı mantığın bir türü olarak fiziksel sağduyu, özel bir durum gibi görülebilir ve mantık aksiyomları da dahil olmak üzere temel kuantum aksiyomlarından hareket edilerek kanıtlanabilir. Bu da, birazdan tartışacağımız bir yeni bilgi teorisinin temelini oluşturur.

Ölçüm Teorisi

Ölçüm teorisinin, ele aldığımız konu ile ilgili oldukça az olduğundan, bundan kısaca bahsetmek yeterlidir. Bu teori tüm dengeli hale döner ve Bohr'un öne sürdüğü aksiyomlar, bir dizi teoremler haline gelir. Bununla birlikte, bir dizi ölçüm olayının rastgeleliğinin, bu teorisinin bir gerek şartı olduğu da belirtilmelidir: yalnızca bu safhada, olasılıklar istatistiksel anlam kazanırlar; bu ana kadar yalnızca mantıksal vasıtalar olarak söz konusuydular. Dalga paketi indirgenmesi, A gözlenirinin bir başka B gözlenirinden önce ölçüldüğü çift ölçümlerden oluşan bir istatistiksel dizi söz konusu olduğunda, ölçüm aletlerindeki dekoherensin varlığı gereği bir teorem olarak karşımıza çıkar. Son olarak, genel olmayan, bu farklı farklı kısmi buluşların sentezine, Gell-Mann ve Hartle ile Omnès tarafından birbirinden bağımsız olarak ulaşıldığını hatırlatmak istiyorum.

Yeni Bir Bilgi Teorisi

Yukarıda anlatılan sonuçlar, doğal olarak yeni bir tür bilgi teorisinin doğmasına neden olurlar. Bu yeni teori, Bohr'un desteklediği bilgi teorisine karşılık gelmez; çünkü Wittgenstein tarafından Tatschen (atomik olgular) ile açıklanan klasik olguların statüsü, bu iki yaklaşımda birbirinden oldukça farklıdır.

Dünyanın neden yapılmış olduğu kesin olarak söylenemez, çünkü fizik bir son noktada değildir. Dünyada parçacıklar vardır kuşkusuz; en azından parçacıklar ve kuantumlu alanlar arasında

ayrım yapılmadığı sürece, Niteliğini tam olarak anlamak bile uzay da vardır. Daha da önemlisi kuantum mekaniği, parçacık teorisi ve görelî gravitasyon teorisi ile ilgili olarak bazı genel fizik ilkelerini bildiğimiz gerçektir. Bu ilkeler, daha eski felsefi ilkelerin yerini alacaklardır. Bu yeni ilkeler, birçok kuşağın çabaları sonucunda, bilim yoluyla elde edilmiş ilkelere ve burada önerilen yaklaşım pek çok yönden Francis Bacon'un asırlar önce savunduğu yaklaşıma benzemektedir: "Şimdi düzenli olarak ve aşama aşama bir aksiyomdan diğerine varmayı planlıyorum. Böylelikle en sonuncuya varmadan en genel olanı elde edilemez. Ancak en sonuncusuna ulaştığınızda ulaşılanların boş sanılar değil; doğanın birincil ilkeleri olarak kabullenilebilecek kadar iyi tanımlanmış kavramlar olduklarını ve herşeyin kalbinde ve özünde yattıklarını göreceksiniz." Bilgimiz genişledikçe bu ilkelerin de değişebileceği; ancak mevcut ilkelerin, temel ilkelerin herhangi bir gelecek formundan türetililebilecek pratik kurallar yada kestiriler olarak tekrar karşımıza çıkacağı varsayıldığında, bu değişimlerin bilgi teorisinde temel bir farklılığa yol açmayacağı gerçeği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Klasik fizik, yani insanın gözünde canlandırabileceği niteliklere sahip makroskopik cisimlerin varlığı, kendi basit mantık kurallarına uyması bu sayılan temel ilkelerle uyum içindedir. Aslında makroskopik fizik, teorik anlamda bu ilkeler uyarınca ortaya çıkar. Böylece klasik fenomenler ya da sınırlı Tatsachen(şeyler), çevremizi oluştururlar. Görsel bir simgeyi ya da dili veya sağduyuyu, bu çevreyi gözlemlemek yoluyla oluşturduğumuz şeklindeki bakış açısı kabul edildiğinde, bu temelde psikolojik özelliklerin, doğanın temel ilkelerinin uzak sonuçları olduğu anlaşılır. Bu bakış açısı, bilindiği üzere aslında Hume ve Locke'ye aittir ve çağdaş bilişsel bilimlərimizin özünde vardır. Wittgenstein'in dil teorisi ile de uyudur. Kuşkusuz bu sayılanların yanısıra bu bakış açısı toplum yaşamının getirdiği sınırlamalar ve fırsatlar gibi sosyolojik olgular kadar; dış dünya ile bağlantılı olarak türlerin ve beyinin gelişimi gibi evrimsel kavramlarla da bütünlenmelidir ama bu tamamen ayrı bir konudur. Asıl önemli nokta: fiziğin temel ilkelerinden sağduyunun kurallarına giden oldukça dolaysız bir ilişkinin var olduğudur.

Bu durum, en azından epistemolojide ve belki de felsefede yaygın eğilimlerin tersine çevrilmesini ifade etmektedir. Artık hiç kimse felsefi ilkeleri soyut çıkarımlarla elde etmek üzere sağduyuya temel olarak güvenemez. Sonuçta bilimsel felsefi olarak eleştirmenin doğru ve yegane yolu, artık bazı felsefi ilkeleri dayanak noktası olarak bilimsel kavramların çözümlenmesi olamayacaktır. Kuantum mekaniği nedensellik, yerellik, ayrılabirlik, vb. kavramlar bağlamında birçok kez bu yolla eleştirildi. Aslında nedensellik, yerellik ve ayrılabirlik bir makroskopik sisteme ait, ancak hata payları ile birlikte kanıtlanabilecek özelliklerdir. Çok küçük cisimler söz konusu olduğunda savunulamazlar. Bunlar ilke değil; büyük miktaslı özellikler, cismin boyutlarının büyük olmasının getirdiği sanılardır. Şimdi tersine, sağduyuyu,

ikincil bir etki olarak kabul edeceğiz. Bu kapsamda sağduyunun geçerliliği de tanım alanının sınırları içinde kanıtlanabilir. Doğaldır ki klasik Tatsachenin yaklaşık niteliği göz önüne alındığında, felsefenin bütünüyle bunun üzerine yapılanamayacağı; bu durumda Wittgenstein'in postüle ettiği temelin yiteceğini de kabul etmeliyiz. Başlangıçta değindirmiş fizik kuralları daha üst düzey bir matematik gerektirdiğinden, başlangıç noktamız çok daha ayrıntılıdır. Bu matematiğin esası, az önce de bahsedildiği gibi, artık kümeler teorisinden kaynaklanamaz ve tek bir temelin olmadığı bile düşünülebilir. Ancak hikaye henüz bitmedi.

Nesnelleştirme: Sorunlar ve İpuçları

Sorun

Değindirmiş teori, sıradan kuantum mekaniğidir ve kuşkusuz tüm sorunları da çözülmüş değildir. Ortada en azından hala bir sorun var. Bu, "nesnelleştirme" ya da "gerçeklik" sorunudur; bir başka deyişle bir kuantum ölçüm sürecinin sonunda neden ve nasıl tek ve tam bir ölçüm sonucu ortaya çıkarıldığı sorunudur. Teorinin bütünüyle olasılıksal olan niteliği, teorisinin içinde böyle bir teklüğün görünmesine de, bu teklığe neden olarak herhangi bir mekanizmanın varlığına da engeldir. Bu nedenle Gell-Mann ve Hartle, böyle bir sorunun bulunmadığını kabullenme eğilimine girmişlerdir. Gizli değişkenler ya da özel indirgenim etkileri tanımlamak yoluyla, kuantum mekaniğini değiştirmeyi ya da tamamlamayı isteyecek kadar ileri gidenler de vardır. Bu durum aslında dalga fonksiyonu indirgenimi sorunuyla ilgilidir; çünkü eski yorumda, dalga fonksiyonu indirgeniminin iki unsuru vardır: Bunlardan biri, belirli bir ilk ölçüm sonrası bulunan bir ölçüm sonucunun tanımladığı bir olaylar alt-örneği üzerinde yapılan ikinci ölçüme ilişkin istatistikle ilgilidir. Bu, yeni yorumun diğer ilkelerden türetililebileceği bir şeydir. Diğer unsur ise belirli, tek bir ölçümden sonra ortaya çıkan nesnelleştirme dir ki bu tam şimdi üzerinde durduğumuz problem dir.

Görülüyor ki yeni yorum, yalnızca birincil ilkeleri kullanarak, bir sonucun tekliline ilişkin özellik dışında gözlenir fiziğin tüm diğer özelliklerini açıklayabilmektedir. Teori, öncesine göre daha da derinleşmiş olan olasılıksal niteliği nedeniyle, bu özelliği açıklayamaz. Öte yandan Wittgenstein hakkında söylenenler hatırlanacak olursa gerçek, en temel niteliği ile teorisin karşısına dikilmiş görüldüğü: "Gerçek" tektir. Dolayısıyla teori ve gerçek arasındaki asıl zıtlık, her ikisinin tözleri arasında bulunan son derece önemli çelişkidir.

Everett'in Yanıtı

Bir bakıma teoricienlerin aşırıya kaçması diyebileceğimiz Everett'in önerisi hakkında herkes birşeyler duymuş olmalı. Kuantum fikri tüm olasılıkları eşdeğer görmemize yol açtığından, Everett gerçek teoriye uymalı ve tek olmamalıdır der. Kuantum ölçümüne eşdeğer küçük bir

fenomenin evrende her tekrarında, evrenin dalga fonksiyonu, farklı "gerçeklikler"i ifade eden birkaç dala bölünür. Böylesine radikal olmasına karşın, bu yorumun tutarsız olduğu da gösterilemez. Öte yandan dekoherens etkisini anlayışımız üstünde elde edilen son ilerlemeler, bir "gerçeklik dalı" içinde yapılan hiçbir deneyin, diğer dalların varlığını kanıtlamaya ya da reddetmeye yetmeyeceği sonucuna ulaşıyorlar. Bu da, dolayısıyla, nesnellik sorununa Everett yanıtının, Popper anlamında "yanışılama" aralığı içinde olmadığı anlamına gelebilir. Hatta Everett'in önerisi, bilimin tanım alanına bile dahil olmayabilir, şu açık olarak anlaşılmalıdır ki, öneriler zorunlu değil; olasıdır. Gerek fizikte gerekse felsefede, tüm olasılıkların aynı ciddiyetle ele alınması gerektiğine inanıyorum. Yine de felsefi açıdan bundan daha fazlasını söylemeye çalışacağız.

Bohr'un Yeniden Gözden Geçirilmiş Yanıtı

Nesnelleştirme sorununun çözümüne giden bir başka yol, esas olarak Bohr tarafından ortaya konmuş; ne var ki dalga fonksiyonu indirgeniminin belirsizlikleriyle kanıtlanmıştır. Şimdi daha açıklık kazanmış olan bu görüş, bizi, fiziğin başlangıcında bulunan temeller ile ilgili eski bir tartışmaya götürmüş oldu. Soru, bir fiziksel gerçeği, matematik teorisi kullanarak ve doğru olarak betimlemenin neden ve ne dereceye kadar olası olduğudur. Yanıtına Husserl "Kartezyen program" adını vermiştir. Bu programın her zaman gerçekliğin her vechesi için olası olduğu görüşü Heidegger tarafından şiddetle eleştirilmiş ve reddedilmiştir.

Burada söz konusu olan cüretkar önerme: bilimin (en azından Kartezyen program kapsamında) bir sınıra ulaştığını öne sürecek kadar ileri gitmektedir. Nesnelliğin varlığı, en azından felsefi bir yaklaşımda, ne gerçekliğin tüm özelliklerinin açıklanmış olduğunu, ne de bir matematik teorisi ile açıklanabilir olduğunu göstermektedir. Ama bu büyük nesnellik sorunu birçok insanın söylediği gibi, kuantum mekaniğinin başarısızlığını değil; tersine eşsiz bir başarısını ifade etmektedir. Bu konumun lehine olmak üzere, aşırı bir Kartezyen gerçekliğin neyi ifade edeceğini göz önüne alarak, bir noktayı daha eklemek istiyorum: Schrödinger denkleminin ya da bir diğer denklemin evrenin geçişini tanımlayabileceğine inanmak bu anlatılanlara aykırı değil midir? Öyle olsaydı herşey başlangıç koşulları tarafından belirlenecek; zaman gereksiz ve yanıltıcı bir unsur olacak; sürekli değişen gerçeklik de zamana olmayan, donuk bir matematiksel imgeye indirgenmiş olacaktı. Birçok bilim adamı, Kartezyen programı uygularken, bunun felsefi temeller arasında sadece bir varsayım olduğunu belirtmeye gerek duymayacak kadar beyinlerinin yikanmış olduğunun farkında bile değiller.

Çeviri: Miyase Göktepeli
Tekin Dereli

Kaynaklar
Omnes, R., "Consistent interpretations of quantum mechanics" Rev. Mod. Phys., 1992
Omnes, R., "The interpretation of quantum mechanics" Princeton University Press, 1994
Yazım asıl konusu olan felsefi gelişmeler, yazım "Philosophie de la science contemporaine" (Gallimard, Paris, 1994) adlı kitabında ayrıntılı olarak verilmektedir.



Aerodinamik incelemelerde önemli yeri olan rüzgar tünelleri, başta havacılık alanındaki çalışmalar olmak üzere, pek çok alanda hizmet vermektedir. Tünelin çalışma mantığında, yapay olarak oluşturulan rüzgarla, aracın, test edilecek malzeme ya da parçaların, normal rüzgar koşulları altında nasıl bir davranış gösterebileceği incelenmektedir. Geliştirme aşamasında olan araçların, oranlı olarak küçültülmüş modellerinin test edildiği rüzgar tünelleri, yapıları ve işlevleri açısından farklılıklar da göstermektedir.

Çok Yönlü Bir Test Merkezi Ankara Rüzgar Tüneli

YOLDA süzülür gibi giden bir spor araba ya da televizyonda ilginç manevralarını izlediğimiz en son teknolojiyle üretilmiş bir uçak hemen hepimizi heyecanlandırır.

Yarış için tasarlanmış bir sürat motoru, uza-ya fırlatılan bir roket ya da üstün özellikleri olan bir helikopter... Tüm bu ve benzeri araçların mükemmelliği aerodinamik açıdan uygun tasarlanmalarına bağlıdır.

Aerodinamiğin en önemli iki problemi, özellikle uçabilen araçlar için, araç üzerine etki eden aerodinamik kuvvetler ve oluşan momentlerdir. Buna göre etki eden aerodinamik kuvvetleri ve momentleri bulabilmek için gerekli en önemli kriter aracın içinde bulunduğu maddenin (tüm uçan araçlar için bu madde havadır) oluşturduğu akış modellerini görebilmek ya da hesaplayabilmektir. Çünkü akış modelleri, aracın geometrik tasarımına, madde içinde akışa göre bulunduğu konuma, ve madde içindeki hızına bağlıdır. Buna göre belirli bazı fiziksel kuvvetleri hesaplayabilmek için maddenin akışkanlık özelliklerinin ve cismin bu kuvvetlere davranışının iyi bilinmesi gerekmektedir.

Ne varki bu araştırmalar için yapılabilecek deney sistemleri için, çok büyük yapıların inşa edilip, benzer şartların yaratılması gereği ve yüksek maliyet sorunu gündeme gelmektedir. Ancak bu noktada bilim yardımı yetişmektedir. Akışkanlar, fizik kurallarına göre genelde benzer özelliklere sahiptir ya da belirli şartlarla benzer fiziksel davranış özellikleri gösterebilirler. Bunun yanı sıra araçların fiziksel ve geometrik boyutları hesaplamalarla belirli oranlarda küçültüldüğünde gerçek boyuttakilerle aynı özelliklere sahip davranışlar gösterebilmektedir. Bu da gerekli deneylerin daha küçük alanlarda, laboratuvar koşullarında yapılabilmesine, dolaylı olarak düşük maliyetlerle sonuca ulaşılmasına olanak sağlamaktadır. Rüzgar tüneli de bu noktada ha-

The German-Dutch Wind Tunnel (DNW)
Alman-Hollanda Rüzgar Tüneli



yata geçmektedir; en basit anlamda rüzgar tünelleri, bu tür aerodinamik deneylerin, laboratuvar koşullarında yapılabilmesine olanak sağlayan ve defalarca benzer koşulların yaratılabildiği özel amaçlı yapılardır.

Rüzgar tünelleri kullanım açısından; düşük hızlı ses altı (subsonik), ses geçişi (transonik), ses üstü (üper-sonik) ve yüksek ses üstü (hiper-sonik) tüneller genel olarak beş sınıfa ayrılabilir. Bunun dışında ikinci bir gruplama şekli de, rüzgar tünelinin yapısına göre olan sınıflamadır. Buna göre tüneller açık veya kapalı devreli, açık veya kapalı deney odalı, önden üflemlili ya da arkadan emmeli olarak çeşitli teknik sınıflara da ayrılmıştır. Tüm bu sınıflamaların dışında atmosfer basıncında çalışan, basıncı azaltılmış veya özel olarak basınçlandırılmış rüzgar tünelleri de mevcuttur. Gelişen bilim ve teknolojinin yardımıyla özellikle son zamanlarda içinde havadan başka bir gaz bulunan ve hatta bu gazın -150°C veya daha düşük ısılarla soğutulduğu, özel araştırmalar için kullanılan "Cryogenic" adı verilen tüneller de bulunmaktadır.

Rüzgar tünellerinde genellikle duvarlar ya da başka bir deyişle tüpü meydana getiren yapı, düz levhalarla oluşmaktadır. Ne var ki, bazı rüzgar tünellerinde oluşturulan rüzgar akışını denetleyebilmek ya da yönlendirebilmek için akım çizgilerine göre ayarlanabilen duvarlar, yani hareketli levhalar da kullanılmaktadır. Ancak rüzgar tünellerinin hepsindeki ortak nokta, hava akışının aerodinamikle uğraşan mühendislerin kontrol edileceği şekilde tasarlanmış olmasıdır. Böylece istenen incelemeler rahatlıkla hemen hemen istenen tüm deney şartları altında yapılabilmektedir.

Rüzgar tünellerinde incelenmesi düşünülen modeller, deney odasına bir takım çubuklar ve teller yardımıyla yerleştirilebilir. Bu bağlantılar sayesinde deney yapılacak modele istenen konum verilebilmekte ve istenen inceleme yapılabilmektedir. Böylece model boyutları küçük bile olsa gerçek hayatta kullanıldığında olabilecek fiziksel konumlamalar gerçekleştirilebilmektedir. Modelle doğrudan bağlı olan bu çubuk ve/veya teller yardımıyla hareketliliği sağlanan modeller özel olarak tasarlanmış



ve programlanmış ölçü aletlerine de bağlanmakta ve deney sırasında gerekli ölçümler rahatlıkla yapılabilir. Günümüz açısından, rüzgar tüneli teknolojisindeki en son noktada da yüksek ve denetimli manyetik alanlardan yararlanarak, herhangi bir çubuk ve/veya tel kullanmadan hareketlendirilebilen model üzerinde oluşan kuvvetler ve etkili olan momentlerle ilgili gerekli aerodinamik ölçümler yapılabilir. Böylece en son teknolojiyle, tel ya da çubukların önemsenmeyecek kadar küçük de olsa yaratabileceği etkiler bile yok edilebilmektedir.

Tarihte bilinen ilk rüzgar tüneli İngiltere'de 1871 yılında F.H. Wenham isimli bir gemi mühendisi tarafından inşa edilmiştir. Bu,

46 cm x 46 cm

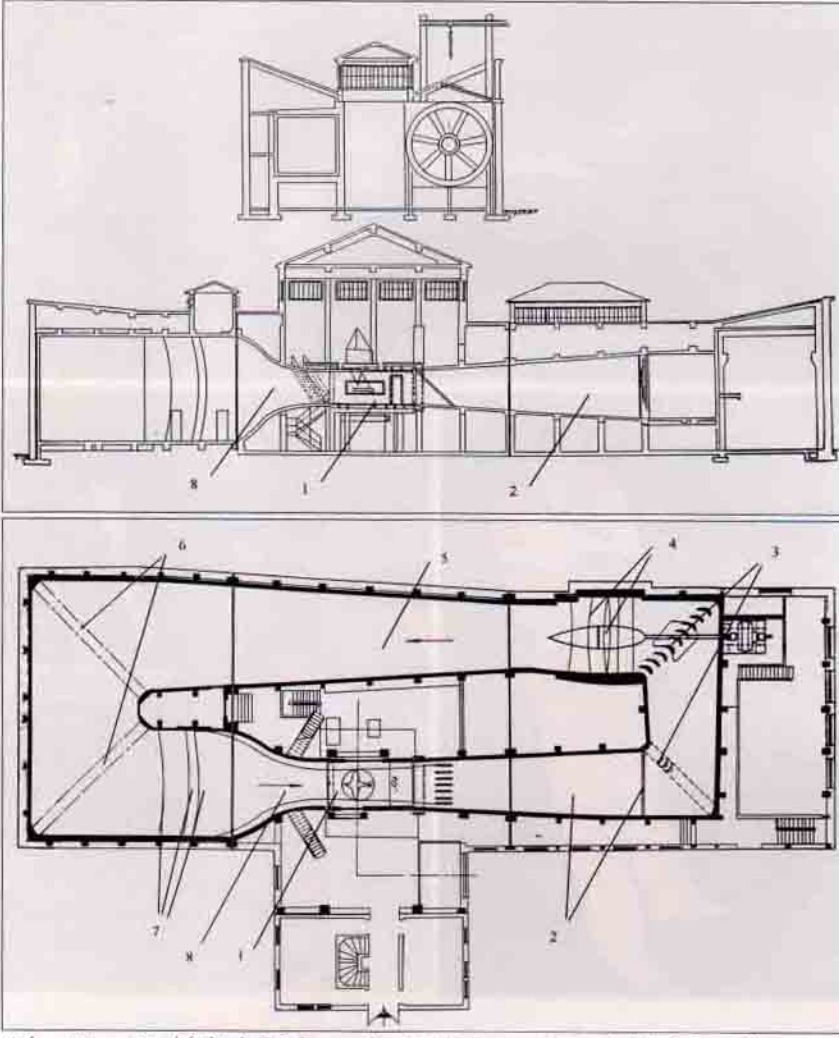
kesitinde deney odasına sahip önden üflemlili bir tüneldir. Tünelin üfleme gücü, buharlı makineyle çalışan bir fandan gelmekteydi. Fan çalıştığında saniyede 18 metrelik hızla rüzgar akışı üretebilmekteydi. Wenham bu rüzgar

tüneline kullanarak, düz levhaların taşıma ve sürüklenme kuvvetlerini ölçmeyi başarmıştır. Havacılık açısından ilk sayılan rüzgar tüneli deneyi ise havacılığın öncülerinden olan Wright kardeşlerin, 1901 de inşa ettikleri rüzgar tüneline gerçekleştirdikleri deneylerdir. Yapılan bu deneyde kullanılan rüzgar tüneli,

40 cm x 40 cm

kesitinde, yine önden üflemlili bir tüneldir. Tünelin üflemlili, iki beygir gücündeki benzinli bir motordan gelmekteydi. Saniyede 12 metrelik rüzgar akış hızı olan bu tünelde yapılan deneylerde Wright kardeşler, tasarladıkları uçaklara ait kanat kesitlerini ve kanat geometrilerini incelemişlerdir.

Havacılığın öneminin her geçen gün arttığı ülkemizde ilk uçak fabrikası askeri amaçla Cumhuriyet'in ilanından şaşılacak kadar kısa bir süre sonra, 1926 yılında Kayseri'de kurulmuştur. 1937'de kurulan Nuri Demirağ Fabrikası ise bu amaçla kurulan ilk özel fabrikadır. 1941 yılında kurulan Türk Hava Kurumu'nun



Ankara Rüzgar Tüneli bölümleri: 1. Deney odası, 2. Çıkış dağıtıcısı ve metal elek, 3. Birinci iki sıra dönme kanatçıkları, 4. Pervane ve doğrultucu kanatçıklar, 5. İkinci dağıtıcı ya da arka deney odası, 6. İkinci iki sıra dönme kanatçıkları, 7. Perdeler, 8. Toplayıcı (Daralma Konisi)

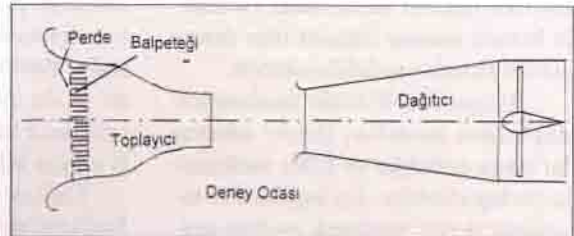
(T.H.K.) uçak fabrikası ise havacılığa yönelik bir diğer yapılanmadır. Kurulan bu iki fabrika da hem tasarım hem üretim yapılmaktaydı. Böyle bir gelişimin kaçınılmaz sonucu olarak Nu. D. 36 (iki kişilik çift kanatlı eği-

tim uçağı), Nu.D.38 (altı kişilik tek kanatlı prototip), T.H.K. 11 (üç kişilik gezi amaçlı hafif tek kanatlı uçağı), T.H.K. 5A (çift motorlu taşıma amaçlı hafif uçağı), T.H.K. 5 (çift kanatlı hafif ambulans uçağı), T.H.K. 2 (tek

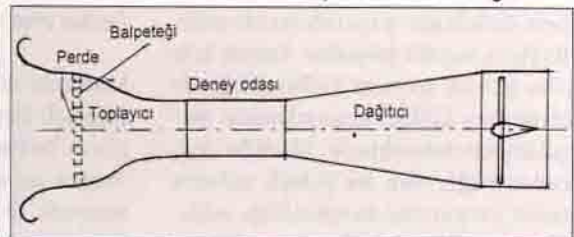
kişilik akrobatik eğitim amaçlı uçağı) ve T.H.K. 13 (tek kişilik deneme amaçlı kuyruksuz uçağı) benzeri zamanının ilerisinde pek çok uçağı üretilmiştir. Üretimde elde edilen başarılar, Nuri Demirağ ve Türk Hava Kurumu uçaklarına, dönemin dünyadaki uçaklarını tanıtan "Jane's All The World's Aircraft" kitabının 1949 yılı baskısında iki buçuk sayfa ayrılması, Türk havacılığının o yıllarda ne kadar ileride olduğunu göstermektedir. Günümüzde de, başta F-16 olarak bilinen Savaşan Şahinler'in Türkiye'de üretilmesiyle bu süreç tekrar yakalanmaya çalışılmakta ve önemli adımlar atılmaktadır.

Atatürk'ün "İstikbal Göklerde" görüşü doğrultusunda, 1941 yılında dönemin başbakanı Şükrü Saracoğlu, Milli Eğitim Bakanı Hasan Ali Yücel ve Türk Hava Kurumu Başkanı Şükrü Koçak tarafından bir uçağı mühendisliği bölümü, uçağı motoru fabrikası ve havacılık araştırma merkezi kurulması kararlaştırılmıştır. Bu bağlamda ilk Uçağı Mühendisliği Bölümü 1941 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi bünyesinde Makine Mühendisliği Bölümüne bağlı olarak bilimsel eğitim vermeye başlar. Planlanan uçağı motoru fabrikası ise 1948 yılında faaliyete geçer. Tüm bu çabalar arasında dönemin Türk Hava Kurumu başkanı ve Milli Eğitim Bakanının çabalarıyla 1944 yılında Türkiye'nin ilk rüzgar tüneli olan "Ankara Rüzgar Tüneli" nin yapımı için İngiliz Holst Firması'yla anlaşılır ve inşaatın teknik kontrolü yine bir İngiliz firması olan Miles Aircraft'a verilir. Havacılık alanında dönemin ve günün-

Ankara Rüzgar Tüneli (ART) deney odası. Akıma ters yönde, çıkış dağıtıcısından daralma konisi başlangıcındaki üçüncü perdeye doğru bakış



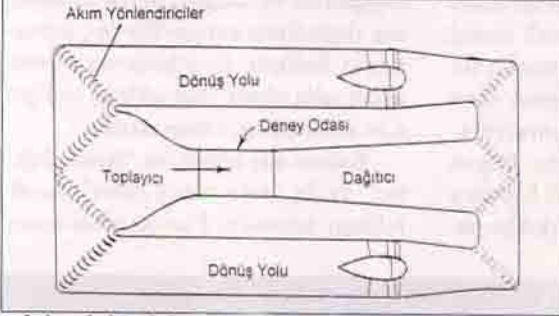
Açık devreli sesaltı rüzgar tüneli



Açık devreli ve açık deney odalı sesaltı rüzgar tüneli



Kapalı devreli sesüstü rüzgar tüneli



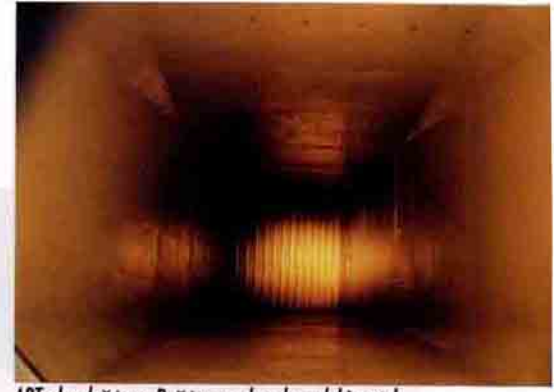
Çift dönüşlü kapalı devreli sesüstü rüzgar tüneli

li Savunma Bakanlığı'nın Tünel'in Türk havacılık sanayii açısından önemli ve değerli bir kuruluş olduğu yönünde görüş bildirmesi sonucu üniversitelerle temasa geçilmesi kararlaştırılır. Ancak bu temaslara sonuçsuz kalınca 1956 yılında Tünel Milli Savunma Bakanlığı'na devredilir. 1965 yılına kadar ARGE (Araştırma Geliştirme) tarafından işletilmeye çalışılan Ankara Rüzgar Tüneli hakkında dönemin önemli bilim adamları olan Von Karman ve T. Stern tarafından olumlu görüş bildirilmiştir. Daha sonra 1967 yılında

müzün en ciddi atılımlarından olan Ankara Rüzgar Tüneli inşaatına 1947'de başlanır. 1949 yılında pervane ve motor grubunun montajına başlanan Ankara Rüzgar Tüneli'nin kesin kabulü yani çalışır haldeki teslimi 1950 yılında gerçekleşir. İnşa döneminde ülkemizin bir yıllık bütçesine eşdeğer bir masrafla gerçekleştirilen Ankara Rüzgar Tüneli'nin kesin kabulünün yapıldığı yıl Türk Hava Kurumu Uçak Fabrikası, Makina Kimya Endüstrisi'ne devredilir ve gelişmekte olan Türk havacılık sanayiine büyük bir darbe indirilerek bu fabrikada 1956 yılında tarım araçları üretilmeye başlanır. Bu da Ankara Rüzgar Tüneli'nin anlamsız bir yapı haline gelmesine yol açar.

Yapımı henüz bitirilmiş olan ve döneme göre oldukça yüksek bir maliyetle inşa edilmiş Ankara Rüzgar Tüneli'nin, "sökülmesi ve yıkılması" tartışılmaya başlanır. Bu noktada Mil-

Tünel'in geleceğiyle ilgili tartışmalar yoğunlaşır. Fransız tünel uzmanlarından J. Brocard aynı yıl Türkiye'ye gelerek Tünel hakkında bir rapor hazırlar. Bu sıralarda Tünel'in Orta Doğu Teknik Üniversitesi'ne devredilmesi gündeme gelirse de bu gerçekleşmez. 1972 yılında Tünel, TÜBİTAK-MSB ARGE işbirliğiyle kurulan Gündümlü Araçlar Teknolojisi ve Ölçme Merkezi'ne (GATÖM) devredilir. GATÖM'ün önce Balistik Araştırma Enstitüsü'ne (BAE), daha sonra da Savunma Sanayii Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü'ne (SAGE) dönüştürülmesi sonucu Ankara Rüzgar Tüneli çalışmaları SAGE bünyesinde devam eder. İç ve dış onarımlarının yapılması için altı ay süreyle devre dışı kalan Tünel, Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Elektromekanik Aygıtlar Fabrikası'nın (EMAF) da katkılarıyla 16 Mart 1994 günü tekrar faaliyete geçirilir. Halen TÜBİTAK-SAGE ça-



ART çıkış dağıtıcısı. Dağıtıcının çıkış alanındaki metal elekten sonra, ilk sıra dönme kanatçıkları görülüyor.



(ART) İkinci dağıtıcı ve sonundaki dönme kanatçıkları

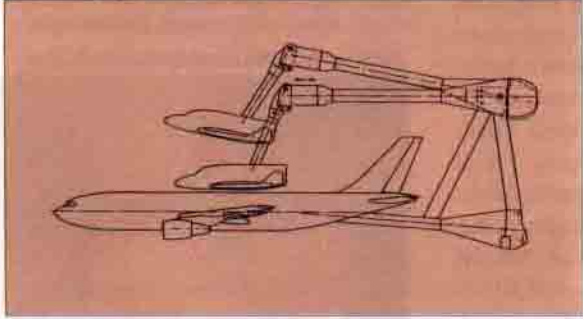
tısı altında çalışmalarını sürdüren Ankara Rüzgar Tüneli'nin 1994 yılında tekrar faaliyete geçirilmesi, Tünel'in yeniden doğuşudur.

Yetiştirilmekte olan kadrosuyla ve yapılabilecek deneyler açısından dünyada benzer özellikteki rüzgar tünelleri arasında bulunan Ankara Rüzgar Tüneli, kapalı devre olarak tasarlanmış bir ses altı rüzgar tünelidir. Ülkemizin sahip olduğu ilk rüzgar tüneli olması açısından önemli konumda bulunan Ankara Rüzgar Tüneli, Türkiye'deki en büyük deney odasına sahip tünel olma özelliğine de sahiptir. Yapı olarak benzer rüzgar tünellerinde olduğu gibi; yolcu uçağı, kargo uçağı, askeri amaçlı uçaklar ve helikopterlerin tasarımları sırasında ses altı deneyleri yapabilecek bina altyapısına sahiptir. Bunların dışında; gövde, kanat, profiller, kuyruk düzenleri, yüksek taşıma elemanları, mevcut tasarımlara eklemeler, değiştirmeler, salınım problemleriyle ilgili her türlü uçak parçalarının; ayrıca araba, kamyon, otobüs benzeri kara araçlarıyla, denizaltı ve batacık araçların denemesi de grekli ekipman sağlandığında gerçekleştirilebilir.

Binaların, köprülerin ve yüksek yapıların testlerinin de tasarlanabileceği merkezde, makina mühendisliği, inşaat mühendisliği ve mimarlık problemleri, yapıların akıma bağlı titreşimlerinin hesaplanmasıyla ilgili deneyler de yürütülebilecektir. Tüm sa-



(ART) Doğrultucu kanatçıklar ve pervane



Yılan, çoğunluğu özel yapılarla ilgili deneylerin yanı sıra hava kirliliği problemleri, atmosfer sınır tabakası ve türbülans araştırmaları gibi çok farklı disiplinler için de deneyler tasarlanması mümkündür. Sayısal model testlerinin yapılabilmesi ve/veya geliştirilebilmesi için deneysel sonuçların da elde edilebildiği Tünel'de farklı amaçlar için yeni deneysel teknikler de geliştirilebilir.

Ankara Rüzgar Tüneli, özellikleri açısından temel sekiz ana bölüm halinde incelenebilir (ana bölümlerin tümü Ankara Rüzgar Tüneli'ni üstten ve yandan olmak üzere verilmiş kesit çizimlerinde de görülebilir). Birinci bölüm, modellerin test edildiği "deney odası"dır. Bu oda

3.05 m x 2.44 m x 6.10 m boyutlarında bir odadır.

İkinci ana kısım ise "çıkış dağıtıcısı" ve buna bağlı olarak düşünülebilecek "metal elek"tir. Buna göre, deney odasında akım yönünde ilerleyince bir çeşit dağıtıcı bulunduğu görülür. Bu dağıtıcıyla birlikte Tünel'in kesit boyutları da kademeli olarak artırılarak akımın yavaşlatılması sağlanır. Dağıtıcının genişleme açısı 3°-5° olup uzunluğu 8.7m'dir. Küçük genişleme açısı, akımın bütün halde

kalmasını sağlamakta yani ayrılmasını önlemektedir. Bunun amacı deney sırasında istenmeyen akım etkilerinin en aza indirilebilmesini sağlamaktır. Bu ikinci ana bölümün sonunda bulunan metal elek ise, deney sırasında modelden kopabilecek ve oldukça hızlı hareket edebilecek metal parçaların tünelin diğer bölümlerine zarar

vermesini önlemek amacıyla yerleştirilmiştir. Aksi halde, kopan parça akımın etkisiyle tünel boyunca sürüklenerek onarılması oldukça pahalı olan arızaların oluşmasına ve dolayısıyla başka deneylerin yapılabilmesi için uzun bir sürenin geçmesine neden olabirdi.

Üçüncü bölüm "birinci iki sıra dönme kanatçıkları" adı verilen ve deney odasından sonraki iki köşeye yerleştirilen parçalardan oluşmaktadır. Bu parçalar, rüzgar akımının köşelerden düzgün dönmelerini sağlamak amacıyla yerleştirilmiştir. Adı geçen kanatçıklar, ilk köşede aynı kesitli olmak şartıyla onüç adet, ikinci köşede ise değişik kesitli dokuz adettir. Kanatçık kesitleri ve bulunmaları gereken konumlar mühendislik hesaplamalarıyla belirlenmiştir.

Dördüncü ana bölüm ise, bir anlamda rüzgar tünelinin kalbi sayılabilecek olan "pervane ve doğrultucu kanatçıklar"dır. Hava akımını oluşturma

makla görevli olan pervane 5 metre çapında olup herbiri iki kanatçıklı iki parçadan oluşmaktadır. Pervane, uç yatak üzerine yerleştirilmiş 220 mm çapındaki mil yardımıyla 750KW gücünde olan ve doğru akımla çalışan bir motor yardımıyla döndürülmektedir. Motorun çalışması için gerekli doğru akım, bir tristörlü çevirici yardımıyla, trafodan gelen alternatif akımın doğrultulmasıyla elde edilmektedir. Pervaneden çıkan akımın istenen doğrultuda ve düzgün olmasını sağlayan doğrultucu kanatçıklar ise, pervanenin önünde ve arkasında olmak üzere sabit olarak inşa edilmiş yedişer adet kanatçıktan oluşmaktadır.

Beşinci ana bölüm ise "ikinci dağıtıcı" ya da "arka deney odası" olarak bilinen kısımdır. Pervaneden sonra



yerleştirilen ikinci dağıtıcı yardımıyla tünel kesiti daha da genişletilerek pervane sonrası akım yavaşlatılır. Dağıtıcının genişleme açısı 8° dir ve 24.5 metre uzunluğundadır. Özellikle bina aerodinamiği testlerinde kullanılabilen ve ikinci deney odası olarak da adlandırılan bu bölmeden sonra yine bir sıra dönme kanatçığı yer almaktadır.

Altıncı kısım "ikinci iki sıra dönme kanatçıkları"ndan oluşmaktadır. Bu bölgede her iki sıraya aynı kesitli yirmiki dönme kanatçığı yerleştirilmiş olup bu kanatçıkların yapısı pervaneden önce gelen ilk iki sıra kanatçığıyla aynıdır.

Yedinci bölüm ise, akım içindeki girdapları kıran ve hızlı akan ortadaki akımın kenarlara akarak akım ayrılması denen olayı engelleyen "perdeler"



(ART) Daralma konisi ve başlangıcındaki üçüncü perde

dir". Buna göre yapılan gerekli mühendislik hesaplamaları sonucu, tünel içinde dönme kanatçıklarından sonra birer metre arayla üç sıra perde yerleştirilmiştir.

Rüzgar Tünelinin sekizinci ve en son kısmı sayılabilecek bölme ise "toplayıcı" ya da "daralma konisi" olarak bilinen kısımdır. Perdelerle deney odası arasında bulunan toplayıcı, gelen akımı hızlandırarak akım yönündeki türbülans düzeyinin düşmesini sağlar. Giriş kesit alanının çıkış kesit alanına oranı olarak bilinen toplayıcının daralma oranı 7.5'tir. Bu, dünyada bulunan benzer özellikteki diğer rüzgar tünellerininkiyle karşılaştırıldığında oldukça iyi bir orandır.

Tüm bunlara rağmen akımın deney odasına girmeden önce düzelme-



sini sağlayan perdeler ve toplayıcı, düzeltme işinde yetersiz kalabilir. Bu olası sorunu çözmek için ikinci dağıtıcının çıkışına yani tünel içinde bulunan en geniş alana, en düşük hız kısmına "petek" adı verilen yapı yerleştirilebilir. Uzunluğu yaklaşık 8-10 petek çapı olarak kullanılan petekler akımın içinde oluşan girdapların düzelmesini sağlarlar. Petek şekli önemli değildir; yani kesitler yuvarlak ya da tam petek şeklinde olabilir ancak düzenli ve düzgün yüzeyli olmaları bir zorunluluktur.

Benzer rüzgar tünellerinde olduğu gibi Ankara Rüzgar Tüneli'nde de; hava yüklemesinin ölçülmesi bağlı olarak taşıma, sürüklenme, yanal kuvvetler ve sapma, yuvarlanma ya da yalpa, yunuslama momentleri,

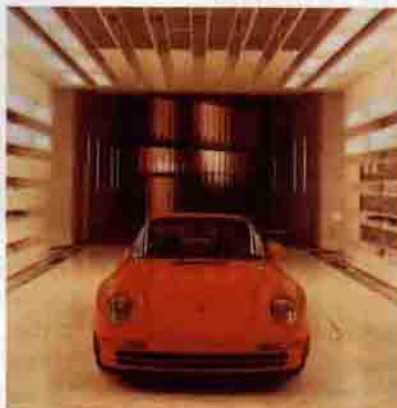


(ART) Deney odasının tünel binası içinde dıştan görünüşü

duman ya da yüzey boyaları yardımıyla yapılan akım görünürlüğü deneyleri, manometre veya elektronik dönüştürücülerle yapılan durgun ve değişken basınçların ölçülmesi, sabit ve değişken hızların ölçülebilmesi için sıcak tel anemometresi ve sıcak tel anemometresiyle aynı amaçlı lazer anemometresi ölçümleri gibi belli başlı teknik ölçümlerin hepsi uygun ekipmanlar sağlandığında yapılabilecek yeterliliktedir.

Türkiye'nin ilk rüzgar tüneli olan Ankara Rüzgar Tüneli, günümüzde de Türkiye'deki en büyük deney odalı tünel olma özelliğini halen korumaktadır. Buna bağlı olarak böyle bir rüzgar tünelinden sadece yüksek hız deneylerinde yararlanılmayacağı kesindir. Şehirlerde oluşan hava kirliliği, yüksek binaların aerodinamik yapıları ve yerleşim konumlarının incelenmesi gibi mimarlık ve şehircilik uygulamaları, ve tüm bunların dışında yerli tasarım kara araçlarının aerodinamik denemeleri de, Ankara Rüzgar Tüneli'nde yapılabilecek; ülkemiz açısından önemli olan konulardan yalnızca birkaç tanesidir.

Havacılık teknoloji ve endüstrimizin yabancı lisanstan bağımsız ve özgün olarak tasarlanabilmesi ve yerli



imalatını yapabilecek yeterliliğe ulaşabilmesi açısından araştırma ve geliştirme yönüyle yardımcı bir kuruluş olan Ankara Rüzgar Tüneli'nin önemli bir konumda olduğu görülmektedir. TÜBİTAK-SAGE'de kurulmuş olan sayısal akışkanlar grubuyla birlikte Ankara Rüzgar Tüneli'nde başlatılmış deneysel çalışmalar Aerodinamik Araştırma Enstitüsü için uygun bir alt yapıyı ve çekirdeği oluşturmaktadır.

1950 öncesinde, Cumhuriyet'in ilanından çok kısa bir süre sonra havacılık alanına girmeye çalışan idealist ve öncü kuşağın atılımlarını, 2000'li yılların Türkiye'sine taşımak ve sahip çıkarak Ankara Rüzgar Tüneli'nin çalışmalarına verilecek destek bu alanda çalışan kuruluşlar için de önem taşımaktadır.

Türkiye'de uçak fabrikalarının tarihçesi konusunda Sn. Prof. Dr. Cahit ÇIRAY'a, yazının hazırlanması için yardımda bulunan Sn. Doç. Dr. Mehmet Kavvaoglu, Sn. Doç. Dr. Özden Turan, TÜBİTAK-SAGE Araştırmacılarından Sn. Uçak Yök.Müh. Necati Telçeker'e teşekkür ederiz.

Babür Eryalçın

- Kaynaklar**
Bradsha P., Pankhurst R.C., "The Design of Low Speed Wind Tunnels", Prog. Aerospace Sci., 1969.
Bridgman L., "Jane's All the World's Aircraft", 1949.
Chuckkapali G., "An Experimental and Numerical Investigation of An Increasing Adverse Pressure Gradient Turbulent Boundary Layer", M. Eng. Thesis, McMaster University, 1993.
Farrell C., Wia, L., "A note on the design of screen-filled wideangle diffusers", Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Cilt 33, 1990.
Gorlin S.M., Slezinger U., "Wind Tunnels and Their Instrumentation", Kodus, 1966.
Kilgore R.A., "Advanced Experimental Techniques for Transonic wind Tunnels", Japonya, 12-23 Eylül 1987.
Laws E.M., Livesey J.I., "Flow through screens", Ann. Rev. Fluid Mech., Cilt 10, 1978.
Mehta R.D., "The aerodynamic design of blower tunnels with wideangle diffusers", prog. Aerospace Sci., cilt 18, 1977.
Pankhurst R.C., Holder D.W., "Wind Tunnel Technique", Londra, 1952.
Premeci Ö.E., Tolun S., Buğdaycı H., "Ankara Hava Tünelinden Yararlanma Olanaklarının Saptanması", TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu Proje No: ÖE-474/A, Nisan 1979.
Pope A., Harper J.J., "Low Speed Wind Tunnel Testing", 1966.
Shapiro A.H., "The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Flow", New York, 1953.
Su Y., "Flow analysis and design of three-dimensional wind tunnel contraction", AIAA Journal, 1991.
TÜBİTAK Taslak Çalışması, "Havacılık Teknoloji ve Araştırma Geliştirme Politikaları", Eylül 1994.

Fransa'da Gün Yüzüne Çıkan Taş Anıtlar

Ortaçağda papazların emri üzerine yerlerinden kaldırılarak toprağın altına gömülen taş anıtlar, Monteneuf'ta tekrar gün yüzüne çıkarıldı. Anıtlarla birlikte gömülen sırları açıklayabilmek için de araştırmalar yürütülüyor. Keltler'in Batı Avrupa'ya yerleşmeleri sırasında yıktırılan taş anıtların, birtakım ayrıcalıklı ailelere ayrıldığı sanılan ve toplu mezar olarak da kullanılmış olan dolmenlerin yapımında tekrar işlev gördükleri biliniyor.

DİKİLİ TAŞLAR... Morbihan'ın küçük bir kasabası olan Monteneuf'ta yaşayan herkes, bu üç taş anıtın öyküsünü en az bir kez dinlemiştir. Dikenli katırtınağı ve eğrelti otlarıyla örtülü taş anıt mezarına, köpekleriyle gelen avcılar dışında çok uzun süre hiç kimse ayak basmamıştı. 1981'de başlatılan arkeolojik çalışmalar sonucu elde edilen ilk bulgular, başlangıçta umulandan çok daha şaşırtıcı ve cesaret vericiydi.



Toprağın altında megalit adı verilen, tarih öncesinden kalma yontulmamış, oylumlu taş anıtlar bulunuyordu. Böylelikle Batı Fransa'nın, hatta Avrupa'nın en önemli megalitik sit alanı oluşturulmuş oldu.



yük bir kütleyi bir omuz darbesiyle yere indirmek, pek mantıklı bir iş değil. Yüzlerce kişi yıllar süren bir çalışmayla bunu ancak

başarabilir,” diyor.

Kaydedilen gelişmeler oldukça yankı uyandırmış olmasına karşın, gerekli maddi desteğin sağlanması uzun zaman aldı ve kazılar ancak 1989’da başlayabildi. Kazıda görev alan arkeologlardan birinin belirttiği gibi, ilk yıl tam 51 gömülü taşanıt bulunmuş; ertesi yıl bu sayı 120’ye, bugün de 400’e ulaşmış durumda. Söz konusu sit alanının bulunduğu, fundalık ve ağaçlarla dolu 6,5 hektarlık alan içinde altı taş anıt sırası var. Sıraların uzunluğu ise 350 m’nin üzerinde. Ancak bugüne değin yalnızca 5 000 metrekairelik bir alan üzerinde inceleme ve araştırma yapılabilmiş olduğundan, geriye kalan bölge gizemini hâlâ koruyor.

Taş anıtların devrilmiş, gömülmüş ve belli şekillerde iki üç parçaya bölünmüş olması, arkeologların başlıca ilgi odağını oluşturuyor. Fırına, deprem, don gibi doğa olayları, bu duruma yol açabilecek yeterli nedenler olarak görülüyor. Bu nedenle Taş anıtların insanlara yağmalandıkları düşünülüyor. Bununla birlikte soruna tam anlamıyla bir yanıt bulunabilmiş değil. Böylesi bir zararın yalnızca eğlence amacıyla verilmiş olamayacağını belirten ve yıkım kararının oldukça etkili biri ya da birilerinden gelmiş olması gerektiği kanısında olan arkeolog Yannick Lecerf, “şu ana kadar bulduğumuz en büyük taş anıt 9 m. uzunluğunda ve 35 ton ağırlığında. Böylesine bü-

O halde, bu devasa taşları insanların görüş alanından hatta belleklerinden silme kaygısıyla bu derece zor bir işin yapılmasını isteyecek denli güçlü bu kişi ya da kişiler kimdi? Lecerf, “büyük olasılıkla din adamları” diyor. Kilise bütün ortaçağ boyunca çok tanrılı dinlere karşı amansız bir savaş vermişti. Nantes’deki konsüllüğün emri ile, 648-655 yılları arasında, çok tanrılı kültlere neden olan tüm kutsal ağaçların ve Kelt yapımı taşların imhasına başlandı. Yazılı emirde bu anıtların parçalanmasının ve toprakla örtülmesi gerektiğinin belirtilmiş olması, Monteneuf’te de benzer olaylar yaşandığını gösteriyor.

Bir başka ilginç nokta da Taş anıtların arasında kıvrıla kıvrıla giden yolun iki odak noktasında odun kömürü parçacıkları bulunması. 19. yüzyıl başlarına ait eski yer yazımlarında, dikilitaş ülkesinin bütünüyle dimdik patikalar ile dolu olduğuna ve bu yolların hiçbir yere ulaşmayan, eğik bir ana yola bağlandığına dair kayıtlar bulunuyor. Patikalardaki toprak çok sıkışık olduğundan ve sayısız şist parçası içerdiğinden, bu yolların ulaşım ile bir ilgisi olmadığı düşünülüyor. Bu bilmeceyi çözmenin tek yolu, odun kömürü parçacıklarının tarihlendirilmesi. Araştırmalar, “başı sonu olmayan” bu garip patikanın 980’li yıllardan kalma ol-



duğunu gösteriyor. Kesin olmayan bu veriler ışığında, söz konusu yolun devirme-taşıma sırasında yıkımcılar tarafından şekillendirildiği; dolayısıyla yıkımın 980’li yıllarda gerçekleştiği söylenebilir. Bu aşamada merak uyandıran bir başka soruysa, vinç ya da buldozer benzeri bir araç olmaksızın yıkımcının bu işi nasıl başardığı. Sorunun yanıtı yine kazılarda ve incelemelerde saklı.

Taş anıtlar metal gereçlerle önceden belli yerlerinden inceltiliyor (yolda granül şistlerin bulunması da bunu doğruluyor) ve üst taraflarından tutularak örs dizisinin üzerine düşürülüyorlardı. Çarpma sonucu oluşan tepkime, taş bloğun inceltilmiş yerlerden kopmasına neden oluyordu. Bu işleminden kurtulan üç anıt dışında, tüm taş anıtların üzeri binlerce yıl boyunca bitkilerle örtülmüştü.

Acıklı gibi görünen bu öykünün iyi bir yanı da yok değil. En azından diğer megalit alanları gibi, yüzyılımızın başındaki kazılara ve turist yağmalarına maruz kalmadı ve bilimsel anlamda bir katkı sağlamış oldu.

Dünya üzerinde bir benzeri olmayan ilk taş anıt, 1991’de Avrupa’da gün yüzüne çıkarıldı. Monte-





Hazırlama

neuf kazıları sayesinde bugün bilimadamları, neolitik insanların bu dev taşları kesip, dik duracak şekilde yerleştirmek için nasıl bir yöntem izledikleri konusunda bir fikir edinmiş oldular. Lecerf, bu konudaki görüşlerini şöyle dile getiriyor: "Sanılanın aksine, izledikleri yöntem oldukça basitti. Bugüne değin neolitik insanı ve yaptıklarını hep ilkel sınıfına dahil ettik. Taş anıtları taşımak için dik rampalara yerleştir-



dikleri, yapımı son derece güç olan yuvarlak tahtalar kullanmaları, bize ilkel bir yöntem gibi gelmişti; oysa bu işlemlerin oldukça karmaşık bir yapıya sahip olduğunu ancak bugün anlıyoruz." Taş anıtların belli bir sıraya göre dizilmiş olması, başka-

Yerinden Çıkarma



ca bir işlevleri olup olmadığı sorusunu getiriyor aklı. Asteriks adlı çizgi romanda sürekli olarak sırtında bir taşla resmedilen ve ülkemizde "Hopdediks" olarak bilinen Obeliks'in ismi de, obelisk; yani taş anıt sözcüğünden gelmekte. Hopdediks, kendi çağından çok uzun bir süre önce kaybolmuş taş anıtları toplamak gibi bir meslek edinmiş. Bu arada çizgi romanın bütünüyle gerçek Galya tarihine dayandığını belirtmekte yarar var.

Neolitik çağın bitiminden sonra, Keltler'in Batı Avrupa'ya yerleşmeleri ile birlikte yıktırılan sayısız taş anıt, dolmen (büyük taşlardan lahit şeklinde yapılmış abide) yapımında tekrar kullanıldı. Bugün, toplu mezar olarak kullanılmış oldukları bilinen dolmenler, ikisi yanda, biri kapakta duran taşlardan oluşmaktaydı. Tüm bunların amacı, yeni yapı malzemesi toplamak, yağmalamak, kült bölgelerini tahrip etmek miydi? Bu konuda kesin olan tek şey, taş anıtların, başlangıçta düşünülen işlevlerini yerine getiremeden yok edilmiş oldukları.

li zamanlarında yıldızların ve güneşin konumunu gösterme amacıyla kullanılmış olabileceklerini öne süren sav. Ancak bu görüşün geçerli olabilmesi için sıraların düzgün bir hat üzerinde, doğu-batı doğrultusunda bulunmaları gerekirdi. Ciddi anlamda kazı yapılan ilk yer olan Carnac'taki sit alanı, bu savı doğrular gibiydi. Ne var ki Paimpont ve Fougère'de bulunan sıraların, kuzey-güney doğrultusunda; Monteneuf'tekilerin ise bütünüyle seçkisiz olması, bu kuramları geçersiz kılıyor. Yıldızların binlerce yıl önceki konumlarıyla bugünkü konumları arasında farklar olması ve o zamana ilişkin çalışmaların geçen yıla ait yıldız haritası üzerinde yapılması da, peşpeşe birçok yanlışlığa neden olmuş. Megalit zamanı belirmemediğinden, o dönemin yıldız konumlarını belirlemek de zaten olanaksız.

Sonuç olarak arkeologlar, sıra yönünün, taşların çıkarıldığı konumla ilgili olduğu konusunda görüş birliğine vardılar. Örneğin kayalar kuzey-güney yönüne bakıyorsa, taş anıtlar da aynı yönde bir sıra oluştuyordu. Anıtların batı-doğu yönünde sıralanmasının nedeni de aynıydı.

Carnac'ta tartışma konusu olan bir başka durumsa, büyük anıtların



Nakliye



Yerleştirme



Dik konumda yerleştirme

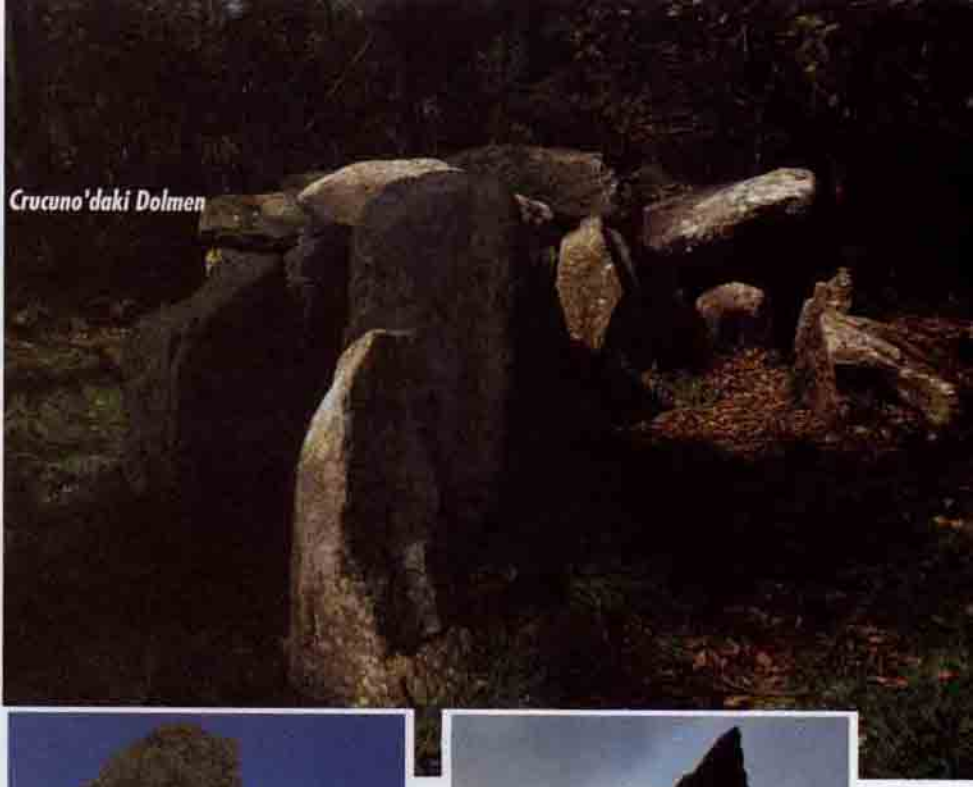
sit alanının batı bölgesinde, küçük anıtlarına doğu bölgesinde yer almasıydı. Başka hiçbir yerde böyle bir duruma rastlanmamıştı. Yoğun tartışmalar sonucunda bu dizilimin nedeninin, kaya parçasındaki dilimlere bağlı olduğuna karar verildi. Batıdakilerin oldukça geniş olması, büyük taş bloklarının çıkarılmasına olanak veriyordu; oysa doğudakiler çok daha dardı.

Taş Anıtların İşlevi

Lecerfe göre taş anıtların toplumsal bir işlevi vardı. Birçok sıra, uzaktan görülebilecek şekilde yüksek bir noktaya yerleştirilmişti. Böylelikle insanların belli bir noktayı merkez alabilmelerini sağlıyorlardı.

Günümüzde megalit yapan toplumların (Madagaskar, Afrika ve Okyanusya ülkeleri) kahramanlıklar, kabileler arası evlenmeler gibi bazı olayları simgeleştirdiklerini görüyoruz. Hangi dönemde, hangi anakarada olursa olsun, yazıyı tanımayan toplumların megalitler dikmesi, uygarlık tarihi boyunca gözlenen, değişmeyen genel bir eğilim. Kitapları olmayan toplumlarda megalitler, zaman gösteren imlerdir. Sözlü anlatım yoluyla taşınan tarihin önemli basamakları, bu şekilde ölümsüzleştirilir. Söz konusu toplumun büyüklüğünü de ifade eden bu yapılar, günümüzdeki bazı büyük yapıların (Empire State Building, Versailles Sarayı, vb.) ilk örnekleri sayılabilir. Bu nedenle taş anıtların ardında karmaşık, karanlık anlamlar aramak gereksizdir.

Crucuno'daki Dolmen



Carnac'taki Menhir



Erdeven'deki Menhir

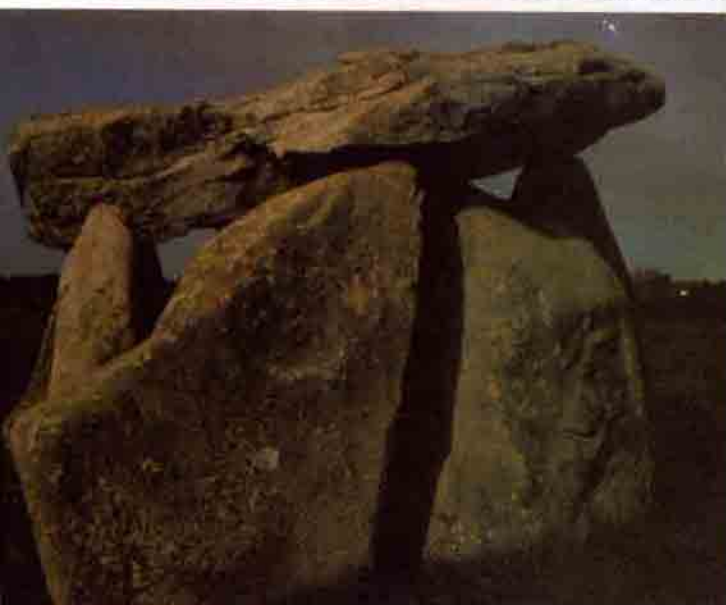
Gelecek yıl Monteneuf'ten daha başka bulgular elde edilmesi; fosil ve karbon araştırmaları yoluyla çok daha kesin tarihlendirme yapılması bekleniyor. Şimdilik sit alan-

larının bir-birini izleyen üç evreden geçtiği biliniyor. Bunun dışında yerleştirme öncesi ve sonrası olmak üzere iki aşamadan, kabirlerden, küplerden ve kazı dışında bulunan bronz baltadan da

anlaşıldığı gibi, taş anıt sıralarının gömme olgusunda bir rol oynadığı açık.

Kazılara başlanmış 5 000 metrekarelik alan içinde taş anıtların yeniden dikilmesi ve sıralara ait bir plan oluşturulması için bir program belirlenmiş. Anıtların otuz kadarı, tekrar birleştirilerek yerlerine yerleştirilmiş durumda. Kısa süre önce açılan megalitlerle ilgili müzenin günlük ziyaretçi sayısı ikiyüzü buluyor. Bundan sonra taş anıtlara yeni anlamlar yüklenip yüklenemeyeceği, yapılacak çalışmalara ve elde edilecek bulgulara bağlı.

Par Marc Mennessier
Science & Vie Kasım 1994
Çeviri: Deniz Kırmısoy Kucur





Bilgisayar Grafiğinde Donanım

Bir doktora öğrencisinin Massachusetts Institute of Technology'de 1960 yılında bir radar sisteminden yararlanarak yapmış olduğu bilgisayar grafiği terminali, etkileşimli iletişim ortamını grafiksel anlatım biçimine dayarak geliştirilmiş ilk yazılım-donanım uygulaması olarak kendisini dünyaya tanıttı. Bunu izleyen yaklaşık on yıl, donanım yeteneğinin rekabeti konusunda birçok firmanın parlamasına, bir o kadarının da batmasına sahne oldu. Ancak, gelişmeleri kamçıl原因 gereksinimlerin temel tanımları ortaya açıkça konuldukça, araştırmaların önemi daha kuvvetle vurgulanıp, bilgisayar grafiği bir amaçtan çok, bir araç olma özelliğiyle de benimsenmeye başlandı. Bu gelişmelerden sonra, kendi çerçevesi içinde hızla büyüyen bu bilim dalı, sadece grafik konularında değil, kullanıcı arabirimlerinden, dizgi-baskı sistemlerine kadar bilgisayar yaşantısının ayrılmaz bir parçası oldu. Bugün, özellikle yetenekli kişisel bilgisayarlardan, her türlü iş istasyonlarından; nokta matrisli yazıcılardan, lazerlerde kullanıcıya görsel olarak iletilen her türlü bilgi, grafik yöntemleriyle üretilmektedir. Kolumuzdaki değişik elektronik saatlerden, mikrodalga denetim panosuna kadar yaşamımıza girmiş olan grafik gösterim aygıtları, bilgileri bize bilgisayar grafiği yöntemleriyle iletmektedir. Bu tür aygıtların işleyiş prensiplerini okurlarımıza anlatmakta yarar görerek bu yazıyı hazırladık. Burada anlatılmayan daha birçok donanım ögesi olmasına rağmen, bunların çok özel amaçlı kullanılmaları nedeniyle, biz günlük yaşamımızda daha çok rastladığımız aygıtları inceledik.

Bülent Özgüç
Bilkent Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

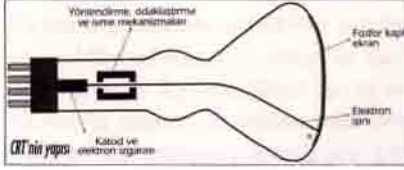
BILGISAYARLARDA grafik görüntüler elde etmek amacıyla, çok sayıda etkileşimli aygıt ve grafik yazılımı kullanılabilir. Daha gelişmiş bilgisayarlarda, özel olarak geliştirilmiş grafik sistem ve teknolojilerinden yararlanılabilir.

Video Gösterim Araçları

Grafik sistemlerinde en temel araçlardan birisi olarak video monitörünü verebiliriz. Video monitörlerinin çoğu işleyiş biçimi bakımından birbirlerine çok benzer. Bunlar, bir standart katod ışınlu tüp (CRT) aracılığı ile görüntü elde

ederler. Gelişmekte olan birçok farklı teknoloji sonucu, zamanla katod ışınlı tüp monitörlerde güncelliğini kaybedecektir.

Katod Işınlı Tüp



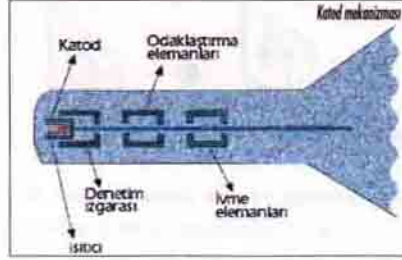
Elektronlar, odaklaştırma ve yönlendirme sistemlerinden geçer, bu sistemler, elektron demetini fosforlu yüzeydeki belli bir noktaya düşürür. Fosforun parlaması ile bu nokta görünür bir konuma geçecektir. Fosfor tarafından yayılan ışık dalgaları çok çabuk kaybolduğu için, ekranda kalıcı bir görüntü sağlayacak yöntemlere gereksinim vardır. Fosforun devamlı parlamasının bir yolu, aynı noktaya sürekli elektron düşürmektir. Bu tip gösterime tazelemeli CRT denir.

CRT içerisindeki elektron kaynağının en temel parçaları, ısıtılmış metal katod ve denetim ızgarasıdır. Katod içinde ısı, silindirik katod yapısının içinde bulunan ve filament diye adlandırılan, elektrik tellerinden akımın geçmesiyle oluşur. Bu işlem elektronların sıcak olan katod yüzeyini bırakmalarına neden olur. CRT zarfının içerisindeki vakumlu bölgede serbest negatif elektronlar, yüksek bir pozitif voltaj sayesinde fosforla kaplı yüzeye doğru yönelirler.

İvme voltajı, tüp içinde pozitif yüklenmiş metal kaplamayla veya ivme anodu ile elde edilebilir. Bazen ivme anodu ve odaklaştırma sisteminin tümü elektron kaynağı ile birlikte tek bir elektronik birim olarak çözülür. Elektron demetinin yoğunluğu, katodun etrafına oturtulan silindir şeklinde olan, denetim ızgarası üzerinde voltaj seviyesini belirleyerek ayarlanabilir. Denetim ızgarasına verilen yüksek negatif voltaj elektron demetini geri iterek, çıkmalarını önler. Denetim ızgarasında daha küçük negatif bir voltaj, bazı elektronların geçmelerine engel olamaz. Fosfor kaplı yüzeyin ışığı yayma oranı ekrana çarpan elektron sayısına bağlıdır. Denetim ızgarasındaki voltajı değiştirerek, görüntünün parlaklığını ayarlayabiliriz.

CRT içerisindeki odaklaştırma sistemine, elektron demetinin fosfor tabakasına çarptığı zaman çok ufak bir noktada birleşmesini sağlamak için gereksinim vardır. Aksi takdirde, elektronlar birbirini iterler

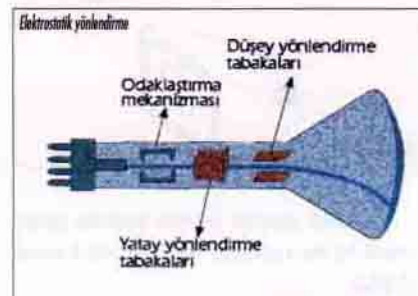
ve dalga ekrana yaklaştıkça dağılır. Odaklaştırma elektrik veya manyetik alanlarda olabilir. Elektrostatik odaklaştırma genellikle televizyon ve bilgisayar grafiği monitörlerinde kullanılır. Elektrostatik odaklaştırma, elektron demetinin pozitif



yüklü metal silindirin içerisinde geçmesiyle oluşur. Elektrostatik mercek, optik merceklerde olduğu gibi, elektron demetini ekranın istenilen yerine odaklar. Manyetik odaklaştırma, ekranda en duyarlı ve küçük odaklaşmayı oluşturur ve özel amaçlı laboratuvar aygıtlarında kullanılır. Bu sistemlerde, elektrostatik plakalar yerine, elektromıknatıs gereçleri kullanılır.

Yüksek duyarlılığı olan sistemlerde, bütün ekran noktalarında demeti odakta tutabilmek için ek odaklama donanımları kullanılır. Ekranın üzerinde parlaması gereken noktanın konumuna göre, elektron demetinin katetmesi gereken uzaklıklar değişkendir. Bu nedenle elektron demeti ekranın merkezinden ekranın dış köşelerine hareket ettikçe, görüntüler bulanıklaşacaktır. Bu durumu giderebilmek için, demetin ekran pozisyonuna bağlı olarak çalışan odaklaştırma sistemleri geliştirilmiştir.

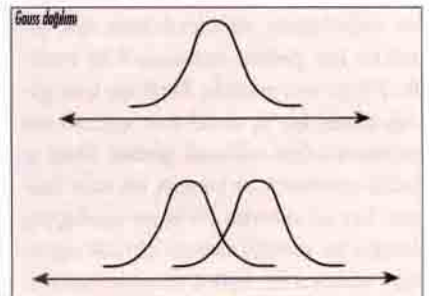
Elektron demetinin yönlendirilmesi elektrik veya manyetik alanlarla kontrol edilebilir. Katod ışınlı tüpler, günümüzde genellikle manyetik alan aracılığı ile yönlendirilirler. Bu işlem için iki çift elektro mıknatıs kullanılır. Bir çift, tüpün boynunun altına ve üstüne, diğeri de boyunun karşı köşelerine yerleştirilir. Bu çiftler halinde yerleştirilmiş elektro mıknatıslar sayesinde oluşan manyetik alan yön değiştirme gücü oluşturur; bu güç de, hem manyetik alana hem de elektron demetinin hareket yönüne diktir. İstenilen yön değiştirme miktar-



ları elektro mıknatıslardan geçirilen akım ile sağlanır. Elektrostatik yönlendirme kullanıldığı zaman, CRT zarfının içerisine, elektro mıknatıslar yerine, iki çift paralel elektrostatik metal plaka yerleştirilir.

Elektronlar fosfora çarptıkları zaman dururlar ve kinetik enerjileri fosfor tarafından emilir. Enerjinin bir kısmı sürtünmeyle ısı enerjisine dönüşür, geriye kalan da, fosfor atomlarındaki elektronların, kuantum enerjilerinin çok yüksek bir seviyeye çıkmasına neden olur. Kısa bir zaman sonra, "hareketli" fosfor elektronları durağan zemin seviyelerine, fazla enerjilerini ışık enerjisi olarak dışarıya vererek, geri dönmeye başlarlar. Bizim ekranda gördüğümüz de tüm elektron ışık emisyonlarının ortak etkisidir: bütün hareketli elektronların temel enerji seviyelerine dönüşlerinden sonra çabucak kaybolan parlak bir noktadır. Fosfor tarafından yayılan ışığın frekansı (veya rengi), hareketli kuantum hali ile temel hali arasındaki enerji farkına doğru orantılıdır.

CRT'de kullanılabilecek çok farklı fosforlar vardır. Rengin yanında fosforlar arasında en büyük değişiklik, kalıcılıklarıdır. Başka bir deyişle, elektron akımı durduktan sonra ışığı daha ne kadar yaymaya devam edebildikleridir. Kalıcılık, ekrandan yayılan ışığın gerçek yoğunluğunun 1/10'una kadar düşmesi için gereken zamana denir. Düşük kalıcılık özelliği olan fosforların, ekranda titreşimsiz görüntü meydana getirebilmeleri için daha yüksek tazeleme oranlarına gereksinimleri vardır. Bu tür fosforlar animasyon için elverişlidir. Bunun nedeni, hareket sağlamak için saniyede en az 30 kere tazelenmesi gereken ekranın, bir görüntüden diğerine geçerken eski görüntünün hemen kaybolup, istenmeyen izler bırakmamasıdır. Yüksek kalıcılık özelliği olan fosforlar da, oldukça karmaşık, statik resimlerin gösteriminde kullanışlıdır. Bazı fosforların kalıcılık değerlerinin 1 saniyeden büyük olmasına rağmen, grafik monitörlerinde 10 ila 60 mikrosaniye arasında değişen değerlere sahip fosforlar kullanılmıştır.



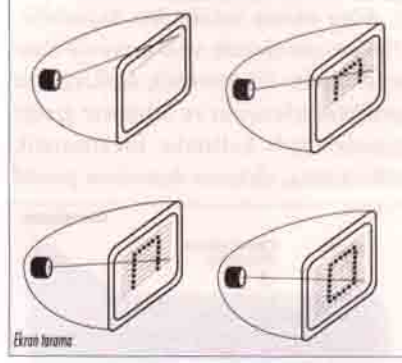
Parlayan noktanın ekrandaki yoğunluğu Gauss dağılımı şeklindeki gibidir. Noktanın merkezinde yoğunluk en büyüktür ve kenarlara gidildikçe düşer. Ekranda, en çok sayıda noktanın birbiri üzerine binmeden görüntülenmesi olayına çözünürlük denir. Çözünürlüğün daha net bir tanımı ise, yatay veya düşey yönde, bir uzunluk biriminde bulunan nokta sayısıdır. Noktanın büyüklüğü de yoğunluğa bağlıdır. Fosfora düşen elektron miktarı birim zaman içinde artarsa, parlayan noktanın çapı büyür. Bunlara ek olarak artan hareket enerjisi komşu atomlara dağılma eğilimi gösterir ve böylece noktanın çapını daha da artırır. CRT'nin çözünürlüğü fosforun türüne, elektron enerjisinin miktarına, odaklaşma ve yönlendirme mekanizmalarına bağlıdır.

Video monitörlerinin diğer bir özelliği ise yatay ve düşey yönde eşit uzunlukta çizgi elde edebilmek için, yatay noktaların düşey noktalara olan oranlarıdır.

Nokta Tarayan Katod Işınlı Tüp: CRT'nin kullanıldığı en yaygın grafik aygıtı, nokta tazeleyen ve televizyon tekniğine göre yapılmış olan monitördür. Nokta tazeleme sisteminde, elektronlar fosforu belirli bir noktada parlatmak amacı ile değil, tüm ekranı belirli bir düzende ve sürekli olarak taramak amacı ile hareketlendirilirler. Bu tarama sırasında, eğer bir nokta parlatılacaksa, sıra o noktaya geldiği zaman, elektron enerji düzeyi ayarlanarak bu sağlanır. Ekrandaki görüntünün tanımı, görüntü tazeleme belleği veya döngülü çerçeve bellek diye adlandırılan birimde saklanır. Bu bellek, yoğunluk değerlerini ekrandaki her nokta için saklar. Saklanan yoğunluk değerleri bir döngü içinde ekranda sırayla çizilir. Herbir ekran noktasına görüntü (resim) elemanı, "pixel" veya "pel" adı verilir.

Evlerimizde kullandığımız televizyonlar ve yazıcılar bu yöntemle çalışan diğer örneklerdir.

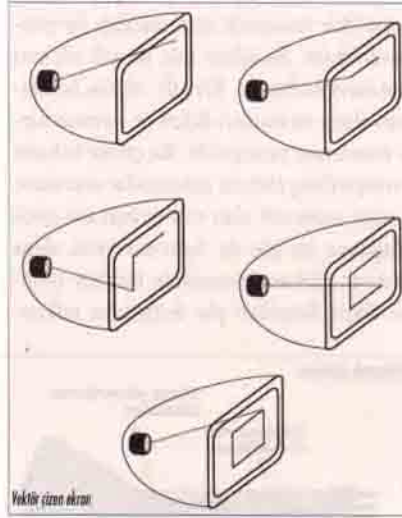
Görüntü elemanı için saklanması gereken değerler, sistemden beklenen kapasiteye bağlıdır. Örneğin basit bir siyah beyaz sistemde, her bir ekran noktası kapalı veya açıktır, böylece her görüntü elemanı için bir bit'e gereksinim duyulur. Ekran konumlarının yoğunluğunu denetleyebilmek için, genellikle her görüntü elemanına 8 bit ayrılır. Bu 256 gri tonu verebilir. Renk için girildiği zaman, her üç temel renk için ayrı ayrı yoğunluk bilgisi saklamak gerekir. Daha az bellek gerektiren bir yöntem ise, renk haritası diye adlandırılan bir birim aracılığıyla, örneğin her görüntü elemanı için 256 yoğunluğu olabilen bir bellek düzenlemesinde,



her yoğunluğu bir renk olarak yorumlar. Basit siyah beyaz sistemlerde görüntü tazeleme belleğine bit haritası (bitmap), gri tonu veya renk veren sistemlerde de bu belleğe pixharitası (pixmap) denir.

Nokta tazeleyen sistemlerde, ekran yukarıdan aşağı doğru, satır satır taranır. Bu sıra, bazen ilk geçişte tek numaralı satırlar, ikinci geçişte çift numaralı satırlar şeklinde iki parça halinde olabilir. Ekranın tarama yöntemi ne olursa olsun, asıl amaç, tarama hızının tüm ekran için saniyede en az 30 kere tekrar etmesini sağlamaktır. Daha yavaş olacak bir tarama, görüntünün sabit kalmasını etkileyecek ve ekranı izleyen göz, tarama aralıklarını farketmeye başlayacaktır.

Rassal Tarayan Katod Işınlı Tüp: Rassal tarayan katod ışınli tüp gösterim birimi olarak işletildiği zaman, CRT'nin elektronları ekranda resmin çizileceği yere yöneltilir. Bu tür monitörler, resmi çizerken, bir defada bir vektör çizer, bu nedenle, vektör tazeleyen monitör olarak da adlandırılırlar. Bu aygıtlarda tazelenen, belirli bir düzende ekranın tümü değil, çizimi oluşturan sırada vektörlerin kendileridir.



Kalemli çiziciler de aynı sistemle çalışır ancak bu tür aygıtlarda tazeleme söz konusu değildir.

Rassal taramada tazeleme oranı, gösterilecek olan vektör sayısına bağlıdır. Bu sistemde, görüntünün bellekte saklanması çok daha karmaşıktır. Sadece ekranı oluşturacak noktalar değil, çizilecek şeklin bir tür geometrik tanımı gereklidir. Bu tanımı içeren görüntü belleklerine tazelenen görüntü kütüğü adı verilir. Tazelenen bu bellekler, basit bir veri kütüğünden çok, bir program görüntümüne sahiptir. Bu nedenle, görüntü listesi veya görüntü programı olarak da adlandırılırlar. Bu liste içinde kısa vektör, uzun vektör, çizmeden atla, eğer donanım destekliyorsa renk değiştir gibi komut sözcükleri bulunur.

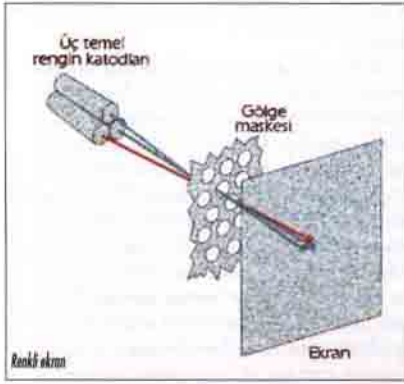
Yüksek kalitedeki vektör sistemleri, yaklaşık 100 000 kısa vektörü saniyede 30 kere çizibilme yeteneğine sahiptir. Küçük bir çizgi kümesinin gösterimi söz konusu olduğunda, 60 çerçeve/saniye'den büyük olan tazeleme oranlarına yakalanmamak için her bir tazeleme döngüsü yavaşlatılır. Aksi takdirde, çizim tazeleme hızı fosforun yanmasına neden olabilir.

Bu sistemler, çizgi çizme uygulamaları için düzenlenmiştir ve gerçek gölgeli manzara, renk oyunları gösterilemez, ancak vektör gösterimleri pürüzsüz ve çok kalitelidir, çünkü sanki bir kalemle kağıda çizim yapılmış gibi doğrudan istenen vektörü çizerler. Bir nokta tarayan sistem, tersine, vektörü sonlu nokta kümeleri olarak çizer, bu da 'merdiven basamağı' diye adlandırılan olumsuz etkilere neden olabilir.

Renkli CRT Monitörleri: Farklı renklerdeki ışıkları yayan fosforlar bir arada kullanılarak, bir CRT monitörü renkli resimler gösterir. Değişik fosforlardan yayılan ışınlar birleştirilerek, farklı renkler elde edilebilir. CRT ile renkli görüntü sağlayabilmek için kullanılan temel iki yöntem, ışın geçirgenliği ve gölge maskeleyedir.

Renkli resimlerin gösteriminde kullanılan ışın geçirgenliği yöntemi rassal tarayan monitörlerde kullanılır. İki değişik tür fosfor, iki kat olarak ekranın içine kaplanır. Bunlar genellikle yeşil ve kırmızı renk verirler. Yavaş elektron demeti sadece dış kırmızı katmanı harekete geçirir. Çok hızlı elektronlardan oluşan bir ışın ise kırmızı katmandan geçerek iç yeşil katmanı hareketlendirebilir. Orta hareketli ışınlarda, kırmızı ve yeşil ışık birleşiminde emilerek sarı ve turuncu olmak üzere ek iki rengin daha gösterilmesini sağlar. Rassal taramalı monitörlerinde, ışın geçirgenliği ile renk üretmek, pahalı olmayan bir yoldur. Fakat bu yöntemle sadece dört renk üretmek olasıdır, aynı zamanda kalite de diğer yöntemlerle olduğu kadar yüksek değildir.

Nokta tarayan sistemlerinde (renkli televizyonlarda dahil olmak üzere) genellikle gölge maskeleme yöntemleri kullanılır. Bu yöntemle, üç ana rengin birleşiminden elde edilebilecek tüm renkler üretilebilir. Bir CRT gölge maskesinde, her bir görüntü elemanı pozisyonunda, üç renkli fosfor noktası vardır. Bunlardan birisi kırmızı ışığı emer. Bir diğeri yeşil, üçüncüsü de mavi ışığı emer. Bu tür CRT'de üç elektron katodu ve fosforla kaplı ekranın hemen arkasında bir gölge maskeleme ızgarası vardır. Elektron katod mekanizmalarının her biri, ayrı bir renkli nokta içindir. Üç elektron ışını, gölge maskesi üzerine grup olarak yönlendirilip odaklaştırılır. Bu üç ışın gölge maskesi deliklerden geçerken, bir nokta üçgeni oluştu-



rurlar, bu da ekranda küçük bir renk noktası olarak yansır. Bu üçgenlerdeki noktalar, gölge maskesinden geçerken, her bir elektron ışını kendisi ile eşlenen renkteki noktayı harekete geçirebileceği şekilde düzenlenmiştir.

Bu üç elektron katodunun diğeri bir düzenlemesi de doğrusal olarak yapılabilir. Bu düzenlemede, ekrandaki eşlenen kırmızı, yeşil ve mavi renk noktaları, üçgen şekli yerine bir tarama çizgisi boyunca sıralanmıştır. Elektron katodunun bu doğrusal düzenlemesi, yüksek çözünürlüklü renkli CRT'lerde çok yaygın bir şekilde kullanılır.

Üç elektron ışınındaki yoğunluk seviyelerini farklılaştırarak, gölge maskesi CRT'sinde renk değişiklikleri elde edebiliriz. Kırmızı ve yeşil ışınları söndürerek, mavi fosfordan gelen rengi elde edebiliriz. Işın yoğunluklarının diğeri birleşimleri, bizim gözlerimiz üç rengi bir bütün olarak algılamaya meyilli olduğundan, her bir görüntü elemanı pozisyonu için küçük ışık noktası oluştururlar. Bizim gördüğümüz renk, kırmızı, yeşil ve mavi fosforun parlama miktarına bağlıdır. Bir beyaz (veya gri) alan, üç noktanın eşit miktarda yoğunluğu ile aktif hale getirilmesinin sonucudur. Sarı sadece yeşil ve kırmızı noktalardan; magenta, mavi

ve kırmızı noktalardan meydana gelir. Cyan ise mavi ve yeşil noktaların eşit miktarda aktif hale getirilmesiyle gözükür. Bazı ucuz sistemler, elektron ışınının açılıp, kapatılmasıyla görüntüyü sekiz renkle sınırlar. Daha gelişmiş sistemler, elektron ışınları için orta kademedeki yoğunluk seviyelerini uygulayarak, milyonlarca rengin ortaya çıkmasını sağlar.

Renkli grafik sistemleri, değişik birçok CRT gösterim aygıtlarında kullanılmak üzere tasarlanabilirler. Bazı ucuz ev bilgisayar sistemleri ve video oyunları, renkli televizyonlarda ve RF (Radio-frequency) modülörleriyle kullanılmak üzere tasarlanmıştır. RF modülörlerinin amacı, televizyon yayın istasyonundan gelen sinyalleri simüle etmektir.

Grafik sistemlerindeki renkli CRT'ler RGB monitörleri olarak tasarlanırlar. Bu monitörler, gölge maskesi yönetimini kullanırlar ve yoğunluk seviyesini her bir katod için (kırmızı, yeşil ve mavi) doğrudan bilgisayar sisteminden, ara aşamalardan geçmek-sizin alırlar. Yüksek kalitedeki sistemlerde her bir görüntü elemanı için 24 veya daha fazla bit vardır ve böylece her bir elektron tabancası için 256 volt verilir. Bu, her bir görüntü elemanı için yaklaşık 17 milyon renk seçeneği yaratır. Her bir görüntü elemanında 24 bit depolanan RGB renkli sistemlerine genellikle tam renkli sistemler veya gerçek renkli sistemler denir.

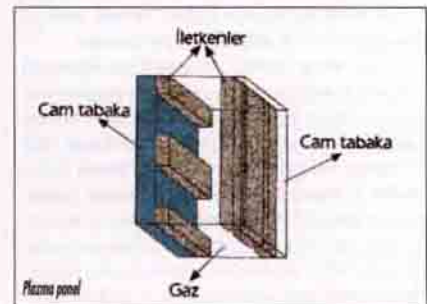
Doğrudan Görüntü Depolama Sistemleri: Ekran görüntüsü sağlamanın diğeri bir yolu da, resim bilgisini ekrana tazelemek yerine CRT'de depolamaktır. Resim bilgisini, fosforla kaplı ekranın hemen arkasında yer alan, doğrudan görüntü depolama tüpü (DTVST) depolar. DVST'de iki elektron katodu vardır. Bunlardan biri şekil çizerek depolamak için kullanılır; ikinci akış katodu ise resim görüntüsünün parlayan fosfor noktalarını sürekli elektronlarla besleyerek sabit kalmasını sağlar.

Tazelemeli CRT ile karşılaştırıldığında, DVST monitörlerinin hem olumlu hem de olumsuz yönleri vardır. Tazelemeye gereksinim olmadığı için çok karmaşık resimler bile yüksek çözünürlükte görüntülenebilir. DVST sistemlerinin olumsuz yönü ise, bir renkli olmaları ve resmin seçilen parçalarının silinmemesidir. Resmin bir kısmını silebilmek için, bütün ekranın silinip seçilen resmin tekrar gösterilmesi gerekmektedir. Silinmesi ve tekrar gösterilmesi işlemleri karmaşık resimler için saniyeler alabilir. Bu nedenlerden, tazelemeli sistemler depolama monitörlerinin yerini almıştır.

Düz-Panel Monitörleri

Grafik monitörlerinin çoğunluğunda CRT'lerin kullanılmasına rağmen yakında CRT monitörlerinin yerini alacak yeni teknolojiler geliştirilmektedir. Düz-panel monitör terimi CRT ile karşılaştırıldığında, hacim, ağırlık ve güç bakımından daha az gereksinimi olan video araç grubudur. Düz-panel monitörlerinin önemli bir özelliği CRT'lerden daha ince olmalarıdır. Duvarlara asabiliriz veya göğsümüzde taşıyabiliriz. Düz-panel monitörlerinin bazılarının üzerlerine yazılabildiğinden, yakında onları cep not defteri olarak bile kullanmak olası olabilecektir. Bu monitörlerin bir kısmı saydam malzemeden oluştuğu için, arka yüzden yansıtılan bir projeksiyon veya film makinası ile birlikte kullanılabilir. Düz-panel gösterim aygıtları, şu anda küçük televizyon monitörlerinde, hesap makinalarında, cep video oyunlarında, dizüstü bilgisayarlarında, uçaklardaki film gösterilerinde, asansörlerdeki ilan tahtalarında, sağlam ve taşınabilen monitörlere gereksinim duyulan grafik gösterimlerinde kullanılmaktadır. Düz-panel monitörleri yayan ve toplayan olarak ikiye ayırabiliriz. Yayan monitörler elektrik enerjisini ışığa çeviren araçlardır. Bunlara örnek olarak plazma panellerini ve LED'leri verebiliriz. Düz CRT'lerde elektron ışınları ekrana paralel olarak ivme kazandırılır ve daha sonra ekrana 90°'lik açıyla yansıtılır. Fakat düz CRT'ler diğeri yayan aygıtlar kadar başarılı olamamışlardır. Toplayan monitörler, güneş ışığını veya bir başka kaynaktan gelen ışığı grafik şekline dönüştürmek için optik kuralları kullanırlar. Toplayan düz-panel monitörlerinin en önemli örneği sıvı-kristal (LCD) araçlarıdır.

Plazma panelleri, gaz-boşaltım monitörleri diye de adlandırılırlar. İki cam tabaka arasındaki boşluğun içerisinde genellikle neon bulunan bir gaz karışımıyla doldurulması yapılmıştır. Bu cam panellerden birisine bir seri düşey, diğeri ise yatay olarak iletkenler takılmıştır. Yatay ve düşey olarak bir çift iletken akım verilmesi halinde, bu iki iletkenin kesiştiği noktadaki gazın elektronik ve iyon olarak parlayan plazmaya bölün-



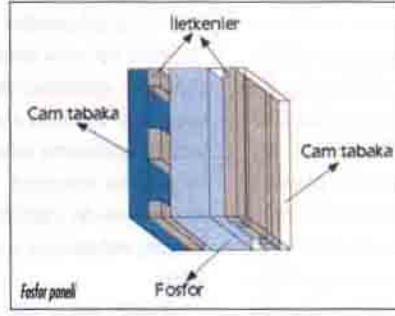


mesine neden olur. Resim tanıma, görüntü tazeleme belleğinde depolanır. Görüntü

elemanı konumlarını tazelemek için yüksek voltajlar uygulanır. Yükselen voltajın hızlı uygulanmasını sağlamak için alternatif akım yöntemleri uygulanır ve böylece daha parlak gösterimler elde edilir. Görüntü elemanları arasındaki ayırım, iletkenlerdeki elektrik alanlarıyla sağlanır. Plazma panelinin bir olumsuz yönü, tek renkli aygıtlar

olmalarıdır. Günümüzde, yavaş, yavaş renkli ve gri seviyeli monitörler de geliştirilmektedir.

Cam plakalar arasındaki boşluğun gaz yerine, içinde mangan bulunan bir fosfor bileşimiyle doldurulmuş olması ile de değişik panel monitörler yapılabilmektedir. Bir çift çapraz



elektroda yeterli miktarda yüksek voltaj verildiğinde, iki elektrodun kesişme noktasında fosfor iletken görevini görür. Sonra elektrik enerjisi mangan atomları tarafından emilir ki bu daha sonra, plazma panelindeki plazma olgusuna benzer bir şekilde enerjiyi ışık noktası olarak geri verir.

Bilgisayar Grafiğinin Tarihçesi

Veysi İşler

Bilkent Ün. Bilgisayar ve Enformatik Müh.Böl.

Bilgisayar grafiğinin tarihi, bilgisayarların ortaya çıkması ile başlar. Yazıcılardan alınan çıktılar, bilgisayar grafiğinin ilk ürünleri olarak kabul edilebilir. Bilgisayarın ilk yıllarında, bilgisayar yazıcısının karakter kümesindeki harfleri ve sembolleri kullanarak oldukça karmaşık resimler elde edilmekteydi. Bu yıllarda, kullanıcı ve bilgisayar arasındaki iletişim, yazıcılar ve delikli kartlarla sağlandığından, oluşturulan resimlerle etkileşim mümkün olmamaktaydı. Kullanıcı ve bilgisayar arasındaki etkileşimi sağlayan ilk çıktı cihazı (output device), 1950 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Bu cihaz televizyonlarda bulunan CRT (Cathode Ray Tube) tasarımını kullanan monitörden başka bir şey değildir. CRT monitör ilk kez MIT'in Whirlwind I bilgisayarına bağlanmıştır. Bilgisayar grafiğinin ilk kullanım uygulamalarından biri, SAGE hava - savunma kontrol ve kontrol sistemi olmuştur. 1950'lerin ortalarında gerçekleşen bu projede bilgisayar grafiği açısından en önemli olaylar, nadırdan alınan bilgilerin bir CRT monitörde görüntülenmesi ve ışık kalem (light pen) etkileşimli girdi cihazı (interactive input device) olarak ilk kullanımıdır. Işık kalemi, ekran üzerinde etkileşimli hedef belirleme işlemini kullanıcıya dost ve rahat bir ortamda sağlamaktaydı. 1950'li yıllarda, etkileşimli bilgisayar grafiğinin çok az bir ilerleme sağlanması, o dönemde kullanılan bilgisayarların etkileşimli kullanıma uygun olmamaları ile açıklanabilir. Bu sıralar, bilgisayar grafiğinin en önemli unsuru olan CRT monitörler, yüksek maliyetleri ve eksiklikleri nedeniyle yaygın değildi. Bilgisayarlar daha çok fizikçiler ve füze tasarımcıları tarafından çok karmaşık hesaplamalar yapmak için kullanılmaktaydılar. 1950'lerin sonlarında, MIT'de geliştirilen TX-0 ve TX-2 bilgisayarlarının kullanıcı bilgisayar etkileşimi açısından üstün olmaları bilgisayar grafiğindeki araştırmaların artmasına neden olmuştur.

Bilgisayar grafiğinin önemli bir kilometre taşı, 1960'ların başında Ivan Sutherland tarafından MIT'de yapılan doktora çalışmasının bir ürünü olan Sketchpad ile konmuştur. Kullanıcı ve bilgisayar arasında grafiksel bir iletişim sistemi olan Sketchpad'de yer alan önemli veri yapısı ve etkileşim yöntemleri günümüzde de kullanılmaktadır. 1963 yılında yayınlanan bu doktora tezi, bilgisayar grafiğinin kullanışlı, önemli ve geleceğin bir bilim dalı olabileceğini ortaya koymuştur.

1963 yılında yine MIT'den Steve Coons bilgisayarda modellemeye uygun yüzey-parça tekniklerinin geliştirilmesi ile uğraşmaya başladı. Bu sıralar, bilgisayar, otomobil ve havacılık sektörlerindeki üreticiler Bilgisayar Destekli Tasarım CAD (Computer Aided Design) ve Bilgisayar Destekli Üretim CAM'in (Computer Aided Manufacturing) önemini gördüler. General Motors (GM) bilgisayar grafiği tarihinin bir başka kilometre taşı DAC/1 (Design Augmented Computer) yazılımı ile koydu. DAC/1 yazılımı, GM tarafından üretilen otomobil ve kamyonların tasarımında anahtar unsurdur. Lockheed Şirke-

ti bilgisayar grafiğinin kullanımını CAM'de incelemeye başladı. İtek Şirketi'nin Digitek Grafik sistemi bilgisayar grafiğinin ilk uygulamalar arasında olmuştur. Bilgisayar grafiği alanındaki bu uygulamaları, Boeing, Mc Donnell-Douglas ve North American Rockwell gibi dev havacılık firmaları da kısa sürede keşfetmeye başladılar.

Bilgisayar grafiği ile ilgili kurulan ilk topluluk, 1963 yılında The Society for Information Display olmuştur. Günümüzün en ünlü ve önemli bilgisayar grafiği topluluğu olan ACM SIGGRAPH (Special Interest Group on Computer Graphics of the Association for Computing Machinery) ise 1969 yılında kurulmuştur. Aslında SIGGRAPH'ın kurulma çalışmaları ACM içinde oluşturulan bir komite tarafından 1966 yılında başlamıştır. 1960'ların ilk yarısı bilgisayar grafiğinin gelişimi açısından çok verimli olmuştur. Öyle ki Wall Street Journal bu gelişmeyi ve hareketliliği kavramış, ve 1966 Ekim'inde bilgisayar grafiği ve bilgisayar destekli tasarım hakkında yazı yayınlamıştır.

1960'lı yılların ortalarında, bilgisayar grafiği alanında pek çok donanım ve yazılım ürünleri ortaya çıkmıştır. Yirmiden fazla şirket CRT tasarımını kullanan grafik terminalleri üretip satmaktaydılar. Bu şekilde bilgisayar grafiğinin en önemli itici gücü olan CRT monitörler ucuzlayıp yaygınlaştılar. Günümüzde yaygın olarak kullanılan fare de (mouse) bu dönemde bulunmuş bir girdi cihazıdır.

1960'lı yıllarda monitördeki titremeyi önlemek için gerekli olan 30 Hz'lik tampon bellek (memory buffer) ve işlemci oldukça pahalıydı. 1960'ların sonlarında DVST'nin (Direct View Storage Tube) geliştirilip piyasaya sunulması ile daha ucuz, kaliteli ve titremeyen görüntü üreten monitörler kullanıcılara ulaştı. DVTS sayesinde birçok kullanıcı ve programcı etkileşimli bilgisayar grafiği ile tanışma fırsatı buldular. 1960'ların sonlarındaki bir başka önemli gelişme, grafik işlemcilerinin ortaya çıkmasıdır. Grafik işlemcileri, grafik yazılımları tarafından yapılan birçok işlemi (dönüşümleri, kırpma, paralel ve perspektif gösterim v.s.) ve ekranı tazeleme (refreshing) işlevini yerine getirmektedirler. Bu sayede ana işlemcinin yükü büyük ölçüde azalmaktadır.

1970'lerin başında, günümüzde de çok yaygın olarak kullanılan ucuz taramalı (raster) grafik sistemlerinin geliştirilmesi, bilgisayar grafiği tarihinin en önemli kilometre taşı olmuştur. Taramalı grafik sistemlerinin etkin olmasının başlıca nedeni, 1970'lerin başında ortaya çıkan ucuz katı-hal bellek (solid-state RAM) teknolojisi olmuştur. Taramalı grafik sistemlerinde ekranda gösterilen resimler pixel (picture element) denen çok küçük ekran bölgelelerinden (kare ve dikdörtgen) oluşmaktadır. Ekranın iki boyutlu bir matris gibi kabul edilmesi durumunda matris elemanlarının herbiri bir pikele karşılık gelmektedir. Taramalı grafik sistemleri öncesinde kullanılan sistemlerde (vektör grafik sistemleri) resimler doğru parçacıklarından (vektörlerden) oluşmaktadırlar.

Taramalı grafik sistemlerinin en önemli üstünlüğü tazeleme işleminin, resimlerin karmaşıklığına bağlı olmamasıdır. Diğer bir üstünlük ise bu tür sistemlerde elde edilen resimlerde, tonlama (shading), doku eşleme (texture mapping) ve gölgeleme (shadowing) gibi gerçeğe uygunluk sağlayan etkilerin bulunmasıdır. Vektör sistemlerinde bu tür gerçeğe uygun resimler elde etmek pek mümkün değildir.

Taramalı sistemlerinin bir standart donanım olarak kabul görmesiyle, bilgisayar grafiği alanında yapılan araştırmalarda büyük bir artış olmuştur. Bu araştırmalar taramalı grafik sistemlerine uygun yöntemler üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu araştırmalar sonucunda tonlama (shading), doku eşleme (texture mapping) ışın izleme (ray tracing) ve ışıma (radiosity) gibi görüntülere gerçeğe uygunluk katan yöntemler geliştirilmiştir.

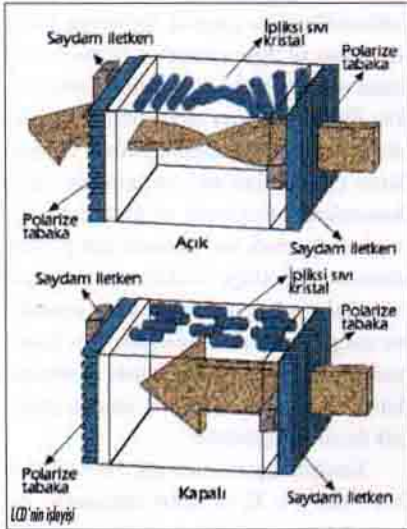
Taramalı grafik sistemlerinde kullanılan bilgisayar grafiği yöntemleri, öncelen Fortran gibi yüksek düzeydeki dillerle gerçekleştirilmekteydi. Bu sırada gerçekleştirilen paket programların cihaz-bağımlı (device-dependent) oldukları için maliyet yüksekliği ve başka bilgisayarlara taşınabilirliği (portability) gibi sorunlar vardı. Bu sorunlara karşı 1970'lerin ortalarında cihaz-bağımsız (device-independent) yazılım standartlarının gerekli olduğu görüldü. 1977 yılında bir ACM SIGGRAPH komitesi 3D Core Graphics System adında bilgisayar grafiğindeki ilk standart önerisini ortaya attı. İlk resmi grafik standardı, 1985 yılında 3D Core kullanılarak geliştirilen GKS (Graphical Kernel System) olmuştur. 1988 yılında iki boyutlu sınırlı olan GKS'in geliştirilmesiyle ortaya çıkan üç boyutlu GKS-3D sistemi resmi bir standart olarak kabul edildi. GKS'deki eksiklikleri ortadan kaldıran bir başka resmi standart PHIGS (Programmer's Hierarchical Interactive Graphic System) olmuştur. PHIGS, iç içe geçen hiyerarşik üç boyutlu nesne gruplamasına izin veren daha katı bir grafik standardıdır. 1988 yılında, PHIGS'e ileri düzey işlemlerinin eklenmesiyle PHIG+ standardı ortaya çıkmıştır.

Türkiye'de bilgisayar grafiğinin başlangıcı 1970'lerin ilk yıllarındadır. Bilgime göre Türkiye'deki ilk bilgisayar grafiği araştırmaları, ODTÜ Mimarlık Bölümünde İbrahim Canbulat ve Bülent Özgüç tarafından yüksek lisans çalışmaları sırasında yapılmıştır. Canbulat'ın 1974 yılında sunduğu yüksek lisans tezinde, perspektif çizimin bilgisayarla yapılması ile ilgili kuramsal çalışmalar ve geliştirilen bilgisayar programları yer almaktadır. Özgüç ise, 1975 yılındaki yüksek lisans tezinde mimarlık çizimlerini ileriye taşıyan bir sistemi ve etkileşimli bir yöntemi sunmaktadır. 1979 yılında, Bülent Özgüç tarafından ODTÜ Bilgisayar Mühendisliği Bölümünde ilk bilgisayar grafiği dersi açılmıştır. Bu açılan ders bilgisayar grafiğinin bir bilgisayar bölümünde açılması yönünden anlamlıdır. Çünkü bilgisayar grafiği bu tarihe kadar bu alanda uygulamaların yapıldığı Makina, Elektrik-Elektronik ve Mimarlık Bölümlerinde ele alınmıştı. Halen Bilkent Üniversitesi, Bilgisayar ve Enformatik Mühendisliği Bölümünde bilgisayar grafiği konusunda yüksek lisans ve doktora düzeyinde araştırmalar yapılmakta ve sonuçları uluslararası bilimsel dergilerde yayınlanmaktadır. Ayrıca TÜBİTAK ve Intel'in desteklediği bir proje yakın zamanda sonuçlanmıştır. 1993 yılında Bilkent Üniversitesi'nde düzenlenen ve TÜBİTAK tarafından da desteklenen ATARV'93 (Advanced Techniques in Animation, Rendering and Visualisation) bilgisayar grafiği konferansı, bu konuda önemli bilim adamlarının katılımı açısından kayda değerdir. Başkanlığını Özgüç'ün yaptığı konferansa katılan bilim adamları arasında Andrew Witkin, Norman Badler, Alain Fournier, Kees van Overland, Derek Paddon, Scott Whitman ve Thierry Priol bulunmaktadır.



Sıvı kristal monitörleri (LCD) genellikle hesap makinaları, taşınabilen, diz üstü bilgisayarlar gibi küçük sistemlerde kullanılır. Bu toplayıcı aygıtlar, çevrede veya içerideki bir ışık kaynağından polarize edilmiş ışığın sıvı kristal materyalden geçmesiyle görüntüyü oluştururlar.

Sıvı kristal deyimi, bu bileşiklerin kristal bir yapıya sahip moleküllerden olduğu halde sıvı gibi akmağını anlatmaktadır. Bu tür düz-panel monitörlerde genellikle iplikli sıvı kristal bileşikleri kullanılır. Bu bileşiklerdeki çubuk şeklindeki kristallerin uzun eksenleri aynı yönde dururlar. Birbirine dik açıyla polarizeli iki cam tabakanın arasına sıvı kristal maddesi sıkıştırılır. Düşey iletken sıraları bir şeffaf plakaya, yatay iletkenler ise diğer şeffaf plakaya konmuştur. İki iletkenin kesiştiği nokta, görüntü elemanı pozisyonunu belirler. Normal olarak, moleküller, şekildedeki 'açık konum' pozisyonundaki gibi yerleştirilmiştir. Materyalden geçen polarize ışık, karşı polarizörden geçebilsin diye

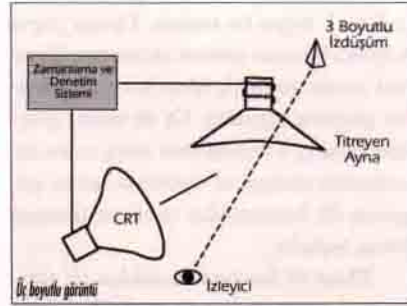


yönlendirilir. Sonra ışık tekrar kullanıcıya yansıtılır. Görüntü elemanını parlayan konumdan görünmez konuma çevirebilmek için kesişen iki iletken voltaj uygulanarak moleküller ışığı döndüremeyecek şekilde ayarlanır. Bu tür düz panel aygıtlar edilgen matris LCD diye adlandırılır. Görüntü ta-

himları, görüntü tazeleme belleğinde depolanır ve yayan aygıtlarda olduğu gibi, ekranda 60 kare/saniye hızında tazelenir. Katı hal elektronik aygıtlar kullanılarak arkadan aydınlatma yapılması oldukça yaygındır. Böylece sistem, sadece dış ışık kaynaklarına bağımlı olmamış olur. Renkler, değişik yöntemler kullanılarak gösterilebilir. LCD yönteminin başka bir yapım biçimi ise, her bir görüntü elemanı pozisyonuna bir transistör yerleştirilip, ince film transistör teknolojisi kullanılmasıdır. Transistörler, voltajın görüntü elemanı noktasında kontrolü ve şarjın azalıp kaybolmasını engellemek için kullanılırlar. Bu aygıtlara etken matris monitörleri denir.

Üç Boyutlu Görüntüleyen Aygıtlar

Üç boyutlu görüntüleri gösteren grafik monitörler CRT görüntülerini titreşimli, esnek aynalardan yansıtan bir teknik kullanılarak geliştirilmiştir. Değişken odak noktalı ayna titreşirken odak uzunluğu ayarlanır, bu titreşimle nesnenin CRT üzerinde görüntü-



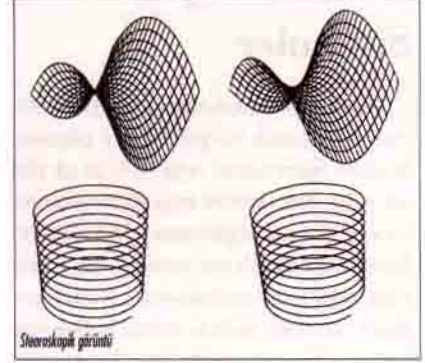
lenmesi aynı zamanda oluşur. Nesnenin üstündeki her nokta belirlenmiş bakış uzaklığına göre aynadan uzamsal bir pozisyona yansıtılır. Bu bize nesnenin etrafında dolaşabilmeyi ve onu değişik açılardan görebilmeyi sağlar. Böyle sistemler, tıbbi alanlarda ultrasonografi ve CAT tarayıcı aygıtlarındaki veri çözümlemelerinde, jeolojik uygulamalarda topolojik ve sismik veri çözümlemelerinde, katı nesnelerin tasarım uygulamalarında kullanılmaktadır.

Steroskopik ve Sanal Gerçek Sistemleri

Steroskopik görünüm nesneleri üç boyutlu olarak gösteren başka bir tekniktir. Bu yöntem gerçek bir üç boyutlu görüntü yaratmaz. Fakat gözlemcinin her gözü için değişik görüntüler oluşturarak çok inandırıcı üç boyutlu bir etki sağlar. Steroskopik görünüm elde etmek için ilk önce ekranda her bir (sağ ve sol) göze göre olan bakış yönünden elde edilen iki görüntü gereklidir. İki görüntüyü değişik pozisyonlarda bilgisayarda oluştururuz veya bazı nesneleri fotoğraf-
lamak için stereo kamera çifti kullanabiliriz. Sürekli olarak sağdaki görüntüye sağ gözü-

müzle, soldaki görüntüye de sol gözümüzle baktığımızda belli bir süre sonra iki görüntü tek bir görüntü haline gelir ve belli bir derinliğe sahip olarak algılanır.

Steroskopik etki yaratmanın bir yolu, iki görüntünün her birinin ard arda tazele-



nerek görüntülenmesidir. Bu yöntemde ekrana özel amaçlı bir gözlük ile bakmak gerekir. Her lens hızlı açılıp kapanabilen kamera diyaframı gibi tasarlanmış ve görüntülerden birini senkronize bir şekilde örtmektedir. Ekrandaki görüntüyü gözlük ile senkronize eden kırmızı ötesi yayıcı ve sıvı kristal diyafram ile yapılmış bir stereoskopik gözlük şeklinde gösterilmektedir.

Steroskopik görüntü sanal gerçek sisteminin bir parçasıdır.

Steroskopik görüntü yaratmak için kullanılan ve optik bir sistem içeren başlık genellikle ekrandaki nesneyi yerleştirmek ve ayarlama yapmak için etkileşimli girdi aygıtları birleştirilerek kullanılır. Bu duyarlı sistem kullanıcının konumunu izler, böylelikle nesnenin önü ve arkası hareket eden izleyiciye bağımlı olarak görüntülenebilir. Bu amaçla, sağ elde bir veri eldiveni ile, başta da sanal gerçek başlığı taşınmaktadır.

Etkileşimli sanal gerçek ortamı, başlık yerine stereoskopik gözlük ve video monitörü kullanılarak da görüntülenebilir. Bu daha



az maliyetli bir sanal gerçek sistemidir. İzleme aygıtı videonun üstüne yerleştirilir ve başlığın hareketini izleyerek, görüntünün değişmesini sağlar.

Nokta Tarayan Sistemler

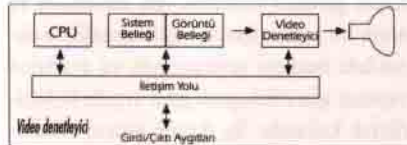
Etkileşimli nokta adresleyen grafik sistemi tipik olarak bir çok işlemci çalıştırır. Merkezi işlem birimi veya CPU'ya ek olarak video denetleyicisi veya görüntü denetleyicisi görüntü sağlanması için kullanılır. Basit nokta adresleyen sistemin organizasyonu şekilde gösterilmektedir. Burada görüntü tazeleme belleği sistem belleğinde herhangi bir yerde olabilir ve video denetleyici bu bilgilere erişerek ekranı tazeler. Vi-



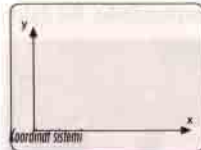
deo denetleyiciye ek olarak, gelişmiş nokta tarayan sistemler, grafik amaçlı işlemler için ek hızlandırıcı ve işlemciler de kullanılır.

Video Denetleyici

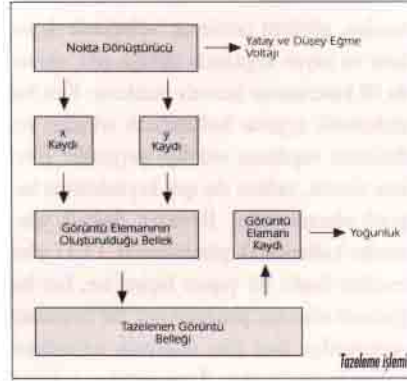
Sistemin sabit belleği görüntü tazeleme belleğinden ayrılır, video denetleyicisi ise doğrudan görüntü tazeleme belleğine bağlıdır.



Görüntü tazeleme belleği konumu ve uygun ekran konumları kartezyen koordinat sistemine göre adreslenir. Bir çok grafik monitörleri için koordinat merkezi ekranın sol alt köşesindedir. Ekran yüzeyi iki boyutlu kartezyen sistemin x ve y değerlerinin artı olduğu ilk parçada gösterilir. Ekranda artan x değerleri sağa doğru, artan y değerleri ise aşağı-



dan yukarıya doğru yer alır (Bazı kişisel bilgisayarlar ve iş istasyonlarında merkez sol üst köşede yer alır, bu yüzden y değerlerinin yönü ters çevrilir). Tarama çizgisi sayısı Ymax'dan 0'a kadar tanımlanır ve her tarama çizgisi boyunca ekran görüntü elemanı pozisyonları 0'dan Xmax'a kadar tanımlanır. Ekran görüntü elemanının koordinatlarını



depolamak için iki kaydedici kullanılır. Başlangıçta Y değeri Ymax, X değeri ise 0'a kaydedilir. Bu görüntü elemanı pozisyonu için görüntü tazeleme belleğindeki değere erişilir ve CRT ışın yoğunluğunu ayarlamak için kullanılır. Daha sonra x değeri 1 olarak artırılır ve tarama çizgisinde bir sonraki görüntü elemanı için bu işlem tekrarlanır. Tarama çizgisi boyunca bu işlem her görüntü elemanı için tekrarlanır. Tarama çizgisi üzerindeki son görüntü elemanı için de bu işlem yapıldıktan sonra X değeri yeniden 0 yapıp, Y değeri bir azaltılır. Tarama çizgisi boyunca bulunan görüntü elemanları işleme tabi tutulur ve sırayla işlem her ardışık tarama çizgisine uygulanır. En alt tarama çizgisine kadar (y = 0) inildikten sonra, video denetleyicisi ekranın en üstündeki tarama çizgisinin ilk konumundan tazeleme işlemine tekrar başlarlar.

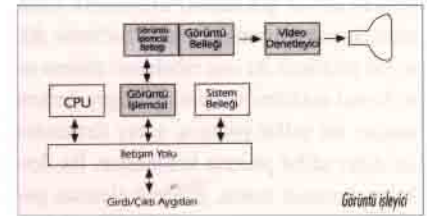
Ekran 60 kare/saniye aralıkta bir tazelemesi gerektiği için bu basit işlem standart RAM devreleri ile yapılamaz. Tazeleme hızı çok yavaştır. Görüntü elemanı işlemlerini hızlandırmak için görüntü tazeleme belleğinden birkaç görüntü elemanı değeri video denetleyicisi tarafından birlikte okunur. Birkaç görüntü elemanı yoğunluğu aynı bellekler içinde depolanır ve ardışık görüntü elemanları için CRT ışın yoğunluğunu denetlemek için kullanılır. Bu görüntü elemanı grubuna gerekli görüntü işlemi uygulandıktan sonra, bir sonraki ardışık görüntü elemanı grubu görüntü tazeleme belleğinden okunur.

Basit tazeleme işleminin yanısıra video denetleyicisi ile yapılan başka işlemler de vardır. Farklı uygulamalar için video denetleyicisi değişik tazeleme döngülerinde bulunan değişik bellek alanlarından görüntü elemanı yoğunlukları okuyabilir. Yüksek kaliteye sahip sistemlerde, birden fazla görüntü tazeleme belleği bulunabilir ve böylelikle bir bellek tazeleme için kullanılırken diğeri yoğunluk değerleri ile doldurulur. Daha sonra iki görüntü tazeleme belleğinin görevleri değişir. Bu, gerçek zamanlı ani-

masyonlarda hızlı bir mekanizma sağlar çünkü değişik görüntülere sahip hareketli nesneler görüntü tazeleme belleği içine başarıyla yüklenebilirler. Bazı geometrik değişimler video denetleyicileri tarafından da gerçekleştirilebilir. Tazeleme döngüsü sırasında ekran alanı genişletilebilir, daraltılabilir veya bir konumdan bir diğerine aktarılabilir. Bunlara ek olarak video denetleyicileri renk haritaları içerebilirler; böylelikle görüntü tazeleme belleğindeki görüntü elemanı değerleri doğrudan CRT ışın yoğunluğunu denetlemek yerine renk haritalarına erişmek için kullanılır. Bu ekran yoğunluk değerlerini değiştirmede hızlı bir yöntem oluşturur. Son olarak, bazı sistemler video denetleyicilerinin, görüntü tazeleme belleği ile girdi video sinyallerini karıştırılabilmek için tasarlanmışlardır.

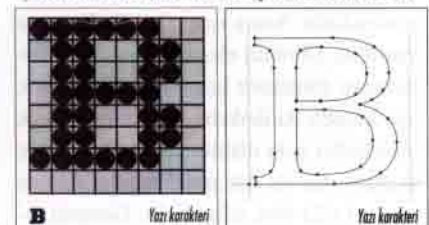
Nokta Tarayan Görüntü İşlemcileri

Gösterim sisteminin amacı CPU'yu grafik yüklerden bağımsız hale getirmektir. Sistem belleğine ek olarak aynı bir gösterim



bellek alanı da oluşturabilir. Gösterim sisteminin en büyük işlevi uygulama programlarındaki resim tanımlarını sayısal hale getirmektir ve bu işlem tarama dönüşümü olarak adlandırılır. Düz çizgileri belirleyen grafik komutları ve diğer geometrik nesneler taranarak sonlu noktalar kümelerine dönüştürülür. Bir düz çizginin taranarak sayısal hale dönüştürülmesinin anlamı, görüntü elemanlarını çizginin cebirsel tanımına en yakın konumlara yerleştirmek ve görüntü tazeleme belleği içinde her pozisyon için görüntü elemanı yoğunluğu biriktirmektir Benzer yöntemler, eğri çizgiler, yuvarlak nesneler ve çokgenler için de kullanılır. Yazı karakterleri diktörtgen ızgaralar içinde tanımlanabilir. Veya, yazı karakterleri sınırları çizilerek de tanımlanabilirler.

Karakter ızgaralarının alan büyüklükleri 5 x 7'den 9 x 12'ye kadar değişebilir, bu yüksek kalite görüntüler için daha da artabi-



lir. Yazı karakterleri, ait olduğu dikdörtgen ızgara biriminin görüntü tazeleme belleğinde gerekli konuma yazılması ile ekrana yansıtılmış olur. Görüntülenecek karakterler eğer geometrik veya Postscript gibi işlevsel bir dil ile tanımlandı ise, taranarak sayısal hale dönüştürülmesinin sonucu görüntü tazeleme belleği içine aktarılır.

Monitörler birçok ek işlemi sağlayabilmek amacı ile de tasarlanmıştır. Bu işlevler çeşitli çizgi türleri (tire, nokta veya kesiksiz) oluşturulmasını, renkli alan taramalarını ve belirli dönüşümlerin sağlanmasını içermektedir. Monitörler, fare gibi, etkileşimli girdi aygıtlarıyla birlikte kullanılabilirler için de tasarlanmıştır.

Nokta tarama sistemlerindeki bellek gereksinimini azaltmak için yapılan çalışmalarda yöntemlerden biri, görüntü tazeleme belleğini bağlı liste olarak düzenlemek ve yoğunluk bilgilerini kodlamak şeklinde uygulamaktır. Kodlamanın bir yolu, herbir tarama çizgisini ikişer tamsayıdan oluşan bir küme olarak saklamaktır. Her çiftteki ilk numara yoğunluk değerini, sonraki numara ise ardışık şekilde o yoğunluk değerinden kaç tane olduğunu belirtir. Bu yöntemle ardışık eşdeğer görüntü elemanı kodlaması adı verilir. Eğer görüntü aynı renklerdeki uzun ardışık görüntü elemanı dizileri içeriyorsa, bu yöntem görüntü için daha az bellek gerektirir. Eğer görüntü elemanı yoğunluğu doğrusal olarak değişir ise benzer bir yaklaşım uygulanabilir. Nokta tazelemeyi dikdörtgen bölgelerin kodlanması (alan kodlama) olarak yapmak ise başka bir yaklaşımdır. Bu tür kodlamalar bellek gereksinimlerini azaltmakla beraber, hem ek işlemler getirdikleri, hem de çok değişiklik gösteren görüntülerde ekonomi sağlamadıkları için fazla kullanılmamaktadır.

Rassal Tarayan Sistemler

Uygulama programlarındaki grafik komutları, sistemin grafik paket programları sayesinde, sistem belleğinde veya görüntü tazeleme belleğinde saklanan görüntü listesine çevrilir. Bu görüntü listesi daha sonra gösterim işlemcisi ile ekranı tazelemek için kullanılır. Gösterim işlemcisi, görüntü liste-



sini bir sonsuz döngü içinde tarayarak, her komutu gereği gibi işletir. Bu işlemciye grafik denetleyicisi veya görüntü işlem birimi (DPU) adı da verilir.

Nokta taramalı sistemlerin tersine, rasal tarayan sistemler doğrudan şekli oluşturan çizgileri (vektörleri) çizerler. Vektörler, kendilerini sınırlayan (x1, y1) ve (x2, y2) koordinatları ile tanımlanır; elektronlar vektörün başlangıç noktasına odaklandırıldıktan sonra, çizim yön ve uzunluğuna göre hareketlendirilerek görüntünün oluşumunu sağlar. Bütün görüntü bu şekilde birbirlerine bağlı veya serbest çizgi parçacıklarının saniyede en az 30 kere tazelenmesiyle oluşur.

Grafik Monitörler ve İş İstasyonları

Grafik monitörlerinin çoğu nokta taramalı görüntü birimleri ile çalışmaktadır.



Grafik sistemleri, grafik yetenekli ufak genel amaçlı kişisel bilgisayarlarından, özellikle grafik uygulamalar için tasarlanmış karmaşık tam renkli sistemlere kadar geniş bir yelpazede yer almaktadır. Tipik bir kişisel bilgisayarın ekran çözünürlüğü, 640 x 480 görüntü elemanıdır. Bununla beraber ekran çözünürlüğü ve diğer özellikleri sistemin büyüklüğü ve maliyetine bağlıdır. Genel amaçlı kişisel bilgisayar sistemlerinin çapraz ekran boyutu 12-21 inç arasında, renk seçimi ise 16-32000 renk arasında değişmektedir.

Grafik amaçlı iş istasyonları ekran çözünürlüğü 1280 x 1024, çapraz ekran boyutu 16 inç ve üstüdür. Grafik iş istasyonları 8-24 bit/görüntü elemanı şeklinde düzenlenmekte, uç noktalarda yüksek ekran çözünürlüğü ve duyarlılığı, hızlı işlemci ve diğer seçenekler yer almaktadır.

Bazı sistemler çapraz ekran boyutu 27 inç, ekran çözünürlüğü 2048 x 1536 ile 2560 x 2048 arasında ve 80 Hz çakışsız yenileme hızına sahiptir.

MediaWall (Medya Duvarı) diye adlandırılan çok ekranlı sistem "duvar boyutu"



görüntü sağlamaktadır. Bu sistem, fuarlar, konserler, spor karşılaşmaları, perakende satış yapan dükkanlar, müzeler, yolcu terminaleri gibi geniş ve çok parlak ışıklı alanlardaki gösterimlerde kullanılmak için tasarlanmıştır. Medya Duvarı, gösterilecek görüntünün birçok ardışık parçaya ayrılarak, aynı düzende yerleştirilmiş ekranlara özel bir grafik işlemci aracılığıyla görüntü parçalarını senkronize bir şekilde dağıtılması ile gerçekleşir.

Bazı grafik iş istasyonları iki monitör içerirler. İkinci ekran resmin bir kısmındaki ayrıntıları görüntülerken, diğeri, nesnenin tümünü göstermek için kullanılabilir. Bu iki monitörlü sistemlerin bir başka kullanım şekli, monitörlerden birinde resmi görüntü-



lerken, diğeri resmin parçalarını etkileşimli olarak değiştirmek, dönüştürmek için gereken grafik işlemlerin menüsü bulunmasıdır.

Girdi Aygıtları

Çeşitli aygıtların grafik iş istasyonlarına veri gönderebilme özellikleri vardır. Özellikle etkileşimli girdiler için düzenlenmiş sistemler, klavyeye ek olarak bir ya da birkaç tane daha girdi aygıtına sahiptirler. Bunlar fare, izleme top veya küresi, oyun çubuğu, sayısallaştırıcılar, değişik tür düğme ve/veya potansiyometre içeren kutulardır. Belirli uygulamalarda kullanılan bazı girdi aygıtları ise veri eldivenleri, dokunmaya duyarlı yüzeyler, görüntü tarama ve ses algılama düzenleridir.

Klavyeler

Grafik sistemi üzerindeki alfa-sayısal klavyeler öncelikle dahili yazı dizileri için kullanılan aygıtlardır. Klavyeler, resim etiketleri gibi grafiksel olmayan verilerin yüklenmesinde yeterli aygıtlardır. Klavyeler ekran koordinatlarının girişini, menü seçimle-

rini ve grafik işlemlerin kolaylaştırılmasını sağlamak için de kullanılabilir.

Genel amaçlı kullanılan klavyelerde izleç denetim ve fonksiyon tuşları ortak özellikli tuşlardır. Fonksiyon tuşları sık kullanılan işlemlerde tek bir tuşlama ile giriş yapmayı sağlar, izleç denetim tuşları ise daha evvel belirlenmiş ekran bölgelerini ve görüntülenen nesnelerin seçiminde kullanılabilir. Başka tür izleç denetim aygıtları bazı klavyelere doğrudan eklenebilir. Bunlara ek olarak, sayısal tuşların yer aldığı bir bölüm hızla sayısal verilerin girişinde kolaylık sağlamak için eklenebilir.

Bazı özel uygulamalarda, örneğin müşteriye yönelik grafik uygulamalarda, veriler



düğme ve/veya potansiyometreler kullanılarak girilebilir. Düğme ve potansiyometreler genellikle daha önce tanımlanmış işlemlerin ve sayıların yüklenmesinde kullanılır.

Fare

Fare ekrandaki izleçi denetleyen ve el ile kullanılan bir çeşit kutudur. Farenin altındaki tekerleklerle hareket miktar ve yönü kaydedilebilir. Fare hareketlerini kaydetmenin bir başka yolu da optik algılayıcıdır. Bu tip sistemlerde fare, yatay ve düşey çizgilerden oluşmuş bir ızgara olan 'fare yüzeyi' üzerinde hareket ettirilir. Optik algılayıcıda bu ızgaradaki çizgiler arasındaki hareketleri kaybeder.

Fare, ekran izleğinde bir değişim olmadan yukarı kaldırılıp tekrar yerine konulabilir. İzleç konumunu kaydetmek veya hareketi başlatmak için genellikle farenin üstünde bir iki veya üç düğme bulunur. Birçok genel amaçlı grafik tasarım sistemlerinde fare ve klavye veri göndermede kullanılan temel araçlar sayılmaktadır.

Uygulanabilir parametreleri artırmak için basit fare modellerine ekler yapılabilir. Z-fare üç ayrı düğme içermektedir. Kenarda ayrıca başparmakla kullanılacak potansiyometre ve yukarı bölümde izleme topu yer almaktadır. Bu tasarım konum seçiminde, dönmeye ve diğer parametrelerde altı değişik hareket serbestliği sağlamaktadır. Z-fare ile ekrandaki herhangi bir nesneyi



seçip yerinden kaldırıp, kendi eksenini etrafında döndürebiliriz, çevirebilir ve herhangi bir yere yerleştirebiliriz veya görüntünün konumunu ve yönünü üç boyutlu ekrana kaydırabiliriz. Z-fare, sanal gerçek, CAD ve animasyonlarda kullanılmaktadır.

İzleme Topu ve Uzak Topu

İzleme topu, parmak ya da avuç içi ile döndürülebilen ve izlecin hareketini sağla-



yan bir aygıttır. Topa bağlı olan potansiyometreler dönmenin yönünü ve miktarını ölçer. İzleme topu genellikle klavyenin veya Z-fare gibi diğer aygıtların üzerine monte edilir.

İzleme topu iki boyutlu işlevi olan bir aygıt iken uzak topu altı hareket serbestliği sağlar. Uzak topu, izleme topu gibi kendisi hareket etmez. Top çeşitli yönlerde itilirken ya da çekilirken uzamsal pozisyonlarda ve yönlerde girdi elde edebilmek için uzak topuna uygulanan güç, basınç ölçerler tarafından ölçülür. Uzak topu sanal gerçek sistemlerinde, modellemede, animasyon, CAD ve diğer uygulamalarda işlem seçiminde ve üç boyutlu şekillerin konumlarının değiştirilmesinde kullanılmaktadır.

Oyun Çubuğu

Oyun çubuğu tabana yerleştirilmiş küçük, düşey bir çubuk içermektedir. Bu, ekran izlecinin çeşitli yönlerde hareket etmesini sağlar. Birçok oyun çubuğu üstündeki çubuğun oynatılması ile hareket sağlar, diğerleri ise çubuğa belli bir güç uygulama ile hareket sağlar. Bazı oyun çubukları klavyenin üstüne monte edilmiştir.



Ekran izleçi, çubuğun hareket ettiği yönde ve miktarda hareket eder. Oyun çubuğu üzerine monte edilen potansiyometreler hareket miktarını ölçer ve çubuk serbest bırakıldığı zaman yay sayesinde merkezi pozisyonuna geri döner. Bir veya birkaç düğme ek girdi sinyalleri için kullanılabilir.

Veri Eldiveni

Eldiven, el ve parmak hareketlerini ortaya çıkaran bir çok algılayıcıdan oluşmaktadır. Alıcı ve verici antenler arasındaki elektromanyetik eşleme elin konumu ve yönü hakkında daha çok bilgi sağlamak için kullanılır. Alıcı ve verici antenler üç boyutlu kartezyen sistemi oluşturmak üzere, üçlü karşılıklı dikey bobinler kümesi olarak yerleştirilebilirler. Eldivenden alınan girdiler nesneleri sanal ekran içinde yerleştirmek veya oynatabilmek için kullanılabilirler. İki boyutlu izdüşüm video monitöründe görüntülenebilir, veya üç boyutlu izdüşümler başlık kullanılarak görüntülenebilirler.

Sayısallaştırıcılar

Sayısallaştırıcılar iki veya üç boyutlu nesnelerdeki koordinatların yüklenmesinde kullanılabilir. Sayısallaştırıcı, çizim veya nesnelerin köşelerini işaretleyerek sonlu x ve y koordinat kümelerinin oluşmasını sağlar. Ardışık koordinatlar düz çizgiler ile birleştirilerek, sınırlar elde edilebilir.



Bir çeşit sayısallaştırıcı olan grafik tablet, özel fare veya kalemini kullanarak iki boyutlu koordinatları yüklemek için kullanılır. Özel fareler mercek, ışık ve iyi yerleşim sağlamak için çapraz ince çizgiler içerebilirler. Tabletler, ses veya elektrostatik algılayıcılar kullanarak üç boyutlu girdi elde etmek için de kullanılabilir. Bu tür tabletlerde, x, y ve z yönünde algılayıcı çubuklar bulunmaktadır. Tablet yüzeyindeki değişik basınçları algılayabilen sistemler de geliştirilmiştir. Masaüstü modelleri için tablet ölçüleri 12 x 12 inçten 44 x 60 inç kadar değişebilir. Yer modelleri için bu daha da artabilir. Masaüstü modeller için tablet duyarlılığı 0.2 mm'den 0.05 mm'ye değişebilir; daha gelişmiş yer modellerinde duyarlılık daha da iyi olabilir.

İki boyutlu tabletler genelde yüzeylerine yerleştirilmiş tel ızgaralardan sinyallerini elektrik prensiplerine göre alırlar. Akustik veya sonik tabletler ise işaret kalemi ucu konumunu belirleyebilmek için ses dalgaları kullanırlar. Bir elektrik kıvılcımı yaratılarak işaret kalemi ucundan çıkan ses belirlenebilmek için hem doğrusal, hem de nokta mikrofonlar kullanılabilir. İşaret kalemi konumları çeşitli mikrofonlardaki seslerin çıkış zamanlarına göre hesaplanabilir. İki boyutlu akustik tabletlerin bir yeteneği, tablet yüzeyi oluşturmak için çerçevelere monte edilmiş mikrofonlar herhangi bir cismin etrafına yerleştirilebilirler.

Görüntü Tarama

Çizimler, grafikler, renkli ve siyah-beyaz fotoğraflar veya yazılar, üzerlerinden optik tarayıcı ile geçilerek bilgisayar işlemleri için sonlu bir noktalar kümesine dönüştürülebilir. Gri tonları veya renk belirli bir kodlama içinde kaydedilir ve saklanır. Elde edilen bu sayısal resim üzerinde her türlü görüntü işleme yöntemleri uygulanabilir.

Tarayıcılar değişik boy ve biçimlerde olabilir. En yaygınları, üstü cam olan ve bir fotokopi makinasını andıran türdür.

Dokunmaya Duyarlı Yüzeyler

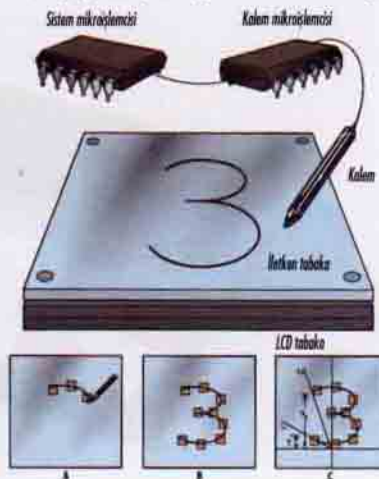
Dokunmaya duyarlı yüzeylere, nesne veya ekran görüntülerini

seçebilmek için parmakla dokunmak yeterlidir. Dokunmaya duyarlı yüzeylerde uygulamalar genelde ekran üzerinden bir ikon veya işaret seçmek için ekrana dokunmak biçiminde olur. Diğer sistemler, şeffaf dokunmaya duyarlı yüzeyleri video monitör ekranları üzerine yerleştirirler. Dokunmaya duyarlı girdi optik, elektrik veya ses yöntemleri kullanılarak sağlanır.

Optik dokunmaya duyarlı yüzeyler, çerçevenin yatay ve dikey kenarları boyunca kırmızı ötesi ışık veren LED dizilerini kullanır. Karşıt yatay ve dikey köşelerde ışık algılayıcılar bulunmaktadır. Bu dikdörtgen panel, dokunulduğu zaman hangi ışınların kesildiğini kaydetmek için kullanılır. Elektrik dokunmaya duyarlı yüzey birbirinden az bir aralıkla ayrılmış iki iletken plakadan yapılmıştır. Plakalardan biri iletken, diğeri dirençli iletken olan bir materyal ile kaplanmıştır. Dıştaki plakaya dokunulduğunda içerdeki plakaya elektrik akımı uygulanmış olur. Bu iletişim dirençli plaka boyunca voltaj düşüklüğü meydana getirir ve bu şekilde dokunulan nokta hesaplanabilir. Akustik dokunmaya duyarlı yüzeylerde yüksek frekanslı ses dalgaları yatay ve dikey yönlerde karşılıklı üretilip, algılanır. Ekrana dokunarak bir dalgaın alıcı ile arası kesilir ve konum bu şekilde belirlenir. Sadece bir yatay ve bir dikey elemanı bulunan akustik dokunmaya duyarlı yüzeylerde, araya parmak veya başka bir nesne girip dalgayı yansıtmaya durumundayken, ekran pozisyonu, dalgaın hemen verici yanındaki alıcıya yansıması sırasındaki zaman aralığı saptanarak hesap edilir.

Işığa Duyarlı Kalemler

Kalem biçiminde tasarlanmış bu aygıtlar CRT ekranındaki noktalardan gelen ışığı kullanarak ekran konumlarını seçmek için kullanılırlar. Bunlar fosfor yüzeylerinin üzerine düşen elektron ışınlarının bazı noktalara çarpmasıyla dışarı verilen kısa ışık



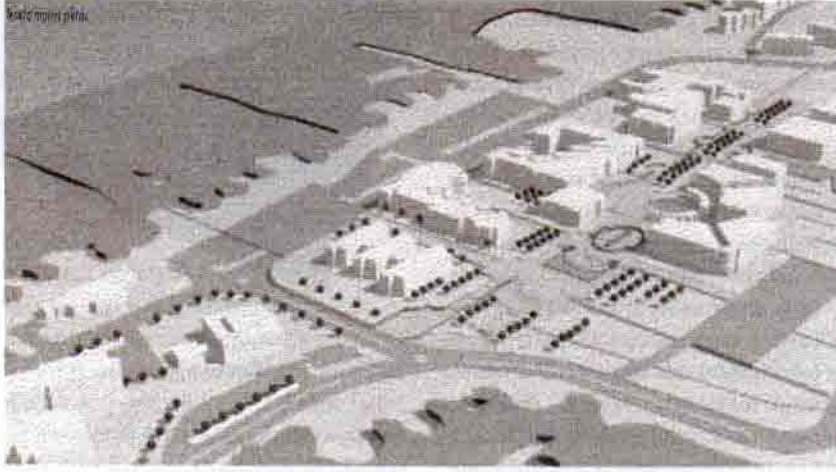
patlamalarına karşı çok duyarlıdır. Öbür ışık kaynakları, örneğin odadaki zemin ışıkları ışığa duyarlı kalem tarafından algılanmaz. Işın algıladığı anda bir sinyal üreten ışığa duyarlı kalem, o anda hangi görüntü elemanının tazelendiğini yakalayarak, ekran konumunun kaydedilmesini sağlar. Nesnelerin konumlarının ve işlem seçmek için kullanılabilir.

Işığa duyarlı kalem halen kullanılan bir aygıt olmasına rağmen bazı olumsuz yönleri nedeniyle diğer aygıtlar kadar yaygın değildir. Bu olumsuz yönlerden biri, ışığa duyarlı kalem ekran üzerine yaklaştırıldığı zaman, görüntü elemanı tam olarak anlaşılabilir. Işığa duyarlı kalem çok uzun kullanım kol yorgunluğuna neden olmaktadır. Bazı uygulamalarda karanlık bölgelerin bulunması gerekirse, bu tam olarak uygulanamaz. Bazen ışığa duyarlı kalemler, oda içindeki zemin ışıkları çok parlak olabilir, yanlış okuma verebilir.

Ses Sistemleri

Bazı grafik iş istasyonlarında ses komutlarının kabul edilmesi için girdi aygıtı olarak ses tanıyıcıları kullanılır. Ses tanıyıcı girdi aygıtları grafik işlemleri başlatmak veya verilerin girişini yapmak için kullanılabilir. Bu sistem, girdilerin daha önce tanımlanmış kelime ve sözcüklerden oluşan sözlükle karşılaştırılması ile işler. Bu sözlük operatör tarafından komut olarak kullanılacak kelimelerin sisteme tanımlanmasıyla oluşturulur. Her kelime defalarca sisteme okunur, sistem bu kelimeleri inceler ve kelimenin frekans örüntüsünü oluşturulur. Ses komutları sisteme verildiği zaman, frekans örüntüleri araştırılır, en yakın bulunan örüntünün gereği yerine getirilir. Ses girdileri başa yerleştirilen mikrofonla doğru okunur. Mikrofon dışardan gelen diğer sesleri en aza indirecek şekilde tasarlanmıştır. Eğer değişik kullanıcılar bu sistemi kullanacaksa bu sözlük tekrar kul-





lanıcının ses örneğine göre düzenlenmelidir. Ses sistemlerinin diğer aygıtlara göre bazı olumlu yönleri vardır. Örneğin, komutları girebilmek için operatör dik-katini bir aygıttan öbürüne çevirmek durumunda değildir veya elleri başka bir nedenle dolu iken de komut ve/veya girdi girebilir.

Çıktı Aygıtları

Görüntülerin çıktılarını çeşitli biçimlerde elde edebilmek için çıktı aygıtları kullanılır. Görüntüleri kalıcı bir ortama aktarmak için çok değişik yöntemler kullanılabilir. En basit olarak, bir fotoğraf makinası aracılığı ile, ekrandaki görüntü filme alınabilir.

Çıktı aygıtlarından alınan resmin kalitesi, görüntüyü oluşturan sonlu noktaların boyutlarına ve x ile y yönlerinde her birim uzunluğa düşen nokta sayısına bağlıdır. Düzgün yazı karakterleri oluşturmak için, yüksek kalite yazıcılar noktaların konumlarını kaydırarak karakter sınırlarını olabildiğince doldurmağa çalışırlar.

Yazıcılardan çıktılar vurmali veya mürekkep zerreciklerini başka bağlayıcı yöntemlerle kağıt üzerine aktarmakla elde edilir.

Vurmali yazıcılar, mürekkep şeridinin üzerine basınç yaparak karakterleri kağıt üzerine aktarırlar. Satır yazıcılar, matris yazıcılar bu şekilde çalışırlar.

Diğer yazıcılarda lazer, mürekkep püskürtme, fotokopide olduğu gibi elektros-tatik aktarılan mürekkebin ısıtılarak kağıda sabitleşmesi, doğrudan ısı ile yazı elde etme gibi teknikler kullanılır.

Vurmali yazıcılar nokta matrisi yazıcı başlığını içerirler. Bu başlık, bir mıknatıs aracılığı ile öne vurmuş yapışkan küçük tel parçacıklarını dikdörtgen bir matris düzeninde içerir. Herbir karakter veya

grafik şekil, tel parçacıklarını belirli bir düzen içinde mürekkepli şeride vurdurmakla oluşur.

Lazer yazıcılarda, selenyum gibi foto elektrik materyal ile kaplı, dönen merdaneler üzerinde lazer ışınlar yük dağılımı oluştururlar. Merdane, toz mürekkep zerreciklerini bu yük dağılımına göre çeker ve kağıda aktarır. Lazer yazıcılarda her inçe 300 veya daha çok nokta basılabilir.

Mürekkep püskürtme yöntemi, merdane üstüne sarılmış kağıt boyunca yatay yönde hareket eden yazıcı başının mürekkep zerrecikleri fışkırtması ile çıktı elde eder. Elektrik yüklü mürekkep elektromıknatıs veya elektrostatik alan ile yönlendirilip, nokta matrisi vurmasız elde edilir.



Elektrostatik yazıcı kağıt üzerine negatif yükler yerleştirir. Bu kağıt uzunluğu boyunca tamamlanır. Sonra kağıt toz veya sıvı mürekkep ile yüz yüze gelir. Mürekkep pozitif yüklüdür, böylelikle negatif yüklü olan alan tarafından çekilir ve tutulur. Böylelikle belirlenmiş çıktılar elde edilir. Renkli elektrostatik yazıcılar, bu işlemi üç temel renk ve siyah için ayrı ayrı yaparlar.

Isı ile yazma yönteminde, ısıya duyarlı kağıt üzerine çıktı alabilmek için nokta matrisi ısı elamanları ile oluşturulur.

Vurmali yazıcılarda renkli çıktılar belli oranda, değişik renkli şeritler kullanılarak elde edilebilir. Diğer aygıtlarda renkli bir çıktı oluşturabilmek için üç temel renk ve ek olarak siyah mürekkep kullanılır. Bunların kullanış biçimleri temelde, renkli monitörlerde olduğu gibi, temel renk noktalarının yan yana gelmeleri ile, gözün birleşik tek renk algılamasını sağlamaktır.

Kalemli çiziciler kağıdı bir merdane üzerinde döndürürken yüzeyine bir yönde hareketli kalem dokunduran, veya kağıdı düz bir zeminde sabit tutarken üzerinde iki yönde kalem dolaştıran mekanik aygıtlardır ve bir veya bir kaç tane kalem aynı anda kullanabilirler. Çeşitli renklerde ve kalınlıklarda kalemler değişik gölgelemeler ve çizgi stilleri yapmak için kullanılır. Akıcı mürekkep, tükenmez veya keçe uç kalemlerin hepsi kullanılabilir.

Bilgisayar grafiği ile ilgili temel donanım öğeleri kullanarak, çok karmaşık üst sistemler geliştirilmiştir. Amaç, fotoğraf gerçekliğinde görüntüler elde etmektir.

Kaynaklar
Heam, D. ve Baker, M.P., Computer Graphics, İkinci baskı, Prentice Hall, New Jersey, 1994.
Foley, J.D. ve van Dam, A., Computer Graphics: Principles and Practice, Addison-Wesley, 1990.
Watt, A., Fundamentals of Three-Dimensional Computer Graphics, Addison-Wesley, 1989.
Burger, P. ve Gilles, D., Interactive Computer Graphics, Addison-Wesley, 1989.
Rogers, D.F., Procedural Elements of Computer Graphics, McGraw-Hill, 1985.



Bilgisayar Grafiğinde Donanım

Bir doktora öğrencisinin Massachusetts Institute of Technology'de 1960 yılında bir radar sisteminden yararlanarak yapmış olduğu bilgisayar grafiği terminali, etkileşimli iletişim ortamını grafiksel anlatım biçimine dayarak geliştirilmiş ilk yazılım-donanım uygulaması olarak kendisini dünyaya tanıttı. Bunu izleyen yaklaşık on yıl, donanım yeteneğinin rekabeti konusunda birçok firmanın parlamasına, bir o kadarının da batmasına sahne oldu. Ancak, gelişmeleri kamçıl原因 gereksinimlerin temel tanımları ortaya açıkça konuldukça, araştırmaların önemi daha kuvvetle vurgulanıp, bilgisayar grafiği bir amaçtan çok, bir araç olma özelliğiyle de benimsenmeye başlandı. Bu gelişmelerden sonra, kendi çerçevesi içinde hızla büyüyen bu bilim dalı, sadece grafik konularında değil, kullanıcı arabirimlerinden, dizgi-baskı sistemlerine kadar bilgisayar yaşantısının ayrılmaz bir parçası oldu. Bugün, özellikle yetenekli kişisel bilgisayarlardan, her türlü iş istasyonlarından; nokta matrisli yazıcılardan, lazerlerde kullanıcıya görsel olarak iletilen her türlü bilgi, grafik yöntemleriyle üretilmektedir. Kolumuzdaki değişik elektronik saatlerden, mikrodalga denetim panosuna kadar yaşamımıza girmiş olan grafik gösterim aygıtları, bilgileri bize bilgisayar grafiği yöntemleriyle iletmektedir. Bu tür aygıtların işleyiş prensiplerini okurlarımıza anlatmakta yarar görerek bu yazıyı hazırladık. Burada anlatılmayan daha birçok donanım ögesi olmasına rağmen, bunların çok özel amaçlı kullanılmaları nedeniyle, biz günlük yaşamımızda daha çok rastladığımız aygıtları inceledik.

Bülent Özgüç
Bilkent Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

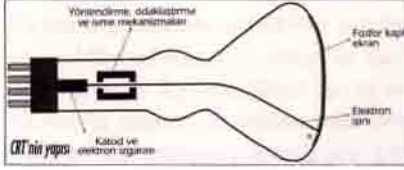
BILGISAYARLARDA grafik görüntüler elde etmek amacıyla, çok sayıda etkileşimli aygıt ve grafik yazılımı kullanılabilir. Daha gelişmiş bilgisayarlarda, özel olarak geliştirilmiş grafik sistem ve teknolojilerinden yararlanılabilir.

Video Gösterim Araçları

Grafik sistemlerinde en temel araçlardan birisi olarak video monitörünü verebiliriz. Video monitörlerinin çoğu işleyiş biçimi bakımından birbirlerine çok benzer. Bunlar, bir standart katod ışınlu tüp (CRT) aracılığı ile görüntü elde

ederler. Gelişmekte olan birçok farklı teknoloji sonucu, zamanla katod ışınlı tüp monitörlerde güncelliğini kaybedecektir.

Katod Işınlı Tüp



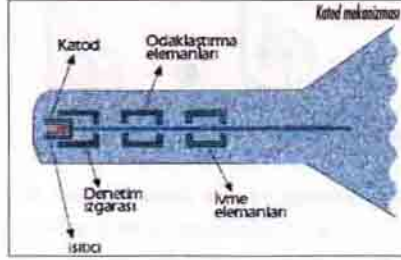
Elektronlar, odaklaştırma ve yönlendirme sistemlerinden geçer, bu sistemler, elektron demetini fosforlu yüzeydeki belli bir noktaya düşürür. Fosforun parlaması ile bu nokta görünür bir konuma geçecektir. Fosfor tarafından yayılan ışık dalgaları çok çabuk kaybolduğu için, ekranda kalıcı bir görüntü sağlayacak yöntemlere gereksinim vardır. Fosforun devamlı parlamasının bir yolu, aynı noktaya sürekli elektron düşürmektir. Bu tip gösterime tazelemeli CRT denir.

CRT içerisindeki elektron kaynağının en temel parçaları, ısıtılmış metal katod ve denetim ızgarasıdır. Katod içinde ısı, silindirik katod yapısının içinde bulunan ve filament diye adlandırılan, elektrik tellerinden akımın geçmesiyle oluşur. Bu işlem elektronların sıcak olan katod yüzeyini bırakmalarına neden olur. CRT zarfının içerisindeki vakumlu bölgede serbest negatif elektronlar, yüksek bir pozitif voltaj sayesinde fosforla kaplı yüzeye doğru yönelirler.

İvme voltajı, tüp içinde pozitif yüklenmiş metal kaplamayla veya ivme anodu ile elde edilebilir. Bazen ivme anodu ve odaklaştırma sisteminin tümü elektron kaynağı ile birlikte tek bir elektronik birim olarak çözülür. Elektron demetinin yoğunluğu, katodun etrafına oturtulan silindir şeklinde olan, denetim ızgarası üzerinde voltaj seviyesini belirleyerek ayarlanabilir. Denetim ızgarasına verilen yüksek negatif voltaj elektron demetini geri iterek, çıkmalarını önler. Denetim ızgarasında daha küçük negatif bir voltaj, bazı elektronların geçmelerine engel olamaz. Fosfor kaplı yüzeyin ışığı yayma oranı ekrana çarpan elektron sayısına bağlıdır. Denetim ızgarasındaki voltajı değiştirerek, görüntünün parlaklığını ayarlayabiliriz.

CRT içerisindeki odaklaştırma sistemine, elektron demetinin fosfor tabakasına çarptığı zaman çok ufak bir noktada birleşmesini sağlamak için gereksinim vardır. Aksi takdirde, elektronlar birbirini iterler

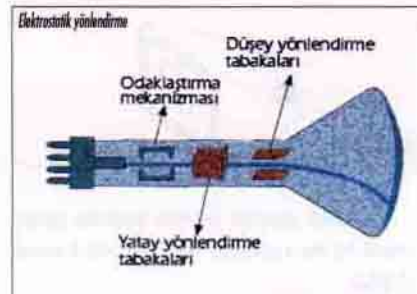
ve dalga ekrana yaklaştıkça dağılır. Odaklaştırma elektrik veya manyetik alanlarda olabilir. Elektrostatik odaklaştırma genellikle televizyon ve bilgisayar grafiği monitörlerinde kullanılır. Elektrostatik odaklaştırma, elektron demetinin pozitif



yüklü metal silindirin içerisinden geçmesiyle oluşur. Elektrostatik mercecek, optik merceklerde olduğu gibi, elektron demetini ekranın istenilen yerine odaklar. Manyetik odaklaştırma, ekranda en duyarlı ve küçük odaklaşmayı oluşturur ve özel amaçlı laboratuvar aygıtlarında kullanılır. Bu sistemlerde, elektrostatik plakalar yerine, elektromıknatıs gereçleri kullanılır.

Yüksek duyarlılığı olan sistemlerde, bütün ekran noktalarında demeti odakta tutabilmek için ek odaklama donanımları kullanılır. Ekranın üzerinde parlaması gereken noktanın konumuna göre, elektron demetinin katetmesi gereken uzaklıklar değişkendir. Bu nedenle elektron demeti ekranın merkezinden ekranın dış köşelerine hareket ettikçe, görüntüler bulanıklaşacaktır. Bu durumu giderebilmek için, demetin ekran pozisyonuna bağlı olarak çalışan odaklaştırma sistemleri geliştirilmiştir.

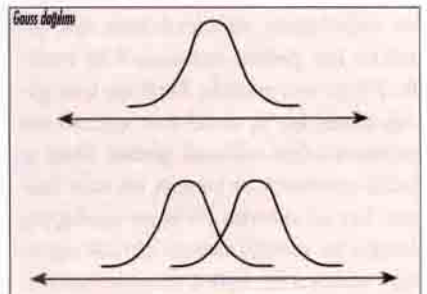
Elektron demetinin yönlendirilmesi elektrik veya manyetik alanlarla kontrol edilebilir. Katod ışınlı tüpler, günümüzde genellikle manyetik alan aracılığı ile yönlendirilirler. Bu işlem için iki çift elektro mıknatıs kullanılır. Bir çift, tüpün boynunun altına ve üstüne, diğeri de boyunun karşı köşelerine yerleştirilir. Bu çiftler halinde yerleştirilmiş elektro mıknatıslar sayesinde oluşan manyetik alan yön değiştirme gücü oluşturur; bu güç de, hem manyetik alana hem de elektron demetinin hareket yönüne diktir. İstenilen yön değiştirme miktar-



ları elektro mıknatıslardan geçirilen akım ile sağlanır. Elektrostatik yönlendirme kullanıldığı zaman, CRT zarfının içerisine, elektro mıknatıslar yerine, iki çift paralel elektrostatik metal plaka yerleştirilir.

Elektronlar fosfora çarptıkları zaman dururlar ve kinetik enerjileri fosfor tarafından emilir. Enerjinin bir kısmı sürtünmeyle ısı enerjisine dönüşür, geriye kalan da, fosfor atomlarındaki elektronların, kuantum enerjilerinin çok yüksek bir seviyeye çıkmasına neden olur. Kısa bir zaman sonra, "hareketli" fosfor elektronları durağan zemin seviyelerine, fazla enerjilerini ışık enerjisi olarak dışarıya vererek, geri dönmeye başlarlar. Bizim ekranda gördüğümüz de tüm elektron ışık emisyonlarının ortak etkisidir: bütün hareketli elektronların temel enerji seviyelerine dönüşlerinden sonra çabucak kaybolan parlak bir noktadır. Fosfor tarafından yayılan ışığın frekansı (veya rengi), hareketli kuantum hali ile temel hali arasındaki enerji farkına doğru orantılıdır.

CRT'de kullanılabilecek çok farklı fosforlar vardır. Rengin yanında fosforlar arasında en büyük değişiklik, kalıcılıklarıdır. Başka bir deyişle, elektron akımı durduktan sonra ışığı daha ne kadar yaymaya devam edebildikleridir. Kalıcılık, ekrandan yayılan ışığın gerçek yoğunluğunun 1/10'una kadar düşmesi için gereken zamana denir. Düşük kalıcılık özelliği olan fosforların, ekranda titreşimsiz görüntü meydana getirebilmeleri için daha yüksek tazeleme oranlarına gereksinimleri vardır. Bu tür fosforlar animasyon için elverişlidir. Bunun nedeni, hareket sağlamak için saniyede en az 30 kere tazelenmesi gereken ekranın, bir görüntüden diğerine geçerken eski görüntünün hemen kaybolup, istenmeyen izler bırakmamasıdır. Yüksek kalıcılık özelliği olan fosforlar da, oldukça karmaşık, statik resimlerin gösteriminde kullanışlıdır. Bazı fosforların kalıcılık değerlerinin 1 saniyeden büyük olmasına rağmen, grafik monitörlerinde 10 ila 60 mikrosaniye arasında değişen değerlere sahip fosforlar kullanılmıştır.



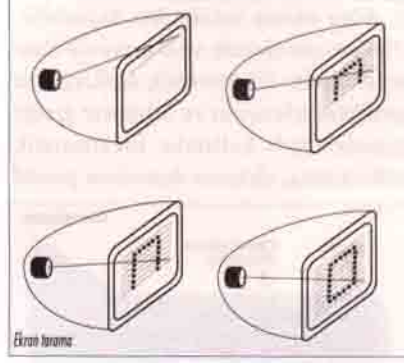
Parlayan noktanın ekrandaki yoğunluğu Gauss dağılımı şeklindeki gibidir. Noktanın merkezinde yoğunluk en büyüktür ve kenarlara gidildikçe düşer. Ekranda, en çok sayıda noktanın birbiri üzerine binmeden görüntülenmesi olayına çözünürlük denir. Çözünürlüğün daha net bir tanımı ise, yatay veya düşey yönde, bir uzunluk biriminde bulunan nokta sayısıdır. Noktanın büyüklüğü de yoğunluğa bağlıdır. Fosfora düşen elektron miktarı birim zaman içinde artarsa, parlayan noktanın çapı büyür. Bunlara ek olarak artan hareket enerjisi komşu atomlara dağılma eğilimi gösterir ve böylece noktanın çapını daha da artırır. CRT'nin çözünürlüğü fosforun türüne, elektron enerjisinin miktarına, odaklaşma ve yönlendirme mekanizmalarına bağlıdır.

Video monitörlerinin diğer bir özelliği ise yatay ve düşey yönde eşit uzunlukta çizgi elde edebilmek için, yatay noktaların düşey noktalara olan oranlarıdır.

Nokta Tarayan Katod Işınlı Tüp: CRT'nin kullanıldığı en yaygın grafik aygıtı, nokta tazeleyen ve televizyon tekniğine göre yapılmış olan monitördür. Nokta tazeleme sisteminde, elektronlar fosforu belirli bir noktada parlatmak amacı ile değil, tüm ekranı belirli bir düzende ve sürekli olarak taramak amacı ile hareketlendirilirler. Bu tarama sırasında, eğer bir nokta parlatılacaksa, sıra o noktaya geldiği zaman, elektron enerji düzeyi ayarlanarak bu sağlanır. Ekrandaki görüntünün tanımı, görüntü tazeleme belleği veya döngülü çerçeve bellek diye adlandırılan birimde saklanır. Bu bellek, yoğunluk değerlerini ekrandaki her nokta için saklar. Saklanan yoğunluk değerleri bir döngü içinde ekranda sırayla çizilir. Herbir ekran noktasına görüntü (resim) elemanı, "pixel" veya "pel" adı verilir.

Evlerimizde kullandığımız televizyonlar ve yazıcılar bu yöntemle çalışan diğer örneklerdir.

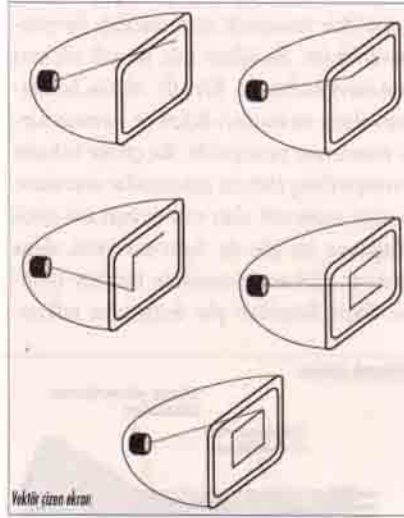
Görüntü elemanı için saklanması gereken değerler, sistemden beklenen kapasiteye bağlıdır. Örneğin basit bir siyah beyaz sistemde, her bir ekran noktası kapalı veya açıktır, böylece her görüntü elemanı için bir bit'e gereksinim duyulur. Ekran konumlarının yoğunluğunu denetleyebilmek için, genellikle her görüntü elemanına 8 bit ayrılır. Bu 256 gri tonu verebilir. Renk için girildiği zaman, her üç temel renk için ayrı ayrı yoğunluk bilgisi saklamak gerekir. Daha az bellek gerektiren bir yöntem ise, renk haritası diye adlandırılan bir birim aracılığıyla, örneğin her görüntü elemanı için 256 yoğunluğu olabilen bir bellek düzenlemesinde,



her yoğunluğu bir renk olarak yorumlar. Basit siyah beyaz sistemlerde görüntü tazeleme belleğine bit haritası (bitmap), gri tonu veya renk veren sistemlerde de bu belleğe pixharitası (pixmap) denir.

Nokta tazeleyen sistemlerde, ekran yukarıdan aşağı doğru, satır satır taranır. Bu sıra, bazen ilk geçişte tek numaralı satırlar, ikinci geçişte çift numaralı satırlar şeklinde iki parça halinde olabilir. Ekranın tarama yöntemi ne olursa olsun, asıl amaç, tarama hızının tüm ekran için saniyede en az 30 kere tekrar etmesini sağlamaktır. Daha yavaş olacak bir tarama, görüntünün sabit kalmasını etkileyecek ve ekranı izleyen göz, tarama aralıklarını farketmeye başlayacaktır.

Rassal Tarayan Katod Işınlı Tüp: Rassal tarayan katod ışınli tüp gösterim birimi olarak işletildiği zaman, CRT'nin elektronları ekranda resmin çizileceği yere yöneltilir. Bu tür monitörler, resmi çizerken, bir defada bir vektör çizer, bu nedenle, vektör tazeleyen monitör olarak da adlandırılırlar. Bu aygıtlarda tazelenen, belirli bir düzende ekranın tümü değil, çizimi oluşturan sırada vektörlerin kendileridir.



Kalemli çiziciler de aynı sistemle çalışır ancak bu tür aygıtlarda tazeleme söz konusu değildir.

Rassal taramada tazeleme oranı, gösterilecek olan vektör sayısına bağlıdır. Bu sistemde, görüntünün bellekte saklanması çok daha karmaşıktır. Sadece ekranı oluşturacak noktalar değil, çizilecek şeklin bir tür geometrik tanımı gereklidir. Bu tanımı içeren görüntü belleklerine tazelenen görüntü kütüğü adı verilir. Tazelenen bu bellekler, basit bir veri kütüğünden çok, bir program görüntümüne sahiptir. Bu nedenle, görüntü listesi veya görüntü programı olarak da adlandırılırlar. Bu liste içinde kısa vektör, uzun vektör, çizmeden atla, eğer donanım destekliyorsa renk değiştir gibi komut sözcükleri bulunur.

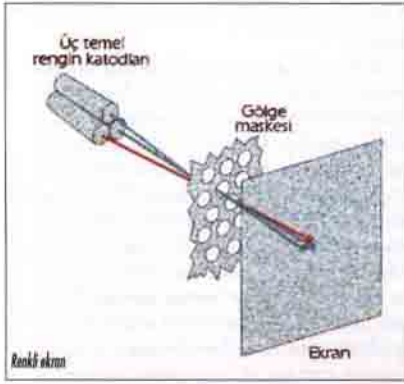
Yüksek kalitedeki vektör sistemleri, yaklaşık 100 000 kısa vektörü saniyede 30 kere çizibilme yeteneğine sahiptir. Küçük bir çizgi kümesinin gösterimi söz konusu olduğunda, 60 çerçeve/saniye'den büyük olan tazeleme oranlarına yakalanmamak için her bir tazeleme döngüsü yavaşlatılır. Aksi takdirde, çizim tazeleme hızı fosforun yanmasına neden olabilir.

Bu sistemler, çizgi çizme uygulamaları için düzenlenmiştir ve gerçek gölgeli manzara, renk oyunları gösterilemez, ancak vektör gösterimleri pürüzsüz ve çok kalitelidir, çünkü sanki bir kalemle kağıda çizim yapılmış gibi doğrudan istenen vektörü çizerler. Bir nokta tarayan sistem, tersine, vektörü sonlu nokta kümeleri olarak çizer, bu da 'merdiven basamağı' diye adlandırılan olumsuz etkilere neden olabilir.

Renkli CRT Monitörleri: Farklı renklerdeki ışıkları yayan fosforlar bir arada kullanılarak, bir CRT monitörü renkli resimler gösterir. Değişik fosforlardan yayılan ışınlar birleştirilerek, farklı renkler elde edilebilir. CRT ile renkli görüntü sağlayabilmek için kullanılan temel iki yöntem, ışın geçirgenliği ve gölge maskeleyedir.

Renkli resimlerin gösteriminde kullanılan ışın geçirgenliği yöntemi rassal tarayan monitörlerde kullanılır. İki değişik tür fosfor, iki kat olarak ekranın içine kaplanır. Bunlar genellikle yeşil ve kırmızı renk verirler. Yavaş elektron demeti sadece dış kırmızı katmanı harekete geçirir. Çok hızlı elektronlardan oluşan bir ışın ise kırmızı katmandan geçerek iç yeşil katmanı hareketlendirebilir. Orta hareketli ışınlarda, kırmızı ve yeşil ışık birleşiminde emilerek sarı ve turuncu olmak üzere ek iki rengin daha gösterilmesini sağlar. Rassal taramalı monitörlerinde, ışın geçirgenliği ile renk üretmek, pahalı olmayan bir yoldur. Fakat bu yöntemle sadece dört renk üretmek olasıdır, aynı zamanda kalite de diğer yöntemlerle olduğu kadar yüksek değildir.

Nokta tarayan sistemlerinde (renkli televizyonlarda dahil olmak üzere) genellikle gölge maskeleme yöntemleri kullanılır. Bu yöntemle, üç ana rengin birleşiminden elde edilebilecek tüm renkler üretilebilir. Bir CRT gölge maskesinde, her bir görüntü elemanı pozisyonunda, üç renkli fosfor noktası vardır. Bunlardan birisi kırmızı ışığı emer. Bir diğeri yeşil, üçüncüsü de mavi ışığı emer. Bu tür CRT'de üç elektron katodu ve fosforla kaplı ekranın hemen arkasında bir gölge maskeleme ızgarası vardır. Elektron katod mekanizmalarının her biri, ayrı bir renkli nokta içindir. Üç elektron ışını, gölge maskesi üzerine grup olarak yönlendirilip odaklaştırılır. Bu üç ışın gölge maskesi deliklerinden geçerken, bir nokta üçgeni oluştu-



rurlar, bu da ekranda küçük bir renk noktası olarak yansır. Bu üçgenlerdeki noktalar, gölge maskesinden geçerken, her bir elektron ışını kendisi ile eşlenen renkteki noktayı harekete geçirebileceği şekilde düzenlenmiştir.

Bu üç elektron katodunun diğer bir düzenlemesi de doğrusal olarak yapılabilir. Bu düzenlemede, ekrandaki eşlenen kırmızı, yeşil ve mavi renk noktaları, üçgen şekli yerine bir tarama çizgisi boyunca sıralanmıştır. Elektron katodunun bu doğrusal düzenlemesi, yüksek çözünürlüklü renkli CRT'lerde çok yaygın bir şekilde kullanılır.

Üç elektron ışınındaki yoğunluk seviyelerini farklılaştırarak, gölge maskesi CRT'sinde renk değişiklikleri elde edebiliriz. Kırmızı ve yeşil ışınları söndürerek, mavi fosfordan gelen rengi elde edebiliriz. Işın yoğunluklarının diğer birleşimleri, bizim gözlerimiz üç rengi bir bütün olarak algılamaya meyilli olduğundan, her bir görüntü elemanı pozisyonu için küçük ışık noktası oluştururlar. Bizim gördüğümüz renk, kırmızı, yeşil ve mavi fosforun parlama miktarına bağlıdır. Bir beyaz (veya gri) alan, üç noktanın eşit miktarda yoğunluğu ile aktif hale getirilmesinin sonucudur. Sarı sadece yeşil ve kırmızı noktalardan; magenta, mavi

ve kırmızı noktalardan meydana gelir. Cyan ise mavi ve yeşil noktaların eşit miktarda aktif hale getirilmesiyle gözükür. Bazı ucuz sistemler, elektron ışınının açılıp, kapatılmasıyla görüntüyü sekiz renkle sınırlar. Daha gelişmiş sistemler, elektron ışınları için orta kademedeki yoğunluk seviyelerini uygulayarak, milyonlarca rengin ortaya çıkmasını sağlar.

Renkli grafik sistemleri, değişik birçok CRT gösterim aygıtlarında kullanılmak üzere tasarlanabilirler. Bazı ucuz ev bilgisayar sistemleri ve video oyunları, renkli televizyonlarda ve RF (Radio-frequency) modülörleriyle kullanılmak üzere tasarlanmıştır. RF modülörlerinin amacı, televizyon yayın istasyonundan gelen sinyalleri simüle etmektir.

Grafik sistemlerindeki renkli CRT'ler RGB monitörleri olarak tasarlanırlar. Bu monitörler, gölge maskesi yönetimini kullanırlar ve yoğunluk seviyesini her bir katod için (kırmızı, yeşil ve mavi) doğrudan bilgisayardan, ara aşamalardan geçmek-sizin alırlar. Yüksek kalitedeki sistemlerde her bir görüntü elemanı için 24 veya daha fazla bit vardır ve böylece her bir elektron tabancası için 256 volt verilir. Bu, her bir görüntü elemanı için yaklaşık 17 milyon renk seçeneği yaratır. Her bir görüntü elemanında 24 bit depolanan RGB renkli sistemlerine genellikle tam renkli sistemler veya gerçek renkli sistemler denir.

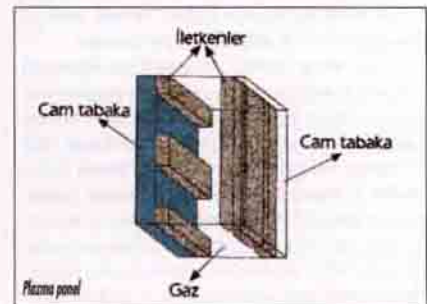
Doğrudan Görüntü Depolama Sistemleri: Ekran görüntüsü sağlamanın diğer bir yolu da, resim bilgisini ekrana tazelemek yerine CRT'de depolamaktır. Resim bilgisini, fosforla kaplı ekranın hemen arkasında yer alan, doğrudan görüntü depolama tüpü (DTVST) depolar. DVST'de iki elektron katodu vardır. Bunlardan biri şekil çizerek depolamak için kullanılır; ikinci akış katodu ise resim görüntüsünün parlayan fosfor noktalarını sürekli elektronlarla besleyerek sabit kalmasını sağlar.

Tazelemeli CRT ile karşılaştırıldığında, DVST monitörlerinin hem olumlu hem de olumsuz yönleri vardır. Tazelemeye gereksinim olmadığı için çok karmaşık resimler bile yüksek çözünürlükte görüntülenebilir. DVST sistemlerinin olumsuz yönü ise, bir renkli olmaları ve resmin seçilen parçalarının silinmemesidir. Resmin bir kısmını silmek için, bütün ekranın silinip seçilen resmin tekrar gösterilmesi gerekmektedir. Silinmesi ve tekrar gösterilmesi işlemleri karmaşık resimler için saniyeler alabilir. Bu nedenlerden, tazelemeli sistemler depolama monitörlerinin yerini almıştır.

Düz-Panel Monitörleri

Grafik monitörlerinin çoğunluğunda CRT'lerin kullanılmasına rağmen yakında CRT monitörlerinin yerini alacak yeni teknolojiler geliştirilmektedir. Düz-panel monitör terimi CRT ile karşılaştırıldığında, hacim, ağırlık ve güç bakımından daha az gereksinimi olan video araç grubudur. Düz-panel monitörlerinin önemli bir özelliği CRT'lerden daha ince olmalarıdır. Duvarlara asabiliriz veya göğsümüzde taşıyabiliriz. Düz-panel monitörlerinin bazılarının üzerlerine yazılabildiğinden, yakında onları cep not defteri olarak bile kullanmak olası olabilecektir. Bu monitörlerin bir kısmı saydam malzemeden oluştuğu için, arka yüzden yansıtılan bir projeksiyon veya film makinası ile birlikte kullanılabilir. Düz-panel gösterim aygıtları, şu anda küçük televizyon monitörlerinde, hesap makinalarında, cep video oyunlarında, dizüstü bilgisayarlarında, uçaklardaki film gösterilerinde, asansörlerdeki ilan tahtalarında, sağlam ve taşınabilen monitörlere gereksinim duyulan grafik gösterimlerinde kullanılmaktadır. Düz-panel monitörleri yayan ve toplayan olarak ikiye ayırabiliriz. Yayan monitörler elektrik enerjisini ışığa çeviren araçlardır. Bunlara örnek olarak plazma panellerini ve LED'leri verebiliriz. Düz CRT'lerde elektron ışınları ekrana paralel olarak ivme kazandırılır ve daha sonra ekrana 90°'lik açıyla yansıtılır. Fakat düz CRT'ler diğer yayan aygıtlar kadar başarılı olamamışlardır. Toplayan monitörler, güneş ışığını veya bir başka kaynaktan gelen ışığı grafik şekline dönüştürmek için optik kuralları kullanırlar. Toplayan düz-panel monitörlerinin en önemli örneği sıvı-kristal (LCD) araçlarıdır.

Plazma panelleri, gaz-boşaltım monitörleri diye de adlandırılırlar. İki cam tabaka arasındaki boşluğun içerisinde genellikle neon bulunan bir gaz karışımıyla doldurulması yapılmıştır. Bu cam panellerden birisine bir seri düşey, diğerine ise yatay olarak iletkenler takılmıştır. Yatay ve düşey olarak bir çift iletken akım verilmesi halinde, bu iki iletkenin kesiştiği noktadaki gazın elektronik ve iyon olarak parlayan plazmaya bölün-



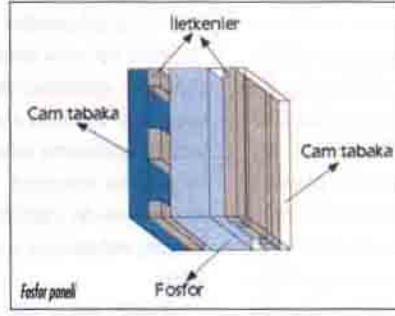


mesine neden olur. Resim tanımı, görüntü tazeleme belleğinde depolanır. Görüntü

elemanı konumlarını tazelemek için yüksek voltajlar uygulanır. Yükselen voltajın hızlı uygulanmasını sağlamak için alternatif akım yöntemleri uygulanır ve böylece daha parlak gösterimler elde edilir. Görüntü elemanları arasındaki ayırım, iletkenlerdeki elektrik alanlarıyla sağlanır. Plazma panelinin bir olumsuz yönü, tek renkli aygıtlar

olmalarıdır. Günümüzde, yavaş, yavaş renkli ve gri seviyeli monitörler de geliştirilmektedir.

Cam plakalar arasındaki boşluğun gaz yerine, içinde mangan bulunan bir fosfor bileşimiyle doldurulmuş olması ile de değişik panel monitörler yapılabilmektedir. Bir çift çapraz



elektroda yeterli miktarda yüksek voltaj verildiğinde, iki elektrodun kesişme noktasında fosfor iletken görevini görür. Sonra elektrik enerjisi mangan atomları tarafından emilir ki bu daha sonra, plazma panelindeki plazma olgusuna benzer bir şekilde enerjiyi ışık noktası olarak geri verir.

Bilgisayar Grafiğinin Tarihçesi

Veysi İşler

Bilkent Ün. Bilgisayar ve Enformatik Müh.Böl.

Bilgisayar grafiğinin tarihi, bilgisayarların ortaya çıkması ile başlar. Yazıcılardan alınan çıktılar, bilgisayar grafiğinin ilk ürünleri olarak kabul edilebilir. Bilgisayarın ilk yıllarında, bilgisayar yazıcısının karakter kümesindeki harfleri ve sembolleri kullanarak oldukça karmaşık resimler elde edilmekteydi. Bu yıllarda, kullanıcı ve bilgisayar arasındaki iletişim, yazıcılar ve delikli kartlarla sağlandığından, oluşturulan resimlerle etkileşim mümkün olmamaktaydı. Kullanıcı ve bilgisayar arasındaki etkileşimi sağlayan ilk çıktı cihazı (output device), 1950 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Bu cihaz televizyonlarda bulunan CRT (Cathode Ray Tube) tasarımını kullanan monitörden başka bir şey değildir. CRT monitör ilk kez MIT'in Whirlwind I bilgisayarına bağlanmıştır. Bilgisayar grafiğinin ilk kullanım uygulamalarından biri, SAGE hava - savunma kontrol ve kontrol sistemi olmuştur. 1950'lerin ortalarında gerçekleşen bu projede bilgisayar grafiği açısından en önemli olaylar, nadırdan alınan bilgilerin bir CRT monitörde görüntülenmesi ve ışık kalem (light pen) etkileşimli girdi cihazı (interactive input device) olarak ilk kullanımıdır. Işık kalemi, ekran üzerinde etkileşimli hedef belirleme işlemini kullanıcıya dost ve rahat bir ortamda sağlamaktaydı. 1950'li yıllarda, etkileşimli bilgisayar grafiğinin çok az bir ilerleme sağlanması, o dönemde kullanılan bilgisayarların etkileşimli kullanıma uygun olmamaları ile açıklanabilir. Bu sıralar, bilgisayar grafiğinin en önemli unsuru olan CRT monitörler, yüksek maliyetleri ve eksiklikleri nedeniyle yaygın değildi. Bilgisayarlar daha çok fizikçiler ve füze tasarımcıları tarafından çok karmaşık hesaplamalar yapmak için kullanılmaktaydı. 1950'lerin sonlarında, MIT'de geliştirilen TX-0 ve TX-2 bilgisayarlarının kullanıcı bilgisayar etkileşimi açısından üstün olmaları bilgisayar grafiğindeki araştırmaların artmasına neden olmuştur.

Bilgisayar grafiğinin önemli bir kilometre taşı, 1960'ların başında Ivan Sutherland tarafından MIT'de yapılan doktora çalışmasının bir ürünü olan Sketchpad ile konmuştur. Kullanıcı ve bilgisayar arasında grafiksel bir iletişim sistemi olan Sketchpad'de yer alan önemli veri yapısı ve etkileşim yöntemleri günümüzde de kullanılmaktadır. 1963 yılında yayınlanan bu doktora tezi, bilgisayar grafiğinin kullanışlı, önemli ve geleceğin bir bilim dalı olabileceğini ortaya koymuştur.

1963 yılında yine MIT'den Steve Coons bilgisayarla modellemeye uygun yüzey-parça tekniklerinin geliştirilmesi ile uğraşmaya başladı. Bu sıralar, bilgisayar, otomobil ve havacılık sektörlerindeki üreticiler Bilgisayar Destekli Tasarım CAD (Computer Aided Design) ve Bilgisayar Destekli Üretim CAM'in (Computer Aided Manufacturing) önemini gördüler. General Motors (GM) bilgisayar grafiği tarihinin bir başka kilometre taşı DAC/1 (Design Augmented Computer) yazılımı ile koydu. DAC/1 yazılımı, GM tarafından üretilen otomobil ve kamyonların tasarımında anahtar unsurdur. Lockheed Şirke-

ti bilgisayar grafiğinin kullanımını CAM'de incelemeye başladı. İtek Şirketi'nin Digitek Grafik sistemi bilgisayar grafiğinin ilk uygulamalar arasında olmuştur. Bilgisayar grafiği alanındaki bu uygulamaları, Boeing, Mc Donnell-Douglas ve North American Rockwell gibi dev havacılık firmaları da kısa sürede keşfetmeye başladılar.

Bilgisayar grafiği ile ilgili kurulan ilk topluluk, 1963 yılında The Society for Information Display olmuştur. Günümüzün en ünlü ve önemli bilgisayar grafiği topluluğu olan ACM SIGGRAPH (Special Interest Group on Computer Graphics of the Association for Computing Machinery) ise 1969 yılında kurulmuştur. Aslında SIGGRAPH'ın kurulma çalışmaları ACM içinde oluşturulan bir komite tarafından 1966 yılında başlamıştır. 1960'ların ilk yarısı bilgisayar grafiğinin gelişimi açısından çok verimli olmuştur. Öyle ki Wall Street Journal bu gelişmeyi ve hareketliliği kavramış, ve 1966 Ekim'inde bilgisayar grafiği ve bilgisayar destekli tasarım hakkında yazı yayınlamıştır.

1960'lı yılların ortalarında, bilgisayar grafiği alanında pek çok donanım ve yazılım ürünleri ortaya çıkmıştır. Yirmiden fazla şirket CRT tasarımını kullanan grafik terminalleri üretip satmaktaydı. Bu şekilde bilgisayar grafiğinin en önemli itici gücü olan CRT monitörler ucuzlayıp yaygınlaştılar. Günümüzde yaygın olarak kullanılan fare de (mouse) bu dönemde bulunmuş bir girdi cihazıdır.

1960'lı yıllarda monitördeki titremeyi önlemek için gerekli olan 30 Hz'lik tampon bellek (memory buffer) ve işlemci oldukça pahalıydı. 1960'ların sonlarında DVST'nin (Direct View Storage Tube) geliştirilip piyasaya sunulması ile daha ucuz, kaliteli ve titremeyen görüntü üreten monitörler kullanıcılara ulaştı. DVTS sayesinde birçok kullanıcı ve programcı etkileşimli bilgisayar grafiği ile tanışma fırsatı buldular. 1960'ların sonlarındaki bir başka önemli gelişme, grafik işlemcilerinin ortaya çıkmasıdır. Grafik işlemcileri, grafik yazılımları tarafından yapılan birçok işlemi (dönüşümleri, kırpma, paralel ve perspektif gösterim v.s.) ve ekranı tazeleme (refreshing) işlevini yerine getirmektedirler. Bu sayede ana işlemcinin yükü büyük ölçüde azalmaktadır.

1970'lerin başında, günümüzde de çok yaygın olarak kullanılan ucuz taramalı (raster) grafik sistemlerinin geliştirilmesi, bilgisayar grafiği tarihinin en önemli kilometre taşı olmuştur. Taramalı grafik sistemlerinin etkin olmasının başlıca nedeni, 1970'lerin başında ortaya çıkan ucuz katı-hal bellek (solid-state RAM) teknolojisi olmuştur. Taramalı grafik sistemlerinde ekranda gösterilen resimler piksel (picture element) denen çok küçük ekran bölgelelerinden (kare ve dikdörtgen) oluşmaktadır. Ekranın iki boyutlu bir matris gibi kabul edilmesi durumunda matris elemanlarının herbiri bir piksel karşılık gelmektedir. Taramalı grafik sistemleri öncesinde kullanılan sistemlerde (vektör grafik sistemleri) resimler doğru parçacıklarından (vektörlerden) oluşmaktadırlar.

Taramalı grafik sistemlerinin en önemli üstünlüğü tazeleme işleminin, resimlerin karmaşıklığına bağlı olmamasıdır. Diğer bir üstünlük ise bu tür sistemlerde elde edilen resimlerde, tonlama (shading), doku eşleme (texture mapping) ve gölgeleme (shadowing) gibi gerçeğe uygunluk sağlayan etkilerin bulunmasıdır. Vektör sistemlerinde bu tür gerçeğe uygun resimler elde etmek pek mümkün değildir.

Taramalı sistemlerinin bir standart donanım olarak kabul görmesiyle, bilgisayar grafiği alanında yapılan araştırmalarda büyük bir artış olmuştur. Bu araştırmalar taramalı grafik sistemlerine uygun yöntemler üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu araştırmalar sonucunda tonlama (shading), doku eşleme (texture mapping) ışın izleme (ray tracing) ve ışıma (radiosity) gibi görüntülere gerçeğe uygunluk katan yöntemler geliştirilmiştir.

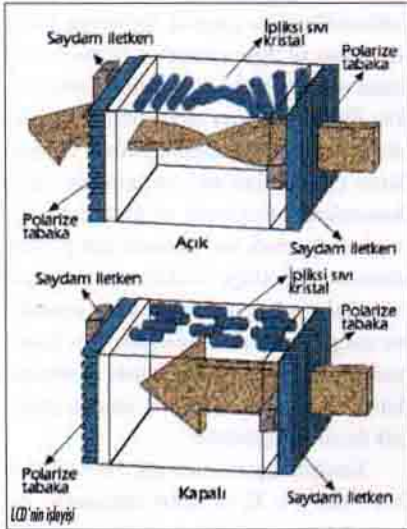
Taramalı grafik sistemlerinde kullanılan bilgisayar grafiği yöntemleri, öncelen Fortran gibi yüksek düzeydeki dillerle gerçekleştirilmekteydi. Bu sırada gerçekleştirilen paket programların cihaz-bağımlı (device-dependent) oldukları için maliyet yüksekliği ve başka bilgisayarlara taşınabilirliği (portability) gibi sorunlar vardı. Bu sorunlara karşı 1970'lerin ortalarında cihaz-bağımsız (device-independent) yazılım standartlarının gerekli olduğu görüldü. 1977 yılında bir ACM SIGGRAPH komitesi 3D Core Graphics System adında bilgisayar grafiğindeki ilk standart önerisini ortaya attı. İlk resmi grafik standardı, 1985 yılında 3D Core kullanılarak geliştirilen GKS (Graphical Kernel System) olmuştur. 1988 yılında iki boyutlu sınırlı olan GKS'in geliştirilmesiyle ortaya çıkan üç boyutlu GKS-3D sistemi resmi bir standart olarak kabul edildi. GKS'deki eksiklikleri ortadan kaldıran bir başka resmi standart PHIGS (Programmer's Hierarchical Interactive Graphic System) olmuştur. PHIGS, iç içe geçen hiyerarşik üç boyutlu nesne gruplamasına izin veren daha katmanlı bir grafik standardıdır. 1988 yılında, PHIGS'e ileri düzey işlemlerinin eklenmesiyle PHIG+ standardı ortaya çıkmıştır.

Türkiye'de bilgisayar grafiğinin başlangıcı 1970'lerin ilk yıllarındadır. Bilgime göre Türkiye'deki ilk bilgisayar grafiği araştırmaları, ODTÜ Mimarlık Bölümünde İbrahim Canbulat ve Bülent Özgüç tarafından yüksek lisans çalışmaları sırasında yapılmıştır. Canbulat'ın 1974 yılında sunduğu yüksek lisans tezinde, perspektif çizimin bilgisayarla yapılması ile ilgili kuramsal çalışmalar ve geliştirilen bilgisayar programları yer almaktadır. Özgüç ise, 1975 yılındaki yüksek lisans tezinde mimarlık çizimlerini ileriye taşıyan bir sistemi ve etkileşimli bir yöntemi sunmaktadır. 1979 yılında, Bülent Özgüç tarafından ODTÜ Bilgisayar Mühendisliği Bölümünde ilk bilgisayar grafiği dersi açılmıştır. Bu açılan ders bilgisayar grafiğinin bir bilgisayar bölümünde açılması yönünden anlamlıdır. Çünkü bilgisayar grafiği bu tarihe kadar bu alanda uygulamaların yapıldığı Makina, Elektrik-Elektronik ve Mimarlık Bölümlerinde ele alınmıştı. Halen Bilkent Üniversitesi, Bilgisayar ve Enformatik Mühendisliği Bölümünde bilgisayar grafiği konusunda yüksek lisans ve doktora düzeyinde araştırmalar yapılmakta ve sonuçları uluslararası bilimsel dergilerde yayınlanmaktadır. Ayrıca TÜBİTAK ve Intel'in desteklediği bir proje yakın zamanda sonuçlanmıştır. 1993 yılında Bilkent Üniversitesi'nde düzenlenen ve TÜBİTAK tarafından da desteklenen ATARV'93 (Advanced Techniques in Animation, Rendering and Visualisation) bilgisayar grafiği konferansı, bu konuda önemli bilim adamlarının katılımı açısından kayda değerdir. Başkanlığını Özgüç'ün yaptığı konferansa katılan bilim adamları arasında Andrew Witkin, Norman Badler, Alain Fournier, Kees van Overland, Derek Paddon, Scott Whitman ve Thierry Priol bulunmaktadır.



Sıvı kristal monitörleri (LCD) genellikle hesap makinaları, taşınabilen, diz üstü bilgisayarlar gibi küçük sistemlerde kullanılır. Bu toplayıcı aygıtlar, çevrede veya içerideki bir ışık kaynağından polarize edilmiş ışığın sıvı kristal materyalden geçmesiyle görüntüyü oluştururlar.

Sıvı kristal deyimi, bu bileşiklerin kristal bir yapıya sahip moleküllerden olduğu halde sıvı gibi akmağını anlatmaktadır. Bu tür düz-panel monitörlerde genellikle iplikli sıvı kristal bileşikleri kullanılır. Bu bileşiklerdeki çubuk şeklindeki kristallerin uzun eksenleri aynı yönde dururlar. Birbirine dik açıyla polarizeli iki cam tabakanın arasına sıvı kristal maddesi sıkıştırılır. Düşey iletken sıraları bir şeffaf plakaya, yatay iletkenler ise diğer şeffaf plakaya konmuştur. İki iletkenin kesiştiği nokta, görüntü elemanı pozisyonunu belirler. Normal olarak, moleküller, şekildedeki 'açık konum' pozisyonundaki gibi yerleştirilmiştir. Materyalden geçen polarize ışık, karşı polarizörden geçebilsin diye

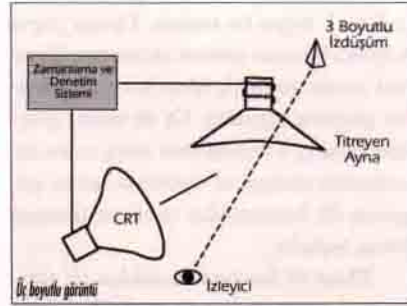


yönlendirilir. Sonra ışık tekrar kullanıcıya yansıtılır. Görüntü elemanını parlayan konumdan görünmez konuma çevirebilmek için kesişen iki iletken voltaj uygulanarak moleküller ışığı döndüremeyecek şekilde ayarlanır. Bu tür düz panel aygıtlar edilgen matris LCD diye adlandırılır. Görüntü ta-

himları, görüntü tazeleme belleğinde depolanır ve yayan aygıtlarda olduğu gibi, ekranda 60 kare/saniye hızında tazelenir. Katı hal elektronik aygıtlar kullanılarak arkadan aydınlatma yapılması oldukça yaygındır. Böylece sistem, sadece dış ışık kaynaklarına bağımlı olmamış olur. Renkler, değişik yöntemler kullanılarak gösterilebilir. LCD yönteminin başka bir yapım biçimi ise, her bir görüntü elemanı pozisyonuna bir transistör yerleştirilip, ince film transistör teknolojisi kullanılmasıdır. Transistörler, voltajın görüntü elemanı noktasında kontrolü ve şarjın azalıp kaybolmasını engellemek için kullanılırlar. Bu aygıtlara etken matris monitörleri denir.

Üç Boyutlu Görüntüleyen Aygıtlar

Üç boyutlu görüntüleri gösteren grafik monitörler CRT görüntülerini titreşimli, esnek aynalardan yansıtan bir teknik kullanılarak geliştirilmiştir. Değişken odak noktalı ayna titreşirken odak uzunluğu ayarlanır, bu titreşimle nesnenin CRT üzerinde görüntü-



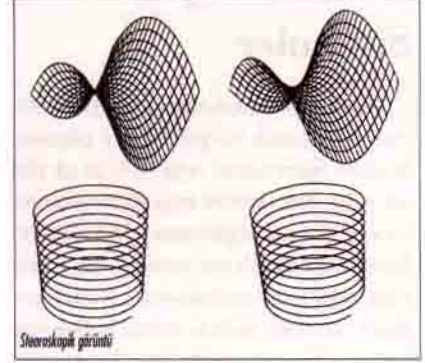
lenmesi aynı zamanda oluşur. Nesnenin üstündeki her nokta belirlenmiş bakış uzaklığına göre aynadan uzamsal bir pozisyona yansıtılır. Bu bize nesnenin etrafında dolaşabilmeyi ve onu değişik açılardan görebilmeyi sağlar. Böyle sistemler, tıbbi alanlarda ultrasonografi ve CAT tarayıcı aygıtlarındaki veri çözümlemelerinde, jeolojik uygulamalarda topolojik ve sismik veri çözümlemelerinde, katı nesnelerin tasarım uygulamalarında kullanılmaktadır.

Steroskopik ve Sanal Gerçek Sistemleri

Steroskopik görünüm nesneleri üç boyutlu olarak gösteren başka bir tekniktir. Bu yöntem gerçek bir üç boyutlu görüntü yaratmaz. Fakat gözlemcinin her gözü için değişik görüntüler oluşturularak çok inandırıcı üç boyutlu bir etki sağlar. Steroskopik görünüm elde etmek için ilk önce ekranda her bir (sağ ve sol) göze göre olan bakış yönünden elde edilen iki görüntü gereklidir. İki görüntüyü değişik pozisyonlarda bilgisayarda oluştururuz veya bazı nesneleri fotoğraf-
lamak için stereo kamera çifti kullanabiliriz. Sürekli olarak sağdaki görüntüye sağ gözü-

müzle, soldaki görüntüye de sol gözümüzle baktığımızda belli bir süre sonra iki görüntü tek bir görüntü haline gelir ve belli bir derinliğe sahip olarak algılanır.

Steroskopik etki yaratmanın bir yolu, iki görüntünün her birinin ard arda tazele-



nerek görüntülenmesidir. Bu yöntemde ekrana özel amaçlı bir gözlük ile bakmak gerekir. Her lens hızlı açılıp kapanabilen kamera diyaframı gibi tasarlanmış ve görüntülerden birini senkronize bir şekilde örtmektedir. Ekrandaki görüntüyü gözlük ile senkronize eden kırmızı ötesi yayıcı ve sıvı kristal diyafram ile yapılmış bir stereoskopik gözlük şeklinde gösterilmektedir.

Steroskopik görüntü sanal gerçek sisteminin bir parçasıdır.

Steroskopik görüntü yaratmak için kullanılan ve optik bir sistem içeren başlık genellikle ekrandaki nesneyi yerleştirmek ve ayarlama yapmak için etkileşimli girdi aygıtları birleştirilerek kullanılır. Bu duyarlı sistem kullanıcının konumunu izler, böylelikle nesnenin önü ve arkası hareket eden izleyiciye bağımlı olarak görüntülenebilir. Bu amaçla, sağ elde bir veri eldiveni ile, başta da sanal gerçek başlığı taşınmaktadır.

Etkileşimli sanal gerçek ortamı, başlık yerine stereoskopik gözlük ve video monitörü kullanılarak da görüntülenebilir. Bu daha



az maliyetli bir sanal gerçek sistemidir. İzleme aygıtı videonun üstüne yerleştirilir ve başlığın hareketini izleyerek, görüntünün değişmesini sağlar.

Nokta Tarayan Sistemler

Etkileşimli nokta adresleyen grafik sistemi tipik olarak bir çok işlemci çalıştırır. Merkezi işlem birimi veya CPU'ya ek olarak video denetleyicisi veya görüntü denetleyicisi görüntü sağlanması için kullanılır. Basit nokta adresleyen sistemin organizasyonu şekilde gösterilmektedir. Burada görüntü tazeleme belleği sistem belleğinde herhangi bir yerde olabilir ve video denetleyici bu bilgilere erişerek ekranı tazeler. Vi-



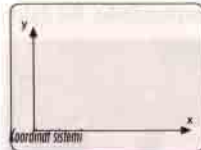
deo denetleyiciye ek olarak, gelişmiş nokta tarayan sistemler, grafik amaçlı işlemler için ek hızlandırıcı ve işlemciler de kullanılır.

Video Denetleyici

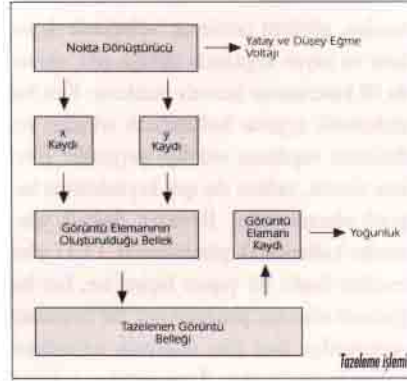
Sistemin sabit belleği görüntü tazeleme belleğinden ayrıdır, video denetleyicisi ise doğrudan görüntü tazeleme belleğine bağlıdır.



Görüntü tazeleme belleği konumu ve uygun ekran konumları kartezyen koordinat sistemine göre adreslenir. Bir çok grafik monitörleri için koordinat merkezi ekranın sol alt köşesindedir. Ekran yüzeyi iki boyutlu kartezyen sistemin x ve y değerlerinin artı olduğu ilk parçada gösterilir. Ekranda artan x değerleri sağa doğru, artan y değerleri ise aşağı-



dan yukarıya doğru yer alır (Bazı kişisel bilgisayarlar ve iş istasyonlarında merkez sol üst köşede yer alır, bu yüzden y değerlerinin yönü ters çevrilir). Tarama çizgisi sayısı Ymax'dan 0'a kadar tanımlanır ve her tarama çizgisi boyunca ekran görüntü elemanı pozisyonları 0'dan Xmax'a kadar tanımlanır. Ekran görüntü elemanının koordinatlarını



depolamak için iki kaydedici kullanılır. Başlangıçta Y değeri Ymax, X değeri ise 0'a kaydedilir. Bu görüntü elemanı pozisyonu için görüntü tazeleme belleğindeki değere erişilir ve CRT ışın yoğunluğunu ayarlamak için kullanılır. Daha sonra x değeri 1 olarak artırılır ve tarama çizgisinde bir sonraki görüntü elemanı için bu işlem tekrarlanır. Tarama çizgisi boyunca bu işlem her görüntü elemanı için tekrarlanır. Tarama çizgisi üzerindeki son görüntü elemanı için de bu işlem yapıldıktan sonra X değeri yeniden 0 yapıp, Y değeri bir azaltılır. Tarama çizgisi boyunca bulunan görüntü elemanları işleme tabii tutulur ve sırayla işlem her ardışık tarama çizgisine uygulanır. En alt tarama çizgisine kadar (y = 0) inildikten sonra, video denetleyicisi ekranın en üstündeki tarama çizgisinin ilk konumundan tazeleme işlemine tekrar başlarlar.

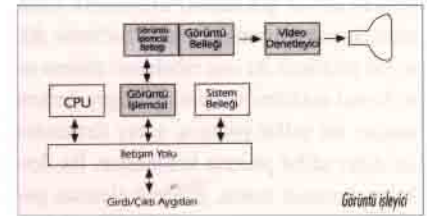
Ekran 60 kare/saniye aralıkta bir tazelemesi gerektiği için bu basit işlem standart RAM devreleri ile yapılamaz. Tazeleme hızı çok yavaştır. Görüntü elemanı işlemlerini hızlandırmak için görüntü tazeleme belleğinden birkaç görüntü elemanı değeri video denetleyicisi tarafından birlikte okunur. Birkaç görüntü elemanı yoğunluğu aynı bellekler içinde depolanır ve ardışık görüntü elemanları için CRT ışın yoğunluğunu denetlemek için kullanılır. Bu görüntü elemanı grubuna gerekli görüntü işlemi uygulandıktan sonra, bir sonraki ardışık görüntü elemanı grubu görüntü tazeleme belleğinden okunur.

Basit tazeleme işleminin yanısıra video denetleyicisi ile yapılan başka işlemler de vardır. Farklı uygulamalar için video denetleyicisi değişik tazeleme döngülerinde bulunan değişik bellek alanlarından görüntü elemanı yoğunlukları okuyabilir. Yüksek kaliteye sahip sistemlerde, birden fazla görüntü tazeleme belleği bulunabilir ve böylelikle bir bellek tazeleme için kullanılırken diğeri yoğunluk değerleri ile doldurulur. Daha sonra iki görüntü tazeleme belleğinin görevleri değişir. Bu, gerçek zamanlı ani-

masyonlarda hızlı bir mekanizma sağlar çünkü değişik görüntülere sahip hareketli nesneler görüntü tazeleme belleği içine başarıyla yüklenebilirler. Bazı geometrik değişimler video denetleyicileri tarafından da gerçekleştirilebilir. Tazeleme döngüsü sırasında ekran alanı genişletilebilir, daraltılabilir veya bir konumdan bir diğerine aktarılabilir. Bunlara ek olarak video denetleyicileri renk haritaları içerebilirler; böylelikle görüntü tazeleme belleğindeki görüntü elemanı değerleri doğrudan CRT ışın yoğunluğunu denetlemek yerine renk haritalarına erişmek için kullanılır. Bu ekran yoğunluk değerlerini değiştirmede hızlı bir yöntem oluşturur. Son olarak, bazı sistemler video denetleyicilerinin, görüntü tazeleme belleği ile girdi video sinyallerini karıştırabilmek için tasarlanmışlardır.

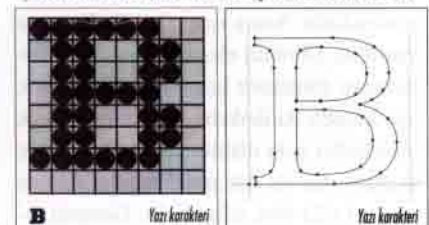
Nokta Tarayan Görüntü İşlemcileri

Gösterim sisteminin amacı CPU'yu grafik yüklerden bağımsız hale getirmektir. Sistem belleğine ek olarak aynı bir gösterim



bellek alanı da oluşturabilir. Gösterim sisteminin en büyük işlevi uygulama programlarındaki resim tanımlarını sayısal hale getirmektir ve bu işlem tarama dönüşümü olarak adlandırılır. Düz çizgileri belirleyen grafik komutları ve diğer geometrik nesneler taranarak sonlu noktalar kümelerine dönüştürülür. Bir düz çizginin taranarak sayısal hale dönüştürülmesinin anlamı, görüntü elemanlarını çizginin cebirsel tanımına en yakın konumlara yerleştirmek ve görüntü tazeleme belleği içinde her pozisyon için görüntü elemanı yoğunluğu biriktirmektir Benzer yöntemler, eğri çizgiler, yuvarlak nesneler ve çokgenler için de kullanılır. Yazı karakterleri diktörtgen ızgaralar içinde tanımlanabilir. Veya, yazı karakterleri sınırları çizilerek de tanımlanabilirler.

Karakter ızgaralarının alan büyüklükleri 5 x 7'den 9 x 12'ye kadar değişebilir, bu yüksek kalite görüntüler için daha da artabi-



lir. Yazı karakterleri, ait olduğu dikdörtgen ızgara biriminin görüntü tazeleme belleğinde gerekli konuma yazılması ile ekrana yansıtılmış olur. Görüntülenecek karakterler eğer geometrik veya Postscript gibi işlevsel bir dil ile tanımlandı ise, taranarak sayısal hale dönüştürülmesinin sonucu görüntü tazeleme belleği içine aktarılır.

Monitörler birçok ek işlemi sağlayabilmek amacı ile de tasarlanmıştır. Bu işlevler çeşitli çizgi türleri (tire, nokta veya kesiksiz) oluşturulmasını, renkli alan taramalarını ve belirli dönüşümlerin sağlanmasını içermektedir. Monitörler, fare gibi, etkileşimli girdi aygıtlarıyla birlikte kullanılabilirler için de tasarlanmıştır.

Nokta tarama sistemlerindeki bellek gereksinimini azaltmak için yapılan çalışmalarda yöntemlerden biri, görüntü tazeleme belleğini bağlı liste olarak düzenlemek ve yoğunluk bilgilerini kodlamak şeklinde uygulamaktır. Kodlamanın bir yolu, herbir tarama çizgisini ikişer tamsayıdan oluşan bir küme olarak saklamaktır. Her çiftteki ilk numara yoğunluk değerini, sonraki numara ise ardışık şekilde o yoğunluk değerinden kaç tane olduğunu belirtir. Bu yöntemle ardışık eşdeğer görüntü elemanı kodlaması adı verilir. Eğer görüntü aynı renklerdeki uzun ardışık görüntü elemanı dizileri içeriyorsa, bu yöntem görüntü için daha az bellek gerektirir. Eğer görüntü elemanı yoğunluğu doğrusal olarak değişir ise benzer bir yaklaşım uygulanabilir. Nokta tazelemeyi dikdörtgen bölgelerin kodlanması (alan kodlama) olarak yapmak ise başka bir yaklaşımdır. Bu tür kodlamalar bellek gereksinimlerini azaltmakla beraber, hem ek işlemler getirdikleri, hem de çok değişiklik gösteren görüntülerde ekonomi sağlamadıkları için fazla kullanılmamaktadır.

Rassal Tarayan Sistemler

Uygulama programlarındaki grafik komutları, sistemin grafik paket programları sayesinde, sistem belleğinde veya görüntü tazeleme belleğinde saklanan görüntü listesine çevrilir. Bu görüntü listesi daha sonra gösterim işlemcisi ile ekranı tazelemek için kullanılır. Gösterim işlemcisi, görüntü liste-



sini bir sonsuz döngü içinde tarayarak, her komutu gereği gibi işletir. Bu işlemciye grafik denetleyicisi veya görüntü işlem birimi (DPU) adı da verilir.

Nokta taramalı sistemlerin tersine, rasal tarayan sistemler doğrudan şekli oluşturan çizgileri (vektörleri) çizerler. Vektörler, kendilerini sınırlayan (x1, y1) ve (x2, y2) koordinatları ile tanımlanır; elektronlar vektörün başlangıç noktasına odaklandırıldıktan sonra, çizim yön ve uzunluğuna göre hareketlendirilerek görüntünün oluşumunu sağlar. Bütün görüntü bu şekilde birbirlerine bağlı veya serbest çizgi parçacıklarının saniyede en az 30 kere tazelenmesiyle oluşur.

Grafik Monitörler ve İş İstasyonları

Grafik monitörlerinin çoğu nokta taramalı görüntü birimleri ile çalışmaktadır.



Grafik sistemleri, grafik yetenekli ufak genel amaçlı kişisel bilgisayarlarından, özellikle grafik uygulamalar için tasarlanmış karmaşık tam renkli sistemlere kadar geniş bir yelpazede yer almaktadır. Tipik bir kişisel bilgisayarın ekran çözünürlüğü, 640 x 480 görüntü elemanıdır. Bununla beraber ekran çözünürlüğü ve diğer özellikleri sistemin büyüklüğü ve maliyetine bağlıdır. Genel amaçlı kişisel bilgisayar sistemlerinin çapraz ekran boyutu 12-21 inç arasında, renk seçimi ise 16-32000 renk arasında değişmektedir.

Grafik amaçlı iş istasyonları ekran çözünürlüğü 1280 x 1024, çapraz ekran boyutu 16 inç ve üstüdür. Grafik iş istasyonları 8-24 bit/görüntü elemanı şeklinde düzenlenmekte, uç noktalarda yüksek ekran çözünürlüğü ve duyarlılığı, hızlı işlemci ve diğer seçenekler yer almaktadır.

Bazı sistemler çapraz ekran boyutu 27 inç, ekran çözünürlüğü 2048 x 1536 ile 2560 x 2048 arasında ve 80 Hz çakışsız yenileme hızına sahiptir.

MediaWall (Medya Duvarı) diye adlandırılan çok ekranlı sistem "duvar boyutu"



görüntü sağlamaktadır. Bu sistem, fuarlar, konserler, spor karşılaşmaları, perakende satış yapan dükkanlar, müzeler, yolcu terminaleri gibi geniş ve çok parlak ışıklı alanlardaki gösterimlerde kullanılmak için tasarlanmıştır. Medya Duvarı, gösterilecek görüntünün birçok ardışık parçaya ayrılarak, aynı düzende yerleştirilmiş ekranlara özel bir grafik işlemci aracılığıyla görüntü parçalarını senkronize bir şekilde dağıtılması ile gerçekleşir.

Bazı grafik iş istasyonları iki monitör içerirler. İkinci ekran resmin bir kısmındaki ayrıntıları görüntülerken, diğeri, nesnenin tümünü göstermek için kullanılabilir. Bu iki monitörlü sistemlerin bir başka kullanım şekli, monitörlerden birinde resmi görüntü-



lerken, diğeri resmin parçalarını etkileşimli olarak değiştirmek, dönüştürmek için gereken grafik işlemlerin menüsü bulunmasıdır.

Girdi Aygıtları

Çeşitli aygıtların grafik iş istasyonlarına veri gönderebilme özellikleri vardır. Özellikle etkileşimli girdiler için düzenlenmiş sistemler, klavyeye ek olarak bir ya da birkaç tane daha girdi aygıtına sahiptirler. Bunlar fare, izleme top veya küresi, oyun çubuğu, sayısallaştırıcılar, değişik tür düğme ve/veya potansiyometre içeren kutulardır. Belirli uygulamalarda kullanılan bazı girdi aygıtları ise veri eldivenleri, dokunmaya duyarlı yüzeyler, görüntü tarama ve ses algılama düzenleridir.

Klavyeler

Grafik sistemi üzerindeki alfa-sayısal klavyeler öncelikle dahili yazı dizileri için kullanılan aygıtlardır. Klavyeler, resim etiketleri gibi grafiksel olmayan verilerin yüklenmesinde yeterli aygıtlardır. Klavyeler ekran koordinatlarının girişini, menü seçimle-

rini ve grafik işlemlerin kolaylaştırılmasını sağlamak için de kullanılabilir.

Genel amaçlı kullanılan klavyelerde izleç denetim ve fonksiyon tuşları ortak özellikli tuşlardır. Fonksiyon tuşları sık kullanılan işlemlerde tek bir tuşlama ile giriş yapmayı sağlar, izleç denetim tuşları ise daha evvel belirlenmiş ekran bölgelerini ve görüntülenen nesnelerin seçiminde kullanılabilir. Başka tür izleç denetim aygıtları bazı klavyelere doğrudan eklenebilir. Bunlara ek olarak, sayısal tuşların yer aldığı bir bölüm hızla sayısal verilerin girişinde kolaylık sağlamak için eklenebilir.

Bazı özel uygulamalarda, örneğin müşteriye yönelik grafik uygulamalarda, veriler



düğme ve/veya potansiyometreler kullanılarak girilebilir. Düğme ve potansiyometreler genellikle daha önce tanımlanmış işlemlerin ve sayıların yüklenmesinde kullanılır.

Fare

Fare ekrandaki izleçi denetleyen ve el ile kullanılan bir çeşit kutudur. Farenin altındaki tekerleklerle hareket miktar ve yönü kaydedilebilir. Fare hareketlerini kaydetmenin bir başka yolu da optik algılayıcıdır. Bu tip sistemlerde fare, yatay ve düşey çizgilerden oluşmuş bir ızgara olan 'fare yüzeyi' üzerinde hareket ettirilir. Optik algılayıcıda bu ızgaradaki çizgiler arasındaki hareketleri kaybeder.

Fare, ekran izleğinde bir değişim olmadan yukarı kaldırılıp tekrar yerine konulabilir. İzleç konumunu kaydetmek veya hareketi başlatmak için genellikle farenin üstünde bir iki veya üç düğme bulunur. Birçok genel amaçlı grafik tasarım sistemlerinde fare ve klavye veri göndermede kullanılan temel araçlar sayılmaktadır.

Uygulanabilir parametreleri artırmak için basit fare modellerine ekler yapılabilir. Z-fare üç ayrı düğme içermektedir. Kenarda ayrıca başparmakla kullanılacak potansiyometre ve yukarı bölümde izleme topu yer almaktadır. Bu tasarım konum seçiminde, dönmeye ve diğer parametrelerde altı değişik hareket serbestliği sağlamaktadır. Z-fare ile ekrandaki herhangi bir nesneyi



seçip yerinden kaldırıp, kendi eksen etrafında döndürebiliriz, çevirebilir ve herhangi bir yere yerleştirebiliriz veya görüntünün konumunu ve yönünü üç boyutlu ekrana kaydırabiliriz. Z-fare, sanal gerçek, CAD ve animasyonlarda kullanılmaktadır.

İzleme Topu ve Uzak Topu

İzleme topu, parmak ya da avuç içi ile döndürülebilen ve izlecin hareketini sağla-



yan bir aygıttır. Topa bağlı olan potansiyometreler dönmenin yönünü ve miktarını ölçer. İzleme topu genellikle klavyenin veya Z-fare gibi diğer aygıtların üzerine monte edilir.

İzleme topu iki boyutlu işlevi olan bir aygıt iken uzak topu altı hareket serbestliği sağlar. Uzak topu, izleme topu gibi kendisi hareket etmez. Top çeşitli yönlerde itilirken ya da çekilirken uzamsal pozisyonlarda ve yönlerde girdi elde edebilmek için uzak topuna uygulanan güç, basınç ölçerler tarafından ölçülür. Uzak topu sanal gerçek sistemlerinde, modellemede, animasyon, CAD ve diğer uygulamalarda işlem seçiminde ve üç boyutlu şekillerin konumlarının değiştirilmesinde kullanılmaktadır.

Oyun Çubuğu

Oyun çubuğu tabana yerleştirilmiş küçük, düşey bir çubuk içermektedir. Bu, ekran izlecinin çeşitli yönlerde hareket etmesini sağlar. Birçok oyun çubuğu üstündeki çubuğun oynatılması ile hareket sağlar, diğerleri ise çubuğa belli bir güç uygulama ile hareket sağlar. Bazı oyun çubukları klavyenin üstüne monte edilmiştir.



Ekran izleçi, çubuğun hareket ettiği yönde ve miktarda hareket eder. Oyun çubuğu üzerine monte edilen potansiyometreler hareket miktarını ölçer ve çubuk serbest bırakıldığı zaman yay sayesinde merkezi pozisyonuna geri döner. Bir veya birkaç düğme ek girdi sinyalleri için kullanılabilir.

Veri Eldiveni

Eldiven, el ve parmak hareketlerini ortaya çıkaran bir çok algılayıcıdan oluşmaktadır. Alıcı ve verici antenler arasındaki elektromanyetik eşleme elin konumu ve yönü hakkında daha çok bilgi sağlamak için kullanılır. Alıcı ve verici antenler üç boyutlu kartezyen sistemi oluşturmak üzere, üçlü karşılıklı dikey bobinler kümesi olarak yerleştirilebilirler. Eldivenden alınan girdiler nesneleri sanal ekran içinde yerleştirmek veya oynatabilmek için kullanılabilirler. İki boyutlu izdüşüm video monitöründe görüntülenebilir, veya üç boyutlu izdüşümler başlık kullanılarak görüntülenebilirler.

Sayısallaştırıcılar

Sayısallaştırıcılar iki veya üç boyutlu nesnelerdeki koordinatların yüklenmesinde kullanılabilir. Sayısallaştırıcı, çizim veya nesnelerin köşelerini işaretleyerek sonlu x ve y koordinat kümelerinin oluşmasını sağlar. Ardışık koordinatlar düz çizgiler ile birleştirilerek, sınırlar elde edilebilir.



Bir çeşit sayısallaştırıcı olan grafik tablet, özel fare veya kalemini kullanarak iki boyutlu koordinatları yüklemek için kullanılır. Özel fareler mercek, ışık ve iyi yerleşim sağlamak için çapraz ince çizgiler içerebilirler. Tabletler, ses veya elektrostatik algılayıcılar kullanarak üç boyutlu girdi elde etmek için de kullanılabilir. Bu tür tabletlerde, x, y ve z yönünde algılayıcı çubuklar bulunmaktadır. Tablet yüzeyindeki değişik basınçları algılayabilen sistemler de geliştirilmiştir. Masaüstü modelleri için tablet ölçüleri 12 x 12 inçten 44 x 60 inç kadar değişebilir. Yer modelleri için bu daha da artabilir. Masaüstü modeller için tablet duyarlılığı 0.2 mm'den 0.05 mm'ye değişebilir; daha gelişmiş yer modellerinde duyarlılık daha da iyi olabilir.

İki boyutlu tabletler genelde yüzeylerine yerleştirilmiş tel ızgaralardan sinyallerini elektrik prensiplerine göre alırlar. Akustik veya sonik tabletler ise işaret kalemi ucu konumunu belirleyebilmek için ses dalgaları kullanırlar. Bir elektrik kıvılcımı yaratılarak işaret kalemi ucundan çıkan ses belirlenebilmek için hem doğrusal, hem de nokta mikrofonlar kullanılabilir. İşaret kalemi konumları çeşitli mikrofonlardaki seslerin çıkış zamanlarına göre hesaplanabilir. İki boyutlu akustik tabletlerin bir yeteneği, tablet yüzeyi oluşturmak için çerçevelere monte edilmiş mikrofonlar herhangi bir cismin etrafına yerleştirilebilirler.

Görüntü Tarama

Çizimler, grafikler, renkli ve siyah-beyaz fotoğraflar veya yazılar, üzerlerinden optik tarayıcı ile geçilerek bilgisayar işlemleri için sonlu bir noktalar kümesine dönüştürülebilir. Gri tonları veya renk belirli bir kodlama içinde kaydedilir ve saklanır. Elde edilen bu sayısal resim üzerinde her türlü görüntü işleme yöntemleri uygulanabilir.

Tarayıcılar değişik boy ve biçimlerde olabilir. En yaygınları, üstü cam olan ve bir fotokopi makinasını andıran türdür.

Dokunmaya Duyarlı Yüzeyler

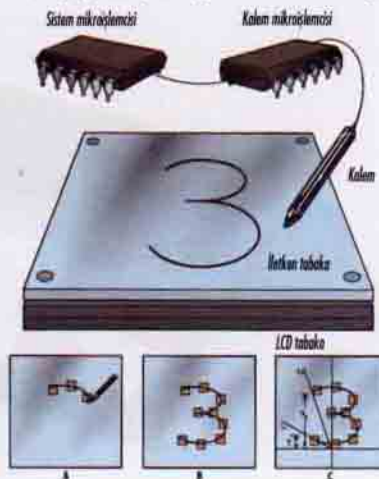
Dokunmaya duyarlı yüzeylere, nesne veya ekran görüntülerini

seçebilmek için parmakla dokunmak yeterlidir. Dokunmaya duyarlı yüzeylerde uygulamalar genelde ekran üzerinden bir ikon veya işaret seçmek için ekrana dokunmak biçiminde olur. Diğer sistemler, şeffaf dokunmaya duyarlı yüzeyleri video monitör ekranları üzerine yerleştirirler. Dokunmaya duyarlı girdi optik, elektrik veya ses yöntemleri kullanılarak sağlanır.

Optik dokunmaya duyarlı yüzeyler, çerçevenin yatay ve dikey kenarları boyunca kırmızı ötesi ışık veren LED dizilerini kullanır. Karşıt yatay ve dikey köşelerde ışık algılayıcılar bulunmaktadır. Bu dikdörtgen panel, dokunulduğu zaman hangi ışınların kesildiğini kaydetmek için kullanılır. Elektrik dokunmaya duyarlı yüzey birbirinden az bir aralıkla ayrılmış iki iletken plakadan yapılmıştır. Plakalardan biri iletken, diğeri dirençli iletken olan bir materyal ile kaplanmıştır. Dıştaki plakaya dokunulduğunda içerdeki plakaya elektrik akımı uygulanmış olur. Bu iletişim dirençli plaka boyunca voltaj düşüklüğü meydana getirir ve bu şekilde dokunulan nokta hesaplanabilir. Akustik dokunmaya duyarlı yüzeylerde yüksek frekanslı ses dalgaları yatay ve dikey yönlerde karşılıklı üretilip, algılanır. Ekrana dokunarak bir dalgaın alıcı ile arası kesilir ve konum bu şekilde belirlenir. Sadece bir yatay ve bir dikey elemanı bulunan akustik dokunmaya duyarlı yüzeylerde, araya parmak veya başka bir nesne girip dalgayı yansıtmaya durumundayken, ekran pozisyonu, dalgaın hemen verici yanındaki alıcıya yansıması sırasındaki zaman aralığı saptanarak hesap edilir.

Işığa Duyarlı Kalemler

Kalem biçiminde tasarlanmış bu aygıtlar CRT ekranındaki noktalardan gelen ışığı kullanarak ekran konumlarını seçmek için kullanılırlar. Bunlar fosfor yüzeylerinin üzerine düşen elektron ışınlarının bazı noktalara çarpmasıyla dışarı verilen kısa ışık



patlamalarına karşı çok duyarlıdır. Öbür ışık kaynakları, örneğin odadaki zemin ışıkları ışığa duyarlı kalem tarafından algılanmaz. Işın algıladığı anda bir sinyal üreten ışığa duyarlı kalem, o anda hangi görüntü elemanının tazelendiğini yakalayarak, ekran konumunun kaydedilmesini sağlar. Nesnelerin konumlarının ve işlem seçmek için kullanılabilir.

Işığa duyarlı kalem halen kullanılan bir aygıt olmasına rağmen bazı olumsuz yönleri nedeniyle diğer aygıtlar kadar yaygın değildir. Bu olumsuz yönlerden biri, ışığa duyarlı kalem ekran üzerine yaklaştırıldığı zaman, görüntü elemanı tam olarak anlaşılabilir. Işığa duyarlı kalem çok uzun kullanım kol yorgunluğuna neden olmaktadır. Bazı uygulamalarda karanlık bölgelerin bulunması gerekirse, bu tam olarak uygulanamaz. Bazen ışığa duyarlı kalemler, oda içindeki zemin ışıkları çok parlak olabilir, yanlış okuma verebilir.

Ses Sistemleri

Bazı grafik iş istasyonlarında ses komutlarının kabul edilmesi için girdi aygıtı olarak ses tanıyıcıları kullanılır. Ses tanıyıcı girdi aygıtları grafik işlemleri başlatmak veya verilerin girişini yapmak için kullanılabilir. Bu sistem, girdilerin daha önce tanımlanmış kelime ve sözcüklerden oluşan sözlükle karşılaştırılması ile işler. Bu sözlük operatör tarafından komut olarak kullanılacak kelimelerin sisteme tanımlanmasıyla oluşturulur. Her kelime defalarca sisteme okunur, sistem bu kelimeleri inceler ve kelimenin frekans örüntüsünü oluşturulur. Ses komutları sisteme verildiği zaman, frekans örüntüleri araştırılır, en yakın bulunan örüntünün gereği yerine getirilir. Ses girdileri başa yerleştirilen mikrofonla doğru okunur. Mikrofon dışardan gelen diğer sesleri en aza indirecek şekilde tasarlanmıştır. Eğer değişik kullanıcılar bu sistemi kullanacaksa bu sözlük tekrar kul-



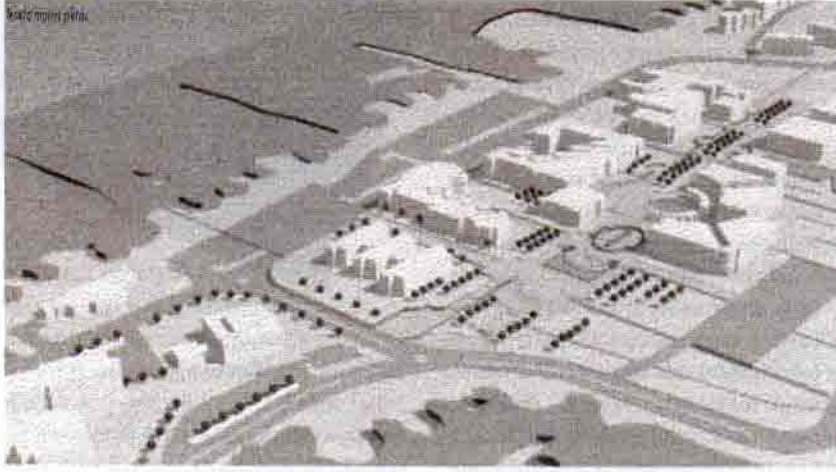
Ses giriş sistemi



Görüntü tarayıcı



Dokunmatik ekran



lanıcının ses örneğine göre düzenlenmelidir. Ses sistemlerinin diğer aygıtlara göre bazı olumlu yönleri vardır. Örneğin, komutları girebilmek için operatör dik-katini bir aygıttan öbürüne çevirmek durumunda değildir veya elleri başka bir nedenle dolu iken de komut ve/veya girdi girebilir.

Çıktı Aygıtları

Görüntülerin çıktılarını çeşitli biçimlerde elde edebilmek için çıktı aygıtları kullanılır. Görüntüleri kalıcı bir ortama aktarmak için çok değişik yöntemler kullanılabilir. En basit olarak, bir fotoğraf makinası aracılığı ile, ekrandaki görüntü filme alınabilir.

Çıktı aygıtlarından alınan resmin kalitesi, görüntüyü oluşturan sonlu noktaların boyutlarına ve x ile y yönlerinde her birim uzunluğa düşen nokta sayısına bağlıdır. Düzgün yazı karakterleri oluşturmak için, yüksek kalite yazıcılar noktaların konumlarını kaydırarak karakter sınırlarını olabildiğince doldurmağa çalışırlar.

Yazıcılardan çıktılar vurmali veya mürekkep zerreciklerini başka bağlayıcı yöntemlerle kağıt üzerine aktarmakla elde edilir.

Vurmali yazıcılar, mürekkep şeridinin üzerine basınç yaparak karakterleri kağıt üzerine aktarırlar. Satır yazıcılar, matris yazıcılar bu şekilde çalışırlar.

Diğer yazıcılarda lazer, mürekkep püskürtme, fotokopide olduğu gibi elektros-tatik aktarılan mürekkebin ısıtılarak kağıda sabitleşmesi, doğrudan ısı ile yazı elde etme gibi teknikler kullanılır.

Vurmali yazıcılar nokta matrisi yazıcı başlığını içerirler. Bu başlık, bir miknatıs aracılığı ile öne vurmuş yapışkan küçük tel parçacıklarını dikdörtgen bir matris düzeninde içerir. Herbir karakter veya

grafik şekil, tel parçacıklarını belirli bir düzen içinde mürekkepli şeride vurdurmakla oluşur.

Lazer yazıcılarda, selenyum gibi foto elektrik materyal ile kaplı, dönen merdaneler üzerinde lazer ışınlar yük dağılımı oluştururlar. Merdane, toz mürekkep zerreciklerini bu yük dağılımına göre çeker ve kağıda aktarır. Lazer yazıcılarda her inç 300 veya daha çok nokta basılabilir.

Mürekkep püskürtme yöntemi, merdane üstüne sarılmış kağıt boyunca yatay yönde hareket eden yazıcı başının mürekkep zerrecikleri fışkırtması ile çıktı elde eder. Elektrik yüklü mürekkep elektromıknatıs veya elektrostatik alan ile yönlendirilip, nokta matrisi vurmasız elde edilir.



Elektrostatik yazıcı kağıt üzerine negatif yükler yerleştirir. Bu kağıt uzunluğu boyunca tamamlanır. Sonra kağıt toz veya sıvı mürekkep ile yüz yüze gelir. Mürekkep pozitif yüklüdür, böylelikle negatif yüklü olan alan tarafından çekilir ve tutulur. Böylelikle belirlenmiş çıktılar elde edilir. Renkli elektrostatik yazıcılar, bu işlemi üç temel renk ve siyah için ayrı ayrı yaparlar.

Isı ile yazma yönteminde, ısıya duyarlı kağıt üzerine çıktı alabilmek için nokta matrisi ısı elamanları ile oluşturulur.

Vurmali yazıcılarda renkli çıktılar belli oranda, değişik renkli şeritler kullanılarak elde edilebilir. Diğer aygıtlarda renkli bir çıktı oluşturabilmek için üç temel renk ve ek olarak siyah mürekkep kullanılır. Bunların kullanış biçimleri temelde, renkli monitörlerde olduğu gibi, temel renk noktalarının yan yana gelmeleri ile, gözün birleşik tek renk algılamasını sağlamaktır.

Kalemli çiziciler kağıdı bir merdane üzerinde döndürürken yüzeyine bir yönde hareketli kalem dokunduran, veya kağıdı düz bir zeminde sabit tutarken üzerinde iki yönde kalem dolaştıran mekanik aygıtlardır ve bir veya bir kaç tane kalem aynı anda kullanabilirler. Çeşitli renklerde ve kalınlıklarda kalemler değişik gölgelemeler ve çizgi stilleri yapmak için kullanılır. Akıcı mürekkep, tükenmez veya keçe uç kalemlerin hepsi kullanılabilir.

Bilgisayar grafiği ile ilgili temel donanım öğeleri kullanarak, çok karmaşık üst sistemler geliştirilmiştir. Amaç, fotoğraf gerçekliğinde görüntüler elde etmektir.

Kaynaklar
Heam, D. ve Baker, M.P., Computer Graphics, ikinci baskı, Prentice Hall, New Jersey, 1994.
Foley, J.D. ve van Dam, A., Computer Graphics: Principles and Practice, Addison-Wesley, 1990.
Watt, A., Fundamentals of Three-Dimensional Computer Graphics, Addison-Wesley, 1989.
Burger, P. ve Gilles, D., Interactive Computer Graphics, Addison-Wesley, 1989.
Rogers, D.F., Procedural Elements of Computer Graphics, McGraw-Hill, 1985.

Yenebilir Aşılar

SCRIPPS Araştırma Enstitüsü'nde biyolog olan Hein, laboratuvar olarak kullandığı garajının bir köşesine düzenli bir şekilde sıraladığı kaba yonca (*Medicago sativa*) filizlerini gözden geçirdi. Ancak bunlar, alışılmış kaba yonca filizleri değildi. Hein, bu bitkilerle antijenler arasında genetik anlamda bir bağ olabileceğini düşündü. Antijenler, her yıl 10 milyon çocuğun ölümüne neden olan kolera etkeni mikroorganizmaların yüzeyinde bulunan ve hastalığa karşı bağışıklık sağ-

sındaki güçlükler. Gelişmekte olan ülkelere genetik mühendislik ürünü tohumların yenebilir aşı olarak sağlanması hedefleniyor. "Bu gezegendeki her kültür yiyecek yetiştirir" diyor Hein. "Böylelikle gelişmekte olan ülkelere sürekli bir aşı kaynağı sağlanabilir; çünkü aşı, yiyecekte genetik olarak kodlanmış olacaktır."

Günümüzde araştırmacılar, rekombinant DNA teknolojisini kullanarak vücudun doğal savunmasını harekete geçiren antijen adlı yapıların kodlandığı genleri izole edebiliyorlar.

Bir sonraki basamak, kaba yoncaları laboratuvarın dışında, doğal ortamda (toprakta) yetiştirmek yoluyla içerdikleri antijenlerin etkilerinin ölçülmesidir. Kaba yoncanın ürününü henüz elde etmiş olan Hein, bu bitkiler üzerinde yaptığı antijen ölçümlerinin yarısını tamamlamış; ölçümler bittikten sonra da kobayını bu transgenik tohumla beslemeyi ve önümüzdeki yıl ise, geliştirdiği tekniğin güvenilirliğini insanlar üzerinde denemeyi amaçlıyor.

Hein, hastalık etkeni antijenin sindirim sistemindeki asitlerce yok edilmeyeceğini bildiğinden, deneyinde model olarak kolera'yı seçti. Diğer hastalıklara neden olan antijenler çoğu kez midede çözünerek etkilerini kaybederler. Ancak gerçek deney, kolera toksinlerinin vücutta bağışıklık sisteminin cevap oluşturmamasını sağlayacak düzeyde absorbe edilip edilmeyeceklerini ortaya çıkaracak.

Benzer bir araştırma, Texas A and M Üniversitesi'nde moleküler biyolog olan Charles Arntzen tarafından yürütüldü. Gastroenterite yol açan bir patates üretmiş olan Arntzen şimdi de, dünyada 300 milyon insanın mustarip olduğu bir hastalık olan hepatit-B'yi durdurabilecek özelliğe sahip bir muz yetiştirmeye çalışıyor. Arntzen ve arkadaşları, yabancı bir geni bitki hücrelerinin genetik yapısına dahil ederek, aşılması güç bir engelin üstesinden gelmiş oldular.

St Louis's Washington Üniversitesi'nde biyoloji profesörü olan Richard Curtis III tarafından yapılan bir başka araştırmada, aşı işlevi görecek maddeleri taşıyıcı olarak şalgam, karnabahar, lahanalar, Brüksel lahanası filizleri gibi birçok bitki kullanıldı.

Henüz aşılanmanın salata yeme basitliğine indirgenmesini engelleyen bilimsel sakıncalar olsa da, ileride annelerin çocuklarını tüm sebzelerini yemeleri için azaltması, bütünüyle yeni bir anlam taşıyacak...



layan antikorların oluşumuna neden olan proteinlerdir. Hein, biyomühendislik alanında kullanılan aletlerle alıydıkları meyve ve sebzelerde aşıları taşıyabilen botanik yük kanalları oluşturabilmiş az sayıdaki araştırmacıdan biridir. Yenebilir aşılar, özellikle dünyanın yoksulluk nedeniyle hastalık görülen kesimlerinde, hastalıklardan korunmada etkili ve güvenli bir yol olarak gösteriliyor. Bunların kullanılmasının nedeni, soğutulmuş ve saflaştırılmış serumu, hipodermik iğneleri veya aşıları dağıtacak ve uygulayacak eğitimli tıp personeli gereksiniminin karşılanması-

Ancak bitkilerin bu antijenlerle döllenmesi, moleküler alanda yetkinlik gerektirir. Örneğin, Scripps Araştırma Enstitüsü'nde antijen, öldürücü kolera patojeninden ayrıştırıldıktan sonra bitkilerde "crown gall" adlı bir bitki hastalığına neden olan bakterinin hücrelerine yerleştiriliyor. Kaba yonca bitkileri, bitkinin hücre duvarlarına tutunabilen "crown gall" organizmaları ile enfekte ediliyor. Aktarılabilecek olgunluğa ulaşmaya kadar da bir petri kutusunda yabancı genleri içeren bitki hücrelerinin kültürleri yetiştiriliyor.

Linda Marsa
Orni, Eylül 1994
Çeviri: Didem Sanyel

Audi A8

Otomobil tarihinde devrim



Artık Türkiye yollarında geleceğin otomobili dolaşıyor: Audi A8. Bugüne kadar böyle bir otomobil daha üretilmedi.

Yeniliklerin yaratıcısı Audi'nin sınır tanımayan araştırmacıları bu kez de uzay teknolojisinden etkilenecek Audi karoserinde otomobil dünyasını sarsacak bir devrim yarattılar. Ve ilk defa A8'lerde Audi Space Frame (ASF) adı verilen alüminyum karoser kullandılar.

Üstelik, galvaniz saç gövdeli rakiplerine oranla %40 oranında hafif bir gövdeye karşın çok yüksek bir güvenlik düzeyi sağladılar.

Yapılan standart emniyet testleri alüminyum gövdenin standart galvaniz saç gövdeden çok daha dayanıklı ve sağlam olduğunu ortaya koydu. Çünkü ASF çarpma

sırasında bir "emniyet kafesi" görevi yaparak darbeyi anında absorbe etmekte ve tüm çatıya yayarak daha az deformasyona uğramaktadır. Alüminyum gövdenin sağladığı hafiflik, A8'e olağanüstü bir sürüş dinamik ve sürüş keyfi sağlar. Hafif gövdesi nedeniyle çok daha az yakıt tüketen A8 çevreyle de dosttur.



A8'in görkemi sadece olağanüstü teknolojisinde değil başının stilini yansıtan dış hatlarında ve iç tasarımındaki ince ayrıntılarda da hissedilir. Hem otomatik hem de manuel kullanım imkânı sağlayan tiptronik vites, güneş ışınlarının şiddetine göre ısıyı ayarlayan otomatik klima sistemi, zararlı ışınlardan koruyan cam, deri koltuklar, ahşap kaplama A8'in rahat bir yolculuk için sunduğu özelliklerden sadece birkaçı. Görkemli dış hatları, eşsiz iç tasarımı,

olağanüstü performansı ve devrim yaratan teknolojisiyle Audi A8 kıyaslanmayacak kadar üstün.

Lütfen bizi arayın. Showroom'umuzda veya 2-11 Aralık tarihleri arasında CNR'da (Dünya Ticaret Merkezi) gerçekleşecek Auto-Show '94 fuarında konuşumuz olun.

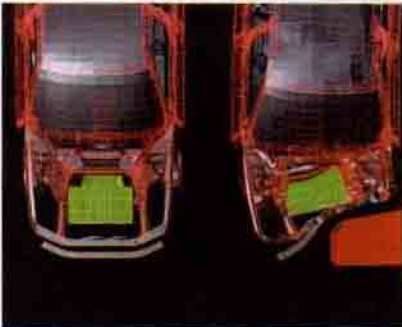
Otomobil tarihinde bir dönüm noktası oluşturan bu otomobille tanışın. Geleceğe doğru yol alın.

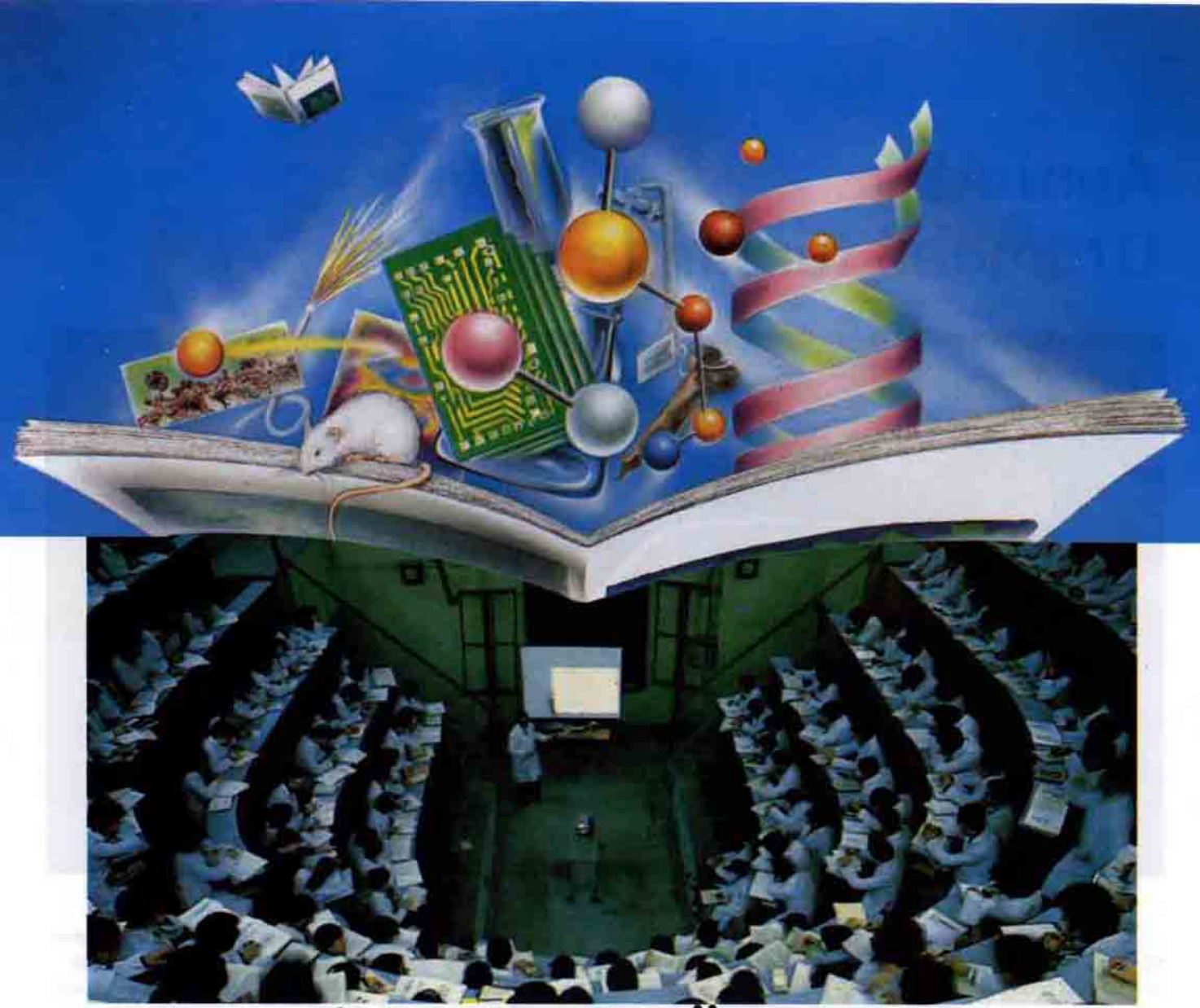
Türkiye Genel Distribütörü Doğuş Otomotiv Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Eski Büyükdere Caddesi
Ayazağaköyü Yolu No: 23
80670 Ayazağa-Maslak/İstanbul
Tel: (0212) 276 50 27-29

DOĞUŞ OTOMOTİV BİR  DOĞUŞ HOLDİNG KURULUŞUDUR.

Audi
Vorsprung durch
Technik





Demokrasi ile yönetilen toplumlarda, bireylerin sahip olması gereken özelliklerin başında doğru karar verebilme gücü gelir. Bu, bireylere tanınan seçme özgürlüğünün doğal bir sonucudur. Özgür insan yaşamı boyunca, çok çeşitli konularda birçok kararlar vermekte, tercihler belirtmektedir. Ancak bunların en önemlisi, gelecekte yaşam tarzını belirleyecek olan meslek seçimi kararıdır.

bağlantısını kurmaya çalışır ve bunu çok kere sistemsiz olarak yapar. Ama zamanla bu değerlendirmeler giderek daha gerçekçi temellere oturmaya başlar.

Meslek Seçimi Kararının Önemi

Yukarıda kısaca özetlenen meslek gelişimi olgusu meslek edinmenin normal, sağlıklı bireyler tarafından ne denli ciddiye alındığını göstermektedir. Bunun da en önemli nedeni, endüstrileşmiş toplumlarda meslek seçeneklerinin çoğalması mesleklerde uzmanlaşmanın artması ve mesleğe hazırlanmanın giderek daha uzun süre eğitim gerektirmesidir. Ayrıca günümüzde çocukların meslekleri gözlemleyerek tanıma olanaklarının da azalması seçme işlemini güçleştirmektedir. Meslek seçiminin önemini artıran bir diğer faktör ise, demokratik toplum yaşamı gereği bireylere tanınan seçme özgürlüğüdür. Kendi geleceğini belirleme özgürlüğü bireye aynı zamanda kararın sonuçlarını kabul etme sorumluluğunu da yüklemektedir. Bu da, bireyde varoluş kaygısı dediğimiz bir tür bunalıma yol açabilmektedir.

Meslek, bir kimsenin hayatını kazanmak için yaptığı, kuralları toplumca belirlenmiş ve belli bir eğitimle kazanılan bilgi ve becerilere dayalı etkinlikler bütünü olarak tanımlanabilir. Meslek, kazanç elde etmek amacı ile yürütülen faaliyetler bütünü olarak tanımlanmışsa da sadece para kazanma aracı değildir. Çünkü hayatını kazanmak derdinde olmayan insanların da bir meslek edindikleri ya da bazı insanların az gelir getiren meslekleri çok gelir getirenlere tercih ettikleri gözlenmektedir. Bu durumda mesleki faaliyetlerin bireylere başka yararlar sağladığı söylenebilir. Meslek, her şeyden önce yetenekleri kullanma, kendini geliştirme ve gerçekleştirme yoludur. Doğanın verdiği kapasiteyi kullanmak ve geliştirmek insana haz verir. İnsanın gününün üçte birini mesleki faaliyetler doldurur. Bu faaliyetlerin bireyin özüne; yetenek ve ilgilerine uygun olması halinde mutluluk ve doyum yaşanabilir. Meslekte doyum da genel doyuma yansır. O halde diyebiliriz ki, hayatta mutluluğun önemli bir koşulu kişinin kendine uygun bir çalışma alanı bulmasıdır.

Ben Neler Yapabilirim?

Bir kimsenin kendisine uygun mesleği seçebilmesi için önce kişisel özellikler ve mesleklerin özellikleri konusunda ayrıntılı bilgi sahibi olması gereklidir.

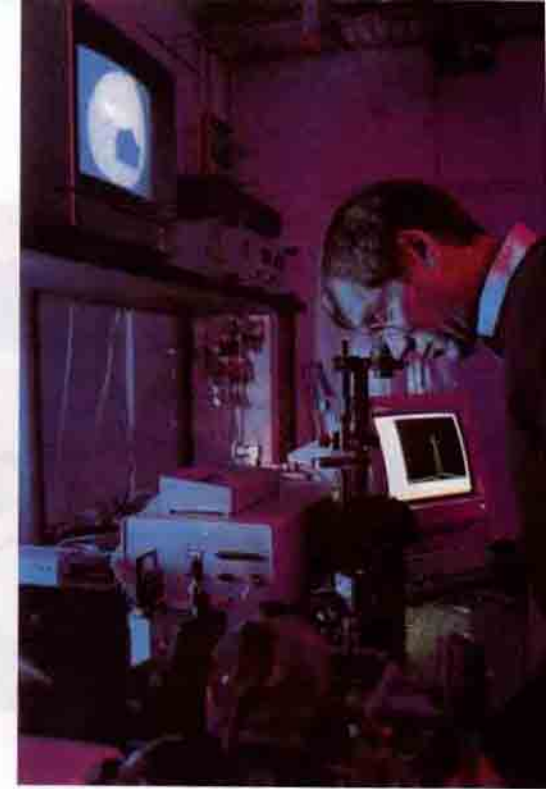
Kişisel özellikler, "ben neler yapabilirim ve ben edineceğim meslekten neler bekliyorum?" mesleklerin özellikleri ise, "ilgilendiğim meslekler ne gibi özellikler gerektirmektedir ve ne gibi olanaklar sağlamaktadır?" sorularına verilecek yanıtlarla açıklık kazancaktır. "Ben neler yapabilirim?" sorusuna cevap verebilmesi için kişinin yeteneklerini tanıması gerekir. İnsanların çok çeşitli işleri değişik düzeylerde yapabildikleri, bir eğitim programından yararlanmada bireyler arasında farklar olduğu bilinen bir gerçektir. Yetenek, bir eğitim programından bireyin ne derece başarılı olacağının ipuçlarını veren bilgi ve beceriler bütünü olup, kalıtımla getirilen öğrenme gücünün çevre desteği ve deneyimle geliştirilmiş kısmını ifade eder. Yetenekler eğitimle olduğu kadar mesleki faaliyetlerle de bir ölçüde geliştirilebilir.

Meslek seçiminde dikkate alınması gereken yetenekler tanımlanmıştır. Bunlardan bazıları;

Soyut Düşünebilme: Bu, sözcük, sayı veya şekillerle ifade edilen soyut kavramları öğrenebilme ve bunları kullanarak akıl yürütebilme gücü olarak tanımlanabilir. Bu yetenek üniversite giriş sınavlarında sözel ve sayısal alanda ölçülür. Bu yeteneğe sahip kişilerin fizik, biyoloji ve sosyoloji gibi mesleklerde başarılı oldukları görülür.

Akıcı Bir Dille Yazabilme: Sözcükleri ustalıkla kullanabilme, zengin bir sözcük dağarcığına ve çağrışım gücüne sahip olma şeklinde tanımlayabileceğimiz bu yetenek, dil-edebiyat programlarında başarı için gerekli olan ve yazarlarda gözlenen özel bir yetenektir. Bu yeteneği, sözcüklerle ifade edilen kavramları kullanarak akıl yürütebilme yeteneği ile karıştırmamak gereklidir.

Başkalarını Anlayabilme: İletişim sırasında karşıdaki insanın ne düşündüğünü, neler hissettiğini anlayabilme gücü olarak tanımlanan bu yetenek, "eşduyum" (empati) olarak adlandırılır.



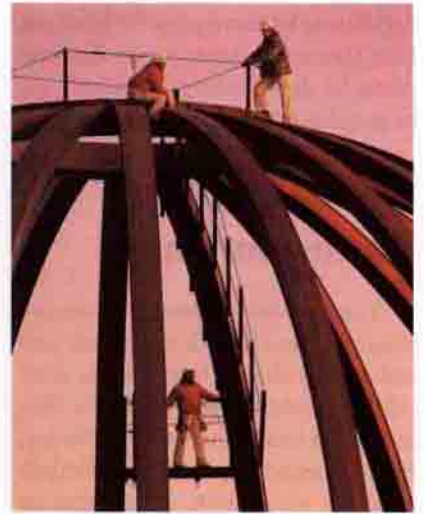
maktadır. Psikolojik yardım hizmetlerinde çalışanların (psikologların, psikolojik danışmanların), öğretmenlerin, hekim ve hemşirelerle yöneticilerin bu yeteneğe sahip olmaları mesleklerinde başarılı olmalarını sağlayabilir.

Şekil İlişkilerini Görebilme: Şekilleri ayrıntıları ile algılayabilme, şekiller arasındaki benzerlikleri ve farkları görebilme gücünü yansıtan bu yetenek, teknik alanlarda ve plastik sanatlar alanında başarı için gereklidir.

Uzay İlişkilerini Görebilme: Bu yetenek cisimleri üç boyutlu görebilme, bir şeklin düzlem üzerinde veya bir cismin uzayda hareketini göz önünde canlandırabilme (örneğin bir evin planına bakarak yapılmış hali) gücünü ifade eder. Tahmin edileceği gibi, bu yetenek mimarlıkta, plastik sanatlarda, marangozluk ve terzilikte ve benzeri mesleklerde başarı için gereklidir.

Mekanik Yetenek: Uzay ilişkilerini görebilme, şekil ilişkileri yetenekleri ile ilişkili olan bu yetenek, bir makinenin işleyişindeki ilkeyi kavrayabilme, makinenin parçaları arasındaki ilişkiyi görebilme, makine desenleri çizebilme veya bir makineyi geliştirici fikirler üretebilme gücünü ifade eder. Makine tamiri ve yapımı alanında çalışanlarda bu yeteneğin çok güçlü olması gerekir.





El-Parmak Becerisi: Elleri ve parmakları ustalıkla kullanabilme de bir özel yetenek olup, kuyumculuk, cerrahlık gibi küçük objelerle çalışmayı gerektiren mesleklerde çalışanların bu yeteneklerinin gelişmiş olması meslek başarısı için çok önemlidir.

Göz-El İşbirliği: Düz bir çizgi çizme, bir hedefi uzaktan vurabilme gibi becerilerde ifadesini bulan ve yetenek, el-parmak becerisi gibi mimarlıkta, sanatta, kaynakçılıkta, marangozlukta ve cerrahi alanında başarı sağlanması için gerekli bir yetenektir.

Kas Koordinasyonu: Güçlü kaslara sahip olmak ve bunları eşgüdümle kullanabilmek de bir yetenektir. Bu yetenek, tahmin edileceği gibi sporla uğraşan kimselerde çok gelişmiştir. Spor meslekleri yanında ritmik dans, bale gibi sanat dalları bu yeteneği gerektiren alanlardır.

Renk Algısı: Bu yetenek, renkleri ve aralarındaki ince farkları algılayabilme gücünü ifade eder. İç mimarlık, dekorasyon gibi sanat dallarında, gıda üretimi ile ilgili mesleklerde çalışanların renk körü olmamaları, renkleri iyi algılamaları gerekmektedir.

Yaratıcılık: Alışılmış olanın dışına çıkabilme, yeni ve değişik fikirler,

yöntemler ortaya koyabilme gücü olan yaratıcılık, her türlü çalışma alanında kendini gösterebilirse de bilim ve sanat çalışmalarında, teknik alanlarda, işletmecilikte kişi, yaratıcı gücünü daha fazla ortaya koyma olanağı bulabilir.

Yukarıda tanımlananlardan başka müzik resim gibi, çok erken yaşlarda kendini gösteren sanat yetenekleri herkesçe bilinen ve belli çalışma alanları ile ilgili olan yeteneklerdir. Okullardaki çeşitli dersler ve ders dışında yapılan etkinlikler bu yeteneklerin kullanıldığı ve geliştirildiği çalışma alanlarıdır. Yeteneklerini tanımak isteyen bir kimse, okulda çeşitli konuları öğrenmeye çalışırken yaşadıkları üzerinde düşünebilir; hangi konuları daha çabuk ve kolay, hangilerini zorlukla öğrendiğine bakarak, yetenekleri hakkında bir fikir edinebilir. Bir kimse geçmiş başarılarını tarafsız bir tutumla değerlendirebildiği ölçüde yetenekleri hakkında doğru bir karara varabilir.

Kişinin yeteneklerinin yanısıra ilgileri de "ben neler yapabilirim?" sorusunun yanıtında belirleyici bir unsurdur.

Bir kimsenin çalışma alanını belirlerken ilgi adı verilen ve bazı işlerden hoşlanma ve o işleri yapma isteği duyma, buna karşılık bazı işlerden uzak durma gibi davranışlarda ifadesini bulan bir iç uyarıcıya da kulak vermesi gerekir. İlgiyerini tanımak isteyen bir kimse, en elverişsiz koşullarda bile istekle yöneldiği, yaparken yorgunluk yerine dinlenmişlik, bıkkınlık yerine devam etme isteği duyduğu, kendisine zevk veren faaliyetlerin neler olduğunu

düşünmelidir. Okulda yük olarak nitelendirmediği ya da bir ödül beklemeden ilgilendiği, dersten sonra daha fazla bilgi edinmek için çeşitli kaynaklara başvurduğu konular kişiye ilgileri hakkında ipucu verebilir.

Belli Başlı İlgi Alanları Kısaca Söyle Açıklanabilir:

Doğal Bilim: Bu ilgi alanı, doğal olayları incelemekten, aralarındaki neden-sonuç ilişkisini anlamak için çalışmalar yapmaktan hoşlanma olarak tanımlanabilir. Doğal bilim ilgisi fizik-astronomi ile kimya-biyoloji olarak iki alt alanda ifadesini bulur. Matematik bir doğal bilim değildir; ancak tüm doğal ve sosyal olayların temelindeki ilkeleri açıklamaya yarayan bir disiplin olarak tüm bilimsel çalışmaların temelinde yer alır.

Sosyal Bilim: Sosyal olaylar arasındaki ilişkileri araştırmaktan hoşlanma olarak tanımlanan bu ilgi alanı, sosyoloji, antropoloji, kamu yönetimi, psikoloji gibi sosyal konularla, felsefe, tarih gibi insan bilimleri konularını kapsar.

İş-Ticaret: Bu ilgi alanı bir malın tanıtımını yapmaktan, bir şeyi alıp satmaktan hoşlanma olarak tanımlanabilir. Pazarlama, işletme gibi yükseköğretim programları bu ilgi alanı ile ilgili eğitim vermektedir. Bir kimse, herhangi bir alanda eğitim gördükten sonra alanı ile ilgili ticari faaliyette bulunabilir (bir ziraat mühendisinin ziraat ilaçları ticareti yapması gibi).

İş Ayrıntıları: Bir işin çok küçük ayrıntıları ile uğraşmaktan hoşlanan kimseler de vardır. Bütünden çok bütünü oluşturan parçaları algılama yeteneği ile ilişkili olan bu ilgi alanı, dik-



kat gerektiren mesleklerde doyum için gereklidir. Sekreterlik, muhasebe iş ayrıntıları ilgisini gerektiren çalışma alanlarına örnek olarak verilebilir.

Açık Hava: Kapalı yerlerden çok, açık havada çalışmaktan hoşlanma olarak tanımlanan bu ilgi alanı ziraat mühendisliğinin bazı dalları, jeoloji, arkeoloji gibi çalışma alanlarında meslek doyumunu için gereklidir.

Ziraat (Üretim): Adından da anlaşılacağı gibi, bitki ve hayvan üretmekten hoşlanma davranışını temsil eder. Ziraî üretim faaliyetleri genellikle açık havada yapıldığı için bu ilgi alanı, açık hava ilgisi ile birlikte görülür.

İlgilerin yeteneklerle ilişkili olduğu, insanın yeteneği olduğu alana ilgi duyabileceği kabul edilmektedir. Çünkü bir kimsenin bir işten hoşlanması için o işi iyi yapabilmesi gerekir; bu da yetenekle mümkündür. Bir kim-



se birden fazla alanda yetenekli olduğu halde, enerjisini bunlardan sadece birine yöneltip, ilgisini o alanda yoğunlaştırabilir. Gerisinde güçlü bir yetenek bulunmayan ilgiler özenti olmaktan ileri gidemez ve kişinin ilgisi bir süre sonra başka alanlara yönelir. Bu durumda, yukarıda saydığımız yeteneklerin aynı zamanda ilgi alanlarını da yansıttığı, ilgi alanlarının gerisinde de, kolayca gözlenemese veya ölçülemese de yeteneklerin olduğunu varsayabiliriz.

Ben Ne İstiyorum?

Yetenekler bir meslekte başarıyı, ilgiler doyumunu belirleyen faktörlerdir. Bu iki özellik, mesleğe hazırlayan bir okulda başarı ve doyumunu belirleme de çok önemli rol oynamaktadır. Aşağıda sözünü edeceğimiz faktörler bir eğitim

programından çok, eğitim sonucunda girilen bir işten hoşnut olup olmamayı belirleyicidir. Edindiği meslekle ilgili bir iş aramaya çıkan kimsenin, yapacağı işten bazı beklentileri olur. Bunlara "iş değerleri" adı verilir. Bir kimsenin mesleğini seçerken bu iş değerlerini de dikkate alması gereklidir. Çünkü belli bir mesleğe hazırlayan okulu veya bölümü seçen birey aynı zamanda ne gibi ortamlarda, ne tür koşullarda çalışacağı, sonuçta ne düzeyde bir kazanç sağlayacağı konusunda da seçimi yapmış olmaktadır.

İş Değerleri İse Kısaca Şöyle Açıklanabilir:

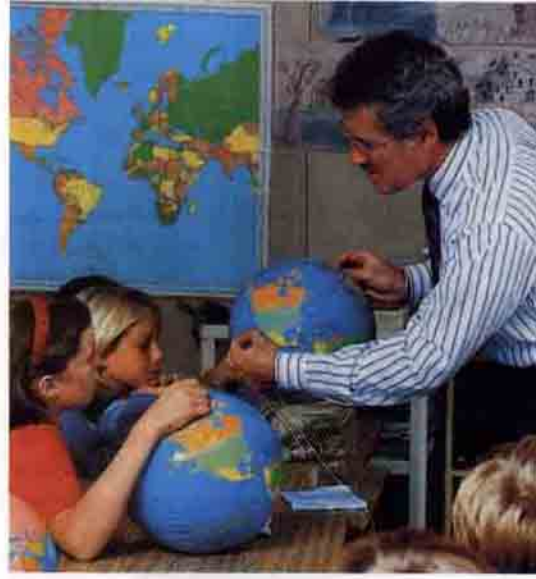
Kazanç: Meslek seçerken ve iş ararken gençlerin sorduğu ilk soru genellikle "ücret ne kadar?" sorusu olmaktadır. Meslek, gelir elde etmek için yapılan faaliyet olarak tanımlanabildiğine göre bu soruyu doğal karşılamak gerekmektedir. Meslekler arasında kazanç yönünden farklar olabildiği gibi, bir mesleğin devlet kuruluşunda ya da özel sektörde yürütülmesi halinde elde edilecek ücret farklılık göstermektedir.

Kişi bir iş yeri açıp işini bağımsız olarak yürütüyorsa, kazancı maaş veya ücretten daha yüksek olabilir, ancak bu kazancı yitirme riski de vardır. Bir iş yeri açmak için sermaye sahibi ve girişimci bir kişi olmak gerekir.

Bağımsız Çalışabilme: Bazıları başkalarına bağımlı olmadan kendi işlerini yürütmek isterler. Çok gelir elde etme isteği ticaret ilgisi ile de bağlantılı olabilir. Çalışma hayatında bağımsız olmak isteyenler, buna olanak sağlayan meslekleri seçmelidirler. Örneğin, inşaat mühendisliği bağımsız çalışmaya elverişlidir; ancak çevre mühendisliğinde veya kütüphanecilikte bu olanak çok daha azdır.

Değişiklik: İş yerinde faaliyetlerin çeşitli olması, yeni insanlarla tanışabilme, sık sık değişik ortamlarda bulunabilme bazı insanlar için doyum kaynağıdır ve bazı meslekler, örneğin turizm, kamu yönetimi gibi alanlar bu ihtiyaca cevap verebilen çalışma alanlarıdır.

Düzenli Yaşam: Belli saatlerde çalışma, belli saatlerde dinlenme, iş yerinde yapılacak işlerin belirlenmiş olması bazı kimselere doyum veren hususlardır. Doktorluk, hemşirelik yorucu çalışmayı, gece nöbetlerini; müfet-



tişlik sık sık seyahati gerektiren mesleklerdir. Buna karşılık bir muhasebecinin çalışma saatleri daha düzenlidir.

Sorumluluk: Bazı kimseler dikkat ve titizlik gerektiren, zamanında ve doğru yapılması istenen işleri istekle yaparlar; tek başlarına karar verip sorumluluk üstlenebilirler ve eleştirilere cevap verebilirler. Buna karşılık bazı kimseler sorumluluktan kaçınırlar ve başkaları ile birlikte çalışıp sorumluluğu paylaşmak isterler. Stres altında çalışmaya dayanıklı olmayan kimselerin hakimlik, doktorluk, yöneticilik gibi meslekleri düşünmemeleri yerinde olur. Bu kimselerin, tek başlarına verecekleri kararların etkisinin önemli olmadığı işlerde çalışmaları hem kendileri, hem de hizmet verdikleri kişiler açısından yararlı olur.

Sosyal Saygınlık: Toplumda zaman zaman bazı mesleklerin diğerlerinden daha gözde olduğu ve birçok yetenekli gencin o mesleklere yöneldikleri sıkça gözlenen bir olgudur. Bir mesleğin toplumda itibarını etkileyen birçok faktör vardır ve ülkenin ekonomik koşullarına göre mesleklerin saygınlık düzeylerinde değişiklikler olabilir. Bazı insanlar saygın bir meslek sahibi olarak, toplumda saygınlık kazanmak umudundadırlar. Aslında topluma yararlı olduğu sürece her meslek saygındır. Bir insan saygın bir meslekle saygınlık kazanmak yerine, kendine uygun bir meslek dalının saygın bir üyesi olabilmeyi hedeflediği zaman hem bireysel hem de toplumsal mutluluğa hizmet etmiş olur.





Yarışma: Başkaları ile yarışarak ve yeteneklerini geliştirerek daha iyi bir konuma gelmek bazı kimseler için çok önemli bir gereksinimdir ve bu kimseler bu ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri çalışma alanlarında doyum

sağlayabilirler. Her meslekte, üst basamaklara çıktıkça yarışma artar. Özellikle yöneticilik, işletme gibi alanlar akademik çalışma alanında yarışma daha yoğun olarak yaşanabilir.

Yukarıda açıklanan meslek değerlerinden başka, ilgilere uygunluk, yetenekleri geliştirme, başkaları tarafından tanınma, ismini duyurabilme gibi ihtiyaçlarla ilgili değerlerden de söz etmek mümkündür.

Meslekleri Tanımak

Meslek seçme durumunda olan kişinin yapması gereken bir diğer iş, meslek seçeneklerini incelemek, herbirini gerektirdiği nitelikler ve sağladığı olanaklar açısından değerlendirmektir. Seçenekler başlangıçta belli meslekleri değil, meslek alanlarını (sağlık alanları veya teknik alanlar gibi) temsil edebilir. Mesleklerin her biri yukarıda açıklanan yetenek ve ilgileri değişik düzeylerde gerektirir ve beklenen doyumları farklı düzeylerde karşılayabilir. Bu bakımdan bir gencin, ilgilendiği meslekleri etraflıca incelemesinde yarar vardır.

Meslek eğitimi veren bir okula (meslek lisesine veya üniversitede bir bölüme) girmek isteyen bir gencin o okulda veya bölümde okutulan dersler hakkında bilgi edinmesi gerekiyorsa o okulda okuyan kişilerle konuşabilir, bulunduğu kentteki üniversitenin veya meslek okulunun öğretmenleri ile görüşebilir. Ancak bunu yaparken birden fazla kişiden bilgi edinmeye çalışmalı, yanlış bilgi veren kaynaklara fazla güvenmemelidir.

Meslek Seçimi Nasıl Yapılmalı?

Meslek seçimi isteklerle olanakları uzlaştırma işlemidir. Bu işlemi iyi bir biçimde yapabilmenin ön koşulu, daha önce de belirtildiği gibi, kişinin beklentilerini ve yeteneklerini önem sırasına koyabilmektir. Bu da kişinin kendini gerçekçi bir tutumla değerlendirmesi ile gerçekleşir. İnsanın kendini objektif olarak değerlendirmesi kolay değildir; çünkü her insan etrafa iyi ve güçlü yanlarını göstermeye, kusurlarını gizlemeye ve böylece çevreden sevgi ve saygı görmeye çalışır. Hatta bazı insanlar kusurlarını saklamada o kadar ileri giderler ki, sonunda eksik ve kusurlu yanlarını kendileri de göremez olurlar. Kendini sürekli olarak saklamaya ve çevresine, olduğundan farklı görünmeye çalışan insanların, bir süre sonra kendilerine yabancılaşmaya başladıkları gözlenmektedir. Böyle kimselerin karar ve tercihlerinin gerçekçi olma olasılığı çok zayıftır.

Kişinin kendini sağlıklı bir biçimde değerlendirebilmesi için etrafa olduğundan farklı görünme kaygısını bir yana bırakarak veya yakınlarının isteklerini karşılama zorunluluğunu duymadan, kendini dinlemesi gerekir. Böylece gerçekte kim ve ne olduğunun; yaşamını nasıl geçirmesinin onun için iyi olacağının farkına varabilir. İnsan doğasını tanımaya çalışır ve onu geliştirmeyi kendine hedef seçerse mutlu olma şansını artırabilir.

Günümüzde gerçekleşen teknolojik gelişmeler mesleklerin niteliklerinde hızlı değişimlere yol açmaktadır. Mesleklerin en çabuk değişen yönleri iş bulma olanakları, kazanç ve buna bağlı olan toplumsal saygınlıktır. Ancak, işsizliğin en yaygın ve dolayısıyla kazancın düşük olduğu bir meslekte bile, mesleğinde başarılı olanlar iyi ücretle, sürekli bir iş bulabilmektedirler. Meslekte başarılı olmak ise, mesleğin gerektirdiği niteliklere sahip olmakla ve mesleği sevmekle mümkün olabilir.

Meslekte başarıyı değerlendirmede çok değişik ölçütler kullanılmaktadır. Bazı kimseler yüksek bir mevkiye ulaşmayı, bazıları bol kazanç elde etmeyi meslek başarısının göstergesi saymaktadırlar. Ancak, başarının en kalıcı ve çoğunlukla benimsenen göstergesi, kişinin işine özen göstermesi ve onu elinden geldiği kadar kusursuz yapmaya çalışmasıdır. Bu hem kişinin özünü gerçekleştirmesi hem de topluma yararlı olması açısından yararlı bir tutumdur. Verilen işi iyi yapmaya özenmek ise işi sevmekle mümkün olabilir. Bu durumda, gelecekteki çalışma alanını belirlemeye çalışan bir gencin, popüler bir mesleğin başarısız veya sıradan bir üyesi olmak yerine, kendine uygun fakat gösterişsiz bir mesleğin başarılı ve sevilen bir üyesi olmayı tercih etmesi uygun olur.

Bunu yaparken de "bugün hangi meslekler gözde, hangisinde çok para kazanabilirim?" yerine, "ben hangi işi en iyi yapabilirim, hangi ortamlarda ve koşullarda çalışmakla mutlu olurum?"

sorularına yanıt aramalı, kendini ve seçenekleri tarafsız bir tutumla, etraflıca inceleyip değerlendirdikten sonra, kararını kesinleştirmelidir. Meslek seçimine yardımcı olacak bir takım kaynaklar yayınlanmıştır. ÖSYM Bilgi İşlem uzmanları ile Yıldız Kuzgun tarafından hazırlanan BILDEMER (Bilgisayar Destekli Meslek Rehberliği) Programı ÖSYM veya A.Ü. Eğitim Bilimleri Fakültesi'nde meslek seçiminde zorlanan öğrencilerin yardımına sunulmuştur. "Üniversiteler Yükseköğretim Programları ve Meslekler Rehberi" de meslekler hakkındaki bilgilerin edinilebileceği bir kaynaktır.



Bilimsel düşünce özgür ortamlarda gelişir.

mavi®
mens

Fen Bilimleri Eğitiminde Neden Geç Kaldık?

Bilim kavramının içeriği Ortaçağ'da ve daha sonraki yüzyıllarda farklılaşmıştır. Bugünkü fizik, kimya, biyoloji gibi fen ve tabiat bilimlerinin kuramsal kökenleri, İlkçağ'a kadar götürülebilir. Eski Yunan'da Archimedes, Thales, gibi doğa bilimcileri bu temeli atanlar arasında sayılabilir. Ortaçağ'da dinsel, mistik ve felsefi öğeler karıştığından doğa bilimleri çok farklı algılanmıştır. Örneğin, Osmanlılarda bilim çok geniş anlamda kullanılıyor ve tüm bilgi dallarını kapsıyordu. Batı'da da Ortaçağ boyunca benzer bir anlayış vardı. Onaltıncı ve onyedinci yüzyıllardan itibaren öncelikle doğa bilimlerinde yeni bilimsel kavramların, bağıntıların, yasaların ve sonuçta da yeni modellerin doğmasına yol açan çok önemli bir yöntem değişikliği oldu. Bu dönemde "Modern Fen Bilimleri" kavramı, bilim tarihinde onyedinci ve onsekizinci yüzyıldan sonra ve bilhassa ondokuzuncu yüzyılda hızlı bir şekilde gelişen fizik, kimya, biyoloji gibi doğa bilimleri için kullanılmaktadır.



Aydın Yaka
Dokuz Eylül Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Bölümü

BİLİM, birikimsel, sistematik bilgiler topluluğunu ifade eder; gelişmesinde süreklilik, gelenek, çok önemli ve gereklidir. Batı'da onyedinci yüzyıldan sonra bir nitelik değişmesine uğramış, bizde ise yirminci yüzyıla kadar bu değişiklik olmamıştır. Osmanlılarda örneğin astroloji, sihir, simya, rüya tabiri hep bilim çerçevesi içinde düşünülmüştür. Bu nedenlerle biz, modern bilimi (bilimleri) hazır bulduğumuz için son yüzyıllardaki gelişmelere katkımız çok az olmuştur.

Geçmişte, Türk eğitim sisteminde fen bilimlerinin durumunu ele almadan önce, bu bilimlerin Batı'da son yüzyıllar içinde nasıl bir gelişme gösterdiğini özetle açıklamak yararlı olacaktır. Batı'da modern fen bilimlerinin doğuşuna hazırlık olmak üzere, onbeşinci yüzyıldan itibaren birbirini tamamlayan sanatsal, dinsel, düşünsel ve bilimsel nitelikli üç önemli süreçten bahsedebiliriz:

1. Rönesans ve Reform hareketi,
2. Onyedinci yüzyıl Metot çağı,
3. Onsekizinci yüzyıl Aydınlanma hareketi (felsefesi).

Bu üç süreç, Avrupa'da daha sonra yoğun olarak yaşanan sosyal, ekonomik ve siyasal oluşumlar da dahil olmak üzere, tüm bilimsel ve teknolojik devrimlerin hazırlayıcısıdır. Kuhn'un ifadesiyle son çağda gerçekleşen "Bilimsel Devrimler" in temellerini kavramak için bu süreçlere kısaca değinmek yerinde olur.

Bilimde Rönesans iki dönem halinde gerçekleşmiştir. Birinci dönem onbirinci ve onikinci yüzyılları, ikinci dönem de onaltıncı ve onyedinci yüzyılları kapsamaktadır. Rönesans bir bütün olarak modern bilimin ilk düşünsel temellerinin atıldığı dönemdir. Fransız tarihçisi Michelet bu dönemin özelliğini "dünyayı ve insanı keşfetme" diye nitelirmektedir. İnsanoğlunun zihnini içe kapanıklıktan kurtaran somut gerçeği, kendisi de dahil olmak üzere, tüm doğa olaylarını anlamaya, kısaca yaşadığı evrenin fethine yönelten Rönesans, yeni, yaratıcı, özgür bir inceleme, araştırma ve tartışma döneminin adıdır. Ayrıca İlkçağ'da oluşan fakat Ortaçağ'da kaybedilen bilim zincirinin tekrar bir ucundan yakalanıp devam ettirilmesi demektir.

Avrupa'da onaltıncı yüzyılda gerçekleşen Reform hareketi modern bilimin gelişmesi ile doğrudan ilgili değildir. Ancak bu hareket, Ortaçağ'dan beri devam eden dinsel aşırılığın, yanlış anlamaların, uygulamaların terkedilmesiyle, dolayısıyla pozitif bilimlerin gelişmesine engel olan dinsel fanatizmin büyük ölçüde ortadan kalkması ve dinin kendi mecrasına çekilmesi bakımından, sonuçları itibarıyla modern bilimin ilerlemesine dolaylı bir katkıda bulunmuştur. Batı'da her alanda laik bir bakış açısının, dünya görüşünün Reform'dan sonra yerleştiğini görüyoruz. Böylece din, bilim dahil her sosyal kuruma müdahale eden "kurumlar üstü bir değer" olmaktan çıkmıştır.

Onyedinci yüzyılın temel karakteristiği, modern bilimin çok hızlı bir tempo ile gelişmesini sağlayan yöntem değişikliğini gerçekleştirmiş olmasıdır. Modern doğa bilimlerinde nesnel gerçeğin yakalanması ve doğru bilgilerin üretilebilmesi için sağlam araçların-yöntemlerin oluşturulması gerekiyordu. Bu "Büyük yüzyıl"da F. Bacon, R. Descartes, G. Galile ve İ. Newton gibi yaratıcı beyinler bilimsel yöntem konusunda, devrim niteliğinde bir dönüşümü gerçekleştirmişlerdir.

Bacon, klasik Aristo mantığı ile mücadele etmiş, insan zihninin doğru ve yeni bilgiler üretebilmesi için, ona yüzyılların yüklediği önyargılardan kurtulmasının şart olduğunu söylemiş ve "tümevarım"ı yöntem olarak önermiştir. Descartes da, gene yöntem konusunda doğru bilgilere ulaşmada çok önemli bir unsur olan "metodik şüphe"yi gündeme getirmiş, bugün tüm bilimlerin değişmez yöntemleri olan "analiz" ve "sentez"i geliştirmiştir. Ayrıca Descartes'la birlikte Galile ve Newton modern matematiğin, fizikğin ve astronominin temellerini atmışlardır.

Onsekizinci yüzyıl öteden beri bir "Aydınlanma Çağı" olarak tanımlanır. Bu yüzyılın özellikle ilk yarısı, bilimsel gelişme açısından onyedinci yüzyıla göre pek parlak değildir. Ancak onyedinci yüzyıl bilimsel buluşların, ilerlemenin ön koşulu sayılan "rasyo-nel düşünüş", "özgür akıl" açısından



ve dolayısıyla felsefe bakımından büyük önem taşır. Ortaçağ'da akıl, daha ziyade dinsel dogmaları güçlendirmek, onları ispatlamak için kullanılmıştır.

Onsekizinci yüzyılda insanoğlunun tüm başarılarının, kültür ve uygarlığın ancak bilimle gerçekleştirilebileceği, tüm doğa ve insan ilişkilerinin (biraz aşırı olmakla birlikte) fizikğin, mekaniğin yasalarına benzer yasalarla açıklanabileceği inancı benimsenmiş ve bu inanç uzun süre etkin de olmuştur. Zamanla buradan "pozitivizm"e geçilmiştir.

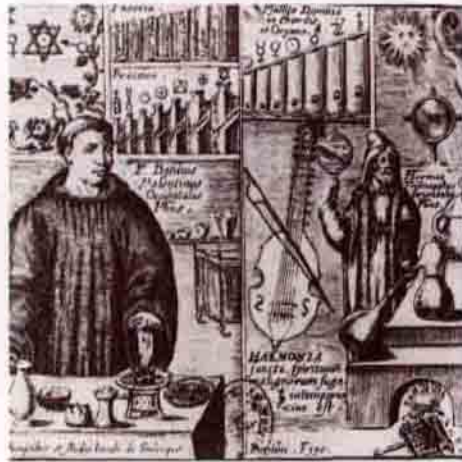
Bu yüzyılın karakteristiği de, özgür aklı ön plana çıkarmak, tüm bireysel ve sosyal ilişkileri, eylemleri aklın kurallarına, işleyişine göre düzenlemektir. Aydınlanmacılar akla dayalı bilgiyi esas almışlar ve ancak ona güvenmenin gerektiğini savunmuşlardır. Aydınlanma felsefesi Fransa'da Voltaire, Diderot, Montesquieu, Condillac ve Condorcet gibi düşünürlerin çabaları ile rasyonalist bir çizgide, İngiltere'de ise Locke, Berkeley ve Hume gibi filozoflarca deneyci (empirist) bir dü-

şünce geleneği halinde gelişme göstermiştir. Aydınlanma'nın doruğunda ise Alman düşünürü Kant vardır. Kant'a göre, felsefe ve bilimde gerçeği yakalamanın biricik aracı akıldır. Başka kılavuzlar kullanmaya gerek yoktur. Tüm mesele aklın kendi başına, öz-gürce kullanılmasıdır.

Modern fen ve tabiat bilimlerindeki gelişmenin temelini oluşturan bu kuramsal faktörlerin yanında birkaç etmen daha var ki, ikinci derecede de olsa, onları dikkate almadan bugünkü bilimi açık-

layamayız. Bunlardan birincisi, onbeşinci yüzyılın ortalarında matbaanın bulunması, dolayısıyla her türlü bilginin hızla yayılmasıdır. İkincisi de, Avrupa'da onbeşinci ve onaltıncı yüzyıllarda başlayan coğrafi keşifler ve bunların sonuçlarıdır. Batı, coğrafi keşifler vasıtası ile dünyaya açılmış, dünyayı tanımış, zengin doğal kaynaklara ulaşmış ve bu kaynakları Avrupa'ya transfer etme imkanı bulmuştur. Böylece Batı hem sanayi öncesi gerekli olan sermaye birikimini sağlamış, hem de hammadde ve pazar sağlama amacı ile dünyanın zaptına çıkmıştır. Üçüncü olarak da, tüm bu sosyal, siyasal ve ekonomik gelişmelere bağlı olarak, onsekizinci yüzyıldan itibaren Avrupa'da ortaya çıkan hızlı sanayileşme hareketi, bilimsel ve teknolojik gelişmelerin altyapısını oluşturmuş, modern bilimi her yönden teşvik etmiş, onun önündeki engelleri kaldırmış, bilimsel araştırma ve buluşları finanse etmiştir.

Bunların tümü Batı'da fen ve tabiat bilimlerinin gelişmesini sağlayan unsurlardır.



Osmanlılarda Fen Bilimleri Eğitiminin Durumu

Bilindiği gibi, orta ve yükseköğretimi de kapsayan ve aynı zamanda o dönemin tek bilim-araştırma kurumları olan medreseleri vardı. Osmanlılar Selçuklulardan miras alıp devam ettirmişlerdir. İlk Osmanlı medresesi 1332'de Orhan Bey'in İznik'te açtığı tipik bir Selçuklu medresesi olan medresedir. Bu kurumlara özellikle Fatih döneminde çok önem verilmiş ve hem nicelik, hem de nitelik olarak geliştirilmişlerdir. Fatih döneminin medreseleri sonrakiler için de bir model oluşturmıştır.

Medreselerde okutulan dersleri-bilimleri genelde akli ve nakli bilimler biçiminde ikiye veya dini-hukuki bilimler (Tefsir, Hadis, Kelâm, Fıkıh), müspet bilimler (akli bilimler) (Felsefe, Matematik, Tıp, Heyet, Tabiiyat), alet bilimleri (Sarf, Nahiv, Mantık Belâgat, Bedi, İnşa) olmak üzere üçe ayırmak mümkündür. Alet Bilimleri, başka bilimleri öğretmek için kullanılan bilimlerdir.

Medreseler, genel olarak onaltıncı yüzyılın ortalarına kadar toplumda pozitif bir rol oynamışlar, gerek Osmanlı devletinin kurulmasında, gerekse büyüyüp gelişmesinde düşünce ve bilim açısından yönetimi, toplumu aydınlatan, yol gösteren saygın kurumlar olmuşlardır. Fakat daha sonra, bu kurumlar toplumun ve zamanın gerisinde kalmış, dolayısıyla rolleri pozitiften negatife dönüşmüştür. Medreselerde akli bilimler olarak adlandırılan Matematik, Astronomi (Heyet), Tıp, Tabiiyat gibi bilimler zamanla önemsizleşmiştir. Zaman içinde, akli bilimler geriye

itildikçe, nakli bilimler ön plana çıkmış, medreseler evrensel bilim kurumları olmaktan uzaklaşmışlardır. Bilimsellik ve topluma fayda sağlamak bakımından medreselerin altın çağı Fatih dönemi olmuştur.

onaltıncı yüzyıldan itibaren Osmanlılarda Fen ve Tabiat bilimlerinin yıldızı sönmeye başlamışken, Batı'da ise tam ters bir oluşumun varlığı gözleniyordu. Doğa bilimleri konusunda Ortaçağ'da Doğu, Batı'dan geri değildir. Hatta birçok alanda (matematik, astronomi, tıp gibi) Batı'dan ileridir. Bu durumda nasıl ve ne olmuş da, belli bir geleneğe sahip olan medreselerde bu yenilenme gerçekleşmemiş ve bu kurumlara modern fen ve tabiat bilimlerinin ne yöntemi, ne araştırma konuları bir türlü girememiştir?

Kurum Dışı Genel Nedenler:

Osmanlı düşünce ve siyasal sistemi, belli bir süre sonra, kendini yeter bir sistem olarak algılamış, dolayısıyla bu sistem zamanla iyice statikleşmiş, dayandığı temel ilkeler, dünya görüşü dogmatik bir hal almıştır. Bilhassa onyedinci yüzyıldan sonra sosyal ve siyasal alanda "değişme" ile "bozulma" bir tutulmaya başlanmıştır. Bu çerçevede "âlemin nizamı" (düzeni) statiktir, değişmez ve değişmemelidir. Değişmeme iyi, değişme ise kötüdür. Çünkü her değişme (o zamanki deyim ile "inkılâp") daima kötüye, bozulmaya neden olur. Sosyal düzeni meydana getiren unsurların, parçaların tertibi değişirse, parçalar birbirine kaşır, parçalar arasındaki denge de değişir ve sonuçta düzen bozulur. Osmanlı düşüncesindeki bu donuklaşma medreseler de dahil olmak üzere, tüm sosyal kurumların kendi içlerinde değişmesini, evrimleşmesini önlemiştir. Sosyal yapı ve sistem bir bütündür. Bu sistemdeki genel bir durgunluktan, verimsizlikten her kurum etkilenmekte, alt sistemler de duraklamakta, gerilemektedir. Osmanlıda bu durum aynı biçimde yaşanmış ve medreseler bu toplumsal kısırlaşmadan nasiplerini almışlardır.

Toplumsal yapıdaki bu statikleşmenin yanı sıra, kaynağı ne olursa olsun, bireysel düzeyde de değişmeye, yeniliğe kapalı bir mistik anlayış insan ilişkilerinin her boyutuna egemen olmuştur. Mistisizm Batı'da da yaşanmış ancak yarı dinsel, yarı felsefi bir akım olarak, belli ke-

simlerle sınırlı kalmış ve zamanla aşılmıştır. Bizde ise, yaygın ve köklü bir yaşam felsefesi, sürekli bir kültür ögesi haline gelmiştir. Bireysel düzeyde "bir lokma, bir hırka" felsefesi, doğa karşısında oldukça pasif, her şeyi teslimiyet içinde kabullenen bir insan tipinin doğmasına yol açmıştır. Bu felsefeyi benimseyen toplum ekonomik açıdan üretken olamadığı gibi, zihinsel bakımdan da verimli olamamış, yeni bilgilerin doğmasına yönelmemiş, sadece "olan"la yetinmiş, onları ezberlemiştir. Ayrıca belirtmeliyiz ki, Doğu ile Batı toplumları arasında doğaya ve doğa olaylarına bakışta bir tutum farklılığı vardır. Batı'da özellikle yöntem değişikliğinden sonra doğa, şüphe ve sorularla karışık bir merakla inceleme konusu yapıldığı halde, Doğu toplumlarında, dolayısıyla Osmanlıda doğa sadece temaşa edilen, hayranlıkla, zevkle izlenen bir varlık alanıdır. Doğunun bu bakış açısı ise oldukça edilgin, sadece izleyen, bir bakıştır. Bu bakış, bir araştırmacı şüphesi taşımadığı için yaratıcı, bilgi üretici değildir. Neticede ülke fethinde çok başarılı olan bir kültür, ne yazık ki, içerikli olarak, aynı başarıyı bilim ve ekonomide, doğaya egemen olma da gösterememiştir.

Dünyada onsekizinci yüzyıldaki Sanayi Devrimi'ne kadar genel olarak, bilim ve bilim adamları anlayışlı yöneticilerin, varlıklı-ilişkili kimselerin maddi himayeleri sayesinde yaşayabilmiş ve bilimsel gelişme ancak bununla orantılı olarak sağlanabilmiştir. Avrupa'da onsekizinci yüzyıldan itibaren bilimin mali yönden desteklenmesini, artık zenginleşen ve siyasal güce de sahip olan yeni bir sınıf, burjuva sınıfı üstlenmiştir. Bu yeni toplumsal güç, her türlü gelişmenin, kalkınmanın ve egemenliğin, ancak bilimsel ve teknolojik buluşlarla, bilimsel bilgi ile sağlanabileceğini farketmiştir. Osmanlı sosyo-ekonomik yapısında böylesine bir sınıfsal oluşum da görülmemiştir. Osmanlı maliyesi iyi iken bilim, gerek yöneticiler, gerekse vakıflar vasıtasıyla desteklenip korunuyordu. Devletin mali yapısı bozulunca tüm kurumlar gibi bilim ve öğretim kurumları da bozuldu, güçsüzleşti. Halbuki onsekizinci yüzyıldan sonra bilimsel çalışmalar eskiye oranla daha zahmetli ve masraflı hale gelmişti. Bu masrafları birilerinin veya bir kurumun üstlenmesi gerekiyordu.

Avrupa'da bilim ve teknikteki gelişmeler ekonomik büyümeyi, sanayileşmeyi giderek hızlandırdı. İçerde güçlenen kapitalizm zamanla dünyaya yöneldi. Bu





nedenlerle artık bilimdeki ilerlemeler sadece belli bir sınıfın değil, her kesimin desteğine sahipti; resmi ve gayri resmi bütün kurumlarca finanse ediliyor, teşvik görüyordu. Böylece ekonomik kalkınma, büyüme bilimsel buluşlara endekslenmiş oluyordu. Osmanlı medresesi, ilmiye sınıfı ise, bu tür sosyal ve ekonomik destekten yoksundu.

Avrupalının dünyaya açılması, çok değişik kültürleri, doğal ortamları olan ülkeleri zaptetmesi, Batı'da büyük bir bilgi ve düşünce zenginliği meydana getirmiştir. Kendi inanç ve düşüncelerini, bilgilerini yeniden gözden geçirme, karşılaştırma imkanı yaratmış, bilginin izafiliği gündeme gelmiştir. Tüm bunlar Batı'da dogmatik düşüncelerin, monist bakış açılarının terk edilmesine yol açmış, Avrupalı bütün dünyayı hem fen ve tabiat bilimlerinde, hem de sosyal bilimlerde çok geniş ve doğal bir laboratuvar olarak kullanmıştır. Avrupalı araştırmacılar, çok farklı sosyal ve doğal ortamlarda yaptıkları gözlemlerden hareketle, her iki bilim alanında yeni birçok kuramlar geliştirmişlerdir. Osmanlı ise giderek içine kapanmış, kültürün yenilenmesi, yeniden yoğurulması değil, "tekrar" yaşanmaya başlanmıştır. Bu da, öncelikle fen ve tabiat bilimlerinde olması gereken ilerlemeyi önlemiştir.

Matbaanın zamanında kültür hayatımıza girmemesi ve dolayısıyla bilginin hızla yayılmasının önlenmesi de önemli bir faktör olarak sayılmalıdır. Çünkü bu teknik gerilik, hem ülke

içinde kültür yayılmasını ve bilginin yoğunlanmasını önlemiş, hem de evrensel düzeydeki bilgi ve düşüncelerden çok geç haberdar olunmasına yol açmıştır. Böylece toplumdaki cehalet, yanlış kanı ve bilgiler gittikçe yoğunlaşmış, kemikleşmiştir. Bunlar bir cehalet örtüsü olarak her türlü gelişmeyi önlemiştir. Bu olumsuzluklar en çok pozitif bilimlerdeki yenileşmeyi engellemiştir. Örneğin ilk Türk matbaasını kuran I. Müteferrika'nın ilk bastığı kitapların içinde ancak 6 eserin pozitif bilimlerle ilgili olduğu, diğerlerinin tarih kitapları ve sözlükler olduğu görülmektedir.

Kurum İçi Nedenler

Medreselerde düşüncede, araştırma ve öğretimde Ortaçağ skolastik-dogmatik yöntemi devam etmiş, Batı'daki yöntem değişikliği bir türlü gerçekleşmemiş, gözlem ve deney bilgi üretiminde temel yöntemler olarak kullanılmamıştır. "Dogmalar", "kitap" ve kitap bilgisi esas alınmıştır. Düşünmede ve öğretimde birbirine bağlı iki yöntem kullanılmıştır: "Ezberleme" ve "Tefsir" (yorum). Gayet tabii modern bilimin bu yöntemlerle doğup gelişmesine de imkân yoktu.

Medreselerde öğretim programları zamanla gelişip zenginleşeceğine, dondurulmuş, hatta akli ve müspet bilimler önemsenmemiş ve programlardan çıkarılmıştır. Katip Çelebi'nin ifadesine göre, Kanuni dönemine gelinceye kadar medreselerde akli ve nakli bilimleri uzlaştıran bilim adamları vardı. Sonra gelenler "bunlar felsefedir" diyerek akli bilimleri kaldırıp onların yerine nakli bilimlerle ilgili dersler koydular. Böylece bilim alanı çok fakirleşmiş oldu.

Mali yetersizlikler, bozulmalar. Genel nedenler içinde de belirtildiği gibi, Osmanlı maliye sisteminin bozulması, medreseleri de çok etkilemiş, bu kurumları büyük bir mali sıkıntı içine düşürmüştür. Özellikle onyedinci yüzyılın ortalarından başlayarak gerek medreselerdeki öğretim

kadrosunu, gerekse öğrencilerin masraflarını finanse eden mali kaynaklar çok azalmaya başlamıştır. Öğrencilerin yaşama koşulları kötüleşmiştir. Medreselerde oldukça ileri ve yararlı bir uygulama olarak, bugünküne benzer bir biçimde, öğrencilerin beslenme ve barınma ihtiyaçları karşılanıyor, ayrıca onlara cepharcılığı da veriliyordu. Medreseler varlıklı yöneticiler ve onların kurdukları vakıflar kanalıyla besleniyordu. Zamanla yöneticiler ve onlara dayanan vakıflar fakirleşince, medreseler de fakirleşti. Öğretimin kalitesi düştü, öğrenciler kural ve gelenek dışı kaynaklar bulmaya yöneldiler, sonuçta öğretimdeki ciddiyet de bozulmuş oldu.

Gerek Fatih döneminde, gerekse onaltıncı yüzyılın ikinci yarısına kadar medreselerdeki öğretim bilimsel ve pedagojik ilkelere uygun olarak yapılıyor ve çok ciddiye alınıyordu. Bu kurumların, halk ve yöneticiler üzerinde büyük bir saygınlığı vardı. Medrese öğrencileri ve hocaları herkesin imrendiği kimselerdi.

Koçi Bey, medreselerde bu konularla ilgili bozulmaları 1631 tarihinde Padişah IV. Murad'a sunduğu ünlü "Risalesi"nde özetle şöyle açıklamaktadır: Şeriatın devamı bilgi iledir. Bilginin devamı bilgi iledir. Bilginin devamı da bilginlerledir. Bu yüzden bilgiye ve bilginlere çok önem vermek gerekir. Eskiden var olan bu gelenek ne yazık ki bozulmuştur. Öncelikle, Osmanlılarda ilmiye sınıfının zirvesinde olan Şeyhülislam'ın atanmasında kural dışı işlemler yapılmaktadır. Bu makam en aziz, şerefli ve hayati önemi olan bir makamdır. Azil ve tayin kabul etmez. Her bilgin de o makama layık olamaz. O makama ancak, bilgi ve fazilet kaynağı olan, yetenekli, olgun, ahlakı tam alimler seçilmelidir. Böyle kimseler seçildikten sonra da artık azlolanmamalıdır. Fakat artık böyle yapılmı-



yor. O makama yeteneksiz ve yetersiz insanlar, başka kaygılarla atamayla getirilmektedir. Müderrislerin atanmalarında da artık ilmi değil, siyasi ve kişisel ölçütler, ilişkiler esas alınmaktadır. Müderrislik rüşvetle, hatırla dağıtılır olmuştur. Böyle olunca müderrisler ilim, adalet yolundan ayrılmışlar, yöneticilerin hoşuna gidecek kararlar vermeye, dalkavukluk etmeye başlamışlardır. Sonuçta, bilgi ile cehalet, alim ile cahil arasındaki fark kaybolmuştur. İlim çok çalışmayı, birçok şeyden feragat etmeyi gerektirir, şan ve şöhritle bağdaşmaz. Halbuki medrese hocaları para, şan ve şöhrat düşkünlü olmuştur. İlim alanı cahillerle dolmuştur, iyi ve kötü, doğru ve yanlış ayırtedilemez olmuştur. Gerçek bilginler kenara çekilmek zorunda kalmışlar ve unutulmuşlardır. Cahil olan ve dalkavukluk yapan, doğruyu söylemeyen ilim erbabına da halkın güveni kalmamıştır.

Koçi Bey'in çok güzel belirttiği gibi bu temel bozulmanın arkasından, öğrenci kitlesi de bozulmuş, medrese öğrencileri siyasal eylemlere katılmaya başlamıştır. "Talebe-i ulûm" isyanları Celâli isyanları ile birleşmiş, önceden halkı aydınlatmaya giden medrese öğrencileri, bu kez halkı soymaya, onlara yanlış bilgiler vermeye gitmişler, ayrıca onlara kötü niyetliler, "çift bozanlar" da katılınca Anadolu'daki dirlik ve düzenlik tümüyle bozulmuştur.

Bilgisiz ve yetersiz olan bazı müderrisler derslere girmemeye başlamışlar, sofata ayaklanmalarını gizli gizli desteklemişlerdir. Dolayısıyla bu ortamda medreselerin, modern bilimi yaratmak veya onu izlemek bir yana, geleneksel öğretim işlevlerini sürdürmeleri bile söz konusu olamazdı.

Genel taassup, esas olarak, bu yanlış ve eksik medrese eğitiminden kaynaklanmış ve en büyük tahribatı da bu kurumlarda yapmıştır. Taassup en yoğun biçimde medreselerde yaşanmıştır. Bu eğitim kurumları, sosyal değişimin, yeniliklerin, buluşların kaynağı olması gerekirken, her türlü atılımı, yeniliği köstekleyen, gerilik kaynağı olan kurumlar haline gelmişlerdir. Bu kurumlar Ortaçağ dogmatizminden kurtulamamışlar, buralarda her masum tartışma, bilimsel şüphe, merak,

ilgi "şeriatı aykırıdır", "bunlar felsefiyattandır" denilerek reddedilmiştir. Örneğin 1580'li yıllarda Tophane sırtlarında basit bir rasathane kurarak evreni izlemeye merak saran Takiyüddin Mısıri için "gaip ve meçhulât âleminin ahvaline keşif ve vukuf hasıl ediyor" suçlaması yöneltilerek, rasathanesi yıkılmıştır. Gene 1716'da Şehit Ali Paşa'nın el konan kitaplarının arasında felsefe ve astronomi ile ilgili eserler de bulunduğu kütüphanelere vakfedilemeyeceğine, Şeyhülislâm Ebu İshak İsmail Efendi fetva vermiştir. Medreselerdeki bu hastalıklı tutum hiçbir zaman terkedilmemiş, bu kurumlar yaşadıkları sürece devam etmiştir. Ondokuzuncu yüzyılın birinci yarısında dahi Türk medreselerinde hâlâ müspet bilimlerle hiçbir ilişkisi olmayan bir öğretim faaliyeti devam etmiş, yerli azınlıklar ise bu tür bilimlerin öğretimini de yapan modern

nılmaya başlaması ve bu bilimlerin eğitim sistemlerine girmeleri ile yerleşmiştir. Bu düşünce biçimi, öğretim sırasında felsefe ile birleşince oldukça nesnel, sistematik ve tutarlı bir zihinsel yapı ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla bu mantık, insanların sosyal ve ekonomik olguları daha gerçekçi bir biçimde değerlendirmelerine, verimli, pratik fayda sağlayan yaşama ilkeleri, yöntemleri geliştirmelerine yol açmıştır. Her olguyu kendi boyutları, şartları içinde ele almayı, olgulara analitik yaklaşmayı öğretmiştir. Bu nedenlerle, Batı toplumları düşüncede, bilimde, ekonomide daha yaratıcı, daha üretken olabilmişlerdir.

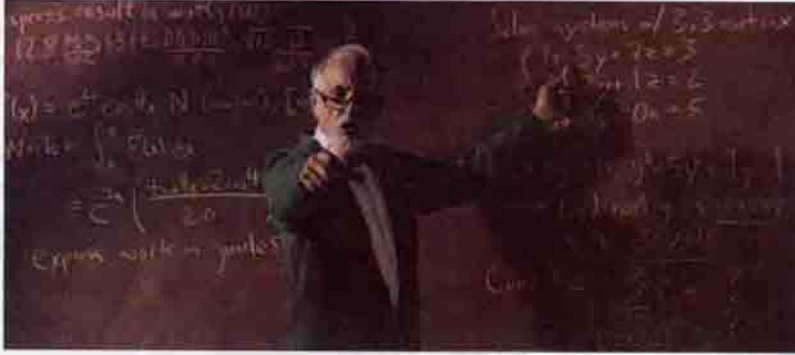
Bu bakımdan, fen bilimleri eğitiminin bizim eğitim sistemimize geç girmesi, sadece bu bilimlerin gelişmesinin, öğretiminin aksamasına yol açmamış, bu olumsuz etkilerden daha kapsamlı ve önemli olarak, çağdaş rasyonel ve verimli bir düşün-

ce yönteminden uzak kalmamıza, sonuçta bilim ve teknolojiye olsun, ekonomide olsun iki yüzyıldır devam eden reform ve çağdaşlaşma çabalarına rağmen beklenen kalkınma ve refah düzeyinin tutturulamamasına yol açmıştır.

Çağdaş toplumları

şekillendiren sosyo-ekonomik olgu sanayileşmedir. Sanayileşme, yüzeysel, tek yanlı bir teknik-ekonomik olay değildir. İnsanlık tarihinde bu olgu, yüzyılların birikimine dayanmaktadır. Sanayi Devrimi'ni hazırlayan bir çok neden vardır. Ancak çok belirgin olarak görülmektedir ki, onsekizinci yüzyılın sonlarında başlayan bu atılımın arkasında öncelikle, Batı'da onsekizinci yüzyıldan evvel sağlanan bilimsel birikim yatmaktadır. Çünkü sosyolojik olarak şöyle bir oluşum gözlenmektedir: önce kuramsal bir aşama olarak düşünsel ve bilimsel bir birikim sağlanıyor; arkasından bu bilgi birikimi teknoloji haline geliyor, bu teknoloji ekonomiye transfer edilip, standart ve seri üretime geçilince de, bunun adı artık sanayi oluyor. Dolayısıyla Batı'da başlayan sanayileşmenin arkasında modern matematik, fizik, kimya, biyoloji bulunmaktadır. Bu bilimlerle ilgili kuramsal gelişmeler, bir teknik halinde üretim konusu olunca karşımıza, örneğin bir tekstil sanayii, otomotiv sanayii, demir-çelik sanayii olarak çıkarıyor.

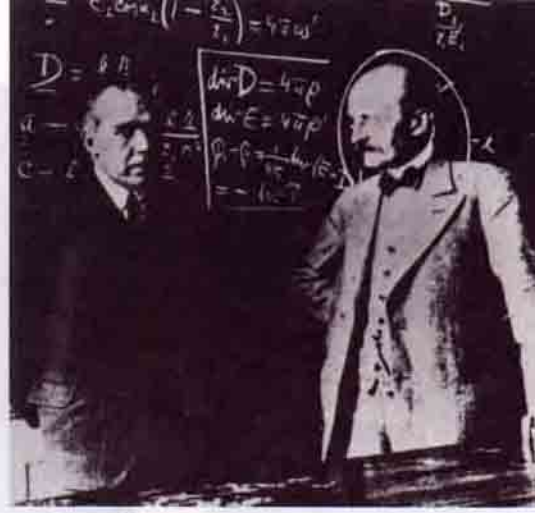
Özetle sayılan bu nedenlerden dolayı,



okullar açma yoluna gitmişlerdir.

Tüm bu nedenlere bağlı olarak, Türkiye'de modern fen bilimleri öğretiminin eğitim sistemimize geç girmesinin yarattığı sonuçların bazıları pedagojik, bazıları da teknolojik ve ekonomik niteliklidir.

Toplumlarda modernleşmenin (çağdaşlaşmanın) çeşitli ölçütleri vardır. Bu ölçütler bakış açılarına yani ideolojik yaklaşımlara göre değişmektedir. Fakat bunların bir tanesi var ki, onda hemen herkes birleşmektedir: Rasyonelleşme. Düşünce, bilim, siyaset, sosyal ve ekonomik örgütlenmede hep insan aklının evrensel kurallarını dikkate almak, bireysel ve toplumsal eylemleri akla dayandırmak; işte bu ilke en önemli çağdaşlaşma kriteri sayılmaktadır. Batı toplumlarının Sanayi Devrimi ile birlikte giderek rasyonelleşme olmaları, ekonomik, sosyal ve siyasal kurumlarını rasyonel bir temele dayandırmaları belli bir düşünce gelişimi ve eğitiminin sonucu olarak gerçekleşmiştir. Batı'da bu düşünce biçimi de onaltıncı ve onyedinci yüzyıllardan itibaren doğa bilimlerindeki mantığın artık birçok alanda kulla-



Osmanlıdaki yenilik hareketlerine baktığımız zaman görürüz ki, aydınların kafasını meşgul eden hep ideolojik, sosyal ve siyasal içerikli kavramlar, sorunlardır. Böyle olunca ne aydınlar, ne de üniversiteler halkın önüne, onun refahını artırıcı bilgiler, yöntemler koyamamışlar, bizimle hiç ilgisi olmayan kısır ideoloji ve kavram tartışmaları, kavgaları ile halkı aydınlattıklarını zannetmişlerdir. Bu bakımdan teknolojiyi kurumsal düzeyde düşündüğümüz takdirde, üniversiteler hiçbir zaman kalkınmanın motoru olamamışlar, teknoloji üreten kurumlar haline gelememişlerdir. Bu durum günümüz için de geçerlidir. Onun için üniversiteler halk ve politikacılar üzerinde, genel olarak, önemli bir saygınlık yaratamamışlardır.

Gerek günlük konuşmalarda, gerekse çeşitli ortamlarda sık sık "Batı'nın bilimini, teknolojisini bir türlü alamadık, onun sosyal kurumları yaşantı biçimlerini aldık, fakat bir zihniyet değişikliği yapamadık" şeklinde yakınmalar gözlenir. Burada olması istenen zihniyet değişikliği, başlangıçta açıklamaya çalıştığımız fen biliminin mantığı, düşünce biçimidir. Tabii, tarih içinde fen bilimleri, öğretim sistemimize girmediği için böyle bir zihniyet değişikliği de gerçekleşmemiştir.

Fen biliminin eğitim sistemimize geç girmesi bir olumsuz sonuç daha yaratmıştır: O da, sosyal bilimlerdeki gelişmenin de çok geç başlamış olmasıdır. Çünkü bilim tarihine baktığımız zaman görülür ki, sosyal bilimler, fen bilimlerindeki gelişmeleri izlemişler ve bilimsel yöntem bakımından, fen bilimlerini model almışlardır. Bu, hem doğal bir gelişme çizgisidir, hem de insan mantığına uygundur. Zamanla sosyal bilimler, kullandıkları araştırma teknikleri, düşünüş biçimleri bakımından fen bilimlerinden çok ayrılmışlarsa da sosyal bilimlerdeki gelişmenin ölçüsü hep fen bilimlerindeki gelişme olmuştur.

Türkiye'nin gerçek bir sanayileşme temposunu bir türlü yakalayamamış olması, fen bilimleri öğretiminin zamanında ve gereği gibi anlaşılıp kavranılamamış olmasındandır.

Fen bilimleri öğretiminin eğitim sistemimize geç girmesi, gözlem, deney, gösteri gibi öncelikle bu bilimlerin kullandığı laboratuvar yöntemlerinin okullarımıza girmesini çok geciktirmiştir. Bu tür çağdaş öğretim yöntemleri ancak fen bilimleri vasıtası ile diğer bilim ve derslerde kullanılabilmektedir. Öğretimde yöntem değişikliği bu bilimlerde başlamaktadır. Eğitimde gerçek reform da yöntem konusunda yapılan reformdur. Yöntem değişikliği olmadan eğitimde amaç ve ders içeriklerinin değiştirilmesi pek bir anlam ifade etmemektedir. Eğitim tarihimizde tekrarlanan reform çabaları bunu çok açık biçimde göstermektedir. Bilgilerin dolayısıyla öğretimin işlevselliği, büyük ölçüde kullanılan öğretim yöntemlerinin işlevselliğine bağlıdır.

Sosyolojik açıdan, insanla doğa arasındaki ilişki ve çelişkiler teknolojiyi yaratır. Toplumda insanlar arasındaki ilişki ve çelişkiler de ideolojik yapıyı (tümüyle manevi kültür) oluşturur. Bir toplumda en önemli dengelerden birisi, teknolojik yapı ile ideolojik yapı arasındaki denge olduğundan bozulması tehlikelidir. Bir toplum kendi teknolojisini (burada teknoloji de geniş anlamda kullanılmaktadır ve her türlü yaşama, üretme araçları, yöntemleri ve tekniklerini kapsamaktadır) ürettiği ölçüde, kendi ideolojisini de biçimlendirir. Üretilen bu teknoloji esas olarak ekonomik refahı ve yaratılan uygarlık düzeyini belirler. Toplumun yeni ihtiyaçlara göre yeni teknolojiler üretmemesi, sürekli olarak dışarıdan teknoloji alması, teknoloji-ideoloji dengesini bozar, bu durumda toplum sürekli dışarıdan ideoloji transfer eder. Bu toplumun kendi yapısına yabancı kavram ve kurumların dışarıdan ithal edilmesi, böylece iğreti ikili sosyal yapıların, suniliklerin doğması ve taklit mekanizmasının işlemesi demektir. Böyle toplumlar da eğitim sistemi, yaratıcı ve üretici olmayan, sürekli dışarıdan ideoloji aktaran bir sosyal kurum haline gelir. Bu bilgi ve açıklamalara yer vermemizin nedeni, bu sorunun konumuzla çok yakından ilgili olmasıdır. Çünkü Batı toplumları çağdaş

teknolojiyi fen bilimleri sayesinde yaratmışlardır. Türkiye'de geçmişte fen bilimleri, düşünme, bilgilenme, bilimsel araştırma, dolayısıyla öğretim konusu yapılmayınca, toplumda yukarıda söz konusu ettiğimiz teknoloji-ideoloji dengesizliği doğmuştur. Bu durum, hem bir kültürel boşluk olarak karşımıza çıkmış, hem de aydın-halk ikiliği yaratmıştır.

Batı'da aydın-halk bütünlüğünü öncelikle, doğa bilimleri ile uğraşp, ekonomik ve günlük yaşam için yeni ve pratik değeri, faydası olan bilgiler, araç ve yöntemler üreten fizikçiler, kimyagerler, biyologlar ve sonuçta mühendisler sağlamıştır. Halk somut düşünür ve öncelikle kendisine pratik faydası dokunan şeyleri benimser. Bu nedenlerle Batı toplumlarında sosyal ve kültürel bütünleşme, "milletleşme" Doğu toplumlarına göre, çok daha kolay ve sancısız olmuştur. Gene bu nedenlerle Batı toplumları teknoloji temeline dayalı bir ilerleme-kalkınma çizgisi yaratmışlardır. Bize gelince durum çok farklıdır. Bizim aydınlarımız fen ve tabiat bilimlerini esas almadıkları için (medrese geleneği ne yazık ki devam etmiştir) çağdaşlaşmayı teknoloji temeline değil, ideoloji temeline oturtmuşlardır. Genel anlamıyla kalkınmayı sadece siyasal bir içerikte, çerçevede düşünmüşlerdir. Hatta bu noktada, Batılı aydınlarla ilgili olarak şu da eklenebilir; Avrupalı filozofların birçoğu başlangıçta fen bilimleri öğrenimi görmüşlerdir.

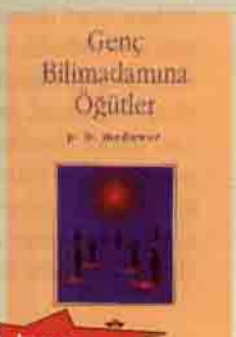




Deneyin bilimsel bilginin kazanılmasındaki rolünü örneklendirmek için seçilmiş yirmi deney. Aristoteles'in civciv emriyolojisini, Pasteur'u her okul kitabında anlatılan buluşuna götüren rastlantılar, Jacob ile Wollman'ın genetik maddeyi keşfetmesi, anlatılan yirmi deney arasında. Deneysel bilimin romantik yanını da unutmamış Rom Harré: "Umarım bunlar insanın becerisi ve dehasının örnekleri olarak okunur, her deney kendine özgü özelliği ile bir sanat yapıtı gibi görülmür" diyor. Dolaysız anlatı yaklaşımı, canlı üslubu, bilimsel buluşun heyecanını paylaşmamızı sağlıyor.



TÜBİTAK
Bilim ve Teknik Dergisi
Atatürk Bulvarı No:221
06100 Kavaklıdere/ANKARA



3. basın

50.000 TL

Doğada, dilde, siyasette, kültürde,
edebiyatta, medyada, eğitimde,
adalette, ahlakta, ideolojilerde...

KİRLİLİK!

COGITO

kitap derginin

son sayısındaki

konu:

"Kirlenen Çağ"



Hikmet Birand / Asıl Âfet Kurak • **Bedia Akarsu** / İnsan ve Çevre • **Isaac Asimov** / Yeryüzü Ölüyor • **Semra Somersan** / Türkiye Çevresi Allaha Emanet • **Dursun Gökdağ** / Ortaöğretim Programlarında Çevre • **Levend Kılıç** / Televizyon ya da "Görüntü Çöplüğü" • **Turhan Ilgaz** / Lunapark Aynaları ya da Basınıımızdaki Kirlenmeye Dair • **Hülya Tufan** / Kolektif Bellek ve İnsan/Doğa İlişkisi • **Luc Ferry** / Nazi Ekolojisi • **Ali Esad Göksel** / Bu Ne Sevgi Ah, Bu Ne Izdırap • **Sevin Okyay** / Sağlık Ülkesinde İkinci Sınıf Vatandaş • **Mustafa Çakır** / Dil Kirlenmesi: Türkçede Yabancı Sözcüklerin Kullanımı • **Selim İleri** / XIX. yy. sonu - XX. yy. Başı Türk Romanında Çevre Yitimi • **Ahmet Cemal** / Kapıkulluğundan Bireye... • **Enis Batur** / Kendi Kendinin Kurdu İnsan • **Sıtkı M. Erinc** / Kültür de Kültür, Kültürde Kültür • **George Steiner** / Walter Benjamin'i Yardımcılarından Kurtarmak • **Nedim Gürsel** / Saraybosna'ya Dönüş • **Elias Canetti** / Notlar'dan • **Yukio Mishima** / Hagakure Nasıl Okunmalı? • **Cem Akaş** / Marjinal Suç, Sanal Cezâ • **Faruk Ulay** / İlk Ölümünden Beri Yazdıkları İkinci Ölümünden Sonra Ortaya Çıkan Adamın Esrarı • **Bülent Sözer** / Laiklik ve Sekülerizm Hakkında Bazı Görüşler ve Düşünceler • **Vaclav Havel** / Siyaset ve Bilinç • **Ece Aydoğdu-Ali Cengizkan** / "Her Adım Atışı Bir Tarih" Leman Karaosmanoğlu ile Söyleşi • **"YÖN"den Seçmeler:** Doğan Avcıoğlu'ndan Mümtaz Soysal'a, Çetin Altan'dan İdris Küçükömer'e 30 yıl öncesinin gündemi

COGITO

3 aylık düşünce dergisi COGITO, 1. hamur, tam 240 sayfa, büyük boy, 125.000 TL.



Galatasaray 80050 İstanbul Tel: (0212) 293 08 24 (4 hat) Fax: (0212) 293 07 23

Anadolu Faunası III

Tatlısu

Canlılarının

Öyküsü

Akdeniz çevresinde ve özellikle Önasya'da yaşayan tatlısu canlılarının yayılış yolları incelenip Önasya'daki faunistik çalışmalar ilerledikçe, hayvanların kökeni ve çeşitlenmeleri açısından daha sağlıklı yorumların yapılması olanaklı hale gelmiştir. Ülkemizin sucul canlıları arasında iyi incelenmiş olmaları nedeniyle, başlangıçta yorumlar daha çok balıklara göre yapılmıştır. Çalışmalar sırasında Türkiye'de birçok sucul türün varlığı saptanırken, özellikle endemik birçok alttürün ve yeni türlerin bulunması, zoocoğrafya açısından yurdumuzun önemli bir bölge olarak değerlendirilmesini gündeme getirmiştir.

SİSTEMATİK durumları oldukça karışık olan sazangil (*Cyprinidae*) cinslerinin gözden geçirilmesi hem zoocoğrafya açısından yeni boyutlar kazanılmasını hem de daha önce yapılan yorumların yeniden incelenmesini sağlamıştır. Bu çalışmalarda Türkiye için önemli olan üç konu bir daha doğrulanmıştır. Bunlardan birincisi, Anadolu'nun deniz düzeyinden bugünkü yüksekliğine, Pliyosen'den (yaklaşık 14 milyon yıl önce) başlayarak Pleistosen'in geç dönemine (yaklaşık 120 bin yıl önce) kadar süren bir yükselme ile ulaşmış olmasıdır.

Miyosen'de (25 milyon yıl önce) yalnız Küçük Asya'yla sınırlı tek bir kara parçası bulunuyordu; fakat Doğu Anadolu'nun büyük bir kısmı bu dönemde hâlâ denizle örtülüydü. Bu evrede Anadolu, Balkan Yarımadası ve Peloponnesos (Yunanistan'ın güneyinde, bugün Kerintos Kanalı ile kesilmiş yarımada) ile, yani Ege Kalkanı aracılığıyla doğrudan doğruya karasal bağlantıya sahipti. Bu dönemde Egeopotamus denen büyük bir tatlısu nehri ve diğer birçok küçük akarsu Sarmatik çöküntüden (yani bugünkü Karadeniz'i de içine alan bazen tatlısu bazen acı su özelliğindeki büyük bir iç göl) başlayıp, o dönemde kara olan Ege Kalkanı (bugünkü Ege Denizi) üzerinden akarak, Pliyosen'in sonunda (yaklaşık 2 milyon yıl önce) büyük ölçüde küçülmüş bulunan Akdeniz'e dökülüyordu. Egeopotamus'un Akdeniz'e bağlandığı yer, bugünkü Girit ve Kos adalarının arasındaki bir bölgeye rastlıyordu. Bu bağlantı hem Avrupa hem de Anadolu hayvan coğrafyası açısından çok önemlidir. Bu yolla, bir yandan Avrupa kökenli birincil

(tüm yaşamını tatlısuda geçiren) tatlısu hayvanlarıyla Anadolu'nun işgal edilmesi sağlanırken, öte yandan Güneydoğu Asya kökenli sazangillerin (*Cyprinidae*) ve birçok diğer tatlısu hayvanının, yine bu yolla Orta Avrupa'ya kadar yayılması sağlanmıştır. Doğal olarak bu yayılma sırasında da yol üzerindeki yalıtılmalar nedeniyle büyük bir çeşitlenme ortaya çıkmıştır. Yayılan birincil tatlısu hayvanları daha çok, hızlı hareket eden omurgalı gruplara, özellikle balıklara aittir. Omurgasızların bu kadar uzak mesafelere ulaşmaları çok zor olmuştur. En azından Uzakdoğu'dan bu yolla Anadolu'ya gelen omurgasızlar, Batı Anadolu'ya ulaştıklarında Ege Denizi, Çanakkale ve İstanbul boğazları açılmış olduğundan geçiş çok sınırlı kalmıştır (Harita 1). Oysa buraya erken ulaşan balıklar, Ege'ye ve Trakya'ya açılan nehirler ve akarsularla Avrupa'nın içlerine ulaşma olanağı bulmuşlardır.

Suriye ve bugünkü Basra Körfezi üzerinden geçerek İkin Akdeniz'i İkin Hint Okyanusu'na bağlayan Tetis'in, bölgesel adlandırılması ile Suriye-İran Denizi'nin, ilk olarak Üst Miyosen'de (yaklaşık 15 milyon yıl önce) ortadan kalkmaya başlaması; böylece Önasya'nın doğu kesimi ile Küçük Asya arasında gerçek bir tatlısu köprüsü kurulmuş olması çalışmaların doğruladığı ikinci husustur.

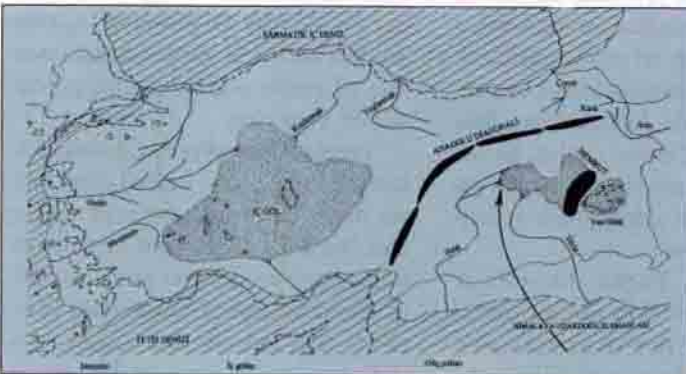
Türkiye için önemli olan üçüncü konu ise, bu yayılmada en önemli görevi üstlenen diğer bir oluşumun uzun bir süre varlığını sürdüren, hatta Pleistosen'de (yaklaşık 120 bin ile 2 milyon yıl öncesi-ne kadar) bile var olan, bugünkü İç Anadolu'nun kapladığı alanı örten bir iç tatlısu gölünün bulunmuşuydu (Harita 1). Bu gölden kaynaklanan birçok akarsu farklı denizlere dökülüyordu: Sakarya, Kızılır-

mak, Yeşilirmak, Çoruh Karadeniz'e; Kura ve Aras Hazar Denizi'ne; Fırat ve Dicle Hint Okyanusu'na daha doğrusu Basra Körfezi'ne; Menderes ve Gediz Akdeniz'e daha doğrusu Ege'ye; Ceyhan, Seyhan ve Göksu Doğu Akdeniz'e dökülüyordu.

Hayvanların Tatlısuları İşgali

Denizden tatlısulara geçen hayvanların, özellikle ikincil tatlısu balıklarının geçiş zamanına göre durumları: Kefal (*Mugil*) türlerinin ve yılanbalığının (*Anguilla anguilla*) Anadolu'yu çepeçevre saran yayılışına baktığımızda, bunların birincil tatlısu balıkları olmadığı anlaşılır. İkincil olarak tatlısulara giren bu balıkların ve bu durumda olan diğer canlıların yayılış haritası, denizlerle tatlısuların geçmişteki ilişkileri konusunda bize önemli bilgiler vermektedir.

Tetis Kökenliler: Geniş anlamda Anadolu'nun güneyinden geçerek Akdeniz'i, Basra Kalkanı'nı örten ve Hint Okyanusu üzerinden geçerek dünyayı çepeçevre saran deniz; dar anlamda ise İkin Akdeniz, "Tetis" olarak adlandırılır. Anadolu'nun bilinen en eski ikincil (denizden tatlısuya geçerek orada kalan) tatlısu balığı *Aphanius*'dur (Resim 1). Bu cinsin yayılış alanı, Erken Eosen'den (yaklaşık 50 milyon yıl önce) Miyosen'e (yaklaşık 25 milyon yıl önce) kadar, Avrupa'nın büyük bir kısmını örten Paratetis ve Tetis ile çakışır (Harita 2). Bu cinsin fosillerine Paris Çöküntüsü ve Transkaspîyen (Hazar Denizi civarı) çöküntüsü sedimanlarının her ikisinde de rastlanmıştır. Demek ki, bugünkü *Aphanius* cinsinin temsilcileri, o zamanki İkin Ak-



Harita 1: Pleistosen zaman periyodu içinde Anadolu Diagonalı oluşuktan sonra, kökenleri farklı cinslerin Anadolu'daki yerleşimi.



Harita 2: Akdeniz'i Fransa ve Orta Avrupa üzerinden Sarmatik İç Denizine bağlayan Paratetis



Tatlısularımızda kuzey kökenli iki memeli: Üstte kunduz (*Castor fiber*) ve yanda Suii (*Lutra lutra*).

deniz'de yayılmıştı ve yayılış alanı Batı

Hint Okyanusu'na kadar genişlemiş durumdaydı. Bugün bunlar, Akdeniz'i çevreleyen birkaç ülkede kaldıklarından tipik bir Tetis kalıtı (relikti) olarak tanımlanırlar. Bugün Akdeniz ülkelerinde yaygın olan ya da sedimanlarda fosil olarak bulunup da Anadolu'da yaşamaya devam etmekte olan hayvanların tümünü kural olarak Tetis kalıtı (relikti) kabul etmek gerekir.

Sarmatik Deniz Kökenliler: Bugünkü Karadeniz'i, zaman zaman Aral ve Hazar Denizi'ni ve keza Doğu Avrupa'nın bir kısmını içine alan, bazen tatlısu bazen acı su özelliği gösteren iç göl "Sarmatik Göl" ya da Sarmatik Deniz" olarak adlandırılır. Anadolu'nun diğer ikincil canlıları ve özellikle tatlısu balıkları, bu denizden kökenlenmiştir. Kayabalıkları (*Gobius*, *Mesogobius*), çakılbalıkları (*Proterorhinus*), tırsıbalıkları (*Alosa*, *Caspialosa*) ve flisa-balığı (*Clupeonella*) cinslerine bağlı bazı

balık türlerinin de kökeni aynıdır. Bu türlerin yayılış alanı Karadeniz ve Marmara Bölgesi'dir. Kayabalıklarının bir çeşidi olan *Gobius platyostis*, Hazar Denizi'ne açılan Kura Nehri'nin 2000 metre yüksekliğinde bugün bile yaşamaktadır. Memelilerden sui (Lutra lutra) ve kuzeydoğu Anadolu'da bulunması olası olan Avrupa kunduzu (*Castor fiber*) da bu yolla son dönemlerde Anadolu'ya ulaşmıştır.

Buzul Döneminde Değişik Kökenlerden Gelenler: Buzul kalıntısı olan ikincil tatlısu balıklarından üçdikenli dikence (*Gasterosteus aculeatus*), Karadeniz'in ve Akdeniz'in kıyıya yakın sularında, alabalık (*Salmo trutta*) ise Anadolu'nun tüm soğuk sularında hatta Fırat ve Dicle'nin üst kesimlerinde yaşamaktadır. Anadolu'nun en eski Salmonidae faunası bunlardır. Ancak Seyhan Nehri'nin üst kesimlerinde tanımlanmış olan *Salmo*

(*Platysalmo*) *platycephalus*'un önemli ölçüde farklılaşmış (*Salmotrutta*) olma olasılığı göz önünde bulundurulmalıdır. İskandinav kökenli alabalıkların Anadolu'nun içlerine kadar yayılması, bu türlerin hızlı akan ve soğuk sulara çok iyi uyum sağlayabilmesinden kaynaklanmaktadır. Halbuki birçok ikincil tatlısu canlısı, bu nedenle yalnızca kıyılara yakın sularla sınırlı kalmışlardır.

Bugün, Akdeniz'de alabalığa (*Salmo trutta*) rastlamak olanaksızdır; yalnız çevre ülkelerde, hatta güneyde Cezayir'de dahi yüksek kesimlerde

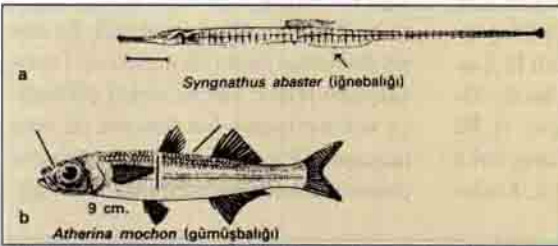
bulunmaktadırlar. Bu, alabalıkların, İskandinavya'dan ya da Kuzeybatı Avrupa'dan, buzulların erimesine bağlı olarak, denizlerin kıyı şeritinde soğuk ve tatlısu özellikli bir göç yolunun oluştuğunu; böylece bu balıkların, bu yol aracılığıyla Akdeniz'in tüm çevre ülkelerine ve Anadolu'ya kadar yayıldığını kanıtlar.

Bugün yayılışlarının, Akdeniz'in çevresinde, bazı bölgelerde parça parça sınırlı kalmış olması, aradaki su ortamının sıcaklığının yüksekliğinden ve su kaynaklarının sınırlılığından ötürüdür. Diğer bir görüşe göre, bu balıklar büyük ölçüde Karadeniz kanalıyla (Tuna Nehri ve kısmen tatlısu özelliği gösteren Sarmatik İç Denizi aracılığıyla), Anadolu'ya girmiş ve Doğu Anadolu'ya kadar yayılmışlardır. Akdeniz'den girenler *Salmo trutta macrostigma*, Karadeniz yoluyla girenler ise *Salmo trutta labrax* olarak kabul edilmektedir.

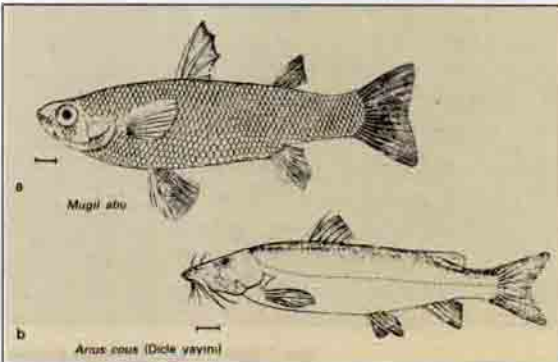
Yakın Zamanda Denizden Tatlısuya Geçenler: Akdeniz kökenliler; Denizignesi (*Syngnathus abaster*, *S. nigrolineatus*) ve küçük gümüşbalığı (*Atherina mochon*). Bu ikisi son buzularası dönemlerden birisinde, Karadeniz ve Marmara Denizleri'nin hatta Hazar Denizi'nin kıyılarındaki tatlısulara girmişlerdir. *Atherina mochon* sadece Sapanca Gölü'nden bilinmektedir. Thyrrhenien-I ve II'de, Pontokaspik Havza (İlkin Karadeniz) ile Akdeniz Havzası'nı birbirine bağlayan Sakarya-Bosporus su sistemi üzerinde bulunduğundan balıkların bu göle ulaşması gerçekleşmiştir. Hint Okyanusu kökenliler (Resim 5); Sadece Fırat ve Dicle sisteminde bulunurlar. Dicle yayını (*Arius co-us*) ve Fırat kefalı (*Mugil abu*), Dicle ve Fırat'ın aşağı kesimlerinde yaşarlar. Her ikisi de denizden geçmiştir.

Anadolu'da Tatlısulara Yaşayan Birincil Sucul Hayvanların, Özellikle Birincil Tatlısu Balıklarının Zoocoğrafik Durumları: Bu yüzyılın ilk yarısında başlayan Anadolu'nun sucul hayvanları konusundaki çalışmalar yeniden gözden geçirilmelidir. Buna göre;

Pangea (Gondwana ve Laurasia) Kökenliler: Pangea kalıtı (relikti) olarak, bütün dünya da yayılmış bir çeşit yengeç olan Ostrocooda takımından *Eucypris* ve *Heterocypris incongruens* örnek verilebilir. Bunlar her çeşit su birikintisinde ve sıcaklığı 50°C'ye kadar olan sulara, ılıcalarda, kaynarcalarda yaşarlar. Bazı tatlısu yengeçleri büyük olasılıkla zaman olarak bu kökene dayanmaktadır. Daha sonraki



Resim 4: Akdeniz'den tatlısulara giren balıklar: *Syngnathus abaster*, *Atherina mochon*



Resim 5: Mezopotamya'dan Fırat ve Dicle sistemine giren balıklar: *Mugil abu* ve *Arius co-us*

evrelerde de, bir grup tatlısu hayvanının, özellikle tatlısu yengeçlerinin önemli bir kısmı Laurasia, bir kısmı da Gondwana kökenli olabilir. Bu dönemden kalan birincil su omurgalıları konusunda kesin yargıya varmak zordur. Kural olarak geniş bir alana yayılmış (Afrika, Asya, Amerika ve Avustralya Kıtalarında) ilkel canlıları bu gruptan sayabiliriz.

Batı Palearktik ve Avrupa Kökenli Olanlar: Bugün Avrupa'ya yayılmış türlerin bir kısmını içerir. Bunlar Türkiye'nin tümüne ya da bir kısmına yayılmış olabilirler. Özellikle uçma yetenekleri sınırlı olan Avrupa kökenli sucul böcekçillerin ya da hareket yetenekleri sınırlı olan omurgasız hayvanların yayılışı daha çok Anadolu Diyagonalı'na kadar yoğunlaşmıştır. Bunun nedeni özellikle buzul döneminde güneye göç eden bu nitelikteki canlıların Anadolu'ya ulaştıklarında iç gölün diyagonal ile ikiye bölünmesi ve batı ile doğu arasındaki tatlısu geçit ya da köprülerinin tamamen kesilmesi idi. Bugün bile Anadolu Diyagonalı'nı batı-doğu yönünde kesen herhangi bir tatlısu bağlantısı bulunmamaktadır. Bu da bu evreden sonra doğu ile batı Anadolu faunasının farklılaşmasını sağlamıştır.

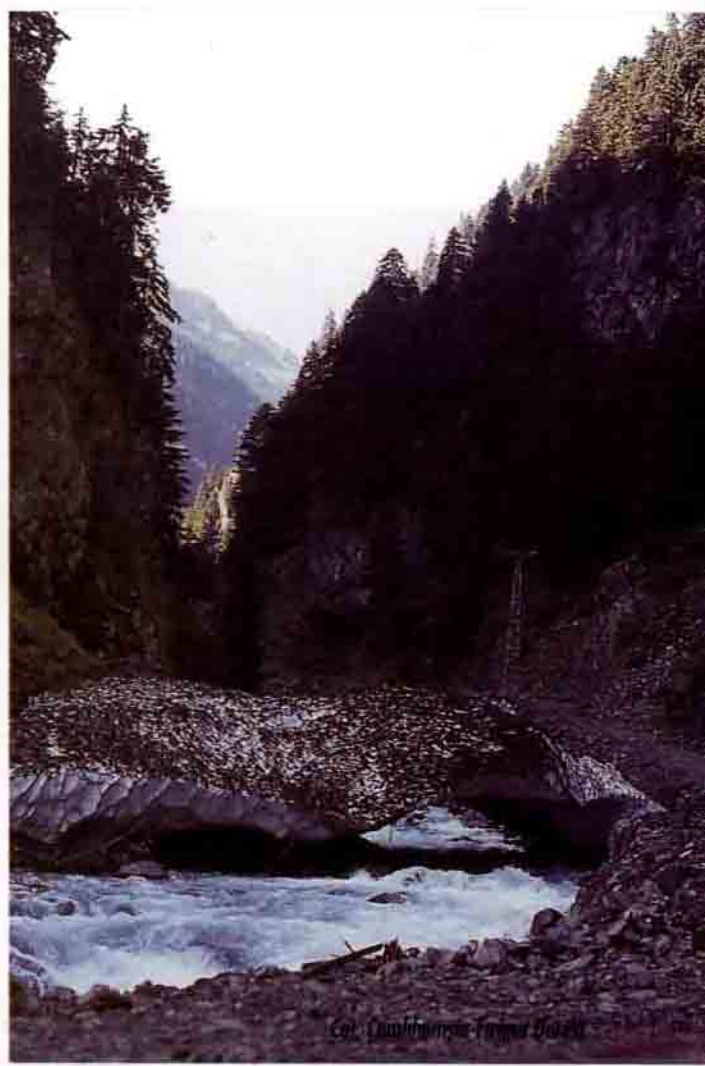
Batıdan gelen en göze çarpıcı hayvan grubu bazı sazan (*Cyprinidae*) türleridir. Gerçekten bu hayvanlar köken olarak Güneydoğu Asya'da oluşmuş ve daha sonra Pliosen'de (yaklaşık 14 bin yıl önce) Sibirya üzerinden buzul gölleri aracılığıyla Avrupa'ya ulaşarak orada cins ve tür düzeyinde çeşitlenmişlerdir. Bu çeşitlenen türlerin bir kısmı daha sonra Karadeniz'den Marmara'ya ve Pleistosen'de (yaklaşık 2 milyon yıldan beri) güneyden başlayarak kuzeye doğru yavaş yavaş deniz içine çöken Egeopotamus Nehri aracılığıyla Anadolu'ya ulaşmışlardır. Bu nehrin batıdaki kolları Avrupa'dan kaynaklanırken, doğudaki kolları iç gölle bağlantı halindeydi. Buzul devrinde Avrupa'daki (özellikle İç ve Güney Avrupa'daki) nehirlerin kaynakları, buzulların çevresinde meydana gelen buzul gölleri aracılığıyla birbirleriyle ilişkiydiler (Harita 3). Böylece tatlısu hayvanlarının kıtadaki göçü sağlanabiliyordu.

Buzul devrinde, iklimin kötüleşmesi sonucu, burada yaşayan balıklar iki yolu izleyerek güneye doğru göç etmeye başladı. Bu yollardan birincisi, Tuna Nehri ve Pontik İç Denizi (bugünkü Karadeniz'e denk olan iç deniz) aracılığıyla boğazlar ve Marmara üzerinden Anadolu'ya girdik-

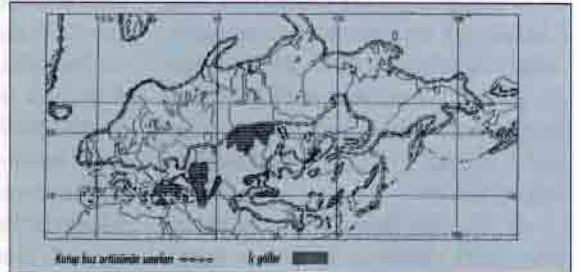
leri yoldur. Kuzeyden gelen bu elemanlara Tuna Elemanları adı verilir. O zamanlar Pontik İç Denizi, boğazlar açılmamış olduğu için Akdeniz'in tuzlu suyu ile karışmamış ve çevresinden gelen nehir ve dere-lerdeki suların fazla olması nedeniyle kısmen tatlısu özelliği kazanmıştı. Bu koşulların ortaya çıkması nedeniyle bu elemanların Tuna'dan Anadolu'ya göçü fazla zor olmamıştır. İkinci göç yolu, Güney Avrupa tatlısu formlarının izlediği yoldur (Harita 1).

Bu elemanlar Avrupa'dan Anadolu'ya göç ettikleri zaman, Anadolu'nun iç kısmında Doğu Anadolu'yu batıya bağlayan büyük bir tatlısu gölü bulunuyordu (Harita 1). Ege Denizi'ne, Marmara'ya ve Karadeniz'e dökülen nehirler büyük olasılıkla bu gölden kaynaklanıyordu. Bugün Göller Bölgesi'nden, özellikle Eğirdir Gölü'nün dibinden batan suların Akdeniz ve Ege Denizi'ne ulaşması ya da bu denizlere akan nehirlerin kaynaklarını bu göllerden almaları, zoocoğrafya açısından çok önemlidir. Bu şekilde, Avrupa'dan Doğu Anadolu'ya hatta, güneyde Suriye ve Filistin'e kadar uzanabilen bir tatlısu köprüsü kurulmuştu. Yine bu zamanda Fırat, Karasu ve Dicle Nehri, daha doğrusu bu nehirlerin havzasını oluşturan bölgeden kaynaklanan nehir ve akarsular Hint Okyanusu'na değil, İç Anadolu'daki tatlısu gölüne dökülüyordu. Böylece Marmara, Ege ve Karadeniz'e dökülen nehirler aracılığıyla, Avrupa'dan iç göle ulaşan balıklar, Doğu Anadolu'ya ulaşma olanağını buluyordu.

Köken bakımından Avrupa Faunasına ait olan ve Tuna yoluyla Anadolu'ya ulaşarak burada endemik taksonları meydana getiren balıklar: Incibalıklarından, *Alburnus orontis* (Orta Anadolu'dan Hatay'a kadar), *Alburnus kossuigi*, *Alburnus nasreddini*, *Al-*



burnus escherichi (Orta Anadolu), *Alburnus akili* (Beyşehir); tatlısu sardalyelerinden *Chalcalburnus mossulensis* (Fırat-Dicle sistemi), *Chalcalburnus tarihi* (Van Gölü), *Chalcalburnus colchicum* (Kızılırmak, Fırat, Dicle ve Kuzeydoğu Anadolu); sisbalığı *Aspius vorax* (Fırat ve Dicle); kayabalıklarından *Gobio hettiticus* (Orta Avrupa), *Gobio gobio microlepidotus*, *Gobio gobio intermedius* (Orta Anadolu); tatlısu kefallerinden *Leuciscus lepidus* (Ceyhan, Seyhan, Fırat, Dicle ve Beyşehir Gölü); taşısırnarlardan *Cobitis elongata bilseli* (Beyşehir Gölü, Murat Suyu) ve çamurbalıklardan *Orthrias angora* (Balkanlar ve Tüm Anadolu). Nominat alttürü Avrupa'da (ya da Anadolu'da) bulunup da Anadolu'da (ya da Avrupa'da) diğer bir alttür şeklinde

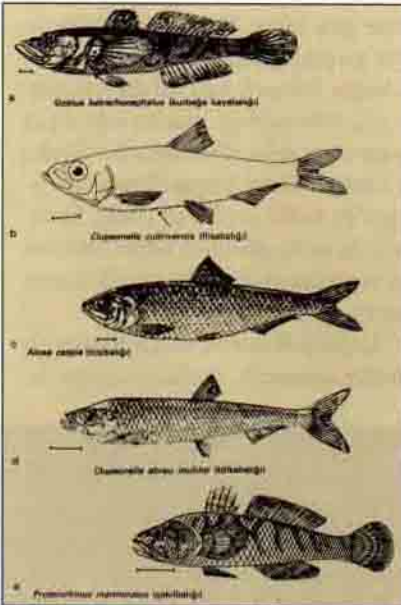


Harita 5: Holoktıs'te buzulların en yaygın olduğu dönem. Denizlerin düşmesiyle karaların yüzeyinin genişlemesi bu haritada yarıyariye göz önüne alınmıştır (örneğin, Bering Köprüsü ve Japonya ile İngiltere'nin anakıta ile olan bağlantıları göz önüne alınmamıştır). Kuzey Asya'daki buzullaşma, büyük kuraklık nedeniyle belki bir soğuk tundra özelliği taşıymaktaydı; fakat bir buz örtüsü gibi biyolojik etki yapıpından aynı şekilde değerlendirilmiştir.

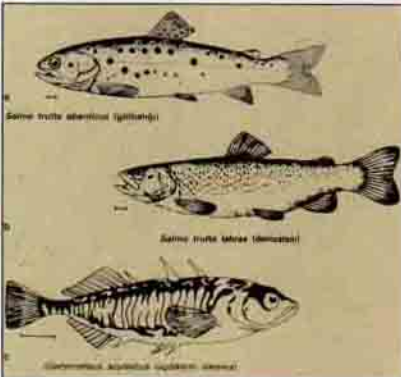
Zaman zaman denizle ilişkisi olan Manyas, Apollon, İznik ve Sapanca Gölle-ri'ne girenler; Tirsibalığı (*Alosa, Caspialo-sa*), flisabalığı (*Clupeonella*), kayabalıklardan bazıları (*Gobius lacteus*, *Gobius melanostomus*, *Gobius gymnotrachelus*), çakılbalığı (*Proterorhinus marmoratus*) türleridir; bu türler bugün hâlâ Hazar Denizi'nde bulunmaktadır.

Anadolu'daki iç göl aracılığıyla Doğu Anadolu'ya kadar ulaşanlar; Karabalık (*Capoeta capoeta umbla*) ve diğerleri.

Kızılırmak ve Yeşilirmak'a girenler; Karabalık (*Capoeta capoeta sieboldi*), küçük kayabalığı (*Gobius cepalarges constructor*, *Mesomysis kossigi* (omurgasız), *Mesomysis kowalevskyi*). Kuzeydoğu Anadolu'daki nehir sistemlerinde bulunan kayabalıkları (örneğin *Gobius platyrostris cyrius*), Hazar'a dökülen Kura nehrinde de bulunur. Bu arada Akdeniz for-



Resim 2: Sarmatik Deniz aracılığıyla Anadolu'ya gelen balıklar. *Gobius platyrostris*, *Gobius* (*Mesogobius*), *Clupeonella*, *Alosa* (*Caspialosa*) ve *Proterorhinus*.



Resim 3: Buzul döneminde Anadolu'ya ulaşan balıklar. *Gasterosteus aculeatus*, *Salmo trutta macrostigma* (Sarmatik iç göl aracılığıyla gelmiş) ve *Salmo trutta abaniticus* (Akdeniz yoluyla gelmiş).



Kıbrısak- Karagöl

mu olan ve denizlerde yaşayan *Mugil auratus* ikincil olarak Karadeniz'e dökülen dere ve nehirlerle girmiştir.

Aras ve Kura Nehrine Girenler; Karabalık (*Capoeta capoeta capoeta*) ve koca-ağyz (*Aspius aspius*), Hazar Denizi'ne dökülen Aras ve Kura Nehirleri boyunca yükseltilere doğru çıkarak Kuzeydoğu Anadolu'da yaklaşık 2000 metreye kadar ulaşmışlardır.

Mezopotamya Elemanları: Miyo-sen'in sonuna kadar (25 milyon yıl öncesi-ne kadar) tüm dünyayı bir çember gibi sa-ran ve kuzeydeki karalar ile güneydeki karaları ayıran Tethys Denizi, bugünkü Anadolu'nun güneyinden bir koridor şek-linde Suriye ve İran üzerinden geçerek Hint Okyanusu'na bağlanıyordu (Harita 1). Dolayısıyla Hint Okyanusu, bu kori-dor, Afrika'nın kuzey kesimi ve bugünkü Akdeniz'in bulunduğu kesimle ilişkideydi. Bu bağlantı ile, Hint Okyanusu fauna-sının bir kısmının, yani zengin tropik fa-unanın, Afrika'ya ve Akdeniz'e göç ettiğini ve özellikle Pliyosen (14 milyon yıl ön-ce) süresince Afrika, Suriye, İsrail ve Ara-bistan'ın yanısıra Anadolu'yu da istila ettiğini biliyoruz. Güney Asya ve Hint Ok-yanusu'na ait birçok eleman Güney Ana-dolu'da, özellikle Antakya civarında yayıl-mıştı. Hatta tatlısu formları, bu kanalla İç Anadolu'ya ulaşabilmiştir (bir taraftan Av-rupa ve Batı Asya'dan da bu yol aracılığı-yı buraya göç oluyordu). Örneğin, bugün Doğu Anadolu'daki su sistemlerinde ya-yılmış bulunan *Sisoridae*'den vantuzluya-yınların (*Glyptothorax*) iki türü [İğneli-yayın (*Glyptothorax turcicus*, *armeni-acus*), vantuzluyayın (*Glyptothorax fira-ticus*, *kurdistanicus*)] Orta Asya ve Hima-laya kökenli olmalarına karşın bu yolla gelmişlerdir. Bu iki balık türü de suların hızlı aktığı yerlerde yaşar ve göğüslerinin

altındaki vantuzumsu kabartılar ile taşlara yapışırlar. Adı geçen bu iki balık türünün Kura ve Aras sisteminde bulunmaması, bunların Sri Derya ve Amu Derya ile Orta Asya'nın Dağlık bölgelerinden Hazar çö-küntüsüne, oradan da buralara gelmediğini kanıtlar. Büyük bir olasılıkla, bu türler, buzul dönemlerinde tatlısu özelliği kaza-nan Hint Okyanusu kıyıları boyunca Me-zopotamya'ya ulaşmıştır. Bu yolla gelen-lerden diğerleri ise:

Mezopotamya'dan Dicle ve Fırat Ne-hirleri ile Doğu Anadolu'ya yayılan balık-lar, Fırat karabalığı (*Capoeta trutta*; Fırat ve Dicle sistemi), Fırat yılanbalığı (*Mas-tacembelus simack*; Fırat ve Dicle'nin alt kısımlarında), marmidbalığı (*Acanthobra-ma marmid*; Fırat ve Dicle Nehrinde ya-şar ve keza daha önce iç göl aracılığıyla yayılarak Batı Anadolu'ya kadar gelmiş; bugün Batı Anadolu'da bulunur), benek-lisazan (*Cyprinion macrostomus*; Fırat ve Dicle sisteminde yaşarlar, çoklukla alt ke-simlerde), yağlıbalık (*Garra rufa obtusa*; Fırat, Dicle, Seyhan, Ceyhan Nehirlerin-de ve Amik Gölü'nde yaşarlar), sazbalık-ları (*Tylognathus*'un iki türü), Dicleyayı-nı (*Arius cous*; Fırat ve Dicle'nin alt kı-sımlarında yaşar); *Discognathus*'un üç tü-rü), karayayın (*Clarias lazera*; Afrika kö-kenli), *Bertinius*, *Carosobarbus*, *Kosswi-gobarbus*, *Tor*, türce zengin bıyıklıbalık-lar (*Barbus* cinsinin bir kısmı ve belki *Hemigrammo capoeta*).

Bu devirde Anadolu'nun iç kısmında büyük bir tatlısu gölü olduğundan tropik formlar, güneyden göle ve bu gölden de batıdaki nehirler aracılığıyla Ege Deni-zi'ne ve Marmara'ya ulaşmışlardır. Fakat Anadolu'dan, özellikle Batı Anadolu'nun dağlık bölgelerinden geçişleri çok uzun zaman aldığından tropik fauna elemanları Ege kıyılarına vardığında, Ege kara parça-

sı çökmüş ve deniz oluşmuştur. Dolayısıyla erken gelen *Hemigrammocapoeta* (bu cinsin Güneydoğu Asya kökenli olması kuşkuyla olabilir) ve *Acanthobrama* hariç diğer hiçbir tür Avrupa'ya geçememiştir (Harita 1). Adı geçen bu iki form da Avrupa'nın uygun yerlerinde bugüne kadar yaşayagelmıştır. *Hemigrammocapoeta klatti* Büyük Menderes'in kaynağında, Isparta'da ve Eğirdir Gölü'nde yaşar (batıdaki en uç yayılma sınırı). Miyosenin sonlarına doğru yükselmeye başlayan Doğu Anadolu'daki nehirlerden Fırat ve Dicle, o zamana kadar bağlandıkları İç Anadolu tatlısu gölünden ayrılarak, güneye akmaya başlamışlardır. Dolayısıyla iç gölün Mezopotamya faunasıyla doğrudan ilişkisi kesilmiştir. Doğu Anadolu yükselirken Suriye-Irak kalkanının su üzerine çıkmasıyla Hint Okyanusu ve Akdeniz arasındaki bağlantı da kesilmiştir. Bu arada başlayan buzul devriyle iklim soğumuş ve suyun sıcaklığı düşmüştür. Akdeniz'in tropik deniz formları iklim değişikliğine ayak uyduramamaları nedeniyle ölümler, tatlısuda yaşayanlardan, İç Anadolu'dakilerin de büyük kısmı ortadan kalkmış, yalnız bazıları yalıtılmış olarak, uygun ortamlara sığınma olanağı bulmuşlardır. Bu arada Doğu Anadolu'daki tropik, daha doğrusu Mezopotamya kökenli türler, soğuktan korunmak için, Fırat ve Dicle sistemiyle güneye doğru göç ederek, buzul devrini Mezopotamya'nın alt kesimlerinde geçirmişlerdir. Buzul devrinden sonra bunların bir kısmı tekrar Doğu Anadolu'ya dönmüşse de İç Anadolu'ya yayılabilmek için yol bulamamışlardır. Ancak yukarıda değinilen iki cinsin haricindeki diğer cinsler, Fırat-Dicle sisteminin ve Tarsus civarındaki akarsuların batısına geçme olanağını bulamamıştır. Pleistosen'in bir buzul döneminde Akdeniz'in su düzeyi oldukça düştüğü için Hatay ile yeni oluşmakta olan Ceyhan ve Seyhan nehirleri arasında tatlısu bağlantısı kurulmuş ve bu yolla Mezopotamya elemanlarının bir kısmı buraya geçebilme olanağını bulmuşlardır. Keza Filistin'e kadar olan çöküntü boyunca da bir yayılma gerçekleşmiştir.

Akdeniz'de Gerçekleşen Tatlısu Canlılarını Etkileyen Değişiklikler ve Akdeniz Çevresindeki Tatlısu Canlılarının Kökeni: Akdeniz'in Miyosen'den beri geçirdiği değişiklikler şöyle açıklanabilir. Alt Miyosen'de Atlantik ile Hint Okyanusu arasında bugünkü Akdeniz aracılığıyla geniş bir bağlantı vardı. Orta Miyosen'in sonunda Atlantik ile olan bağlantısı ilk ola-

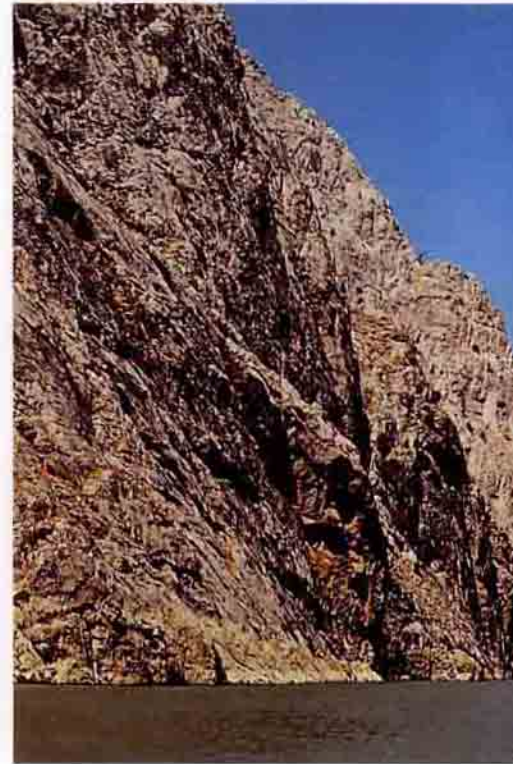
rak "North Betic Strait=Kuzey Betik Geçiti", daha sonra da "South Rif Strait=Güney Rif Geçiti" ile sağlanmaya başlamıştır. Alt Miyosen'in sonunda Akdeniz ile Hint Okyanusu arasındaki bağlantı sona erdi. Aynı dönemde Paratetis'ten (Fransa'nın güneyinden girerek Orta Avrupa ve Macaristan üzerinden bugünkü Karadeniz'e bağlanan yan deniz) Sarmatik İç Deniz meydana gelmeye başladı. Bu Sarmatik İç Deniz başlangıçta Akdeniz ile Balkanlar ve Türkiye üzerinden düzensiz bağlantılara sahipti. Miyosen'in sonunda Akdeniz'in Atlantik Okyanusu ile de tüm bağlantısı kesildi. Melanopsis faunasından anlaşıldığı kadarıyla oluşan lagünler ya kurudu ya da tatlısu karakteri kazandı. Derin denizlerde yapılan sondajlar, o zaman kurumuş olan Akdeniz kısımlarında jips ve kaya tuzu tabakalarının olduğunu göstermektedir. Pliyosen'de daha önce değindiğimiz Gibraltar Geçiti açıldı ve Akdeniz tekrar deniz özelliği kazanmaya başladı. Bugünkü Akdeniz'in dibinde, Anadolu'da eski Avrupa Faunası ile Batı Asya ve Güneydoğu Asya Faunalarının karıştığı bir dönemde lakustirik (lakünlerle donatılmış göl dizisi) oluştu. Bu sırada ve daha önceki dönemde, Akdeniz'in kuzeyden güneye, güneyden kuzeye tatlısu canlıları için ne denli etkin bir yol oluşturduğu konusunda elimizde kesin bir bilgi yoktur. Ancak Miyosen'in sonunda, Akdeniz'de süresi ve konumu tam olarak bilinmeyen, Önasya balık ve keza diğer sucul canlıları için bir geçit oluşmuştur. Bu yolla birçok doğu kökenli canlı Akdeniz civarı ülkelere yayılma olanağını bulmuştur.

Akdeniz civarındaki ülkelerde, kökenine değil de bugünkü yayılışına bakılarak yapılan değerlendirmede, bıyıklıbalıklar (*Barbus*) cinsinin yayılışı ilginç bir seyir izler. *Barbus* cinsinin türleri Afrika'da geniş bir yayılış gösterir. Elde edilen bilgiler *Torini* gibi *Barbini*'nin de Güneydoğu Asya kökenli olduğunu göstermektedir. Miyosen'in sonundan (yaklaşık 16 milyon yıl önce) başlayarak Pliyosen boyunca (14 bin ile 2 milyon yıl önceki sürede) buradan Afrika'ya göç etmişlerdir. Son denizel çukurun (çöküntü) ortadan kalkması bu dönemden sonrasına rastlar. Bu döneme kadar Akdeniz, Hint Okyanusu ile Hatay'ın güneyinden ve Mezopotamya üzerinden geçen bir denizel bağlantıya sahipti. Güneydoğu Asya kökenli bir atadan türemiş *Tor* ve *Pseudotor* cinsleri Mezopotamya ile Arabistan Yarımadası'nı geçerek Kuzey Afrika'ya ulaşmıştır. Bu yayılış Nil Nehri

aracılığıyla güneye doğru uzanarak Etiyopya Faunası'nın zenginleşmesini sağlamıştır. *Barbus* türleri ise, Batı Asya ve Güney Avrupa'da yaşarlar. Alpler'in kuzey kesiminde bulunan *Barbus barbus*, Tuna'dan su taşması ya da sızması ile Vardar Nehri'ne geçmiştir. Güney Fransa'da ve Kuzey İtalya'da *Barbus meridionalis*, İspanya'da *Barbus comiza* bulunur. Bu sonuncu tür Afrika'ya kadar ulaşmıştır. Birçok hayvanda olduğu gibi, bu türün Cebelitank Boğazı'ndan geçişi, Pliyosen'in başlarında ortaya çıkan Gibraltar Yolu'nun oluşması ile gerçekleşmiştir. Fakat bu türün Afrika'dan İspanya'ya mı geçtiği yoksa İspanya'dan Afrika'ya mı geçtiği belirsizdir. En ilginç yayılma *Barbus capito*'da görülür. Bu tür birçok alttür halinde Batı Asya'dan İspanya'ya kadar yayılmıştır.

Barbus türlerinin, özellikle *Barbus plebejus*'un doğudan Po Nehri'ne kadar yayılışı, Pleistosen'de birçok yeri tam bir tatlısu gölü haline dönen Akdeniz aracılığıyla gerçekleşmiştir. Bu dönemde Ege ve Kuzey Adriyatik kara olduğu için tatlısu yolu kesilmemişti. *Barbus capito*'nun yayılışı daha ilginç görülmektedir. Çünkü bu sonuncu türün Transkafkasya'dan İspanya'ya kadar yayılışları ancak Akdeniz'in en az bir dönemde tatlısu balıklarının yayılışına elverişli bir özellik kazanması ile açıklanabilir.

Afrika Kökenliler: Doğu Akdeniz'e dökülen nehirlerde, özellikle Ceyhan'da,



Aksu'da, İsrail, Suriye, Hatay ve Ürdün'de saptanmış karayayın (*Clarias lazear*) Afrika kökenlidir. Çoğunluk, yılanbalığı (*Anguilla anguilla*) ve tatlısu horozbıması (*Blennius fluviatilis*) ile birlikte bulunması, Tetis Denizi göz önüne alınırsa kolayca açıklanabilir. Fakat bu balığın Fırat ve Dicle'de bulunmaması ancak ekolojik koşulların uygunsuzluğuna bağlanabilir.

Göllerin Durumu

Türkiye'de birçok göl bulunmaktadır. Bunlardan zoocoğrafik açıdan çok önemli olanlara değinmekle yetineceğiz. Amik Gölü zoocoğrafik açıdan önemli olmasına karşın, hemen hemen kurutulduğu için, önemini büyük ölçüde yitirdiğinden üzerinde durulmamıştır.

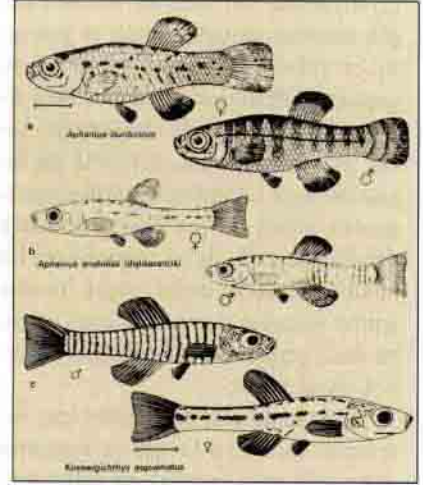
Van Gölü'nün Durumu: Bugünkü Van Gölü'nün yerinde Muş Ovası'nı da içine alan büyük bir tatlısu gölü bulunuyordu. Murat Nehri doğrudan doğruya bu göle bağlandığı için Batı Asya ile Avrupa formları, bu iç göl aracılığıyla buraya kadar ulaşmıştı. Belki tropik formlar da Antakya'dan ve kökenini iç gölden alarak İllkin Akdeniz'e dökülen nehirler aracılığıyla, buraya kadar ulaşmışlarsa da bu türler soğuğa dayanıklı olmadıkları için buzul devrinde ortadan kalkmış olabilirler. Daha sonra yanardağların, özellikle Nemrut Yanardağı'nın patlamasından ötürü Murat

Nehri ile bu göl arasındaki bağlantı kesilmiş ve Murat Nehri, Karasu Nehri'ne bağlanmıştır. Dolayısıyla Mezopotamya elemanları Van Gölü'ne geçebilmek için herhangi bir yol bulamamışlardır. Zamanla kapalı bir havza özelliği gösteren Van Gölü, çevresindeki kayaların yapısı gereği acı su özelliği kazanmış; bu da barındırdığı canlıların büyük bir kısmının ölmesine neden olmuştur. Bugün yalnız göle dökülen derelerin ağzında ve derelerde balıklar ve diğer bazı tatlısu canlıları yaşamaktadır. Buradaki balık faunası (belki omurgasız faunasının bir kısmı) Avrupa ve Batı Asya kökenlidir. Bunlardan; *Chalcaburnus tarichi*, *Barbus plebejus ercisanus*, *Capoeta capoeta kosswigi*, *Ortharias angarae* ve *Alburnus timarensis* balık faunasının tümünü oluşturur. Buradaki balıklar da Tuz Gölü'ndeki *Aphanius* türleri gibi, ancak ilkbaharda gelen bol tatlısuya bağlı olarak kıyılarda oluşabilecek tatlısu köprüleriyle temas etme olanağını bulur ve bu da sınırlı bir gen aktarımı sağlar. Bu nedenle Van Gölü'nün çevresinde de aynı türe bağlı lokal olarak farklılaşmış birçok popülasyonu görmek olasıdır.

Hazar Gölü'nün Durumu: Tektonik olarak ortaya çıkmış bu göl esasında Fırat Sistemi içerisinde yer almasına ve bazı özgün omurgalı ve omurgasız hayvan türlerini barındırmasına karşın, yakın zamanda yapılmış olan bir hidroelektrik enerji santrali dolayısıyla (kod farkından yararlanarak Hazar'ın suyu Dicle Nehri'ne akıtılmıştır) buradaki fauna doğrudan Dicle sistemine karışmaya başlamıştır. *Kosswigichthys asquamatus*, buranın özgün balığı olarak evrimleşmiştir (Resim 5). Ayrıca, omurgasızlardan da özgün türler vardır.

Batı ve İç Anadolu'daki Göllerin Durumu: Orta Anadolu Pliyosen'de (yaklaşık 14 milyon yıl önce) büyük bir gölle örtülüydü. Birçok nehir ve dere, kaynağını bu gölden alıyordu. Bugün dahi Akdeniz'e dökülen birçok dere ve düdenin kaynağı İç Anadolu'dur; keza Batı Anadolu'daki nehirler, özellikle bu gölden kaynaklanmışlardır. Dolayısıyla iç göle gelen elemanlar bu bağlantılar aracılığıyla yayılabiliyorlardı. Hatta iç gölün kalıntısı olarak, Pleistosen'de (20 bin ile 2 milyon yıl öncesine kadar) küçülmüş, parça parça göller ve sulak alanlara ayrılmış olan bu alanlar, yağışlı iklim dolayısıyla zaman zaman şişerek, birbirleriyle doğrudan ilişki kurabiliyorlardı. Bu göller bugün olduğu gibi, geçmişte de düdenler aracılığıyla bağlantıda olabilmekteydiler (bugün Karamık ve

Hoyran Gölü'nde olduğu gibi). Batıdaki göllerin hemen hepsi bu iç gölün kalıntılarıdır ve Eğirdir Gölü Akdeniz ile ilişkisini hâlâ yeraltı su akıntısıyla İç Anadolu'dan Akdeniz yönünde devam ettirmektedir.



Resim 1: İç göle yaygın tropik kökenli *Aphanius* türleri ve Hazar Gölü'nün endemik balığı *Kosswigichthys*.

Menderes Nehri'nin "Dinar ve Işıklı"da çıktığı ilk kaynaklar da yine yeraltı sularının bir sonucudur ve doğudan gelen elemanlar bu köprüyle Ege'ye ulaşmışlardır; fakat *Copoeta*'nın yayılışından da anlaşılacağı gibi Avrupa yakasına geçememişlerdir. Bu kaynaklarda birçok Avrupa, Batı Asya, Akdeniz kökenli tür yaşarken, özellikle sıcak su içeren kaynaklarda (bu sıcak kaynaklar birçok türe sığınak görevi yapmıştır) tropik kökenli formlar (en belirgin olarak tropik *Ostracoda* türleri) varlıklarını sürdürmeye devam etmişlerdir. Göllerin çevresindeki kayaların yapısına bağlı olarak bir kısmı tuzlu, bir kısmı acı, bir kısmı da tatlısu özelliği kazandığından faunalarında belirli bir farklılaşma da ortaya çıkmıştır. Bu göllerin suları ya buharlaşıp kaybolur ya da yeraltı sızıntıları şeklinde Akdeniz'e dökülür. Menderes'in çıktığı kaynaklarda, Sarmatik kökenli *Mesomysis*, Tropik kökenli *Tylognotus klatti* (Hindistan faunasına ait), Orta Avrupa kökenli *Gobio gobio*, Güney Avrupa kökenli *Pararhodeus*, Orta Asya kökenli *Acanthorutilus* birlikte yaşamaktadır. Bu da Türkiye'nin biyolojik zenginliğinin en önemli kısmını oluşturmaktadır.

Özellikle Tuz Gölü'nde yaşayan ve tropik kökenli *Aphanius chantrei*'nin durumu çok ilginçtir. İç tatlısu gölünde yaygın olan bu hayvanlar, ana gölün daha küçük göllere parçalanıp bazılarının tuzlu su özelliği kazanmaya başlamasından sonra, bu göllere dökülen nehirlerin ağ-



Kemaliye-Nazır Kanyonu

zında yalıtılmış durumda kalmışlardır. Özellikle Tuz Gölü'ne dökülen derele-
rin ağzında çok küçük popülasyonlar ha-
linde ve birbirlerinden belirli kalıtsal
farklarla ayrılmaktadırlar. Bu türe ait bi-
reyler, ancak Tuz Gölü'ne dökülen kü-
çük derelerin ağzında yaşarlar ve göle gi-
rip en yakın popülasyonla temas haline
geçmeleri, ilkbaharın bol tatlısu akışı ol-
duğu dönemler dışında olanaksızdır. An-
cak ilkbahar aylarında, kıyılarda dar bir
alan boyunca bir tatlısu köprüsü oluşaca-
ğından, sınırlı bir gen alışverişi olarak
dahiline girer. Bu da bir zamanlar tek bir
kökten gelmiş bir türün, geçen bu süre
içinde yalıtımın derecesine bağlı olarak
ne denli çeşitlenebileceğine tipik bir ör-
nek olarak verilir.

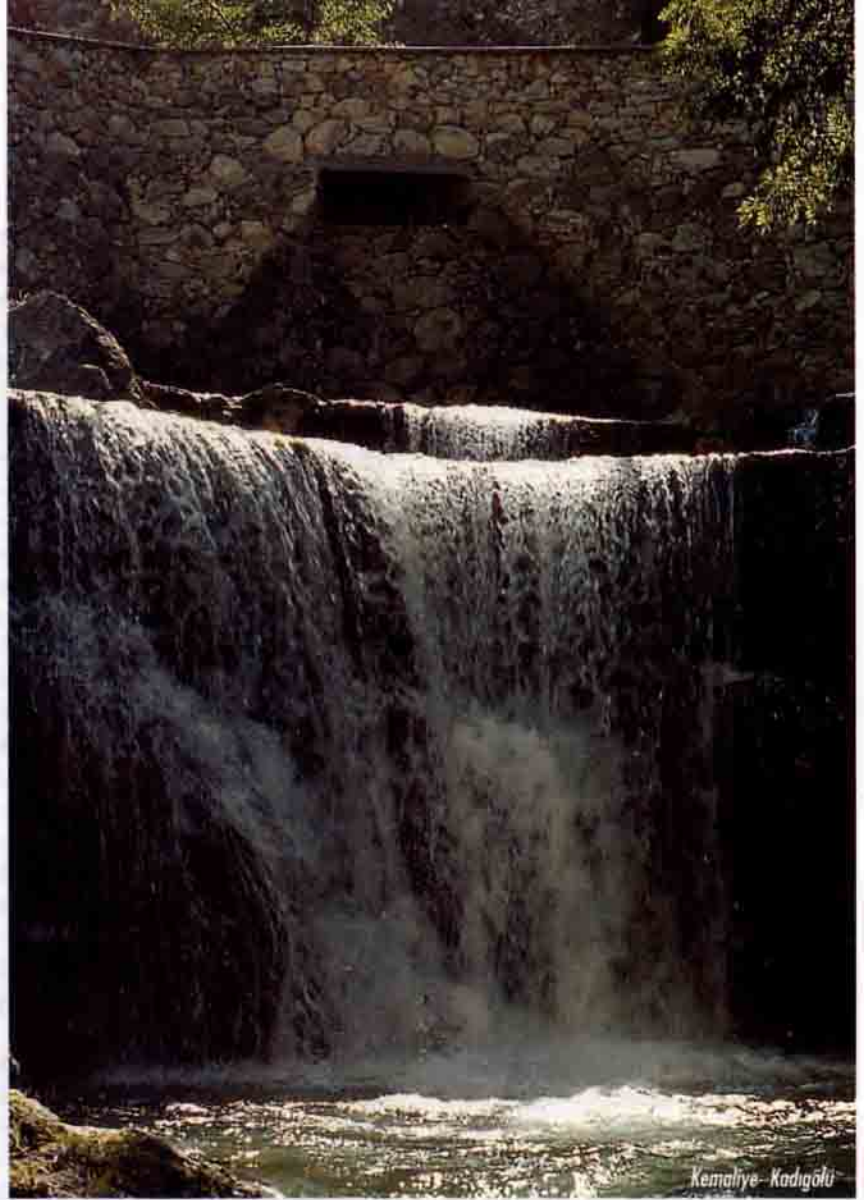
İç Anadolu'daki diğer göller için, sis-
tematik durumları karışık ve yeterince
aydınlatılmamış gruplara ait özgün (en-
demik) türler ve alttürler verilmiş olmak-
la birlikte, bunların doğrulanması için
yapılmakta olan arazi çalışmaları ve yeni
örnek toplama girişimleri, ne yazık ki
göllerde insan eliyle yırtıcı balık atılma-
sından, aşırı avlanma ve en önemlisi göl-
lerin aşırı kirlenme baskısı altında kal-
maları nedeniyle sonuçlanamamıştır.
Dolayısıyla endemizm açısından bir so-
nuca ulaşmak belki, tür ve alttür tanım-
larının yapıldığı örneklerin (holotiplerin)
ele geçirilmesiyle sağlanabilecektir.

Anadolu ve Trakya Sıcaksu Faunası

Özellikle mevsimlerin tam oluşmadı-
ğı İkinci Zaman'dan (Mezozoyik'ten ve
daha önceki dönemlerden) kalmış ve ço-
ğunlukla buzularası dönemlerde olmak
üzere değişik dönemlerde güneyden Ana-
dolu'ya değişik kanallarla ulaşmış canlılar,
özellikle yengeçler, Anadolu'daki sıcak su
kaynaklarında varlıklarını sürdürebilmek-
tedirler. Bu konuda ayrıntılı bir çalışma
yapılmadığı için genel bir yorum yapmak-
tan da şimdilik kaçınmak gerekiyor.

Anadolu ve Trakya Sıcaksu Faunası

Anadolu birçok yerde karstik (kal-
kerli) bir yapı gösterdiğinden yeraltı göl-
lerinin, akarsularının yoğun olması bek-
lenir. Nitekim Toros dağ dizisinin altın-
da bu şekildeki kaynakları belirli ölçüde



tanıyoruz. Bu yeraltı sistemlerinde de-
ğişik yollarla, yüzeyden derinlere, değişik
zamanlarda ulaşmış canlılarda, hatta bal-
ıklarda (*Aphanius* türleri gibi) pigment
yitilmesi ve gözlerde körleşme görül-
mektedir. Fakat yeraltı suyu ile yüzey
suyu arasındaki bağlantı mutlak bir şe-
kilde kesilmediği için, yani zaman za-
man yüzeyden tabana doğru canlı göçü
olduğu için, gen izolasyonu sağlanama-
mış ve gerçek bir tür farklılığı ortaya çı-
kmamıştır; hatta dikkatli olarak yapılacak
çalışmalarda yüzey ile yeraltı popülas-
yonları arasında melezleşme (örneğin ya-
nı pigmentleşme ya da yarı göz gelişimi)
görülmektedir. Keza Güney Doğu Anado-
lu'da halen kullanılmakta olan kuyu sis-
temlerinden edindiğimiz bilgilere göre,
tabanda belirli bir su birikimi ve onların
da içinde yine pigmentleri ve gözleri kıs-
men körelmiş bir canlılar topluluğu, hat-
ta balıklar vardır. Bugün ilkel semender-
lerden sayılan ve bir zamanlar dünyanın
hemen her kıtasında uygun yerlerde ya-
yılmış olan *Proteidae* (semenderler) tem-
silcilerinin Türkiye'de bulunma olasılığı
vardır. Örneğin, hem Kuzey Amerika'da

hem Dinar Alpleri'ndeki mağaralarda ya-
şamını sürdüren 30-50 cm boyundaki
renksiz ve gözsüz semender *Proteus To-
rosus*'daki derin mağaralar gibi uygun
mekanlardaylaşıyor olabilir. Ülkemizdeki
yeraltı sularının, özellikle yeraltı göllerin-
in incelenmesiyle ülkemizin, Önas-
ya'nın hatta Afrika, Asya ve Avrupa Kıta-
sı'nın çok eski geçmişi hakkında değerli
bilgiler elde edilecektir.

- Kaynaklar
Banarescu, P. Recent advances in teleost taxonomy and their implications on fresh-
water zoogeography. Rev. Roum. Biol.-Zoologie, 1968.
Behre, R. J. Übersicht über die Verbreitung der Süßwasserfische Europas.
Zoogeographica, 1968.
Brentjes, B. Der geschichtliche Tierweltwechsel in Vorderasien und Nordafrika in alter-
tumskundlicher Sicht. Saugetenkund. Mitt. No.13, 1965.
Demiray, A. Türkiye Zoocoğrafyası, Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları: 10,1982.
Erinc, S. Eiszettliche Formen und gegenwärtige Vergleitsicherung im nordostanatoli-
sche Randgebirge. Geol. Rdsch. No.37, 1949.
Kosswig, C. Über die Verwandtschaftsbeziehungen anatolischer Zahnkarpfen. Istanbul
Univ. Fen Fak. Hidrobiologi, 1953.
Kosswig, C. Beitrag zur Zoogeographie der Seen im Marmaragebiet. Istanbul Univ.
Fen Fak. Hidrobiologi, 1954.
Kosswig, C. Zoogeography of the Near East. Syst. Zool., 1955.
Kosswig, C. Über Makro- und Mikropopulationen des Zahnkarpfen *Astichthys*. Zool. Anz. 1956.
Kosswig, C., Battalgil, F. Zoogeographie der türkischen Süßwasserfische. Rev. Fac.
Sci. Univ. Istanbul (Ser. B: Sci. Natl), 1942.
Kosswig, C. Beiträge zur türkischen Faunengeschichte. I. Süßwasserfische. C. R.
Soc. Turq. Sci. Phys. Natl. Istanbul, 1943.
Kuru, M. Fisch Fauna of East Anatolia. Ist. Univ. Fen Fak. dergisi, S. B. 36, 1971.
Lafitt, G. Über die Zoogeographischen Verhältnisse Vorderasien. Verh. Dtsch. Zool.
Ges. Hamburg, 1948.
Lafitt, G. Grundriss der Zoogeographie, 1967.
Loun, H. Eiszettliche Seen in Anatolien. Zschr. Ges. Erdk. Berlin, 1938.
Planenstiel, M. Die diüvalen Entwicklungsstadien und die Urgeschichte von
Dardanelen, Marmarameer und Bosporus. Geol. Rdsch. No.34, 1944.

Stereo Öldü mü?

İLERİ kayıt teknolojileri sayesinde, artık CD'den müzik dinlerken kendinizi konserde gibi hissedebilirsiniz.

Dinlenen müziğin ses kalitesi, alışık olduğumuz iki hoparlörlü stereo düzeneğinin sağladığı kaliteyi aşmak üzere. Bu yeniliğin güzel yanı da, evlerde kullanılan CD'ler, teypler ve diğer ses kaynaklarına uygulanabilecek olması.

Bu yeni üç boyutlu ses deneyimi konusundaki yaklaşımlardan biri, Dolby sistemine yönelik. Bir diğer sistem de, Spatializer Audio Labs'te henüz hazırlandı. Bu iki sistem, birbirini tamamlar özellikte ve bir arada kullanıldığında, ileri müzik kalitesi sağlama alanındaki seçenekleri artırıyor.

Yaklaşık on yıldır elektronik cihaz üreticileri, ayrı parçalar ya da amfilerin ve alıcıların içine yerleştirilmiş olarak Dolby sistemler satıyorlar. Audio/video denilen aletler ise, iki yönlü kullanıma sahip. Bunları kullanarak iki-kanallı stereo müzik dinleyebilir ya da TV ve VCR'nizi Dolby donanımlı setinize bağlayarak film seyrederken film müziğini tüm güzelliğiyle yaşayabilirsiniz. Dolby Surround ve diğer kaynaklara göre, ev-tiyatrosu kavramı oldukça tutulmuş. Ev tipi Dolby sistemli aletlerden şu an tüm dünyada 10 milyon mevcut. ABD'de geçen yıl satın alınan beş alайдan dördünde ise Dolby Surround sistemler bulunuyor. JBL'nin ürettiği Magic 2 Sound Effects sistemi, aynı iş için radyo dalgalarını kullanıyor.

Dolby ev tiyatrosu donanımının yaygınlaşması ile birlikte plak şirketleri,

Dolby Surround sistemine sahip CD'ler ve teypler üretmeye başladılar. Dolby şifrelemenin iyi yanı, şifre çözücüsü olmayan donanımla da uyumlu olması. Eğer mono bir VCR'de video-kaset seyreğiyorsanız, sesleri TV hoparlöründen mono olarak duyarsınız. Uygun bir stereo sistemle Dolby Surround CD kullanırsanız, müziği önünüzdeki sağ ve sol kanal hoparlörlerden stereo olarak almaya başlarsınız.

Bu donanım uygunluğunun sağladığı kolaylıklar sayesinde müzik şirketleri, bir multi-format durumu olması gibi risklerle artık karşılaşıyorlar.

1970'lerde piyasaya sürülen dörtsesli sistem ise hiç tutmadı; çünkü müzikseverler uyumlu ve uyumsuz üç sistemden birini seçmek durumunda bırakılıyorlardı. Daha sonra plak şirketlerinin de anladığı gibi en sevdikleri sanatçılar üç formata dağıtılmış olduğundan, insanlar tek bir üreticinin sistemine ve dört hoparlöre yatırım yapmak istemiyorlardı.

Dörtsesli sistem de, aslında bir aldatmacaydı. Çünkü kimse odanın her yanında dolaşır gibi ses çıkaran bir davul seti ya da birbiri ardına caz temaları çalan bir gitar dinlemek istemez.

Öte yandan dörtsesli sistemle aynı zamanda çıkan Dolby Surround sistemleri gerçekten çok başarılı oldu. Bugüne kadar 4 200 filmde Dolby sistem kullanıldı.

Bir başka yenilik ise, 3 boyutlu ortamı geleneksel 2 kanallı stereo donanımı ile aktaran kayıt ekranında yapılan ses işlemi. Bu iş için kullanılan ve müziğe derinlik vermeye yarayan aletin adı Spatializer. Bonnie Raitt'in son albümü Longing in Their Hearts'ta bu teknik kullanılmış. Robin Hood adlı filmin müziklerini içeren CD'de de havada uçan okların sesi duyulabiliyor.

Spatializer'in iki türü var. Birincisi, kayıt ve mix işlemi sırasında kullanılan, stüdyo donanımına ait bir parça. Buna Pro Spatializer deniyor ve yarattığı özel efektler, iki kanallı herhangi bir setten duyulabiliyor. Bir başka deyişle şifre çözücü donanım gerektirmiyor. Hatta CD'den kasete kayıt yaparken de efektler kaybolmuyor.

Diğer bir tür ise, bu yıl piyasaya sürülmesi planlanan; ev tipi ve portatif müzik donanımlarında kullanılabilir bir devre. Böylelikle müzik parçası Pro Spatializer ile işleminden geçirilmiş olsa bile, Spatializer'in ortam efektleri elde edilebilecek.

Spatializer, Dolby Surround için de bir hazırlık aşaması oluşturuyor. Başlangıçta yalnızca iki kanallı donanımlarda kullanılabilecek. Çip, Dolby Surround materyali, herhangi diğer iki-kanallı program gibi okuyacak ve sonra da Spatializer'i kullanarak gerekli işlemi uygulayacak.

Spatializer, müziğin yanı sıra bilgisayar multimedya ve video oyunları alanında da kullanılıyor. MTV'nin ödül programlarında ve Warner Bros'un bazı animasyonlarında şimdi kullanılmış. Donanım imalatçıların aynca bir parça eklemelerine de gerek yok. Seslerin bir kanaldan diğerine akması için iyi bir stereo düzeneği olması yeterli. Bu nedenle iki kanal arasında en azından 25 desibellik bir ayırım olması gerekiyor.

Dolby Surround'un en çok kullanıldığı müzik türleri caz ve klasik müzik. Emerson Lake Palmer'in geçen yıl piyasaya çıkan ve büyük yankı uyandıran Return of The Manticore adlı 4 CD'lik antolojisinde bulunan Pictures At An Exhibition albümünde de Dolby Surround sistemi kullanılmış. Gösterilen ilgi aynı oranda devam ederse, bu yeni kuşak sistemlerin geleceği oldukça parlak olacağı benziyor.

Stephan A. Booth,
Popular Mechanics Ekim 1994
Çeviri: Miyase Göktepe



Makromantarlar

Gördüğümüz ve bildiğimiz değişik renk ve şekillerdeki, bazılarını yediğimiz, bazılarından zehirlendiğimiz, bazılarının ise ağaçları çürüttüğünü bildiğimiz makromantarlar, yetiştiği substratın içinde (toprakta, ağaçta ya da kompostta) çok daha yaygın bir şekilde var olan mikroskobik misellerin özelleşmesi ile dokunmuş bir eşeyli üreme organıdır ve alttaki misel kısmı ile irtibatlıdır; fakat bu organlar birçok özellikleri ile ayırdedici karakterler taşıdıkları için onları teşhis eden, sınıflayan bilimadamları için vazgeçilmez unsurlardır.

Fahrettin Gücin
Uludağ Ün. Biyoloji Bölümü

MANTARLARIN canlılar arasındaki yerini incelediğimizde, onların Whittaker 1969'da önerdiği 5'li sisteme kadar Bitkiler Alemi içerisinde ve Tohumlu bitkiler ile beraber ele alındıklarını görmekteyiz. Burada bir bölüm (Division: Mycophyta) şeklinde sınıflanmışlar, spor ile üremeleri, hareketsiz olmaları, birim hücre yapısında çeper bulunması gibi nedenler ile diğer canlılar için yararlı veya zararlı olabilen bitkiler olarak kabul edilmişlerdir.

Whittaker ise, kendi düşüncesini geliştirirken 100 000 civarında bir tür çeşitliliği gösteren tüm mantarları, ayrı bir canlılar alemi oluşturduğunu kabul edip Regnum Myceteae (= Fungi) adını verdiği aleme yerleştirmiştir. İşte makromantarlar, Myceteae aleminin iki büyük grubu olan Basidiomycetes ve Ascomycetes sınıflarındaki takımlar içerisinde yer alan 3000 civarında tür ile temsil edilen, bazıları



Javşan bereği

yene-

bilirken ba-

zıları öldürücü zehirli olan bazıları ise keyif verici kimyasallar içeren enteresan varlıklardır.

Bu durumda bir makromantar nedir diye sorarsak basit bir tanımla yapmak zor olmakla beraber başlıca karakteri şöyle söyleyebiliriz.

Heterotrofturlar; yapıları genelde ipliklidir ve bir mikroskopta bu yapının hücrelerin enine kısımları ile birleşip teşkil ettikleri hif denilen birimlerden oluştuğu görülür. Hifler diğerleri ile kaynaşarak hif yığını, yani miseli teşkil ederler. Misel genelde yaşadığı substratta uzun süreler canlı kalabilen bir yapıdır ve uç büyümesi ile gelişmesine devam eder. Uygun şartları bulunca bu misel daha özelleşerek sporokarp denilen makroskopik yapıla-



Yer yıldızı

Peziza sp.



nı verir; çoğalmaları eşeyli ve eşeysiz olarak meydana gelir ve iki durumda da spor denilen üreme birimlerini oluştururlar. Ayrıca bir hif parçası da vegetatif olarak çoğalabilir. Mikroskopik boyutlardaki sporlar çok değişik şekil ve renklerde. Sporlar ya miselin değişikliğe uğraması ile (özellikle eşeysiz üreme sırasında) ya da sporokarp denilen değişik biçimlerde ve renklerde (şemsiye, kase, beyin, yıldız, raf, top vb.) olan, zaman zaman ortaya çıkan eşeyli üreme organları üzerinde veya içinde meydana gelirler; diğer fungusların zoosporlar gibi hareketli evreleri olanları olmasına karşın, tipik olarak makromantarlar hareketlidirler, nükleusları itibarıyla eukaryotikdirler; hücre çeperi tipik olarak kitinden ve selülozdan ibarettir; klorofil olmadığı için fotosentez yapamazlar. Ancak yaşamlarını organik maddeleri parçalayan saprofitler olarak sürdürürler. Ayrıca simbiyotik tarz-



Ekolojileri

Makromantarların yetiştiği yerleri düşündüğümüzde hemen ormanlık alanları birinci sırada yer alan habitatlar olarak görürüz. Doğada makromantarlar organik madde ve rutubet bakımından zengin, orman gibi ekolojik bir ortamı tercih ederler. Ayrıca mikoriza denilen yüksek bitki-mantar ortaklığının ortaya çıkması için daha ziyade ağaçların devreye girdiğini görmekteyiz. Bu nedenle de ormanlar onların çeşit ve sayı bakımından bol olarak yetiştikleri ortamlardır.

Ancak çayır, yangına maruz kalmış alanlar, bahçelik yerler gibi diğer habitatlar da onları görmek olasıdır. Hatta "Çöl domaları" denilen bir grup, çöl ortamında bile 3'lü bir simbiyotik ilişki kurarak yaşamlarını sürdürebilir. Bu duruma örnek bizde de yetişen ve Güneydoğu Anadolu'da "Keme" diye bilinen *Terfezia* cinsi makromantarlardır. Bu mantar çöl ekolojisinde *Azotobacter chroococcum* bakterisinin gelişimini, çıkardığı sıvılar ile reşvik ederken bu bakterinin havadan tespit ettiği azottan yararlanır. Ortamda bulunan *Helianthemum* spp. türlerinin (bir-otlu bitki) kökleri ile de özel bir mikoriza kurar ve onun karbonhidratlarından yararlanıp çöl gibi bir ortamda yeterli bir miktar yağış alan yıllarda toprak altında bol olarak yetişir. Bunlar halkça aranan mantarlardır. *Helianthemum* bitkilerinin yetiştiği yerlerde, toprak üzerinde hafifçe kabarıklık oluştur-

ması nedeniyle bu mantarların yerini tesbit edebiliriz ya da bu gibi yerlere toplayıcılar sopalar ile hafifçe vurduğunda, çıkardığı özel bir ses ile yerini belli eder ve kazıldığında 3-8 cm derinlikten bu lezzetli mantar toplanır.

Bazı mantarlar ise saprofit yaşarken, uygun bir yarıdan canlı ağaçlara girip, çimlenip, misel haline geçerler ve ağaç zayıf iken paraziter davranıp ağacın odunlu kısımlarında odunu çürütüp, gelişimine devam ederler. Sanırsınız ki ağaç sağlıklıdır, ama içteki miseliyal faaliyet ile selüloz ve lignin ya beraberce ya da sadece biri çürütülüp tahrip edilir ve ağacın içi zamanla bozulur, ağaç devrilecek hale gelir ki bu sıralarda veya az öncesinde mantar sporokarlarını oluşturup ağacın gövdesi üzerinde dışarıya çıkartır ve spor üretir. Bu tip mantarlara "Kav mantarları" demekteyiz bunlar aynı zamanda odun tahripçisi mantarlardır. Saprofit davranışları depolanmış kerestelere, hatta ahşap evlere arız olur ve zararlı olabilirler.

Böyle mantarların bir kısmı selüloz ve hemiselülozu parçalayıp lignini kısmen sindirirler ve geriye kahverengi bir artık bırakırlarken; diğerleri selüloz, hemiselüloz ve lignini aynı anda parçalayabilirler ki bunlar geriye beyaz bir artık madde bırakırlar. Birinci duruma "Kahverengi çürüklük" ikinci duruma ise "Beyaz çürüklük" diye adlandırılır.

Çayır mantarları ise çayırları, otlakları tercih ederler ve bu ortamlarda kalan miselleri ile hayatını devam ettirirler. Miseller bilindiği gibi uzun yıllar örneğin 400 yıl gibi yaşayabilir ve gittikçe yayılarak gelişimine devam eder. Hatta miselin bu gelişim tablosunu, art arda gelen yıllarda, belirli bir habitatta "Peri halkası" denilen olguda, bir daire üze-



da bir yaşamı ortaya çıkarmak üzere bazı ağaçların ya da otsu bitkilerin kökleri ile mikoriza denilen oluşumu meydana getirirler; klorofil yoktur ancak çok değişik ve zengin renkleri veren pigmentlere sahiptirler. Özellikle bu renklilik sporokarplarda gözlemlenir.

Böylece başlıca karakteristiklerini sıralamaya çalıştığımız makromantarların bir diğer önemli özelliği, bazılarının kültüre alınmış olması ve artık dünya mutfaklarında, günlük bir besin gibi tüketilir duruma gelmiş olmasıdır.



Flammulina velutipes



Coprinus comatus

rinde sıralanmış halde Agaricus, Marasmius gibi bazı cinslere ait mantarın sporokarplarını dizilmiş olarak görmek mümkündür. Eski insanlar bunu perilerin yaptıkları dansların etkisi ile açıklamışlardır; oysa bu olgu, dairenin iç kısmında kalan ve yıpranmış misellerin değil de, halka şeklinde yayılarak gelişimine devam eden genç misellerin sporokarpları oluşurmasından başka bir şey değildir. İkinci sene ve daha sonraki seneler bu peri halkasının daha da açıldığını izlemek mümkündür.

Kesitler vererek açmaya çalıştığımız ekolojilerde, geniş bir aralıkta makro-

mantarların kendisinin istediği yetişme yerlerini bulabileceklerini, kimisinin kozmopolit, kimisinin oldukça nadir, kimisinin özellikle patika yolları seçecek kadar (örneğin Coltricia perennis) seçici olduğunu görmekteyiz. Genelde ortaya çıkmak için aradıkları mevsimlerin sonbahar ve ikinci derecede ilkbahar mevsimi olduğunu görmekteyiz. Ancak uygun giden yıllarda örneğin Ege ve Akde-

niz bölgelerimizde ocak ayında bile makromantar görmek, hatta pazarda satıldığını bile görmek olasıdır. Tabi yaz aylarında Uludağ, Karadeniz dağları gibi yüksek ve nemli yerlerde de yetişirler; burada mantar için önemli olan yeterince organik maddeyi, suyu ve sıcaklığı bulabilmesidir.

Yurdumuzun makromantar florası yapılmış çalışmalarla göre özellikle Avrupa florasına benzerlik göstermektedir. Eğer bir sayı vermek gerekirse, 500 civarında türün yurdumuzda yetiştiğini tahmin ile söylemek mümkündür.

Üretimleri

Dünyada 20 civarında makromantar türünün üretimi yapılmaktadır. Bunla-

Mantarlarımız Tükeniyor mu?

Fahrettin Gücin / Uludağ Ün. Biyoloji Bölümü
Mustafa İsliloğlu / Mugla Ün. Biyoloji Bölümü

Ülkemiz sahip olduğu flora ve iklim koşulları nedeniyle değişik ortamlarda yetişen doğa mantarları yönünden oldukça zengindir. Bu nedenle yenen makromantar türleri, ülkemizin pek çok yöresinde, yetişme mevsiminde toplanarak ya yemeklik olarak kullanılır ya da ticareti yapılır. Günümüze kadar yapılan bilimsel çalışmalardan edinilen bilgiye göre 40 civarında yenen mantar türü, yemeklik olarak toplanmakta ve bunlar içinde 25'e yakın tür geofitler ve değişik çiçekli bitkiler gibi alınıp satılmaktadır. Bu türlerden bir kısmı yöre pazarlarında satılırken bir kısmı da yurt dışına ihraç edilmektedir. Türkiye'de 1990 yılında doğadan toplanan, yenen mantarların taze ve konserve olarak bazen de yoklanmış olarak 4156 tonluk satış karşılığında 2 443 452 dolar elde edilmiştir. Oysa aynı yıl, kültür mantarı konserve olarak Fransa ve İtalya'ya ancak 4.4 ton satılabilmektedir. Belli başlı türler şunlardır: Ascomycetes sınıfından Terfezia boudieri türü ve Morchella türleri ile Basidiomycetes sınıfından çeşitli Boletus türleri Cantharellus cibarius ve Craterellus comucopioides türleri.

Bu makromantarların özelliklerine gözden geçirelim:

Terfezia boudieri

Yapılan taksonomik çalışmalarda ülkemizin Ufuk, Elazığ, Malatya, Konya ve diğer bazı yörelerinde yetiştiği bilinen bu tür patates yumrusu-

na benzer fruktifikasyon organına sahip bir toprakaltı mantardır. Tohumlu bitkilerden Helianthemum salicifolium türü ile mikoriza oluşturan kumlu toprakları tercih eden bir ilkbahar türüdür. Yöre halkı tarafından topraktan sopa yardımı ile kazılarak çıkarılmakta ve toplanmaktadır. Yetiştirildiği yörelerde "Domalan", "Keme" olarak bilinen bu makromantar hem habitatlarının çoğunluğunun bazi baraj gölleri altında kalışı hem de aşırı toplanma nedeniyle ülkemizde tükenme periyoduna girmiş türlerden biridir.

Morchella türleri

20 civarında türü bilinen Morchella ülkemizde "Kuzu Göbeği" ve "Göbek" isimleri ile tanınır. Balpeteği şeklinde oyuklu olan fruktifikasyon organı ile kolayca tanınır. İlkbahar mevsiminde Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri'mizde yeterli miktarlarda yetişen bu cins üyeleri birçok yörede orman köyülerinin geçim kaynaklarından biri olarak görülmektedir. Toplanırlar 3 kg lık paketler halinde taze veya yoklanmış ya da nadiren kurutulmuş olarak ihraç etmektedirler. Aşırı toplanmanın yanında bilinçsiz toplama dolayısı tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan türlerimizdendir.

Boletus türleri

Değişik ağaç türleri ile simbiyotik yaşayan, yani mikoriza oluşturan Boletus türleri sapka altlarının porlu ve etli kısımlarının yumuşak oluşu ve toprakta yetismeleri ile tanınırlar. Kurutulup çorba yapımında kullanılır. Bu mikor fungus türleri özellikle Marmara Bölgesi halkı tarafından toplanarak satılmaktadır. Boletus edulis, bu türler içinde en önemlisidir. Aheilat sahmura ya da konserve veya şoklama ile bunları işledikten sonra ya da kurularak ihraç etmektedirler.

Cantharellus cibarius

Humi şeklindeki kahverengi fruktifikasyon

organı horazanı andırır. Çok tipik görünüşü nedeniyle kolayca tanınır. Ülkemizde sonbahar ve kış aylarında yetişen bu tür, yetiştiği yörelerden toplanıp Cantharellus cibarius gibi dışarıya satılmaktadır.

Makromantarların Korunması

Terfezia boudieri ve Morchella türleri için durumu oldukça kritiktir. Ascomycetes sınıfından olan bu türlerde spor olgunlaşması hem çok geçtir, hem de az sayıda spor meydana getirilir. Terfezia boudieri de yeni bireylerin oluşması için mantarın gelişimini tamamladıktan sonra çeşitli faktörlerle parçalanıp sporlarını yayması gerekir; oysa yapılan gözlemlerde bu türün bir tek sporunu bile toprağa bırakmadan toplandığı görülmüştür. Yetiştirildiği yörelerden kuvalar dolusu toplanarak çoğunlukla Azap ülkelerine satılan bu tür aşırı toplanma nedeniyle yok olma tehlikesi içindedir. Ayrıca yetiştiği ortamların bir kısmı barajlarımızın suları altında kalmıştır. Morchella türleri için daha ciddi boyutlardadır. Aşırı toplanmanın yanında, bilinçsiz toplama dolayısı günden güne azalmaktadır.

Nitekim yapılan gözlemlere ve köylü halktan alınan bilgiye göre yetişme miktarı yıldan yıla azalmaktadır. Bu azalmada mantarın daha küçük iken, sporları olgunlaşmadan toplanması ve halk arasında "Mantarın Kökü" tabir edilen toprak içindeki yaşam döngüsünde gerekli bir yapı olan ve mantarın üzerinden çıktığı "Sklerostium" denen yapı ile birlikte toplanması olumsuz yönde etkilidir. Bu nedenle yöresel halkın, mantar toplayıcıları ve mantar ticareti ile uğraşanların mantar toplama yöntemleri konusunda aydınlatılmalı ve aşırı toplanmanın önlenmesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

rın başında Agaricus (Çayır mantarları) ve Pleurotus türleri (Kavak, Kayın mantarları), Lentinus ododes, Volvariella volvacea gelir. Dünya'da ve yurdumuzda Agaricus bisporus türü en çok yetiştirilen makromantardır. Bu nedenle kısaca bu türün yetiştirilmesindeki temel işlemlere değinelim. Agaricus bisporus yetiştiriciliğinde 3 ana evreden bahsedilir.

1. Yetiştirme ortamı (= kompost) hazırlanması,
2. Tohumluk miselin ekimi ve misel ön gelişim evresi.
3. Hasat evresidir.

Her evrede uygulanacak işlemler farklıdır. Önce kompost karışımı hazırlanır. Burada özellikle samana ilave edilen katkı ve aktivatör maddeler ile yaklaşık 15-10 gün kadar uygulanan yöntem ve mevsime göre su ile ıslanıp hazırlanan kompost 106 x 1.6 m boyutlarda yığın yapılır. Bu yığın içinde başlayan mikrobiyal fermentasyon faaliyet ile yığın içindeki sıcaklık artar ve böylece fermentasyona uğratılan kompost 3-4 günlük süreler ile 4-5 defa aktararak havalandırılır ve gırtlıkçe küçülen yığınlar oluşturulur. I. fermentasyon evresi bu şekilde tamamlandığında kompostta %70 civarında su ve bariz bir amonyak kokusu dikkati çeker. Daha sonra kompost kütle halinde pastörize edilir; burada amaç zararlılar ve hastalık etmenlerini elemine edip, kompostu teşvik edilen termofilik mikroorganizmalar yardımı ile olgunlaştırmaktır. Pastörizasyon odasında kompost canlı buhar verilip 60°C civarında bir kaç saat bırakılır daha sonra sıcaklık 50-55°C arasında 5 gün devam ettirilir ve arasıra taze hava ile havalandırılır. Sonuçta kompostta koyu kahverengi bir renk, ele yapışmayan, kirlenmeyen bir durum, %64-68 nem, amonyak kokusu olmayan bir yapı oluşmalıdır.

Bu şekilde kompostun hazırlanması gerçekleşir. Fakat pastörizasyon olanağı yok ise kimyasal yoldan kompost hazırlanabilir. Bu işlemler 30 gün civarında bir zaman alabilir.

İkinci evrede kompost, kasalara, raflar veya plastik torbalara tohumluk misel ile karıştırılarak (ekim yapılarak) doldurulur. Ön gelişim evresine geçilir. Bu evrede havalandırmaya gerek yoktur. Kompost sıcaklığı 21°C civarında

(gerekirse oda ısıtılarak) tutulur. Kompostun tamamen misel ile sarılması beklenir. 10-15 gün sonra kompostun üzeri düzeltilip, örtü toprağı denilen (3-5 cm kalınlıkta) turbo toprağı ile (sporo-karpların oluşmasını teşvik etmek için) örtülür. Örtü toprağı da misel ile sarıldıktan sonra kuvvetli bir havalandırma yapılır. Kompost sıcaklığı da 18-19°C'ye düşürülür. Bu işlemler yaklaşık 30 gün kadar bir süre alabilir.

Üçüncü evreye böylece geçilmiş olur. Ancak bu evrenin ilk günlerinde sulama yapılmalıdır. Sulama bir kilo mantara 1-2 kg suyu, yavaş yavaş vermek suretiyle yapılır. Mantar taslakları bir bezelye tanesi büyüklüğüne ulaşınca kadar sulamaya dikkat edilmeli ve bu sırada su gereksiniminin arttığı bilinmelidir. Üçüncü evrede havalandırmaya özen gösterip, sıcaklık 18-19°C'den yukarıya çıkartılmadan ve rüzgar oluşturmada yapılmalıdır. Böylelikle hasat evresinde mantarlar 4-5 defa flaş yaparak gelişirler ve hasat edilirler. Doğaldır ki bu işlemler sırasında rutin olarak veya ihtiyacın görülmesine bağlı olarak ilaçlamalar gerekebilir. Bir diğer önemli husus da, belli bir takım hijyenik kurallara uyulmasıdır. Eğer kısaca anlatmaya çalıştığımız işlemler başarılabilmişse, 30-40 gün süresince 1 m² yetiştirme ortamından 2,5-4 (hatta 5 kg) mantar hasat edilebilir.

Artık ikinci bir sürece geçilebilir ve eğer yetiştirme biriminde uygun hava-



Sümüklü mantar



Oudemansiella mucida

landırma koşullarını hazırlamışsanız, bir yılda aynı yerden 4 defa mantar yetiştirmeniz mümkündür.

Her canlının olduğu gibi kültür mantarlarında hastalıkları zararları vardır. Genel ifadeyle, komposttaki eksikliklerin veya hataların yüzdesi ile bunların ortaya çıkması olasılığı doğru orantılıdır. Ayrıca iyi bir kompost hazırlamanın yanısıra hijyenik önlemlere de son derece titiz bir şekilde uyulmalıdır.

Makromantarların Önemleri

Makromantarlar denilince akla ilk olarak zehirli mantarlar daha sonra yenilebilir mantarlar gelir. Aslında bu özelliklerdir onları güncel kılan; ancak doğadaki pozisyonları gözönüne alındığında onları daha önemli kılan özellikleri ise, ölü veya canlı organik maddeleri parçala-



Kuzu göbeği



Mercan mantarı

ya-
r a k
karbon ve
azot devrinin
devamında diğer mikroorganizmalar ile
beraber büyük bir rol oynamalarıdır.

Ayrıca yüksek bitkilerin köklerine girmek suretiyle oluşturdıkları mikoriza denilen yapı açısından da önemlidir; çünkü böyle bir ortaklık kurulduğunda mutallistik bir simbiyoz söz konusu olur. Yapılan araştırmalara göre mikorizalı bitkiler fosfor, kalsiyum ve potasyumu daha fazla miktarlarda alırlar. Bu avantaj onlara miselleri sayesinde sağlanır. Ayrıca hifler, bazı hormonları bitkiye sağlarlar. Mantar ise bu ortaklıklardan şekerler ve bazı mikroüritenleri sağlar. Bu oluşum hem Ascomycetes hem de Basidiomycetes sınıfına ait türlerde görülebilir.

Odun tahrirçisi olarak belirttiğimiz makromantarlar ise, gerek canlı gerekse ölü ağaçlar ve onlardan hazırlanan kereste, ahşap malzeme gibi nesneleri zarara uğrattığı, verimi azalttığı, mobilyalık kerestelerde bozulmalara neden olduğu için mücadele edilmesi gerekli bir gruptur; aksi bir durumda büyük ekonomik kayıplara yol açar ve odunlu bitkileri tehdit ederler.

Makromantarlar halk hekimliğinde de önemli bir yer almışlardır; özellikle Çin gibi Uzak Doğu ülkelerinde şimdilerde bile doktor reçetelerine giren makromantarlardan hazırlanmış droglara ve preparatlara rastlamak olasıdır. Meksika gibi bazı Orta ve Güney Amerika ülkelerinde ise bazı makromantarların heykelleri yapılmıştır. Hatta yine bu ülkelerde, Panaeolus ve Psilocybe türleri, içerdikleri psilosibin ve psilosin maddelerinin LSD'ye benzer bir etki göstermelerinden dolayı tarih boyunca keyif verici olarak ve bazı dini törenlerde kullanılmışlardır. Bu maddelerin bilimsel olarak yapılarının ve etkilerinin açıklandığı yıllarda, özellikle Amerikalı gençlerin üzerinde bir heyecan dalgası oluşmuş ve gençler kitleleri ha-

linde, cezbedilmiş olarak parklarda, bahçelerde bu mantarları aradıkları gözlenmiştir.

Tarih boyunca makromantarların tıbbi amaçlar ile kullanıldığını söylemiştik; örneğin Terfezia (Keme) mantarlarının usaresinin gözün iltahabi hastalıkları için kullanıldığı bilinmektedir. Bugün bu mantarın kornea ve göz içi enfeksiyonlarda etken olabilen Staphylococcus aureus'un gelişimini engelleyici etkisi gösterilmiştir. Çinliler Agaricus bisporus (Kültür mantarı)'u sindirim bozukluklarının tedavisinde kullanmışlardır; çünkü bu mantar tripsin, maltoz ve proteolitik enzimleri içermektedir. Bugün dahi eczanelerde satıldığı bildirilen Ganoderma lucidum'un (Kav mantarı) eski Çinde ölümsüzlük mantarı veya kutsal güce sahip bir mantar olduğuna inanılmış; baş dönmesi, kronik hepatit, uykusuzluk, pyelonefrit, kolesterol yüksekliği, hipertansiyon, kronik bronşiyal astım, rinit, duodenal ülser gibi birçok hastalık için tedavi edici olarak kullanılmıştır. Ayrıca antitümoral etkileri olan birçok makromantarların üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

Besin Olarak Makromantarlar

Yenen mantarlar için et kadar lezzetli denilir. Protein yüzdesi açısından bakılırsa elbette ete ulaşamazlar; ancak eti lezzetli kılan bazı maddelere sahiptirler. Agaricus bisporus için lezzeti temin eden maddeler 3-oktason, benzaldehit oktanol ve zokten-1 gibi maddelerdir.

Doğaldır ki kültür ve doğa mantarları türüne göre değişen bir besin değerine sahiptirler. Özellikle kültür mantarında; %92 oranında su, %3.5 protein, %0.3 yağ, %4.5 karbonhidrat, %1 mineral madde bulunur ve 272 KCal'lık bir enerji değerine sahiptir. Proteinin sindirilme değeri %72-83 arasındadır. Meyve ve sebzelerle kıyaslandığında iyi bir lizin, arginin, histidin ve threonin kaynağıdır. İnsan için gerekli tüm aminoasitleri içermesi ile beraber triptofan mikta-

rı düşüktür. Makromantarlar riboflavin, nikotik asit ve askorbik asit de içerir. Bir diğer önemli husus da konserve edildiğinde bile vitamin içeriklerinin iki ay sonra %78-85, 6-12 ay içerisinde ise %60-70 seviyesinde kalmasıdır.

Yapılan araştırmalara göre mükemmel bir folik asit kaynağı olan Agaricus bisporus mantarı, kandaki şeker seviyesini düşürdüğü ve kolesterolü azaltıcı özelliği nedeni ile kalp ve damar hastalıklarında diyet olarak kullanılabileceği tesbit edilmiştir. Mineral madde içeriği açısından da uygun bir besin olduğu ifade edilmektedir.

Yukarıda verdiğimiz çalıştığımız değerler doğada gördüğümüz ve yediğimiz diğer makromantarların besin değerleri için bir fikir verebilir; hata halkımız bunların daha lezzetli olduğuna inanır; fakat rastgele bilmediğimiz, tanımadığımız, tam görünüşü ortaya çıkmamış veya özelliklerini kaybetmiş başkaları ile karıştırılabilecek durumdaki makromantarlardan hata yapmamak için kaçınmak gerekir; çünkü bu hatanın sonucu ölümle bitebilir.

Zehirli Mantarlar

Sayıları 70 civarında olan, değişik bir takım toksik maddeleri içeren zehirli makromantarlar vardır. Bu mantarların toksinlerini yapısal açıdan iki grupta toplamak mümkündür.

I. Azot içermeyen bileşikler

a) Terpenler: Bunlardan seskiterpenler ve triterpenlere mantarlarda rastlanılmaktadır. Omphalotus olearius, Hypholoma fasciculare de bulunurlar.

b) Antrakoninler: Bunlar muhsil ve mutajenik etkili maddelerdir.

II. Azotsuz bileşikler

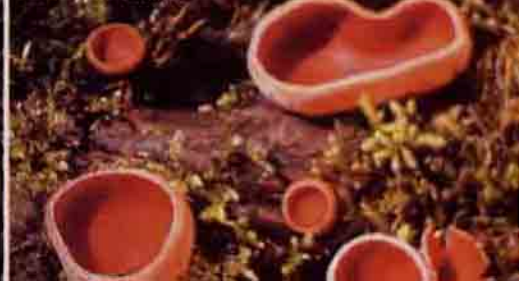
a) Oksolanlar: 5 üyeli halka içeren oksijen atomlu bileşiklerdir. Örneğin Amanita muscaria'daki muskarin.

b) Azot heterosiklik bileşikler: Bu grupta isoksazoller ve triptaminler önemlidir. Muskimol, baeosistin, psilosibin, bufotenin gibi toksik maddeler bu gruptadır. Cortinarius orellanus'taki piridin yapısındaki toksik maddeler, içinde bir N atomunun bulunduğu 6

Amanita gemmata



Sarcoscypha coccinea



üyeli bir halkaya sahiptir.

c) Amid ve peptidler: Makromantarlardaki en tehlikeli toksik bileşikler siklik, triptofan içeren oligopeptidlerdir. Amanita türlerindeki amatoksinler önemlidir.

d) N-N bağlı bileşikler: Bu yapıdaki bileşikler sıklıkla mutajenik veya karsinogeniktir. Hidrazogiromitrin, hidrojid agaritin, diazonium bileşikler ve nitroaminler bu gruptadır.

Görüldüğü gibi çok değişik toksik maddeler, zehirli türlerde bulunmaktadır. Böyle bir zehirli mantarın yenmesi durumunda, içerdiği toksine bağlı olarak zehirlenme ortaya çıkar. Bu zehirlenme çeşidine misetizm veya misetismus denir.

Bu güne kadar latent periyodun uzunluğuna ve semptomlarına göre mantar zehirlenmeleri 9 grupta toplanmıştır.

1. Falloides Sendromu: Latent periyot genellikle 8-12 saattir, sonra şiddetli kusma ve ishal, daha sonra ise karaciğer zararını gösterir belirtiler ortaya çıkar. Amanita phalloides, A. verna, A. virosa ve küçük Lepiota türlerinde (Lepiota helveola gibi), amatoksinler (a, b, g, e amanitin gibi) fallotoksinler (falloidin, fallosin gibi) ve virotoksinler (viroidin, virosin gibi) bu zehirlenmenin nedenidir.

2. Orellanus Sendromu: Latent periyot son derece uzun, genellikle günlerce sürer, sonra böbrek zararını gösterir belirtiler ve gastrointestinal bozuklukların ilk belirtileri ortaya çıkar. Cortinarius orellanus ve C. orellonoides gibi türler içerdikleri orellanın toksini ile bu tip zehirlenmeyi ortaya çıkarırlar.

3. Giromitra Sendromu: Bunu falloides sendromundan ayırtetmek çok zordur ancak zehirlenmeye neden olan mantarın gösterilmesi büyük yardımcıdır. Genellikle ilave sentral nervoz ve hemolitik belirtiler gözlemlenir. Gyromitra esculenta, Sarcosphaera crassa içerdiği giromitrin maddesinin metabolik dönüşümü bu zehirlenmeye yol açar.

4. Muskarin Sendromu: Latent periyot kısadır, gastrointestinal bozukluklar, terleme, tükürük çıkarma ve göz yaşı



Collybia dryophila

salgılanması tipiktir. Zehirlenmeye Inocybe türleri ve bazı küçük beyaz renkli Clitocybe türlerindeki muskarin toksini yol açmaktadır.

5. Pantherina Sendromu: Latent periyot kısadır, zehirlenme belirtileri alkol zehirlenmesininkine benzer, daha sonra derin uyku gelişir. Amanita muscaria, A. pantherina, A. gemmata gibi türlerin ibotenik asit, muskimol, muskazon gibi toksinleri buna nedendir.

6. Psilosibin Sendromu: Latent periyot kısadır, psikotomimetik belirtiler baskındır. LSD zehirlenmesininkine benzer. Psilosin, psilosibin ve bacosin gibi Paneolus ve Psilocybe türlerinde bulunan toksinler buna neden olur.

7. Koprinus Sendromu: Bu zehirlenme belirtileri sadece mantar yendikten sonra içilen alkollü içkilerin etkisi ile görülür, aniden kızarmak, yüzün kızarması, baş ağrısı ve ağızda metalik bir tad ortaya çıkar. Bu durumu koprin maddesi yol açar. Bu madde alkolün asetata metabolize edilmesi sırasında oluşan asetaldehitin ileri oksidasyonunu önler yani o bir karaciğer asetaldehit dehidrogenaz inhibitörü olarak rol oynar. Coprinus atramentarius ve diğer Coprinus türleri nedendir.

8. Paksillus Sendromu: Latent periyot kısadır, gastrointestinal ve hemolitik belirtiler ortaya çıkar. Zehirlenme aynı yemeği paylaşan diğer kişilerde ortaya çıkmayabilir. Bu sendrom bir besin allerjisi olarak ele alınmaktadır. Çiğ ya da iyi pişirilmemiş



Calvatia utriformis

Paxillus involutus türleri ile ortaya çıkar. Toksik madde henüz tanımlanmamıştır.

9. Gastrointestinal Sendrom: Latent periyot kısadır ve esas olarak gastrointestinal bozukluk belirtileri gözlemlenir. Boletus satanas, Russula emetica, Ramaria formosa, Agaricus xanthodermus, Lactarius helvus, Tricholoma paradinum, Omphalotus olearius, Macrolepiota venenata, Hypholoma fasciculare, Hebeloma crustuliniforme, Enteloma sinuatum gibi mantarlarda bulunan, bazıları belirli, bazıları henüz yeterince bilinmeyen maddelerden kaynaklanan bir zehirlenme tipidir.

Oldukça değişik zehirlenme tiplerine yol açan zehirli makromantarları kolayca tanımak için pratik ayırım noktalarının bulunmaması nedeni ile yabancı, bilinmeyen, tanınmayan mantarların rastgele yenmemesi gerekir. Önerimiz, ellediğinizde sararan çayır mantarları (Agaricus türleri); DDT, turp ya da meni kokusunda olan orman mantarları (Hebeloma, Inocybe, Cortinarius türleri); annulusu ve volvası olan değişik habitatlarda yetişen Amanita türlerinden kaçının şeklinde olacaktır.

Kaynaklar
Bold, C.H., Alexopoulos, J. and Delevoryas, T. Morphology of Plants and Fungi, New York, 1987.
Bori, M. The Mushrooms and Toadstools of Britain and North-Western Europe, London, 1987.
Bozok, K. Mantar Üretim Tekniği, İzmir, 1990.
Bresinsky, A. and Best, H. Poisonous Fungi, Stuttgart, 1990.
Öner, M. Mikoloji I ve II, İzmir, 1970, 1972.
Phillips, R. Mushrooms, London, 1981.
Ramsbottom, S. Mushrooms and Toadstools, London, 1989.
Ying, J., Ma, Q. and Zong, Y. Icones of Medicinal Fungi From China, Science Press, Beijing, China, 1979.



Geyik mantarı



Külür mantarı

Makromantarlar

Gördüğümüz ve bildiğimiz değişik renk ve şekillerdeki, bazılarını yediğimiz, bazılarından zehirlendiğimiz, bazılarının ise ağaçları çürüttüğünü bildiğimiz makromantarlar, yetiştiği substratın içinde (toprakta, ağaçta ya da kompostta) çok daha yaygın bir şekilde var olan mikroskobik misellerin özelleşmesi ile dokunmuş bir eşeyli üreme organıdır ve alttaki misel kısmı ile irtibatlıdır; fakat bu organlar birçok özellikleri ile ayırdedici karakterler taşıdıkları için onları teşhis eden, sınıflayan bilimadamları için vazgeçilmez unsurlardır.

Fahrettin Gücin
Uludağ Ün. Biyoloji Bölümü

MANTARLARIN canlılar arasındaki yerini incelediğimizde, onların Whittaker 1969'da önerdiği 5'li sisteme kadar Bitkiler Alemi içerisinde ve Tohumlu bitkiler ile beraber ele alındıklarını görmekteyiz. Burada bir bölüm (Division: Mycophyta) şeklinde sınıflanmışlar, spor ile üremeleri, hareketsiz olmaları, birim hücre yapısında çeper bulunması gibi nedenler ile diğer canlılar için yararlı veya zararlı olabilen bitkiler olarak kabul edilmişlerdir.

Whittaker ise, kendi düşüncesini geliştirirken 100 000 civarında bir tür çeşitliliği gösteren tüm mantarları, ayrı bir canlılar alemi oluşturduğunu kabul edip Regnum Myceteae (= Fungi) adını verdiği aleme yerleştirmiştir. İşte makromantarlar, Myceteae aleminin iki büyük grubu olan Basidiomycetes ve Ascomycetes sınıflarındaki takımlar içerisinde yer alan 3000 civarında tür ile temsil edilen, bazıları



Tavşan bereği

yene-

bilirken ba-

zıları öldürücü zehirli olan bazıları ise keyif verici kimyasallar içeren enteresan varlıklardır.

Bu durumda bir makromantar nedir diye sorarsak basit bir tanımla yapmak zor olmakla beraber başlıca karakteri şöyle söyleyebiliriz.

Heterotrofturlar; yapıları genelde ipliklidir ve bir mikroskopta bu yapının hücrelerin enine kısımları ile birleşip teşkil ettikleri hif denilen birimlerden oluştuğu görülür. Hifler diğerleri ile kaynaşarak hif yığını, yani miseli teşkil ederler. Misel genelde yaşadığı substratta uzun süreler canlı kalabilen bir yapıdır ve uç büyümesi ile gelişmesine devam eder. Uygun şartları bulunca bu misel daha özelleşerek sporokarp denilen makroskopik yapıla-



Yer yıldızı

Peziza sp.



nı verir; çoğalmaları eşeyli ve eşeysiz olarak meydana gelir ve iki durumda da spor denilen üreme birimlerini oluştururlar. Ayrıca bir hif parçası da vegetatif olarak çoğalabilir. Mikroskopik boyutlardaki sporlar çok değişik şekil ve renklerde. Sporlar ya miselin değişikliğe uğraması ile (özellikle eşeysiz üreme sırasında) ya da sporokarp denilen değişik biçimlerde ve renklerde (şemsiye, kase, beyin, yıldız, raf, top vb.) olan, zaman zaman ortaya çıkan eşeyli üreme organları üzerinde veya içinde meydana gelirler; diğer fungusların zoosporlar gibi hareketli evreleri olanları olmasına karşın, tipik olarak makromantarlar hareketlidirler, nükleusları itibarıyla eukaryotikdirler; hücre çeperi tipik olarak kitinden ve selülozdan ibarettir; klorofil olmadığı için fotosentez yapamazlar. Ancak yaşamlarını organik maddeleri parçalayan saprofitler olarak sürdürürler. Ayrıca simbiyotik tarz-



Ekolojileri

Makromantarların yetiştiği yerleri düşündüğümüzde hemen ormanlık alanları birinci sırada yer alan habitatlar olarak görürüz. Doğada makromantarlar organik madde ve rutubet bakımından zengin, orman gibi ekolojik bir ortamı tercih ederler. Ayrıca mikoriza denilen yüksek bitki-mantar ortaklığının ortaya çıkması için daha ziyade ağaçların devreye girdiğini görmekteyiz. Bu nedenle de ormanlar onların çeşit ve sayı bakımından bol olarak yetiştikleri ortamlardır.

Ancak çayır, yangına maruz kalmış alanlar, bahçelik yerler gibi diğer habitatlar da onları görmek olasıdır. Hatta "Çöl domaları" denilen bir grup, çöl ortamında bile 3'lü bir simbiyotik ilişki kurarak yaşamlarını sürdürebilir. Bu duruma örnek bizde de yetişen ve Güneydoğu Anadolu'da "Keme" diye bilinen *Terfezia* cinsi makromantarlardır. Bu mantar çöl ekolojisinde *Azotobacter chroococcum* bakterisinin gelişimini, çıkardığı sıvılar ile reşvik ederken bu bakterinin havadan tespit ettiği azottan yararlanır. Ortamda bulunan *Helianthemum* spp. türlerinin (bir-otsu bitki) kökleri ile de özel bir mikoriza kurar ve onun karbonhidratlarından yararlanıp çöl gibi bir ortamda yeterli bir miktar yağış alan yıllarda toprak altında bol olarak yetişir. Bunlar halkça aranan mantarlardır. *Helianthemum* bitkilerinin yetiştiği yerlerde, toprak üzerinde hafifçe kabarıklık oluştur-

ması nedeniyle bu mantarların yerini tesbit edebiliriz ya da bu gibi yerlere toplayıcılar sopalar ile hafifçe vurduğunda, çıkardığı özel bir ses ile yerini belli eder ve kazıldığında 3-8 cm derinlikten bu lezzetli mantar toplanır.

Bazı mantarlar ise saprofit yaşarken, uygun bir yarıdan canlı ağaçlara girip, çimlenip, misel haline geçerler ve ağaç zayıf iken paraziter davranıp ağacın odunlu kısımlarında odunu çürütüp, gelişimine devam ederler. Sanırsınız ki ağaç sağlıklıdır; ama içteki miseliyal faaliyet ile selüloz ve lignin ya beraberce ya da sadece biri çürütülüp tahrip edilir ve ağacın içi zamanla bozulur, ağaç devrilecek hale gelir ki bu sıralarda veya az öncesinde mantar sporokarlarını oluşturup ağacın gövdesi üzerinde dışarıya çıkartır ve spor üretir. Bu tip mantarlara "Kav mantarları" demektir bunlar aynı zamanda odun tahripçisi mantarlardır. Saprofit davranışları depolanmış kerestelere, hatta ahşap evlere arız olur ve zararlı olabilirler.

Böyle mantarların bir kısmı selüloz ve hemiselülozu parçalayıp lignini kısmen sindirirler ve geriye kahverengi bir artık bırakırlarken; diğerleri selüloz, hemiselüloz ve lignini aynı anda parçalayabilirler ki bunlar geriye beyaz bir artık madde bırakırlar. Birinci duruma "Kahverengi çürüklük" ikinci duruma ise "Beyaz çürüklük" diye adlandırılır.

Çayır mantarları ise çayırları, otlakları tercih ederler ve bu ortamlarda kalan miselleri ile hayatını devam ettirirler. Miseller bilindiği gibi uzun yıllar örneğin 400 yıl gibi yaşayabilir ve gittikçe yayılarak gelişimine devam eder. Hatta miselin bu gelişim tablosunu, art arda gelen yıllarda, belirli bir habitatta "Peri halkası" denilen olguda, bir daire üze-



da bir yaşamı ortaya çıkarmak üzere bazı ağaçların ya da otsu bitkilerin kökleri ile mikoriza denilen oluşumu meydana getirirler; klorofil yoktur ancak çok değişik ve zengin renkleri veren pigmentlere sahiptirler. Özellikle bu renklilik sporokarplarda gözlemlenir.

Böylece başlıca karakteristiklerini sıralamaya çalıştığımız makromantarların bir diğer önemli özelliği, bazılarının kültüre alınmış olması ve artık dünya mutfaklarında, günlük bir besin gibi tüketilir duruma gelmiş olmasıdır.



Flammulina velutipes



Coprinus comatus

rinde sıralanmış halde Agaricus, Marasmius gibi bazı cinslere ait mantarın sporokarplarını dizilmiş olarak görmek mümkündür. Eski insanlar bunu perilerin yaptıkları dansların etkisi ile açıklamışlardır; oysa bu olgu, dairenin iç kısmında kalan ve yıpranmış misellerin değil de, halka şeklinde yayılarak gelişimine devam eden genç misellerin sporokarpları oluşurmasından başka bir şey değildir. İkinci sene ve daha sonraki seneler bu peri halkasının daha da açıldığını izlemek mümkündür.

Kesitler vererek açmaya çalıştığımız ekolojilerde, geniş bir aralıkta makro-

mantarların kendisinin istediği yetişme yerlerini bulabileceklerini, kimisinin kozmopolit, kimisinin oldukça nadir, kimisinin özellikle patika yolları seçecek kadar (örneğin Coltricia perennis) seçici olduğunu görmekteyiz. Genelde ortaya çıkmak için aradıkları mevsimlerin sonbahar ve ikinci derecede ilkbahar mevsimi olduğunu görmekteyiz. Ancak uygun giden yıllarda örneğin Ege ve Akde-

niz bölgelerimizde ocak ayında bile makromantar görmek, hatta pazarda satıldığını bile görmek olasıdır. Tabi yaz aylarında Uludağ, Karadeniz dağları gibi yüksek ve nemli yerlerde de yetişirler; burada mantar için önemli olan yeterince organik maddeyi, suyu ve sıcaklığı bulabilmesidir.

Yurdumuzun makromantar florası yapılmış çalışmalarla göre özellikle Avrupa florasına benzerlik göstermektedir. Eğer bir sayı vermek gerekirse, 500 civarında türün yurdumuzda yetiştiğini tahmin ile söylemek mümkündür.

Üretimleri

Dünyada 20 civarında makromantar türünün üretimi yapılmaktadır. Bunla-

Mantarlarımız Tükeniyor mu?

Fahrettin Gücin / Uludağ Ün. Biyoloji Bölümü
Mustafa İsliloğlu / Mugla Ün. Biyoloji Bölümü

Ülkemiz sahip olduğu flora ve iklim koşulları nedeniyle değişik ortamlarda yetişen doğa mantarları yönünden oldukça zengindir. Bu nedenle yenen makromantar türleri, ülkemizin pek çok yöresinde, yetişme mevsiminde toplanarak ya yemeklik olarak kullanılır ya da ticareti yapılır. Günümüze kadar yapılan bilimsel çalışmalardan edinilen bilgiye göre 40 civarında yenen mantar türü, yemeklik olarak toplanmakta ve bunlar içinde 25'e yakın tür geofitler ve değişik çiçekli bitkiler gibi alınıp satılmaktadır. Bu türlerden bir kısmı yöre pazarlarında satılırken bir kısmı da yurt dışına ihraç edilmektedir. Türkiye'de 1990 yılında doğadan toplanan, yenen mantarların taze ve konserve olarak bazen de yoklanmış olarak 4156 tonluk satış karşılığında 2 443 452 dolar elde edilmiştir. Oysa aynı yıl, kültür mantarı konserve olarak Fransa ve İtalya'ya ancak 4.4 ton satılabilmektedir. Belli başlı türler şunlardır: Ascomycetes sınıfından Terfezia boudieri türü ve Morchella türleri ile Basidiomycetes sınıfından çeşitli Boletus türleri Cantharellus cibarius ve Craterellus comucopioides türleri.

Bu makromantarların özelliklerine gözden geçirelim:

Terfezia boudieri

Yapılan taksonomik çalışmalarda ülkemizin Ufuk, Elazığ, Malatya, Konya ve diğer bazı yörelerinde yetiştiği bilinen bu tür patates yumrusu-

na benzer fruktifikasyon organına sahip bir toprakaltı mantardır. Tohumlu bitkilerden Helianthemum salicifolium türü ile mikoriza oluşturan kumlu toprakları tercih eden bir ilkbahar türüdür. Yöre halkı tarafından topraktan sopa yardımı ile kazılarak çıkarılmakta ve toplanmaktadır. Yetiştirildiği yörelerde "Domalan", "Keme" olarak bilinen bu makromantar hem habitatlarının çoğunluğunun bazi baraj gölleri altında kalışı hem de aşırı toplanma nedeniyle ülkemizde tükenme periyoduna girmiş türlerden biridir.

Morchella türleri

20 civarında türü bilinen Morchella ülkemizde "Kuzu Göbeği" ve "Göbek" isimleri ile tanınır. Balpeteği şeklinde oyuklu olan fruktifikasyon organı ile kolayca tanınır. İlkbahar mevsiminde Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri'mizde yeterli miktarlarda yetişen bu cins üyeleri birçok yörede orman köyülerinin geçim kaynaklarından biri olarak görülmektedir. Toplanırlar 3 kg lık paketler halinde taze veya yoklanmış ya da nadiren kurutulmuş olarak ihraç etmektedirler. Aşırı toplanmanın yanında bilinçsiz toplama dolayısı tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan türlerimizdendir.

Boletus türleri

Değişik ağaç türleri ile simbiyotik yaşayan, yani mikoriza oluşturan Boletus türleri sapka altlarının porlu ve etli kısımlarının yumuşak oluşu ve toprakta yetismeleri ile tanınırlar. Kurutulup çorba yapımında kullanılır. Bu mikor fungus türleri özellikle Marmara Bölgesi halkı tarafından toplanarak satılmaktadır. Boletus edulis, bu türler içinde en önemlisidir. Aheilat sahmura ya da konserve veya şoklama ile bunları işledikten sonra ya da kurularak ihraç etmektedirler.

Cantharellus cibarius

Humi şeklindeki kahverengi fruktifikasyon

organı horazanı andırır. Çok tipik görünüşü nedeniyle kolayca tanınır. Ülkemizde sonbahar ve kış aylarında yetişen bu tür, yetiştiği yörelerden toplanıp Cantharellus cibarius gibi dışarıya satılmaktadır.

Makromantarların Korunması

Terfezia boudieri ve Morchella türleri için durumu oldukça kritiktir. Ascomycetes sınıfından olan bu türlerde spor olgunlaşması hem çok geçtir, hem de az sayıda spor meydana getirilir. Terfezia boudieri de yeni bireylerin oluşması için mantarın gelişimini tamamladıktan sonra çeşitli faktörlerle parçalanıp sporlarını yayması gerekir; oysa yapılan gözlemlerde bu türün bir tek sporunu bile toprağa bırakmadan toplandığı görülmüştür. Yetiştirildiği yörelerden kuvalar dolusu toplanarak çoğunlukla Azap ülkelerine satılan bu tür aşırı toplanma nedeniyle yok olma tehlikesi içindedir. Ayrıca yetiştiği ortamların bir kısmı barajlarımızın sulan altında kalmıştır. Morchella türleri için daha ciddi boyutlardadır. Aşırı toplanmanın yanında, bilinçsiz toplama dolayısı günden güne azalmaktadır.

Nitekim yapılan gözlemlere ve köylü halktan alınan bilgiye göre yetişme miktarı yıldan yıla azalmaktadır. Bu azalmada mantarın daha küçük iken, sporları olgunlaşmadan toplanması ve halk arasında "Mantarın Kökü" tabir edilen toprak içindeki yaşam döngüsünde gerekli bir yapı olan ve mantarın üzerinden çıktığı "Sklerostium" denen yapı ile birlikte toplanması olumsuz yönde etkilidir. Bu nedenle yöresel halkın, mantar toplayıcıları ve mantar ticareti ile uğraşanların mantar toplama yöntemleri konusunda aydınlatılmalı ve aşırı toplanmanın önlenmesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

rın başında Agaricus (Çayır mantarları) ve Pleurotus türleri (Kavak, Kayın mantarları), Lentinus ododes, Volvariella volvacea gelir. Dünya'da ve yurdumuzda Agaricus bisporus türü en çok yetiştirilen makromantardır. Bu nedenle kısaca bu türün yetiştirilmesindeki temel işlemlere değinelim. Agaricus bisporus yetiştiriciliğinde 3 ana evreden bahsedilir.

1. Yetiştirme ortamı (= kompost) hazırlanması,
2. Tohumluk miselin ekimi ve misel ön gelişim evresi.
3. Hasat evresidir.

Her evrede uygulanacak işlemler farklıdır. Önce kompost karışımı hazırlanır. Burada özellikle samana ilave edilen katkı ve aktivatör maddeler ile yaklaşık 15-10 gün kadar uygulanan yöntem ve mevsime göre su ile ıslanıp hazırlanan kompost 106 x 1.6 m boyutlarda yığın yapılır. Bu yığın içinde başlayan mikrobiyal fermentasyon faaliyet ile yığın içindeki sıcaklık artar ve böylece fermentasyona uğratılan kompost 3-4 günlük süreler ile 4-5 defa aktararak havalandırılır ve gırtlıkçe küçülen yığınlar oluşturulur. I. fermentasyon evresi bu şekilde tamamlandığında kompostta %70 civarında su ve bariz bir amonyak kokusu dikkati çeker. Daha sonra kompost kütle halinde pastörize edilir; burada amaç zararlılar ve hastalık etmenlerini elemine edip, kompostu teşvik edilen termofilik mikroorganizmalar yardımı ile olgunlaştırmaktır. Pastörizasyon odasında kompost canlı buhar verilip 60°C civarında bir kaç saat bırakılır daha sonra sıcaklık 50-55°C arasında 5 gün devam ettirilir ve arasıra taze hava ile havalandırılır. Sonuçta kompostta koyu kahverengi bir renk, ele yapışmayan, kirlenmeyen bir durum, %64-68 nem, amonyak kokusu olmayan bir yapı oluşmalıdır.

Bu şekilde kompostun hazırlanması gerçekleşir. Fakat pastörizasyon olanağı yok ise kimyasal yoldan kompost hazırlanabilir. Bu işlemler 30 gün civarında bir zaman alabilir.

İkinci evrede kompost, kasalara, raflar veya plastik torbalara tohumluk misel ile karıştırılarak (ekim yapılarak) doldurulur. Ön gelişim evresine geçilir. Bu evrede havalandırmaya gerek yoktur. Kompost sıcaklığı 21°C civarında

(gerekirse oda ısıtılarak) tutulur. Kompostun tamamen misel ile sarılması beklenir. 10-15 gün sonra kompostun üzeri düzeltilip, örtü toprağı denilen (3-5 cm kalınlıkta) turbo toprağı ile (sporo-karpların oluşmasını teşvik etmek için) örtülür. Örtü toprağı da misel ile sarıldıktan sonra kuvvetli bir havalandırma yapılır. Kompost sıcaklığı da 18-19°C'ye düşürülür. Bu işlemler yaklaşık 30 gün kadar bir süre alabilir.

Üçüncü evreye böylece geçilmiş olur. Ancak bu evrenin ilk günlerinde sulama yapılmalıdır. Sulama bir kilo mantara 1-2 kg suyu, yavaş yavaş vermek suretiyle yapılır. Mantar taslakları bir bezelye tanesi büyüklüğüne ulaşınca kadar sulamaya dikkat edilmeli ve bu sırada su gereksiniminin arttığı bilinmelidir. Üçüncü evrede havalandırmaya özen gösterip, sıcaklık 18-19°C'den yukarıya çıkartılmadan ve rüzgar oluşturmada yapılmalıdır. Böylelikle hasat evresinde mantarlar 4-5 defa flaş yaparak gelişirler ve hasat edilirler. Doğaldır ki bu işlemler sırasında rutin olarak veya ihtiyacın görülmesine bağlı olarak ilaçlamalar gerekebilir. Bir diğer önemli husus da, belli bir takım hijyenik kurallara uyulmasıdır. Eğer kısaca anlatmaya çalıştığımız işlemler başarılabilmişse, 30-40 gün süresince 1 m² yetiştirme ortamından 2,5-4 (hatta 5 kg) mantar hasat edilebilir.

Artık ikinci bir sürece geçilebilir ve eğer yetiştirme biriminde uygun hava-



Sümüklü mantar



Oudemansiella mucida

landırma koşullarını hazırlamışsanız, bir yılda aynı yerden 4 defa mantar yetiştirmeniz mümkündür.

Her canlının olduğu gibi kültür mantarlarında hastalıkları zararları vardır. Genel ifadeyle, komposttaki eksikliklerin veya hataların yüzdesi ile bunların ortaya çıkması olasılığı doğru orantılıdır. Ayrıca iyi bir kompost hazırlamanın yanısıra hijyenik önlemlere de son derece titiz bir şekilde uyulmalıdır.

Makromantarların Önemleri

Makromantarlar denilince akla ilk olarak zehirli mantarlar daha sonra yenilebilir mantarlar gelir. Aslında bu özelliklerdir onları güncel kılan; ancak doğadaki pozisyonları gözönüne alındığında onları daha önemli kılan özellikleri ise, ölü veya canlı organik maddeleri parçala-



Kuzu göbeği



Mercan mantarı

ya-
r a k
karbon ve
azot devrinin
devamında diğer mikroorganizmalar ile
beraber büyük bir rol oynamalarıdır.

Ayrıca yüksek bitkilerin köklerine girmek suretiyle oluşturdıkları mikoriza denilen yapı açısından da önemlidir; çünkü böyle bir ortaklık kurulduğunda mutallistik bir simbiyoz söz konusu olur. Yapılan araştırmalara göre mikorizalı bitkiler fosfor, kalsiyum ve potasyumu daha fazla miktarlarda alırlar. Bu avantaj onlara miselleri sayesinde sağlanır. Ayrıca hifler, bazı hormonları bitkiye sağlarlar. Mantar ise bu ortaklıklardan şekerler ve bazı mikroüritenleri sağlar. Bu oluşum hem Ascomycetes hem de Basidiomycetes sınıfına ait türlerde görülebilir.

Odun tahrirçisi olarak belirttiğimiz makromantarlar ise, gerek canlı gerekse ölü ağaçlar ve onlardan hazırlanan kereste, ahşap malzeme gibi nesneleri zarara uğrattığı, verimi azalttığı, mobilyalık kerestelerde bozulmalara neden olduğu için mücadele edilmesi gerekli bir gruptur; aksi bir durumda büyük ekonomik kayıplara yol açar ve odunlu bitkileri tehdit ederler.

Makromantarlar halk hekimliğinde de önemli bir yer almışlardır; özellikle Çin gibi Uzak Doğu ülkelerinde şimdilerde bile doktor reçetelerine giren makromantarlardan hazırlanmış droglara ve preparatlara rastlamak olasıdır. Meksika gibi bazı Orta ve Güney Amerika ülkelerinde ise bazı makromantarların heykelleri yapılmıştır. Hatta yine bu ülkelerde, Panaeolus ve Psilocybe türleri, içerdikleri psilosibin ve psilosin maddelerinin LSD'ye benzer bir etki göstermelerinden dolayı tarih boyunca keyif verici olarak ve bazı dini törenlerde kullanılmışlardır. Bu maddelerin bilimsel olarak yapılarının ve etkilerinin açıklandığı yıllarda, özellikle Amerikalı gençlerin üzerinde bir heyecan dalgası oluşmuş ve gençler kitleleri ha-

linde, cezbedilmiş olarak parklarda, bahçelerde bu mantarları aradıkları gözlenmiştir.

Tarih boyunca makromantarların tıbbi amaçlar ile kullanıldığını söylemiştik; örneğin Terfezia (Keme) mantarlarının usaresinin gözün iltahabi hastalıkları için kullanıldığı bilinmektedir. Bugün bu mantarın kornea ve göz içi enfeksiyonlarda etken olabilen Staphylococcus aureus'un gelişimini engelleyici etkisi gösterilmiştir. Çinliler Agaricus bisporus (Kültür mantarı)'u sindirim bozukluklarının tedavisinde kullanmışlardır; çünkü bu mantar tripsin, maltoz ve proteolitik enzimleri içermektedir. Bugün dahi eczanelerde satıldığı bildirilen Ganoderma lucidum'un (Kav mantarı) eski Çinde ölümsüzlük mantarı veya kutsal güce sahip bir mantar olduğuna inanılmış; baş dönmesi, kronik hepatit, uykusuzluk, pyelonefrit, kolesterol yüksekliği, hipertansiyon, kronik bronşiyal astım, rinit, duodenal ülser gibi birçok hastalık için tedavi edici olarak kullanılmıştır. Ayrıca antitümoral etkileri olan birçok makromantarların üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

Besin Olarak Makromantarlar

Yenen mantarlar için et kadar lezzetli denilir. Protein yüzdesi açısından bakılırsa elbette ete ulaşamazlar; ancak et lezzetli kılan bazı maddelere sahiptirler. Agaricus bisporus için lezzeti temin eden maddeler 3-oktason, benzaldehit oktanol ve zokten-1 gibi maddelerdir.

Doğaldır ki kültür ve doğa mantarları türüne göre değişen bir besin değerine sahiptirler. Özellikle kültür mantarında; %92 oranında su, %3.5 protein, %0.3 yağ, %4.5 karbonhidrat, %1 mineral madde bulunur ve 272 KCal'lık bir enerji değerine sahiptir. Proteinin sindirilme değeri %72-83 arasındadır. Meyve ve sebzelerle kıyaslandığında iyi bir lizin, arginin, histidin ve threonin kaynağıdır. İnsan için gerekli tüm aminoasitleri içermesi ile beraber triptofan mikta-

rı düşüktür. Makromantarlar riboflavin, nikotik asit ve askorbik asit de içerir. Bir diğer önemli husus da konserve edildiğinde bile vitamin içeriklerinin iki ay sonra %78-85, 6-12 ay içerisinde ise %60-70 seviyesinde kalmasıdır.

Yapılan araştırmalara göre mükemmel bir folik asit kaynağı olan Agaricus bisporus mantarı, kandaki şeker seviyesini düşürdüğü ve kolesterolü azaltıcı özelliği nedeni ile kalp ve damar hastalıklarında diyet olarak kullanılabileceği tesbit edilmiştir. Mineral madde içeriği açısından da uygun bir besin olduğu ifade edilmektedir.

Yukarıda verdiğimiz çalıştığımız değerler doğada gördüğümüz ve yediğimiz diğer makromantarların besin değerleri için bir fikir verebilir; hata halkımız bunların daha lezzetli olduğuna inanır; fakat rastgele bilmediğimiz, tanımadığımız, tam görünüşü ortaya çıkmamış veya özelliklerini kaybetmiş başkaları ile karıştırılabilecek durumdaki makromantarlardan hata yapmamak için kaçınmak gerekir; çünkü bu hatanın sonucu ölümle bitebilir.

Zehirli Mantarlar

Sayıları 70 civarında olan, değişik bir takım toksik maddeleri içeren zehirli makromantarlar vardır. Bu mantarların toksinlerini yapısal açıdan iki grupta toplamak mümkündür.

I. Azot içermeyen bileşikler

a) Terpenler: Bunlardan seskiterpenler ve triterpenlere mantarlarda rastlanılmaktadır. Omphalotus olearius, Hypholoma fasciculare de bulunurlar.

b) Antrakoninler: Bunlar muhsil ve mutajenik etkili maddelerdir.

II. Azotsuz bileşikler

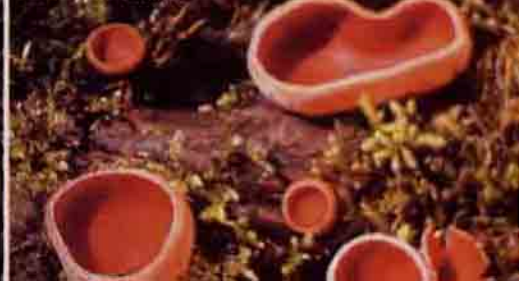
a) Oksolanlar: 5 üyeli halka içeren oksijen atomlu bileşiklerdir. Örneğin Amanita muscaria'daki muskarin.

b) Azot heterosiklik bileşikler: Bu grupta isoksazoller ve triptaminler önemlidir. Muskimol, baeosistin, psilosibin, bufotenin gibi toksik maddeler bu gruptadır. Cortinarius orellanus'taki piridin yapısındaki toksik maddeler, içinde bir N atomunun bulunduğu 6

Amanita gemmata



Sarcoscypha coccinea



üyeli bir halkaya sahiptir.

c) Amid ve peptidler: Makromantarlardaki en tehlikeli toksik bileşikler siklik, triptofan içeren oligopeptidlerdir. Amanita türlerindeki amatoksinler önemlidir.

d) N-N bağlı bileşikler: Bu yapıdaki bileşikler sıklıkla mutajenik veya karsinogeniktir. Hidrazogiromitrin, hidrojid agaritin, diazonium bileşikler ve nitroaminler bu gruptadır.

Görüldüğü gibi çok değişik toksik maddeler, zehirli türlerde bulunmaktadır. Böyle bir zehirli mantarın yenmesi durumunda, içerdiği toksine bağlı olarak zehirlenme ortaya çıkar. Bu zehirlenme çeşidine misetizm veya misetismus denir.

Bu güne kadar latent periyodun uzunluğuna ve semptomlarına göre mantar zehirlenmeleri 9 grupta toplanmıştır.

1. Falloides Sendromu: Latent periyot genellikle 8-12 saattir, sonra şiddetli kusma ve ishal, daha sonra ise karaciğer zararını gösterir belirtiler ortaya çıkar. Amanita phalloides, A. verna, A. virosa ve küçük Lepiota türlerinde (Lepiota helveola gibi), amatoksinler (a, b, g, e amanitin gibi) fallotoksinler (falloidin, fallosin gibi) ve virotoksinler (viroidin, virosin gibi) bu zehirlenmenin nedenidir.

2. Orellanus Sendromu: Latent periyot son derece uzun, genellikle günlerce sürer, sonra böbrek zararını gösterir belirtiler ve gastrointestinal bozuklukların ilk belirtileri ortaya çıkar. Cortinarius orellanus ve C. orellonoides gibi türler içerdikleri orellanın toksini ile bu tip zehirlenmeyi ortaya çıkarırlar.

3. Giromitra Sendromu: Bunu falloides sendromundan ayırtetmek çok zordur ancak zehirlenmeye neden olan mantarın gösterilmesi büyük yardımcıdır. Genellikle ilave sentral nervoz ve hemolitik belirtiler gözlemlenir. Gyromitra esculenta, Sarcosphaera crassa içerdiği giromitrin maddesinin metabolik dönüşümü bu zehirlenmeye yol açar.

4. Muskarin Sendromu: Latent periyot kısadır, gastrointestinal bozukluklar, terleme, tükürük çıkarma ve göz yaşı



Collybia dryophila

salgılanması tipiktir. Zehirlenmeye Inocybe türleri ve bazı küçük beyaz renkli Clitocybe türlerindeki muskarin toksini yol açmaktadır.

5. Pantherina Sendromu: Latent periyot kısadır, zehirlenme belirtileri alkol zehirlenmesininkine benzer, daha sonra derin uyku gelişir. Amanita muscaria, A. pantherina, A. gemmata gibi türlerin ibotenik asit, muskimol, muskazon gibi toksinleri buna nedendir.

6. Psilosibin Sendromu: Latent periyot kısadır, psikotomimetik belirtiler baskındır. LSD zehirlenmesininkine benzer. Psilosin, psilosibin ve bacosin gibi Paneolus ve Psilocybe türlerinde bulunan toksinler buna neden olur.

7. Koprinus Sendromu: Bu zehirlenme belirtileri sadece mantar yendikten sonra içilen alkollü içkilerin etkisi ile görülür, aniden kızarmak, yüzün kızarması, baş ağrısı ve ağızda metalik bir tad ortaya çıkar. Bu durumu koprin maddesi yol açar. Bu madde alkolün asetata metabolize edilmesi sırasında oluşan asetaldehitin ileri oksidasyonunu önler yani o bir karaciğer asetaldehit dehidrogenaz inhibitörü olarak rol oynar. Coprinus atramentarius ve diğer Coprinus türleri nedendir.

8. Paksillus Sendromu: Latent periyot kısadır, gastrointestinal ve hemolitik belirtiler ortaya çıkar. Zehirlenme aynı yemeği paylaşan diğer kişilerde ortaya çıkmayabilir. Bu sendrom bir besin allerjisi olarak ele alınmaktadır. Çiğ ya da iyi pişirilmemiş



Calvatia utriformis

Paxillus involutus türleri ile ortaya çıkar. Toksik madde henüz tanımlanmamıştır.

9. Gastrointestinal Sendrom: Latent periyot kısadır ve esas olarak gastrointestinal bozukluk belirtileri gözlemlenir. Boletus satanas, Russula emetica, Ramaria formosa, Agaricus xanthodermus, Lactarius helvus, Tricholoma paradinum, Omphalotus olearius, Macrolepiota venenata, Hypholoma fasciculare, Hebeloma crustuliniforme, Enteloma sinuatum gibi mantarlarda bulunan, bazıları belirli, bazıları henüz yeterince bilinmeyen maddelerden kaynaklanan bir zehirlenme tipidir.

Oldukça değişik zehirlenme tiplerine yol açan zehirli makromantarları kolayca tanımak için pratik ayırım noktalarının bulunmaması nedeni ile yabancı, bilinmeyen, tanınmayan mantarların rastgele yenmemesi gerekir. Önerimiz, ellediğinizde sararan çayır mantarları (Agaricus türleri); DDT, turp ya da meni kokusunda olan orman mantarları (Hebeloma, Inocybe, Cortinarius türleri); annulusu ve volvası olan değişik habitatlarda yetişen Amanita türlerinden kaçının şeklinde olacaktır.

Kaynaklar
Bold, C.H., Alexopoulos, J. and Delevoryas, T. Morphology of Plants and Fungi, New York, 1987.
Bori, M. The Mushrooms and Toadstools of Britain and North-Western Europe, London, 1987.
Bozok, K. Mantar Üretim Tekniği, İzmir, 1990.
Bresinsky, A. and Best, H. Poisonous Fungi, Stuttgart, 1990.
Öner, M. Mikoloji I ve II, İzmir, 1970, 1972.
Phillips, R. Mushrooms, London, 1981.
Ramsbottom, S. Mushrooms and Toadstools, London, 1989.
Ying, J., Ma, Q. and Zong, Y. Icones of Medicinal Fungi From China, Science Press, Beijing, China, 1979.



Geyik mantarı



Külür mantarı

Türkiye Florası



Agaricus bitorquis “Çayır Mantarı” Agaricales/Agaricaceae

En kalitelili yenen türlerden biridir. Bilhassa ilkbaharda, özellikle Eskişehir Çifteler, Bursa Yenisehir civarında toplanıp satılır. Buradan Ankara gibi büyük şehirlere de gönderilir. Kısa sap üzerinde çift halka yapması tipik özelliğidir. Bu özelliğinden dolayı annulus ve volva varmış gibi görülebilir. Ancak karnellerinin kahverengi olması ile Amanita'lardan ayırt edilebilir. Ancak karnellerinin kahverengi olması ile Amanita'lardan ayırt edilebilir.

Şapka, 4-10 cm çapında, konveks veya düzgün, gimsi kahverengidir. Fibröz yapadadır, mantar yaşlandıkça biraz parçalanma göstermektedir. Şapka merkezden baskılır. Lameller, sapla serbest tarzda bağlanır, başlangıçta kırmızı pembe sarıdan yani olgunlaşınca koyu çikolata rengindedir.

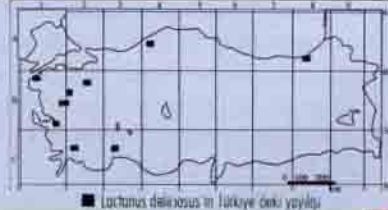


Sap, 2.5-5 cm uzunluğunda, 1-3 cm kalınlığında, kısa, düzgün ve beyazımsıdır. Çift annulus taşır ve bunlar orta kısımlardadır. Spor, 5-6 x 4-5 m, yuvarlakta oval, düzgün, morumsu kahverengi renktedir. Spor baskısı siyahımsı-kahverengidir.

Bahçelerde ve yal kenarlarında, tek veya bir arada çayırda yetişir. Mayıs'tan haziran sonuna kadar, aynı zamanda da eylül ve kasım'da ortaya çıkar. Bursa Yenisehir, Karacabey ilçelerinde ve Eskişehirin Çifteler ilçesine bağlı köylerde yetişmektedir.

Lactarius deliciosus “Melki”, “Çam Melkisi”, “Çantar”, “Karıncı” Russulales/Russulaceae

Mantar halk arasında “Melki”, “Çam Melkisi”, “Çantar”, “Karıncı” gibi isimlerle tanınmaktadır. Pazarda satılmakta ve halk tarafından rağbet görmektedir. Mantarın ezilmesi ve kınmasıyla turuncu renkli tatlı bir süt çıkar. Bu sütün rengi bazı varyetelerde değişebilir. Mantarın ezilmesiyle bir meyve kokusu gelir. Şapka, 3-10 cm çapında, kenarları aşağıya doğru kıvrılır. Renk, kırmızıdan turuncuya veya sarımsı turuncuya kadar değişir. Mantar üzerinde yaşlandıkça veya azaldıkça ortaya çıkan yeşil lekelerin bulunması tipik özelliğidir. Şapkada dairesel halkalar bulunur. Kenarları sık labludur. Şapka gençken yarım küre şeklinde, yaşlandıkça hafif çukurlu olup, en sonunda huni şeklini alır. Lameller, sapla subdekkurent bir tarzda bağlanır. Gençken krem renginde olmasına rağmen, jirillece koyulaşır ve şapka ile



aynı rengi alır. Sap, 3-7 cm uzunluğunda, 1-2.5 cm kalınlıkta, beyazımsı veya soluk sarımsı turuncu renktedir ve üzerinde kahverengi oyuk ya da çukur kısımlar bulunur. Sapın içi gençlerde dolu, gelişmişlerde ise içi oyuk bir haldedir. Spor, 7-10 x 6-7 m, amiloid tipte, silindriktir. Spor baskısı parlak krem rengindedir. Çamgillerin altında, özellikle çamlar altında, nötr ve kalkatli topraklarda görülür. Çıkış mevsimleri sonbahar aylarıdır. Genelde ekim, kışın hatta Ege'de aralık, ocak aylarında bile görülür. Çanakkale, İzmir, Manisa, Bursa, Balıkesir, Muğla, Antalya, Bolu, Trabzon ve diğer bazı illerimizde de

ortaya çıkan yaygın bir türdür. Mantarın sütünde yapılan analizlere göre “Lactariviolin” antibiyotigi tesbit edilmiştir. Bu antibiyotigin Mycobacterium tuberculosis üzerine etken olduğu bildirilmiştir.

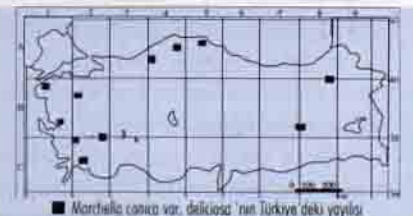


Morchella conica var. deliciosa “Kuzu Göbeği”, “Kuzu Mantarı”, “Göbek” Pezizales/Morchellaceae

Anadoluda özellikle Ege, Marmara ve Akdeniz Bölgeleri'nde halk tarafından “Kuzu Göbeği”, “Göbek”, “Kuzu Mantarı” gibi adlarla anılıp büyük oranda tüketilmektedir. Çok lezzetlidir. Ayrıca bu mantar dış ülkelere yur-

dumundan ihraç edilmektedir.

Şapka: 3-6 x 2-2.5 cm boyutlarında, tepe kısmı küp, konik ile yarı konik arasıdır. Şapka topki bir beyin görünümündedir. Şapka üzerindeki çukurlar dörtgen olup, kahverengidir. Kaburgamsı çıkıntılar boylamasına dizilmiş veya dağınık olarak bağlanmışlardır. Alveolleri oluşturan çıkıntılar 2-3 mm yüksekliğindedir. Sap, 3-5 x 1.2-2.5 cm boyutlarında, beyazımsı veya açık sarı renklidir ve tabanda genişler. İki oyuk olup yüzeyi pürüzlüdür. Sap içindeki boşluk şapkada da devam eder. Spor, 12-13.5 x 22-22.75 m, elips şeklinde ve renksizdir. Spor baskısı beyaz veya krem rengidir.



Genellikle çam ormanlarında ayrıca elma, armut gibi ağaçların diplerinde, çukullu topraklarda, yarımsı alan alanlarda yetişir. Çıkma mevsimleri genelde ilkbahar olup, Nisan-Haziran aylarıdır. Yurdumuzda Sinop, Kastamonu, Balıkesir, Denizli, Aydın ve Bolu illeri çevrelerinde hatta Erzurum, Elazığ gibi doğu illerimizde yetişmektedir. İzmir Bergama - Kazak yaylasında, Çanakkale, Muğla, Balıkesir civarlarında daha bol yetiştiği için bu yörelerde saz konusu aylarda yoğun bir toplama yapılmaktadır.

Mantar sindirim bozukluğu-na iyi gelir. Aşırı bolgama ve nefes darlığına azaltır. İnsan metabolizması için gerekli olan 7 esansiyel amino asit içerir.



Macrolepiota procera

"Dede Mantarı", "Dedebörük", "Ehebörük"

Agaricales/Agaricaceae

Bu mantar halk arasında özellikle yurdumuzda Bursa çevresinde yukarıdaki isimler ile tanınmakta ve pazarda satılmaktadır.

Şapka, 10-25 cm çapında, olgun halde şemsiye şeklinde, genç iken ovaldır. Samsı beyaz bir zemin üstünde opak katveengi iç içe dairesel dizilmiş küçük pullar görülür. Mantarın yaşı ilerledikçe şapka tabak şeklinde açılarak, merkezinde koyu kahverengi büyük bir pıknıtlı kısım oluşur. Şapka kenarlarında zamansız artıklar görülür. Lamelleri, serbest, eni 10-15 mm olup, başta beyaz daha sonra sarımsıdır. Sap, 15-20 cm boyunda, 1-2 cm çapında, samsı-beyaz renktedir. Mantar gençken iç kısmı siyahtır ama mantar yaşlandıkça içi ayıklanmaya başlar ve sonunda boru şeklini alır. Sapın üst kısmında hareketli olan zarsı bir annulus taşır. Bunun altında sap kısmında beyaz zemin üzerinde kahverengi zonlar bulunur. Spor, 10 x 15-17.5 µm, hyalin ve düzgün, ovoid ve

ya geniş elips şeklindedir. Spor baskısı beyazdır.

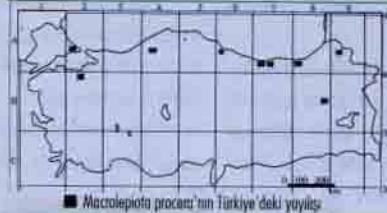
Geniş yapraklı ağaçların ormanlarında çamıklarda özellikle yam gölgelik yerlerde, kumlu ve humuslu topraklarda yetişir ve özellikle sonbahar aylarında ortaya çıkar. Yurdumuzda İstanbul, Bolu, Bursa, Giresun, Trabzon, Artvin, ordu, Samsun ve Erzurum illeri çevresinde yetişmektedir. Yaygın bir türdür.

Bu mantar 18 çeşit amino asit içermektedir. Bunlardan 8 tanesi hayat için çok önemli olan esansiyel amino asitlerdir. Bunlar; isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, tryptophan, valine. Ayrıca bu mantar sindirime yardım için hazımsızlıkta kullanılır.

Macrolepiota procera mantarının kimyasal analizi sonucunda %86.3 su, %13.7 kuru madde,



%1.28 kül, %0.84 ham yağ, %5.95 ham protein, %1.69 hem selüloz, %3.94 karbonhidrat belirlenmiştir.



Macrolepiota procera'nın Türkiye'deki yayılışı



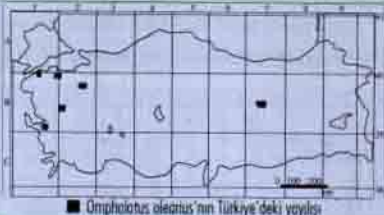
Omphalotus olearius

"Ağulu Mantar"

Agaricales/Tricholomataceae

Zehirli bir tür olan bu mantar, yurdumuzda yetişen "Cüce kız, Meşe mantarı, Haroz mantarı" olarak tanınan Cantharellus cibarius ile karıştırılabilir. Fakat bu tür daha yumurtası sarımsı, üzeri yağlımsı gibi, lamellerinin çatallı ve aralarının bariyerli olmasıyla ayırt edilir.

Şapka, 7-10 cm, konveks, sonra hani biçimli, üst yüzü portakal sarısı,



Omphalotus olearius'nın Türkiye'deki yayılışı

ipek gibi parlak, dalgıç, yaşlarda potokalmış-kahverengidir. Kenarları içe kıvrık, ince ve andürlü olup, şapkanın diğer kısımları ile aynı renkte fakat yaşlandıkça kahverengileşir.

Lameller, değişik uzunlukta, eşit değil, sık, yaklaşık 5-6 mm arında, ince, sapa dokunarak olarak bağlanır. Samsı turuncu renkli, parlak, kenarları akut, genellikle diğer kısımlara rağmen daha koyudur. Taze mantarlarda lameller üzerinde biken spor tozları, çoğu kez kanamakta lüminesans etki gösterir.

Sap, 7-15 x 1-2 cm olup, silindirik, dibe doğru biraz inciyerek devam



eder, şapkaya doğru çoğu kez eksantrik olarak bükü, sıkı yapılı, içi dolu, lifsi, lamellerle aynı renktedir. Spor, 6,25 x 5,5 µm, renksiz, subgloboz, cidarı düzgün, amiloid değildir. Yaz başından sonbahar sonlarına kadar bilhassa yapraklı ağaçların kütükleri üzerinde gruplar halinde ortaya çıkar. Özellikle zeytin ağaçları üzerinde görülen bu mantar Quercus sp. kütükleri üzerinde tespit edilmiştir. Zehirlenme olaylarında belirtiler, sindirinden sonra 30 dakika ile 3 saat arasında ortaya çıkar. Ağrı ve şiddetli mide bulantısı, kusma, ishal ve karın ağrısı tipiktir. Bunlara kaveten telenje, tükürük, göz yaşı ve bronş salgılarında artma, bronkospazm, miyos, görme bulanıklığı, hipotansiyon ve bradikardi gibi belirtiler görülür.

Antibakteriyal etkilerinin araştırılması sırasında bu mantarın kültür ortamından illudin S ve M diye adlandırılan iki bilesik izole edilmiştir. Bunlar toksik ve antibakteriyal aktiviteye sahiptirler. Bu maddelerin daha sonra antitumoral aktiviteye de sahip olabildiği anlaşılmıştır. Illudin S ve M'nin Plasmodium gallinaceum'a karşı antiprotozoal aktivitesi de bulunmaktadır.

Bu mantar, İzmir, Manisa, Bursa, Çanakkale, Balıkesir, Elazığ gibi illerimizde yetişen yaygın bir türdür.

Lepiota bruno-incarnata

Agaricales/Lepiotaceae

Tehlikeli ve öldürücü zehirli olan bu mantar ağır zehirlenme olaylarına neden olmaktadır. Şapka, 3,5 cm çapında küresel, biraz dışbükey, mantar olgunlaştıkça düzlemsel bir hal alır. Kenarları ince olup, eğik değildir. Küçük yapraklı kurudur. Şapkanın merkezinde konsantrik durumlarda kestane renkli pullar bulunması tipik olup, şapkanın rengi kumumsıdır.

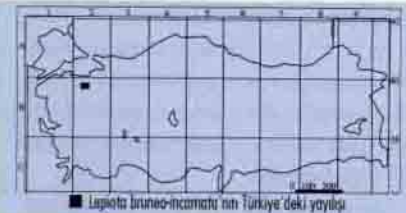
Lamelleri, sıkı düzlidir, 5-10 mm, geniş, nazık ve sapa kadar ulaşır. Renk beyazımsıdır. Sap, 3 x 0,6 cm, şapkadon aykırıdır. Bazen istile ve altı



biraz daralabilir, sap lamellerin altında vazo şeklindedir. Üst tarafı beyaz, pembemsi, halkasının altında ise çok zayıf ve zikzak düzleşmiş kırmızımsı kabaklar bulunur. Şaplamda ortaya yakın bir yerde annulus bulunmaktadır. Fakat bu annulus mantar yaşlandıkça kaybolur. Yani kalıcı değildir.

Spor, 12,5 x 7-7,5 µm, beyaz, granüllüdür. Yazın ve sonbaharda, lavuz kenarlarında, parklarda, yol kenarlarında, otlatı arasında, yaprak altlarında bulunur. Genellikle bol yağışlı mevsimlerde yaygın olarak görülür.

Falloides zehirlenmesi tipine yol açan umutoksinlerin ilavisi eder. Zehirlenme de semptomlar 6-24 saat sonra başlamakta ve falloidininkini enderlenmektedir. Bu



Lepiota bruno-incarnata'nın Türkiye'deki yayılışı

semptomlar, karın ağrısı, bulantı, kusma ve ishal şeklindedir. Zehirlenmede önce kısa bir hafifleme görülür, sonra ağır tektonlar, karaciğer görevini yapamaz duruma gelir. Ayrıca böbrekler zayıflar. Nihayetinde komadan sonra genellikle ölüm görülür. Şu ana kadar sadece Bursa'da yetiştiği bildirilmiştir.

F. Gücin, B. Dülger

Kaynaklar

- Bon, M. The Mushrooms and Toadstools of Britain and North-Western Europe, London, 1987.
- Gücin, F. Elazığ'da Sınırları İçinde Yaşayan Makromantarlar Üzerine Taksonomik Bir Araştırma, İzmir, 1983.
- Phillips, R. Mushrooms, London, 1981.
- Ramsbottom, S. Mushrooms and Toadstools, London, 1989.
- Yen, J., Mao, X., Ma, Q. and Zang, Y. Icons of medicinal Fungi from China, Science Press, Beijing, China, 1979.

Türkiye Florası

Ülkemiz sularında bol miktarda bulunan ve ekonomide önem taşıyan İlkel Su Bitkileri Algler, Bilim ve Teknik Dergisi'nin 322. (Eylül 1994) sayısında konu olarak ele alınmış, ancak tür örneklerinin tanıtımı, fotoğraf eksikliği nedeniyle yapılamamıştı. Alglerden beşinin tanıtıldığı konuya ilişkin Türkiye Florası'nı bu sayıda yayınlıyoruz.

Ulva lactuca

"Deniz marulu, Deniz salatası"

Ulvales/ Ulvaceae

Deniz marulu olarak bilinen bu türün bilimsel adlandırılması 1753 yılında yapılmıştır. O günden beri ismi değişmeyen algler arasındadır ve Linnaeus tarafından "Spec. Plant II'nin 1163'üncü sayfasında yayınlanmıştır.

Renkleri sarımsı-yeşil ya da yeşile dek değişebilen, küçük tutunucu bir disk ile zemine bağlanan, bazen bir tane geniş yapraklı yapıya sahip alglerdir. Tallusun kenarları hafif kıvrımlı, düzensiz lobludur. Yapısı düz ve sert olup, üzerinde az sayıda delikçikler, boşluklar vardır. Yaşam süresince oluşan üreme organlarını içeren kısımları, yaz sonlarına doğru kenarlarda

beyazlıklar oluşuracak biçimde belirir. Tallus bazen spor ya da gametlerin başlanması nedeniyle kırmızı beyaz rengine bürünür. Tallusun orta kısmındaki hücreler çok köşeli, boyutları üstteki ve alttakilere göre daha büyük olup, 16-18 x 18-20 µm kadardır. Üç kısımdaki hücreler ise, belirsiz köşeli ve daha küçük, bu özellik apikal kısımda daha da belirgin olarak küçülme gösterir (6 x 7 µm).

Tallusun orta kısmından alınan enine kesitlerde kalınlık 70 µm kadar, hücreler ise 16 x 28 µm; uç kısımlardan alınan enine kesitlerde ise kalınlık 42-48 µm arasında değişim göstermektedir ve hücrelerin en-boy oranları hemen hemen eşittir.

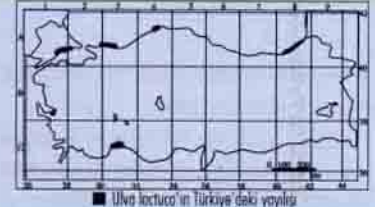
Yüzeysel görünüşte, kromatofor plak şeklinde ya da hücrenin belli yerinde lokalize haldedir. Kromatoforun enine kesitlerdeki görünüşü ise hücrelerin dışı bakan kısımlarında bazen ut nalı görünümündedir.

Türkiye, Fransa, İtalya, Adriyatik, Suriye, Lübnan, Kıbrıs, Libya'da yayılış göstermektedir. Türkiye'de en çok Ege ve Akdeniz kıyılarında rastlanılmıştır, Marmara Denizi'ndeki yayılışı yerel olup Karadeniz'de Rize-Sarp arası,

Trabzon, Bortın, Şile - Şile Feneri gibi alanlarda yayılış gösterdiği bildirilmektedir.

Üst infralittoral bölgenin korunaklı yerlerinde gelişebildiği gibi oldukça derinlerde de yayılış gösterdiği saptanmıştır.

Deniz marulu'nun doğal olarak en bol yayılış gösterdiği körfezler olarak İzmir ve İzmit Körfezlerinin yanında Çanakkale ve Lapseki'de de



yoğun olarak gözlenmiştir. Buraların suları azot bakımından oldukça zengindir. Yaklaşık denizlerde 60 kadar türle temsil edilmekte olan cinsin tüm türleri vitamin içermesinden dolayı sebze ya da salata olarak oldukça değerlidir. Ayrıca yüksek oranda azot içermelerinden dolayı gübreleme alanlarında kullanılabilir.

Almanca "Meersalat", İngilizce "Sea lettuce", "Green Laver", Japonca "Aosa" ya da "Awasa" olarak isimlendirilmiştir.

Alg birçok ülkede salata olarak yenmektedir. Örneğin İskonya sahilinde, Kuzey Amerika'nın güney-batı kıyılarında, Peru'da ("Lechuga de Samba") tüketilmektedir. Şili'de sebze olarak ve çorba yapımında kullanılmaktadır. Hindistan ve Doğu Asya ülkelerinin büyük çoğunluğunda yem ve gübreleme materyali olarak kullanılmakta olup, bazı bölgelerde de gut hastalığına karşı yararlanılmaktadır. Endonezya ve Filipinler'de sebze, salata ve çorba olarak tüketilmektedir.

U. lactuca gibi, bu cinsin diğer türleri doğal koşullarda kültürünün yapılması ile algden bünyesindeki ikenlerin %20'sini oluşturan polisakkaritlerin eldesinin yanında, C ve B₁ vitaminleri ile, antimikrobiyal maddelerin varlığı açısından yararlanılabilir.

En kısa zamanda mevcut olan fazlalığın toplanarak işlenmesi ve ekonomide kazandırılması gerekliliği her zaman geçiciliğini korumaktadır.

Cystoseira compressa

Fucales/ Cystoseiraceae

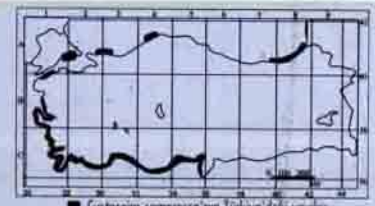
Türün, bilimsel adlandırılması Esper tarafından 1797 yılında yapılmış olup "K. Fuc." I(3): 152 sayfa'da yayınlanmıştır. İlk isimlendirilşi Fucus compressus olarak verilmiş ancak daha sonraki çeşitli ekleri olarak adlandırıldığını görmekteyiz. Türün, en son geçerli ismi Gerloff et Nizamuddin ikilisi tarafından 1975 yılında "Novu Hedw" adlı derginin 26:342 sayfasında verilmiştir.

Tallus sarımsı-kahverengi, 10-100 cm arasında değişken boylu, gençlik ve yaşlılık safhalarında ortamda farklı görünüşler kazanır. Genç safhada kısa boylu ve orta daman belli belirsiz linear yapıda dallıdır ve dalları gelişmesi kademelidir. Gelişmiş durumlarda ise kısa bir gövde ve buradan aynı boyutlarda çok sayıda dallar çıkar. Dalları ucuna doğru linear yapı değişerek silindirik duruma baskın olur.

Hava keseleri genç iplikli dalıcılarda oval veya uzuncudur. Bazen dallanmış tek tek veya art arda zincir biçiminde sıralı olabilir. Bazı dallarda ise hava keseleri yoktur. Tallus ekseri sığilli yapılar içerir. Üreme organlarının bulunmuş olduğu yerler (reseptakülüm) hava keselerinin uç kısımlarındadır. Sanki hava keselerinin devamı gibi tek tek veya ça-

tallı biçimde, yuvarlı ve iğsi görünüştedir. Tallus, toful (gövdeden çıkan yan dalları diplemde dikensi bir küme oluşturma) taşmaz.

Akdeniz ve Atlantik türüdür. Akdeniz'in kozmopolit türlerinden-



dır. Türkiye'de de Karadeniz, Marmara Denizi, Ege ve Akdeniz'de her zaman gözlenebilen bir algdir. Alge topluluklar halinde Ege ve Akdeniz'de rastlanır.

Infralittoral zonun en iyi gelişen türlerin başında gelir. Bazen yazyay sulanında, yani gölgeli substratlarda optimum gelişme gösterir.

Şu an ülkemizde algler içinde en yoğun bulunandır. Ekonomik olarak yararlanılmak istendiğinde yıllarca ihtiyacı karşılayabilecek kadar bol bulunmaktadır.

Cins denizlerde yaklaşık olarak 60 tür ile temsil edilmektedir. 18 takson Cystoseira cinsi içinde yer alırken bunların ekonomik yönden değerlendirilmesinde, alginlik asit ve türevlerini de kapsadıklarından, alginatlann kullanım alanlarının sayılamayacak kadar fazla olmasında düşünürsek en kısa zamanda değerlendirilmesi gerekli olan cinslerin önde gelenlerinden olduğu anlaşılr.

Gracilaria verrucosa

"Deniz ipliği", "Deniz kadayıfı"

Gigartinales/ Gracilariaceae

Deniz kadayıfı veya deniz ipliği olarak bilinen türün ilk adlandırılması 1762'de Hudson tarafından yapılmıştır. Ancak bu isimlendirme (*Fucus verrucosus*) daha sonra Papenfuss tarafından *G. verrucosa* olarak düzeltilmiştir. 1950 yılında yapılan bu değişikliği "Hydrob. 2:195"inci sayfasında yayınlanmıştır.

Cinsin tipik türüdür, tallus dik, çeşitli boylarda (birkaç cm'den 3-4 m'ye kadar), çok ince iplikli, ancak ortasını bulduğunda tallusun kalınlığı 4-5 mm'ye ulaşarak, orta, merkezi kısmının boşaldığı, alının enine kesitlerinde gözlenir. Filament yarı yuvarı ya da biraz basık, dallanma dikotom ya da lateral; rengi taze ile koyu kırmızıdır.

Tallusun enine kesitleri alındığında ortada büyük, çevreye doğru gidildikçe küçülen hücrelerden oluştuğu, sentral hücrenin gözlenmediği, üreme organlarından karpesporangiumlar morfolojik olarak filament üzerinde çıkıntılar halinde fark olunur. Spermatogonium ve tetrasporlar ancak alıncak kesitlerle gözlenebilir.

Avrupa, Asya, Afrika, Avustralya, Kuzey ve Güney Amerika'da, gördüğümüz gibi Kutuplar dışında her yerde yaygın gösteren bu tür Türkiye kıyılarında kuzeyden güneye kadar, Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz'de hemen her ilde gözlenmiştir.

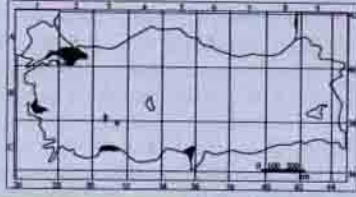
Üst intertidal zanda 1-6 m'lik derinliklerin değişmez üyesidir. Bazen bu derinlik daha da fazla ulaşabilir. Eğer yaygın gösterdiği ortamda organik atık fazla ise bir tek iplikli 3-4 m'ye kadar uzanan kalınlığı da 4-5 mm'yi bulur. Akdeniz ve diğer denizlerin kumul ortamlarının karakteristik

türüdür. Şu an ülkemizde ihracatı minimuma düşen, önemli bir endüstriyel organizma olarak karşımıza çıkmaktadır. Son 20 yıl içinde İzmir ve İzmir Körfezlerinden tonlarca *Gracilaria verrucosa* Japonya'ya ihracat edilmiştir. Ancak bu işlemlerde amaç, kar olduğundan bilinçsizce hasat yapılmış ve sonucunda sözü edilen bu iki körfezde neredeyse gözlenemeyecek duruma düşmüştür. Önemli bir hammaddenin kaynağı olan *G. verrucosa*'nın büyümesi, gelişmesi, ekolojisi ve kültür koşulları ile hasat edilmesi ve tıbbi alanda kullanılması konusunda uzman kişilere gereksinim duyulmaktadır.

Asya'da Japonya sahillerinde çok geniş yataklar içerir Japonca ismi "Ogo" ya da "Ogonon" dir. Tayland ve Endonezya kıyılarında "Gulaman Dagat", Seylan kıyılarında da "eyl n Moss" olarak tanınmıştır. 5 kıtada *G. verrucosa*'nın yayıldığı diğer *Gracilaria* türleriyle beraberdir.

Güney Atlantik kıyılarındaki örneklerde iki safha gözlenmiştir: Bir kayalar üzerinde büyümekte, verimli tallus, fakat kanite olarak oldukça küçük, diğeri ise körfezlerde, çok geniş kütleler halinde geçici obje olarak ve verimsiz biçimdedir. Bu algler yaz aylarında toplanmakta ve endüstriyel proseler için kullanılmaktadır.

Agar agar ve agasoidlerin kaynağı olan *Gracilaria*'nın bu türünün kalitesi ve miktarı hasat zamanına bağlı olarak alçalma veya yükselme gösterir. Ancak agar agarın kalitesinin artırılmasında bazı ülkelerde elde



■ *Gracilaria verrucosa*'nın Türkiye'deki yayılışı



edilmiş esnasında ortaya bazı algler de ilave edilmektedir (Örneğin; Gelidium). Agar agar'ın (ki bu türün Malezya'dından gelmektedir) kullanıldığı yerlerin besin sanayisindeki yeri, dişçilik, bakteriyolojik besin ortamlarının hazırlanmasındaki yeri vs. dikkat alınrsa algün yağmızdaki önemi ortaya çıkmış olur. Bu maddenin önemli özelliği jellesmesidir; yiyecek sanayisinde sertleştirme amacıyla yönelik; marmelat, pastacılık, şekerlik, dayanıklı ekmeğin yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca peynircilikte, mayonez ve sosların yapımında, salatalara dayanıklılık sağlamada, et ve balık konserveçğinde, kakaoa maddelerde stabilizatör olarak, şarap, bira, likör sanayisinde benekleştirme, tıpta kronik kabızlığı önleyici olarak da kullanılır.

Kozmetik sanayisinde, cilt kremi ve losyonların üretiminde de ana maddeleri oluşturmaktadır.

Tüm bu özelliklerden dolayı ekonomik yönde değerlendirilmesi gerekli bir konuma gelmiştir. İlgili sanayi kollarının konuya, hassasiyetle bakacağı inanılmaktadır.

Codium bursa L.

Yeşil Algler / Chlorophyta

deniz futbol topu büyüklüğüne kadar inilektir. Özellikle derin sularda yaygın gösterir. Sıcak denizlerde yaşarlar. Denizlerimizde *Codium bursa*'dan başka, *Codium difforme*, *Codium decorticatum*, *Codium fragile*, *Codium tomentosum* gibi türler de vardır. *Codium bursa*'ya Akdeniz, Ege ve Marmara sahillerinde, derin sularda, bol miktarda rastlanmaktadır. Balıkçılar balık yakalamak için denize atkıldığında ve diplerden trolle balık yakalandığında, oğlana bol miktarda takılmaktadır. Balıkçıların oğlana takılan bu alglerin denize atılması sonucunda dalgalarla sürüklenen *Codium bursa* türünü kumlar üzerinde, her mevsim bol miktarda görebilirsiniz. Tallusun oldukça büyük olan *Codium bursa* ve diğer türler denizlerimizde fazla miktarda bulunduğundan, toplanıp ekonomik yönden değerlendirilebilir.

Yeşil alglerin Siphonales takımına ait olan bu türde tallus süngerimsi yapıda olup elma büyüklüğünde futbol topu büyüklüğüne kadar inilektir.

Özellikle derin sularda yaygın gösterir. Sıcak denizlerde yaşarlar.

Denizlerimizde *Codium bursa*'dan başka, *Codium difforme*, *Codium decorticatum*, *Codium fragile*, *Codium tomentosum* gibi türler de vardır.

Codium bursa'ya Akdeniz, Ege ve Marmara sahillerinde, derin sularda, bol miktarda rastlanmaktadır.

Balıkçılar balık yakalamak için denize atkıldığında ve diplerden trolle balık yakalandığında, oğlana bol miktarda takılmaktadır.

Balıkçıların oğlana takılan bu alglerin denize atılması sonucunda dalgalarla sürüklenen *Codium bursa* türünü kumlar üzerinde, her mevsim bol miktarda görebilirsiniz.

Tallusun oldukça büyük olan *Codium bursa* ve diğer türler denizlerimizde fazla miktarda bulunduğundan, toplanıp ekonomik yönden değerlendirilebilir.

Yeşil alglerin Siphonales takımına ait olan bu türde tallus süngerimsi yapıda olup elma büyüklüğünde futbol topu büyüklüğüne kadar inilektir.

Özellikle derin sularda yaygın gösterir. Sıcak denizlerde yaşarlar.

Denizlerimizde *Codium bursa*'dan başka, *Codium difforme*, *Codium decorticatum*, *Codium fragile*, *Codium tomentosum* gibi türler de vardır.

Codium bursa'ya Akdeniz, Ege ve Marmara sahillerinde, derin sularda, bol miktarda rastlanmaktadır.

Balıkçılar balık yakalamak için denize atkıldığında ve diplerden trolle balık yakalandığında, oğlana bol miktarda takılmaktadır.

Balıkçıların oğlana takılan bu alglerin denize atılması sonucunda dalgalarla sürüklenen *Codium bursa* türünü kumlar üzerinde, her mevsim bol miktarda görebilirsiniz.

Tallusun oldukça büyük olan *Codium bursa* ve diğer türler denizlerimizde fazla miktarda bulunduğundan, toplanıp ekonomik yönden değerlendirilebilir.

Yeşil alglerin Siphonales takımına ait olan bu türde tallus süngerimsi yapıda olup elma büyüklüğünde futbol topu büyüklüğüne kadar inilektir.

Özellikle derin sularda yaygın gösterir. Sıcak denizlerde yaşarlar.

Denizlerimizde *Codium bursa*'dan başka, *Codium difforme*, *Codium decorticatum*, *Codium fragile*, *Codium tomentosum* gibi türler de vardır.

Codium bursa'ya Akdeniz, Ege ve Marmara sahillerinde, derin sularda, bol miktarda rastlanmaktadır.

Balıkçılar balık yakalamak için denize atkıldığında ve diplerden trolle balık yakalandığında, oğlana bol miktarda takılmaktadır.

Balıkçıların oğlana takılan bu alglerin denize atılması sonucunda dalgalarla sürüklenen *Codium bursa* türünü kumlar üzerinde, her mevsim bol miktarda görebilirsiniz.

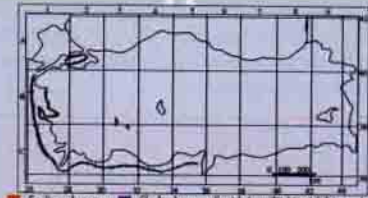
Tallusun oldukça büyük olan *Codium bursa* ve diğer türler denizlerimizde fazla miktarda bulunduğundan, toplanıp ekonomik yönden değerlendirilebilir.

Cladophora pellucida (Huds) Kütz.

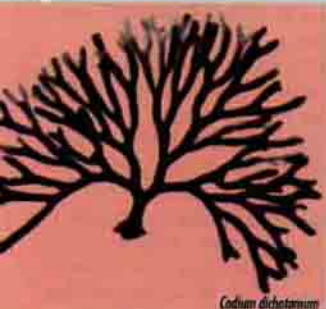
Yeşil Algler / Chlorophyta

Tür ilk defa 1778 yılında Hudson tarafından tanımlanmış, Flora Anglica Ed.II. Londini 601 de yayınlanmıştır. Tallusu çalpa benzer yapıda olup, iplikli ve dik dallı görünüme sahiptir. Tür, elle iki parmak arasında sıkıştırılarak yakalandığında sert yapıdadır. İplikler 0.1-0.5 mm kalınlığında ve tüm tallus 5-10 cm kadardır. Tatlı ve tuzlu sularda geniş yayılım alanına sahip olan bu tür, su zeminine tutulu olarak gelişir. Yeşil algler sınıfına ait olan *Cladophora* cinsinin bu türden başka Türkiye'de denizlerde ve göllerde yetişen çok sayıda türü vardır. Dünyada da bol bulunan *Cladophora*, selüloz içereni nedeniyle kağıt yapımında kullanılmaktadır.

Cladophora pellucida (Huds) Kütz. Ege kıyılarında, Bodrum, İzmir, Çamaltı Tuzlası, Çeşme, Dikili, Urla İskelesi ve Ayvalık Çamlık plajı sahillerinde 20-300 cm derinliklerde bulunmuştur.



■ *Codium bursa* ve ■ *Cladophora pellucida*'nın Türkiye'deki yayılışı



Codium bursa

- Kaynaklar**
 Aysel, V., Güner, H., Ege sahillerinde bulunan bazı faydalı alglerin mevsimsel ekolojisi E.Ü.F.F.D.S.B. 2, 1978.
 Aysel, V., Güner, H., Ege ve Marmara Denizindeki alg toplulukları üzerinde kalitatif ve kantitatif çalışmalar, 1979.
 Aysel, V., Kesercioğlu, T., Güner, H., Akçay, H., Trabzon Deniz Algleri, X. Ulusal Biyoloji Kongresi, 1990.
 Aysel, V., Erdoğan, H., Check-list of Black sea seaweeds, Doğa Dergisi (Baskıda)
 Dural, B., Güner, H., Aysel, V., Çandarlı Körfezi Ulvales orduşu üzerinde taksonomik çalışmalar II. Ulvaceae, Doğa Türk Bot. Der. 13(3): 474-487.
 Güner, H., İzmir Körfezi Cytoseera türleri ve bunların eşem durumları ile teşkil ettikleri birliklerin kalitatif-kantitatif değerlendirilmesi (Doçentlik Tezi), 1975.
 Yenigül, M., Aysel, V., *Gracilaria verrucosa* deniz yosununun agar özelliklerinin incelenmesi VI. Kimya ve Kimya Müh. Semp. 1991.

V. Aysel, H. Güner

Eratostrhenes

(M.Ö. 273-192)

Algol: Şeytan Yıldızı

Her ne kadar gökyüzünde parlaklığı kısa veya uzun dönemde değişen binlerce yıldız varsa da parlaklığı çıplak gözle görülebilecek miktarda değişen yıldızların sayısı çok azdır. Arapça adı al ghul (ghoul=şeytan) olan β -Persei bunların en önemlilerinden biridir. Orta çağlardan belki de ilk çağlardan bu yana bilinen Algol, hem çıplak gözle gökyüzünü gözleyen amatör astronomların hem de parlaklık değişimlerinin kaynağını inceleyen profesyonellerin ilgisini çekmiş ve çekmektedir.

KİŞ takımyıldızlarının sahneyi sonbahar takımyıldızlarından devraldığı bir dönemde bulunuyoruz. Belli başlıları Avcı (Orion), Büyük Köpek (Canis Major), Küçük Köpek (Canis Minor), Ülker (Pleiades), İkizler (Gemini) ve Arabacı (Auriga) olan bu takımyıldızlarda oldukça parlak yıldızlar bulunuyor. Avcı'da Betelgeuse ve Rigel, Büyük Köpek'te gökyüzünün en parlak yıldızı olan Sirius, Arabacı'da Capella, İkizler'de ise Castor ve Pollux bunların en önemlileri. Bununla birlikte bu ay biz, diğerleri kadar parlak yıldız içermeyen ama çok ilginç değişen yıldızları ve yıldız kümelerini barındıran Perseus'tan söz edeceğiz. Perseus takımyıldızının en parlak yıldızı Mırfak'tır. Ama asıl önemlisi ikinci parlak yıldızı olan β -Persei öten çiftidir. Perseus takımyıldızında bunlardan başka 33 gün dönemde değişen bir yıldız olan ρ -Persei, η ve χ Persei ikiz yıldız kümeleri bulunur.

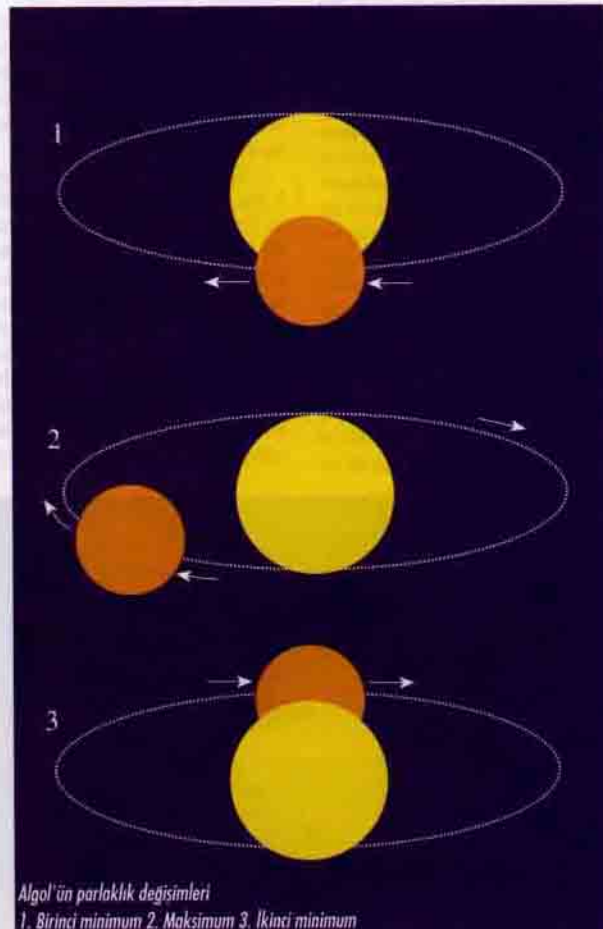
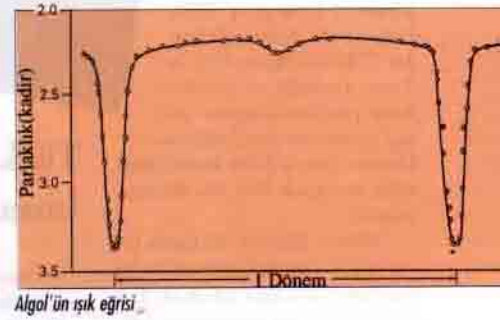
Her iki yılda bir Mars Dünya'mıza yaklaşır ve teleskopta iyi görüntü vermeye başlar. 1994 yılı sonlarında Mars iki yıllık yaklaşmasına başlamış bulunuyor. En yakın konuma ise 11 Şubat 1995'te ulaşacak. Bu tarihte Dünya'dan 101 milyon kilometre uzakta bulunacak olan Mars'ın açısal çapı 13.8 açı saniyesi civarında olacak. Mars yüzeyinde ayrıntı seçebilmek için çapının 10 açı saniyesinden büyük olması gerekiyor. İşte bu sınır 20 Aralık'ta aşılabacak.

β -Persei (Algol)

Algol'un değişen bir yıldız olduğu ilk kez 1667 yılında Geminiano Montanari tarafından bulundu. Ama Arapça'da şeytan yıldızı anlamına gelen adı Algol'un çok daha eski çağlarda da bilindiğini gösteriyor. Algol, Perseus takımyıldızındaki ikinci parlak yıldız olduğundan β -

Persei adını alır. Normalde 2.2 kadirde bir yıldız olan Algol'un parlaklığı her 2.87 günde bir 3.5 kadirde düşer. Parlaklıktaki bu büyük değişim çıplak gözle bile kolayca izlenebilir. Bu nedenle de parlaklıktaki minimumlar 200 yıldan beri amatör astronomlar tarafından izleniyor.

Parlaklıktaki bu değişim, ilk olarak 1782 yılında John Goodricke adlı bir İngiliz amatör astronom tarafından açıklanmıştır. Goodricke bu tarihte 17 yaşında, sağır ve dilsizdi! Goodricke'e göre Algol tek bir yıldız olmayıp, bir-



birinin çevresinde dönen yaklaşık aynı büyüklükteki iki yıldızdan oluşmaktaydı. Gerçekten de Algol, gökyüzünde pek çok benzerini görebileceğimiz bir öten çift yıldız sistemidir. Bu iki yıldızdan biri diğerine göre daha parlaktır. Birbirleri çevresindeki hareketleri sırasında sönük yıldız parlak olanla Dünya arasına girdiğinde onun ışığının büyük bölümünü keser, böylece de parlaklıktaki büyük düşüş ortaya çıkar. Parlak bileşenin kütlesi güneş'in kütlesinin 5 katı, sönük bileşeninki ise güneş kütlesi kadardır. Her iki yıldızın çapının da güneş çapının 3.5 katı kadar olduğu ışık eğrilerinin incelenmesiyle bulundu. Kütlesi güneş kütlesine yakın olup çapı güneş çapının 3.5 katı olan yıldızlara dev adı verilir. Böylece Algol'un sönük bileşeninin bir dev olduğu anlaşıldı. Yaşlanan ve nükleer yakıtı tükenmeye yüz tutan yıldızların çaplarının büyüyerek dev evresine geçtikleri biliniyor. Nasıl olup da küçük kütleli yıldızın nükleer yakıtını büyük kütleli yıldızdan daha önce bitirdiği bilinmiyor. Normalde evrimleri daha hızlı olduğundan büyük kütleli yıldızlar nükleer yakıtlarını daha önce tüketirler. Algol sisteminde gözlenen bu tersliğe Algol paradoksu deniyor. Bu paradoks kütle aktarım tezleriyle açıklanmaya çalışılıyor.



Perseus Takımyıldızı'nın genel görünüşü



h ve Chi Persei: Perseus İkili Yıldız Kümesi

h ve Chi Persei: Perseus İkili Yıldız Kümesi

Adlarını, aynı bölgede bulunan yıldızlardan alan bu ikili küme Perseus ve Kraliçe (Cassiopeia) takımyıldızları arasındaki bölgede çıplak gözle bulutumsu parlaklıklar biçiminde gözlenebilirler. Birbirinden yalnızca 1° uzaklıktaki bu kümeler benzer görünüm ve parlaklıktadır. Bu kümeleri oluşturan yıldızlar da benzer yapıdadır.

Kümelerdeki parlak yıldızların çoğunluğunu mavi ve kırmızı devler oluşturur. Güneş sisteminden 7100 ışık yılı uzakta olan bu kümeler arasındaki gerçek uzaklık 50 ışık yılı civarındadır. Uzaydaki hareketlerinin de benzer olması bu kümelerin yapısal olarak birbirleri ile ilişkili olduğunu gösteriyor. h Persei kümesi 3900 Güneş kütlesi içerirken Chi Persei kümesi 3300 Güneş kütlesi içeriyor.

Genç, galaktik kümelerin çiftler halinde bulunması sık rastlanan bir olgudur. Bunun nedeni de çöken gaz bulutunun iki veya daha çok parçaya ayrılarak herbirinin genç bir yıldız kümesi oluşturmaya olabiliyor.

h ve Chi Persei ikili kümesi bir çift olarak fazla uzun yaşayamayacaklar. Galaksi çevresindeki hareketleri sonucu 100 milyon yıl kadar sonra galaksi sarmal kollarının ve büyük gaz bulutlarının çekimsel etkisine girecekler. Bu çekimsel kuvvetler her iki kümeyi farklı etkileyecek ve kümeler yaşlanırken birbirlerin-

den uzaklaşacaklar. Yaşlı küresel kümeler ise hemen hemen hiç bir zaman çiftler halinde bulunmazlar. Oluşumları sırasında çift olsalar bile 10 milyar yıllık yaşamları süresince farklı çekimsel kuvvetlerin etkisi altında birbirlerinden ayrılırlar. Bu nedenle yalnızca yaşı 100 milyon yılın altında olan genç kümeler çiftler halinde bulunurlar.

ρ Persei: Yapısal Değişen Yıldız

Parlaklığı değişen yıldızların tümü örten çift yıldız sistemi değildir. Bazı yıldızlar çekirdeklerinde enerji üreten termonükleer tepkimelerin hızının değişmesi sonucu fiziksel olarak değişiklik gösterirler. Bunların boyutları, parlaklıkları ve hatta tayf türleri belli aralıklarla değişebilir. İşte ρ Persei de dönemi 33 gün olan böyle bir yapısal değişen yıldızdır. Bu değişimler de ancak bir fotometre yardımı ile ölçülebilir.

Ayın Gök Olayları

8 Aralık sabahı Mars Regulus'un 2° kuzeyinde, 9 Aralık akşamı saat 20'de Satürn ilk dördün evresindeki Ay'ın 7° güneyinde olacak. Aynı gün Venüs en yüksek parlaklığa ulaşıyor. 14 Aralık'ta Geminid meteor yağmuru var ama Ay ilk dördün evresini geçtiğinden izlenmesi güç. 18 Aralık'ta dolunay var. 20 Aralık'ta Mars izleme mevsimi açılıyor. Mars her geçen gün daha güzel görünümlü olacak. 21 Aralık'ta 14 saat 40 dakikalık en uzun geceyi yaşayacağız. Bu tarih kuzey yarımkürede kış mevsiminin başlangıcını işaretliyor. 29 Aralık sabahı Venüs hilal şeklindeki Ay'ın 3° kuzeyinde olacak. 30 Aralık gecesi Jüpiter Ay'ın 1° güneyinde bulunacak. Ay'ın Jüpiter'i örtmesi Asya'nın bazı bölgelerinden izlenebilecek.



15 Aralık 1994 21:30'da gökyüzü

Temel Kuvvetler



Manyetik Kuvvet

Demir ve çelik gibi metaller üzerinde büyük etkisi olan, ancak diğer maddeler üzerinde etkisi daha zayıf kalan manyetizma, mıknatısın atomları içindeki minik elektrik akımları sonucu ortaya çıkar.

Dünyadaki en hızlı cisimler, atomdan daha küçük parçacıkları ve kuvvetleri incelemek için yapılan deneylerde kullanılan minik parçacıklardır. Hızlandırıcı denilen dev makinelerin içinde bu parçacıklar, ışık hızına yakın hızlara ulaşırlar ve yeryüzündeki herhangi bir doğal çarpışmada söz konusu olabilecek enerjiden çok daha büyük bir enerji ile çarpışırlar. Böyle bir çarpışmada yaratılan yeni parçacıklar, tıpkı bir yıldız patlaması gibi etrafa saçılır ve dev boyutlardaki parçacık detektör sistemlerinde gözlenirler. Bir hızlandırıcının içinde parçacıklar, ışık hızının %99.99'una varan hızlara ulaşabilmekte; dolayısıyla Einstein'ın özel görelilik kuramında öngördüğü etkiler doğrulanmaktadır. Dikkatli ölçümler, müon olarak adlandırılan ve saniyenin iki milyonda biri kadar süre yaşayabilen parçacıkların yaşam sürelerinin hızlandırıcının içindeyken yirmi kez arttığını göstermiştir. Ayrıca, hareket eden bu parçacıkların, hızları arttıkça kütlelerinin büyüdüğü de gözlenmiştir. Einstein, madde ve enerjinin dönüşebilir olduğunu söylemiştir ve gerçekten de yeni parçacıkların hızlandırılan parçacıkların kinetik enerjisiyle oluştuğu görülmektedir. Bilimadamları, bu parçacıkları ve üzerlerine etkiyen kuvvetleri inceleyebilmektedirler. Günlük yaşamda bilinmeyen, ancak etkisi atom çekirdeğini oluşturan parçacıklar arasında söz konusu olan kuvvetler; şiddetli ve zayıf nükleer kuvvetlerdir. Bugün artık evrende yalnızca dört temel kuvvetin etkin olduğu anlaşılmıştır. Büyüklük sırasıyla bunlar: Kütle çekim kuvvetleri, radyoaktiviteyi sağlayan zayıf nükleer kuvvetler, elektromanyetik kuvvetler ve çekirdekleri bir arada tutan şiddetli nükleer kuvvetlerdir. Bilinen tüm diğer kuvvetler, bu temel kuvvetlerden kaynaklanmaktadır.

Elektromanyetizma

Elektrik akımının manyetik alan oluşturduğunu gösteren bu elektrik motoru, 1840 yılında, Charles Wheatstone (1802-1875) tarafından yapılmıştır. Aynı düşünce ile, bir mıknatısın hareketiyle tel üzerinde elektrik akımı oluşturmak da mümkündür. Elektrik ve manyetizma, tek bir kuvvet olan elektromanyetizmanın iki farklı görünümüdür.

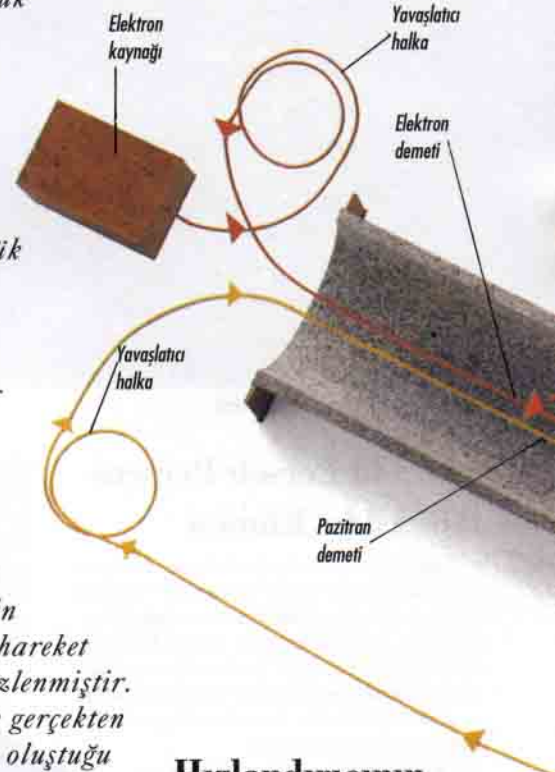
Demir çubuğun çevresindeki tel bobinden akan elektrik akımı, manyetik alan oluşturur.



Elektromanyetik Kuvvetler

Temel kuvvetlerden birisi olan elektromanyetik kuvvet, molekülleri oluşturmak üzere atomların birbirleri ile bağlanmasını sağlar. Yaşam her yönüyle bu kuvvete bağlıdır. Elektromanyetik kuvvet, cismi oluşturan molekülleri bir arada tutar, cisimlerin fiziksel yapılarını korumalarını sağlar. Herhangi bir maddenin hemen hemen tüm özellikleri, atomun kuantum ve elektromanyetik özellikleri şeklinde anlaşılabilir. Bu anlayış; şiddetli, zayıf ve kütle çekim kuvvetlerinin anlaşılmasını gerektiren nükleer fizik ile kozmoloji dışında, fiziğin tamamını kapsar. Deneysel sonuçlarındaki zenginlik nedeniyle, elektromanyetik kuvvetler, temel kuvvetler arasında en iyi anlaşılmış olanıdır.

Önünde uzanan raylar boyunca bu treni hareket ettiren kuvvet, elektromanyetik kuvvettir.



Hızlandırıcının İçinde

Amerika'da Stanford'daki doğrusal (lineer) hızlandırıcının yukarıda görülen şematik modelinde, elektronlar (kırmızı) ve pozitron adı verilen artı yüklü elektronlar (sarı), üç kilometrelik bir vakum tüpü boyunca hızlandırılarak çarpışma noktasına getirilirler. Elektron demetleri, bir elektron kaynağından çıkar ve bir yavaşlatıcı halkadan geçerek, doğru üzerinde harekete geçirilirler. Yavaşlatıcı halka, elektron demetlerini kısa pulsalar haline getirmeye yarar. Yolun yaklaşık yarısında elektronların bir kısmı, pozitron oluşturmak üzere bir hedefe doğru yönlendirilirler. Oluşan pozitronlar, hızlandırıcı tüpün baş kısmına enjekte edilerek, diğer uçtan elektronlara karşı harekete geçirilirler. Böylece elde edilen elektron ve pozitron demetleri, büyük mıknatıslar yardımıyla kafa kafa çarpışmaları nokta nokta yönlendirilirler. Çarpışma sonucu oluşan yeni parçacıklar, 1600 tonluk dev detektörlerde gözlenir.





Kuvvetlerin Büyüklüğü

Güneşin enerjisi, atomik çekirdeklerinin füzyonu sonucu oluşur. Çekirdekleri birarada tutan kuvvetler olmasaydı güneşin parlaması sona ererdi. Söz konusu kuvvetler arasında en güçlüsü, elektromanyetik kuvvete oranla 100 kez daha büyük olan, şiddetli nükleer kuvvetlerdir. Ancak, bu

kuvvet yalnızca atom çekirdeği içinde etkilidir. Aynı şekilde yalnızca çekirdek içinde etkin olan diğer bir kuvvet, elektromanyetik kuvvetten 100.000 milyon kez daha zayıf olan zayıf nükleer kuvvetlerdir. Bütün bu kuvvetler arasında, zayıf nükleer kuvvetten 1.000.000.000.000.000.000 kez daha zayıf olan kütle çekim kuvveti (gravity) en zayıf olanıdır. Buna karşın bu çekim kuvvetinin etkisi, birikici (kümülatif) olduğundan, evrenin her yerinde hissedilebilecek düzeydedir.



Abdus Salam

Temel kuvvetler üzerindeki çalışmalarıyla tanınan Pakistanlı fizikçi Abdus Salam, 1979 yılında ülkesine ilk Nobel ödülünü kazandı. Amerikalı Sheldon Glashow ve Steven Weinberg ile aynı zamanda, elektromanyetik ve zayıf nükleer kuvvetin, elektrozaıf kuvvet olarak adlandırılan bir "Süper kuvvet" in değişik durumları olduğunu kanıtladılar. Bu teori, 1973'de İsviçre'nin Cenevre kentinde bulunan CERN(Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire-Avrupa Nükleer Araştırma Konseyi) laboratuvarlarında deneysel olarak kanıtlandı.

İlk bakışta dört temel kuvvetin birbirleriyle ilişkisi yok gibi görünmektedir. Ancak maddenin yapısında daha derinlere inildikçe bu kuvvetler arasındaki ayrım biçimsel kalmaktadır.

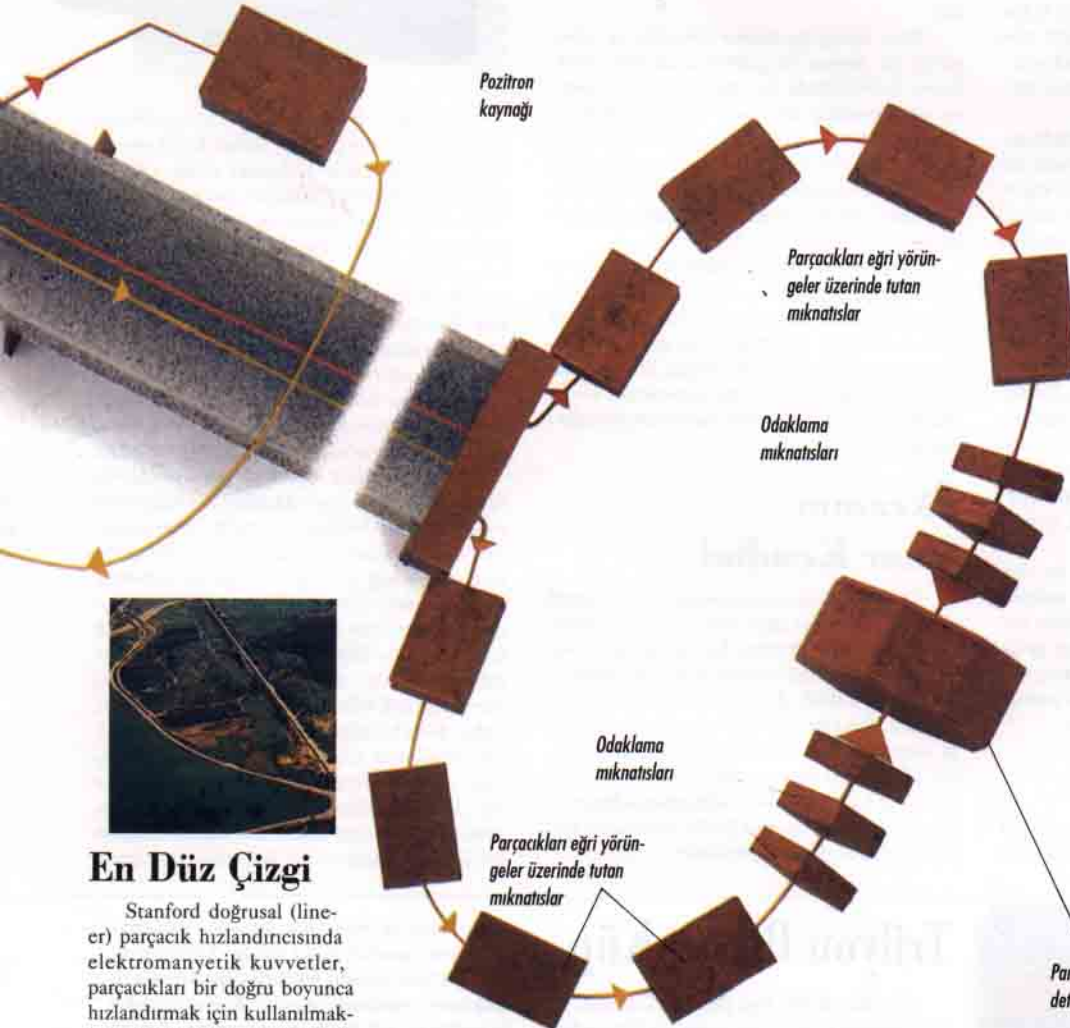
Birleştirme modelleri adı verilen bu konu, teorik fizikçilerin son yıllardaki en önemli mesajıdır.



Steven Weinberg



Sheldon Glashow

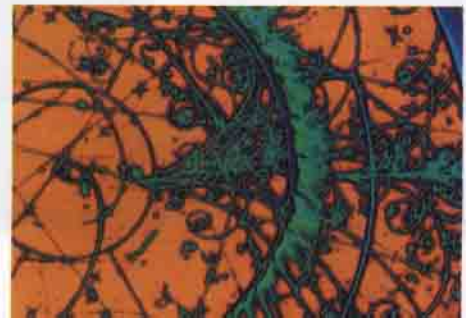


En Düz Çizgi

Stanford doğrusal (lineer) parçacık hızlandırıcısında elektromanyetik kuvvetler, parçacıkları bir doğru boyunca hızlandırmak için kullanılmaktadır. Hızlandırıcının doğrusallığı o kadar hassastır ki, dünyanın eğriliği dikkate alınarak yol boyunca, farklı yüksekliklerde destekler kullanılmıştır. Stanford'daki bu doğrusal hızlandırıcı bir istisnadır. Çünkü büyük hızlandırıcılar genelde çembersel olurlar. Stanford hızlandırıcısı, Ψ (psi) parçacıklarının keşfedilmesinde ve zayıf nükleer kuvvetin taşınmasına yardımcı olan Z^0 (Z sıfır) adlı ara bozonun yaşam süresinin belirlenmesinde öncü olmuştur.

Parçacık Çarpışması

Avrupa Parçacık Fiziği Laboratuvarı'nda (CERN) elde edilen ve yapay olarak renklendirilen bu fotoğraf, çarpıştırılan atom-altı parçacıkların bıraktığı izleri göstermektedir. Bu karmaşık izlerin bilgisayar çözümlenmeleri yapılarak çarpışma kuvvetleri ortaya çıkarılır. Modern kuramlara göre bütün temel kuvvetler, parçacıklar arasında alınıp verilen ara bozonlar tarafından taşınırlar. Buna göre, şiddetli nükleer kuvvetler "gluonlar" olarak adlandırılan ara bozonların, zayıf kuvvetler Z^0 ve W^+ ara bozonlarının, elektromanyetik kuvvetler ise fotonların alınıp verilmesiyle yaratılır. Kütle çekim kuvvetlerinin de graviton adı verilen bir parçacık tarafından taşındığı düşünülmektedir.



Teknoloji Dünyası

Sinan Göktepeli - Üner Çolak

Üstüniletken Uygulamaları

Yüksek sıcaklık üstüniletkenleri ilk geliştirildikleri 1986'dan sonra artık yavaş yavaş teknolojik uygulama alanı bulmaktadırlar. Kritik sıcaklığı 77 Kelvin olan YBCO (yitriyum baryum bakıroksit) üstüniletkenlerin yakın gelecekte iletişim, askeri uygulamalar ve enerji naklinde kullanılabilirliği için çalışmalar yoğunlaştırıldı. Amerikan şirketi Illinois Superconductor önümüzdeki birkaç ay içinde üstüniletkenleri mobil iletişim alanında devreye sokmaya hazırlanıyor. Üstüniletkenlerden yapılmış filtreler ile mobil iletişim şebekesinde yakın frekanslarda girişim olayı klasik filtrelerle göre daha etkin bir şekilde engellenebilmektedir. Filtrelerin yalnız ABD'deki pazar tutarı 6 milyar dolar düzeyindedir.

Bu filtreler belli bir frekans aralığında gelen sinyalleri geçirirken, diğer frekanslarda gelen sinyalleri gidermesi gerekir. Ancak klasik filtrelerde devre elemanlarının neden olduğu direnç filtrenin etkin bir şekilde kullanılmasını kısıtlamaktaydı. Böyle bir filtrede yanıt eğrisi çan şeklinde olup kenar bölgelerdeki frekanslarda gelen sinyallerinde belli oranlarda geçirilmesine ve asıl sinyal yanında parazit oluşmasına neden olmaktadır. Üstüniletkenlerin filtre devresindeki direnci yoketmesiyle çok daha kaliteli iletişim sağlanabilmektedir. Filtrenin etkinliğinin ölçüsü olan Q faktörü klasik filtrelerde 2500 iken üstüniletkenlerin ilk uygulamaları ile bu oran 40000'e çıkmakta. Bununla ötesinde gelecek uygulamalar için Q faktörünün 1 milyon düzeyine çıkarılması beklenmektedir.

Illinois Superconductor şirketi bir de yeni üretim yöntemi geliştirerek maliyeti azaltma yönünde önemli bir adım attı. Eskiden uygulanan ince film teknikleri yerine yeni geliştirilen ve patenti alınan kalın film tekniği ile maliyetlerin 1000 kez azaltılması ve üretim hızının 10 kez artırılacağı gözlemlenmiştir.

İğnesiz Şırınga

Okullarda aşı olurken korkmayan çocuk var mıdır acaba? Artık bu bir problem olmayacak.

tan çıkacak. İngiliz Oxford Biosciences şirketi yeni bir şırınga geliştirdi. Bu öyle bir şırınga ki iğnesi yok.

Şırınga içinde sıkıştırılmış gaz, ilaçların deri içine ses hızının üç katı kadar bir hızla gönderilmesini sağlar. Enjeksiyon, derinin üzerine üflenmiş hava gibi hissedilmekte. Bu yeni geliştirilen şırıngalar ile bazı sağlık problemleri önlenmektedir. Örneğin, kullanılmış şırınga iğnelerinin atık probleminin ortadan kalkması ümit ediliyor; ilaçlar toz halinde kullanılacağı için suda çözülme problemi ya da özellikle tropikal ülkelerde sıvı enjeksiyonların uzun süre bozulmadan saklanabilmesi gibi sorunların üstesinden gelinebilecek.

Yeni şırıngalar kalem şeklinde ve tepesinde bir düğme ile çalıştırılmaktadır. Düğmeye basıldığında gaz bölmesi delinmekte ve ön bölmedeki toz ilacın ses ötesi bir hızla dışarıya çıkması sağlanmaktadır. Enjeksiyonun başarılı olabilmesi için toz ilacın bu hızla ölü deri tabakasını aşması sağlanır. Bundan sonra ilaç alttaki hücreler ile dolaşım sistemine geçer.

Bu şırıngalar normal olarak kullanılan atılabilir şırıngalara göre yaklaşık üç kat pahalıya malolmakta. Kullanımı herhangi bir acıya neden olmadığı için herkes bu maliyete katlanmaya sanırım hazırdır. Ancak fazla sevinmeyelim; çünkü üreticileri şırıngaların klinik olarak en az üç yıl sonra kullanılabilmesini söylüyor.

Ekranım, Onar Kendini

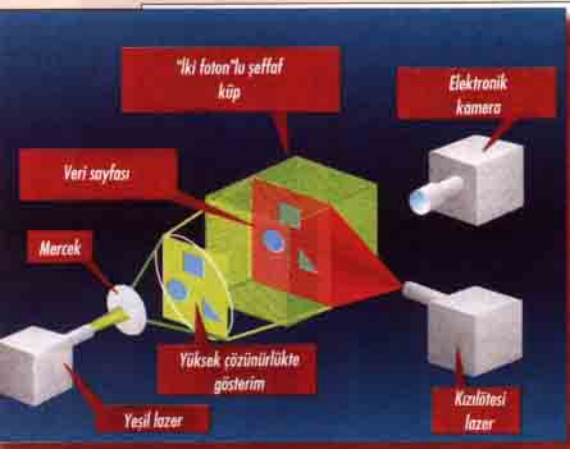
LCD (liquid crystal display; sıvı kristal gösterim) ekranlar artık sadece diz üstü bilgisayarlarda kullanılmıyor. Yer sorunu olan bürolarda, küçüklüğü sebebiyle bu tip ekranların tercih edildiği durumlarda sık sık karşılaşılabiliyoruz. Örneğin, bir Türk bankası kullandığı bilgisayarlarla birlikte ekranları değiştirerek CRT (cathod ray tube: katot ışını tüpü) yerine LCD ekranlar kullanmaya başladı. Ancak, yakın gelecekte LCD ekranların tercihinin tek nedeni küçüklükleri olmayacak.



Normal CRT ekranlar kullanıldıkça üzerlerinde yatay çizgiler oluşur. LCD ekranlar da zaman içinde kalitesini yitirir. Oluşan mikroskopik bozuklukların miktarı arttıkça, bilgisayarın ederi kadar bir miktarın gözden çıkarılması ve yeni bir ekranın alınması gerekecektir.

Bu durumda, ekranıyla arasında özel bir bağ olmayan biri onu atacaktır. Bu kişiye alacağı yeni ekran için önerimiz olacak. Çünkü, Philips araştırma laboratuvarlarında çalışan araştırmacılar kendi kendini onaran bir ekran ürettirler. Ekranın normal LCD'lerden daha parlak ve daha ucuz olduğunu da söylüyorlar.

Sıvı kristaller elektrik geçirildiğinde renklerini veya parlaklıklarını değiştiren maddelerdir. Özellikle, portatif bilgisayarların ince ekranları için idealdirler; çünkü bu kristallerin güç kaynağına bağlı bir tabakası, ekranda görülebilir şekiller çıkartabilmektedir. Günümüzde kullanılmakta olan birçok LCD ekranda büyük transistörler aracılığı ile kristallere akım uygulanmaktadır. Bunlarda meydana gelebilecek hatalar da, görüntüde kalıcı bozukluklara yol açabilmektedir. Ancak, Philips'in yeni tasarımında, cam bir ekrana belirli aralıklarla yerleştirilmiş mikroskopik diyotlar kullanılmıştır. Silisyum nitrattan oluşan bu diyotlar, içinde sıvı kristal bulunan küçük kutucukların bir köşesine yerleştiril-



Trilyon Bit'lik Küp

Gelecekte HDTV (High Definition Television) gibi dijital sistemler kullanan uygulamalar için bilgisayarların terabitlerce bilgiyi (1 terabit=1,000,000,000,000 bit) kolaylıkla işlemesi gerekecektir, ancak günümüzün sistemleri henüz bu aşamaya varamadılar. Bu nedenle bilimadamları, büyük miktarda bilgiyi okuyup yazabilecek sistemler geliştirmek için uğraş vermektedirler.

Olası sistemlerin en iyilerinden biri optik teknolojidir. Hatta, bu teknolojiyi kullanıyor olmanız da olası. CD'ler bir lazer ışınının yansıtılması sistemine dayanır ve bilgi depolamak için kullanılan compact disc'ler (CD-ROM'lar) 4 gigabit bilgi depolayabilirler. Ancak, onlar da gelecekte ihtiyaç duyulacak kapasiteye ulaşmaktan uzaktırlar henüz. CD ya da disket gibi iki boyutlu bilgi depolama sis-

temleri yerine, üç boyutlu bilgi depolama sistemlerinin kullanılması gereken hacmi oldukça küçültecektir. Call/Recall isimli araştırma şirketinde çalışan bilimadamları, bu sistemi uygulamayı başardılar. Kullandıkları tekniğin anahtarı ise, ışığa duyarlı, spiro-benzopyran adlı (kısaca SP) bir kimyasal madde. University of California'da çalışan bilimadamı Peter Rentzepis tarafından geliştirilen bu maddenin yapısı, üzerine yeşil ve kızıl-ötesi ışık düşürüldüğünde değişiyor. Ancak bu iki renkten biri aynı etkiyi yapamıyor. Yapısı bu yolla değiştirildikten sonra, SP, yeşil ışıkla aydınlatıldığında parlıyor.

Aynı üniversitede, opto-elektronik mühendisi Sadık Esener ile birlikte, Rentzepis, bilgi kaydetmek ve okumak için, iki foton etkisini kullanan bir cihaz geliştirdi. Cihazın temelini, içinde SP molekülleri bulunan şeffaf plastikten bir küp oluşturuyor. Kübün bir tarafında bulunan kızıl-ötesi bir lazer ile kübün ince bir tabakası aydınlatılır. Kay-

miştir. Her hücrenin iki yanında bulunan ince elektrotlar aracılığı ile diyetotlar sıvı kristale akımı aktarırlar.

Diyotlar basınç vanası gibi çalışmaktadır. Belirli bir sınıra ulaşılan kadar akım geçirmez. Diyotun yerinden biraz oynadığı durumlarda bile, sıvı kristale akım aktarabilir. Sadece bir kısmının önündeki ve arkasındaki elektrotlara değişir olması yeterlidir.

Diyotun hatalı olduğu ve çok fazla akım geçirdiği durumlarda ise, silisyum nitratin rezistansı artırarak akımı uygun miktara düşürmekte. Bu ekranların üretiminde daha az hassasiyetin gerekmesi, fiyatının da diğer LCD ekranlara göre daha ucuz olmasını sağlıyor. Şu an Philips ve Thomson, ince-film diyot teknolojisine dayanan LCD ekranların Hollanda'daki bir fabrikada deneme üretimini yapıyorlar.

Japon üreticiler tarafından verilen eski tip LCD ekranlar, 24 santimetrelilik bu ekranlarla doğrudan değiştirilebiliyor.

Uçağı Nasıl İndirmeli?

Uçak kazalarının %40'ı uçağın iniş için havaalanına yaklaşması ve iniş sırasında olmaktadır. Bu nedenle bir uçağın iniş uçuşun en can alıcı noktalarından biridir. Bu iş sadece pilotların ustalıklarına bırakılmamıştır. 40 yıldır ILS olarak adlandırılan Instrument Landing System (Aletli İniş Sistemi) ile uçaklara iniş pistine giden yol gösterilmektedir.

ILS; VHF ve UHF radyo sinyallerine dayanır. Temelde iki ışın kullanır. Birincisi iniş pistinin orta çizgisi boyunca uzanır. İkincisi ise, 3 derecelik bir açıyla yükselir.

Alçalmakta olan bir uçak, yere değmeden 10 veya 20 kilometre kadar önce bu ışınlarla karşılaşır. Kokpitteki bir ekrandan, pilot uçağın gördü durumunu okuyarak, gerekli değişikliklerle, uygun iniş rotasına geçmek için gerekli değişiklikleri yapar. Şu an kullanılmakta olan en yeterli sistem de budur. En zor inişler olan IIIB kategorisi inişlerde bile, otomatik olarak uçağı yönlendirebilmektedir. IIIB kategorisinde hava durumu o kadar kötüdür ki, pilotun görüş mesafesi 75 metredir.

Eski bir teknoloji olması nedeniyle ILS'nin bir çok dezavantajı bulunmaktadır. Sivil radyo yayınında kullanılan FM bandın-

daki yayımla karışmalar olmaktadır (ki ülkemizde bunun örnekleriyle sık sık karşılaşırız). Sadece birkaç frekansta yayın yapmaktadır ve bu da gelecekte artacak hava trafiğinin taleplerine yanıt verememesi demektir. Bu nedenle, hem ABD'de hem de Avrupa'da yeni indirme sistemleri üzerinde çalışılmaktadır.

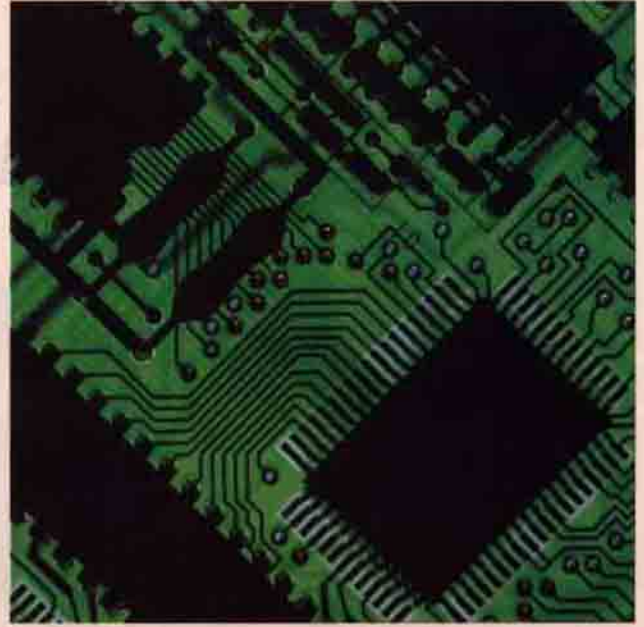
Avrupa, ICAO (International Civil Aviation Organization: Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu) ile birlikte MLS'yi (Microwave Landing System: Mikrodalga İniş Sistemi) destekliyor. Bu sistem, 5 gigahertz'de çalışan iki ışına dayanmakta. Bu ışınlar, fan şeklinde havaalanından yayınlanıp gelmekte olan uçakla kesişmektedirler.

Birinin düzey, diğerinin de yatay olarak tarama yapması ile uçağın konumu kesin olarak belirlenebilmektedir. MLS, aynı zamanda uçağı pist uzunluğu, rüzgar hızı ve görüş mesafesi gibi bilgileri de aktarmaktadır.

Görüş uzaklığının 200-300 metre arasında olduğu kategori III inişlerin yapılmasını sağlayan MLS'nin Avrupa'daki havaalanlarına 1998'den itibaren yerleştirilmesine başlanacak. ABD ise, körfez savaşında Cruise füzelerini yönlendirmekte kullandığı GPS'yi (Global Positioning System: Küresel Yer Belirleme Sistemi) öneriyor. Bu sistemde uydular aracılığıyla uçağın dünya üzerindeki konumu saptanıyor.

GPS, uçağın yüksekliğini 10 santimetre hatayla tespit edilebiliyor. ABD, GPS'nin, pilotun en azından 550 metre ileriye görmesini sağlayan kategori I inişleri yaptırabildiğini gösterdi.

Bu günlerde Avrupa ile ABD havacılık kurumları arasında MLS ve GPS kullanımı konusunda büyük bir kavga yaşanmakta. Varılan en basit çözümse, uçaklara ILS, MLS ve GPS'nin hepsinden gelen bilgilerin kullanımına izin verecek sistemlerin yerleştirilmesi yolunda.



Çip Üretimi Artık Daha Kolay

Elektronik mühendislerinin elinde daha iyi çipler tasarlamak için yeni bir yöntem var: Bilim ve Teknik Dergisi'nin Ağustos 1994 sayısında tanıtılan Taramalı Tünelleme Mikroskopunun (TTM) işleyiş yöntemi temel alınarak, entegre devrelerdeki küçük akımlar, onlara dokunulmadan ölçülüyor. ABD'de bulunan Sandia National Laboratory'de geliştirilen bu sistem ile daha iyi çipler üretilebilecek ve hatalılar kolayca tespit edilebilecek.

Bir entegre devrenin çalışıp çalışmadığını anlamak için, içindeki voltajların ve akımların nasıl dağıldığının bilinmesi gerekmektedir. Kullanılan sistemlerle, çipe zarar vermeden elektrik potansiyellerinin dağılımı resim olarak kaydedilebiliyordu; ancak akımın ölçülmesi için uygun bir yöntem yoktu. Akım ölçerler ya çipe zarar veriyor ya da küçük devrelerde aktarılan küçük akımları ölçemiyorlardı.

Sandia'da çalışan mühendisler, bir TTM'den kendi ölçme aletlerini geliştirdiler. Bu alet, bir yüzeyin üzerinde hareket eden bir proba uygulanan güçleri algılıyor. Proben ucuna yerleştirilecek bir muknatısla, elektrik akımıyla taşınan elektrik yüklerinin yarattığı manyetik alanı da algılayabiliyor.

Sandia'daki araştırmacılar, bir mikrometreden daha küçük aralıklarla ölçüm yapabilen manyetik kafalar ürettiler. 1 mikroamperlik bir AC akımı bile ölçebilen bu aletin ticari satış fiyatı 250,000 \$ civarında olacak. Ölçüm aralıkları ve hassasiyeti günümüz çip teknolojisinin bu sistemi verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayacak yeterlilikte; ancak fiyatının da bunun tam tersi için yeterli olduğunu belirtmek gerekiyor.

Kaynaklar
New Scientist, 24 Eylül 1994
New Scientist, 10 Eylül 1994
New Scientist, 13 Ağustos 1994

dedilecek bilgi, LCD gibi yüksek çözünürlüğe sahip bir ekranın üzerinde dijital olarak gösterilir. Bu ekrandaki görüntü, yeşil lazer ile kızıl ötesi lazerin aydınlatıldığı "sayfanın" üzerine düşürülür. Yeşil lazer ile kızıl-ötesi lazer, ışınları birbirlerine tam dik gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Böylece, iki lazerin ışınlarının kesiştiği yerde SP'nin özellikleri değişir ve bir dijital sayfalık bilgi kaydedilmiş olur. Kızıl ötesi lazerin konumunun değiştirilmesiyle, kúpün üzerinde binlerce "sayfa" bilgi kaydedilebilir. Bilginin okuması için, kúpüte kayıtlı bir sayfa yeşil lazerle aydınlatılır. Bu sayede, SP molekülleri orijinal sayfanın şeklini verecek biçimde ışık yayar. Bu resim elektronik bir kamera tarafından kaydedilir ve dijital olarak bir bilgisayara aktarılır. Bu teknik ile, Rentzepis ve Esener, 1 terabit'i (250 CD'lik bilgi), 5 müzik kasedinin kutusunun hacmi kadar bir yere sığdırabileceklerini söylüyorlar. Bu sistemi kullanan bir bilgisayarı, bilgisi CD'den 50 kat daha çabuk bulabileceğini ve bir ke-

rede bir sayfa okuması nedeniyle, 1000 kat daha hızlı okuyabileceğini de iddia ediyorlar. Ancak bazı sorunlar var: Lazer ışınlarını süratle odaklamak ve ışınları yönlendirmek oldukça zor olacak. Aynı zamanda, SP molekülleri, bilgileri, oda sıcaklığında en fazla bir kaç saat saklayabiliyor. Daha verimli çalışan bir sistem için 3° C'nin altında bir sıcaklık tutulmaları gerekiyor. Rentzepis, oda sıcaklığında da çalışabilen, yeni bir iki-fotonlu madde üzerinde çalışıyor. Esener, soğutma masrafları gözönüne alındığında bile, sistemlerinin günümüz bilgi depolama sistemlerinden çok daha ucuz ve hızlı olduğunu söylüyor ve IBM'in 45 terabitlik bilgi sunucusu ile karşılaştırıyor. Bu sistem bir oda büyüklüğünde; teypleri değiştirmek için bir robot kola ihtiyacı var; ve fiyatı da 850,000 ABD doları. Prototipinin 1996 sonlarında hazır olması beklenen Call/Recall sistemi ise, depolanan her bit için 15 kat daha ucuz, çok daha küçük ve daha basit olacak.

Teknoloji Dünyası

Sinan Göktepeli - Üner Çolak

Üstüniletken Uygulamaları

Yüksek sıcaklık üstüniletkenleri ilk geliştirildikleri 1986'dan sonra artık yavaş yavaş teknolojik uygulama alanı bulmaktadırlar. Kritik sıcaklığı 77 Kelvin olan YBCO (yitriyum baryum bakıroksit) üstüniletkenlerin yakın gelecekte iletişim, askeri uygulamalar ve enerji naklinde kullanılabilmesi için çalışmalar yoğunlaştırıldı. Amerikan şirketi Illinois Superconductor önümüzdeki birkaç ay içinde üstüniletkenleri mobil iletişim alanında devreye sokmaya hazırlanıyor. Üstüniletkenlerden yapılmış filtreler ile mobil iletişim şebekesinde yakın frekanslarda girişim olayı klasik filtrelerle göre daha etkin bir şekilde engellenebilmektedir. Filtrelerin yalnız ABD'deki pazar tutarı 6 milyar dolar düzeyindedir.

Bu filtreler belli bir frekans aralığında gelen sinyalleri geçirirken, diğer frekanslarda gelen sinyalleri gidermesi gerekir. Ancak klasik filtrelerde devre elemanlarının neden olduğu direnç filtrenin etkin bir şekilde kullanılmasını kısıtlamaktaydı. Böyle bir filtrede yanıt eğrisi çan şeklinde olup kenar bölgelerdeki frekanslarda gelen sinyallerinde belli oranlarda geçirilmesine ve asıl sinyal yanında parazit oluşmasına neden olmaktadır. Üstüniletkenlerin filtre devresindeki direnci yoketmesiyle çok daha kaliteli iletişim sağlanabilmektedir. Filtrenin etkinliğinin ölçüsü olan Q faktörü klasik filtrelerde 2500 iken üstüniletkenlerin ilk uygulamaları ile bu oran 40000'e çıkmakta. Bununla ötesinde gelecek uygulamalar için Q faktörünün 1 milyon düzeyine çıkarılması beklenmektedir.

Illinois Superconductor şirketi bir de yeni üretim yöntemi geliştirerek maliyeti azaltma yönünde önemli bir adım attı. Eskiden uygulanan ince film teknikleri yerine yeni geliştirilen ve patenti alınan kalın film tekniği ile maliyetlerin 1000 kez azaltılması ve üretim hızının 10 kez artırılacağı gözlemlenmiştir.

İğnesiz Şırınga

Okullarda aşı olurken korkmayan çocuk var mıdır acaba? Artık bu bir problem olmayacak.

tan çıkacak. İngiliz Oxford Biosciences şirketi yeni bir şırınga geliştirdi. Bu öyle bir şırınga ki iğnesi yok.

Şırınga içinde sıkıştırılmış gaz, ilaçların deri içine ses hızının üç katı kadar bir hızla gönderilmesini sağlar. Enjeksiyon, derinin üzerine üflenmiş hava gibi hissedilmekte. Bu yeni geliştirilen şırıngalar ile bazı sağlık problemleri önlenmektedir. Örneğin, kullanılmış şırınga iğnelerinin atık probleminin ortadan kalkması ümit ediliyor; ilaçlar toz halinde kullanılacağı için suda çözülme problemi ya da özellikle tropikal ülkelerde sıvı enjeksiyonların uzun süre bozulmadan saklanabilmesi gibi sorunların üstesinden gelinebilecek.

Yeni şırıngalar kalem şeklinde ve tepesinde bir düğme ile çalıştırılmaktadır. Düğmeye basıldığında gaz bölmesi delinmekte ve ön bölmedeki toz ilacın ses ötesi bir hızla dışarıya çıkması sağlanmaktadır. Enjeksiyonun başarılı olabilmesi için toz ilacın bu hızla ölü deri tabakasını aşması sağlanır. Bundan sonra ilaç alttaki hücreler ile dolaşım sistemine geçer.

Bu şırıngalar normal olarak kullanılan atılabilir şırıngalara göre yaklaşık üç kat pahalıya malolmakta. Kullanımı herhangi bir acıya neden olmadığı için herkes bu maliyete katlanmaya sanırım hazırdır. Ancak fazla sevinmeyelim; çünkü üreticileri şırıngaların klinik olarak en az üç yıl sonra kullanılabileceğini söylüyor.

Ekranım, Onar Kendini

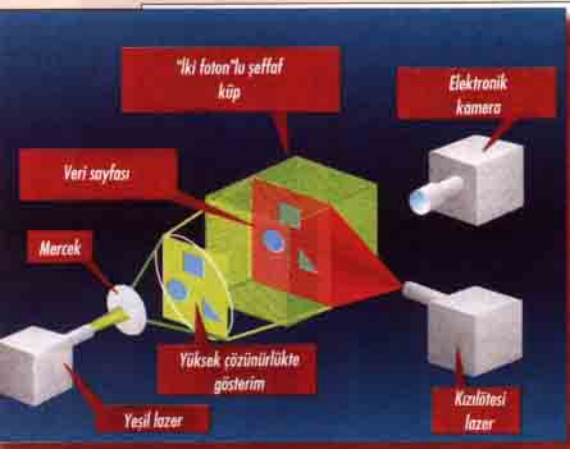
LCD (liquid crystal display: sıvı kristal gösterim) ekranlar artık sadece diz üstü bilgisayarlarda kullanılmıyor. Yer sorunu olan bürolarda, küçüklüğü sebebiyle bu tip ekranların tercih edildiği durumlarda sık sık karşılaşılabiliyoruz. Örneğin, bir Türk bankası kullandığı bilgisayarlarla birlikte ekranları değiştirerek CRT (cathod ray tube: katot ışını tüpü) yerine LCD ekranlar kullanmaya başladı. Ancak, yakın gelecekte LCD ekranların tercihinin tek nedeni küçüklükleri olmayacak.



Normal CRT ekranlar kullanıldıkça üzerlerinde yatay çizgiler oluşur. LCD ekranlar da zaman içinde kalitesini yitirir. Oluşan mikroskopik bozuklukların miktarı arttıkça, bilgisayarın ederi kadar bir miktarın gözden çıkarılması ve yeni bir ekranın alınması gerekecektir.

Bu durumda, ekranıyla arasında özel bir bağ olmayan biri onu atacaktır. Bu kişiye alacağı yeni ekran için önerimiz olacak. Çünkü, Philips araştırma laboratuvarlarında çalışan araştırmacılar kendi kendini onaran bir ekran ürettirler. Ekranın normal LCD'lerden daha parlak ve daha ucuz olduğunu da söylüyorlar.

Sıvı kristaller elektrik geçirildiğinde renklerini veya parlaklıklarını değiştiren maddelerdir. Özellikle, portatif bilgisayarların ince ekranları için idealdirler; çünkü bu kristallerin güç kaynağına bağlı bir tabakası, ekranda görülebilir şekiller çıkartabilmektedir. Günümüzde kullanılmakta olan birçok LCD ekranda büyük transistörler aracılığı ile kristallere akım uygulanmaktadır. Bunlarda meydana gelebilecek hatalar da, görüntüde kalıcı bozukluklara yol açabilmektedir. Ancak, Philips'in yeni tasarımında, cam bir ekrana belirli aralıklarla yerleştirilmiş mikroskopik diyotlar kullanılmıştır. Silisyum nitrattan oluşan bu diyotlar, içinde sıvı kristal bulunan küçük kutucukların bir köşesine yerleştiril-



Trilyon Bit'lik Küp

Gelecekte HDTV (High Definition Television) gibi dijital sistemler kullanan uygulamalar için bilgisayarların terabitlerce bilgiyi (1 terabit=1,000,000,000,000 bit) kolaylıkla işlemesi gerekecektir, ancak günümüzün sistemleri henüz bu aşamaya varamadılar. Bu nedenle bilimadamları, büyük miktarda bilgiyi okuyup yazabilecek sistemler geliştirmek için uğraş vermekteler.

Olası sistemlerin en iyilerinden biri optik teknolojidir. Hatta, bu teknolojiyi kullanıyor olmanız da olası. CD'ler bir lazer ışınının yansıtılması sistemine dayanır ve bilgi depolamak için kullanılan compact disc'ler (CD-ROM'lar) 4 gigabit bilgi depolayabilirler. Ancak, onlar da gelecekte ihtiyaç duyulacak kapasiteye ulaşmaktan uzaktılar henüz. CD ya da disket gibi iki boyutlu bilgi depolama sis-

temleri yerine, üç boyutlu bilgi depolama sistemlerinin kullanılması gereken hacmi oldukça küçültecektir. Call/Recall isimli araştırma şirketinde çalışan bilimadamları, bu sistemi uygulamayı başardılar. Kullandıkları tekniğin anahtarı ise, ışığa duyarlı, spiro-benzopyran adlı (kısaca SP) bir kimyasal madde. University of California'da çalışan bilimadamı Peter Rentzepis tarafından geliştirilen bu maddenin yapısı, üzerine yeşil ve kızıl-ötesi ışık düşürüldüğünde değişiyor. Ancak bu iki renkten biri aynı etkiyi yapamıyor. Yapısı bu yolla değiştirildikten sonra, SP, yeşil ışıkla aydınlatıldığında parlıyor.

Aynı üniversitede, opto-elektronik mühendisi Sadık Esener ile birlikte, Rentzepis, bilgi kaydetmek ve okumak için, iki foton etkisini kullanan bir cihaz geliştirdi. Cihazın temelini, içinde SP molekülleri bulunan şeffaf plastikten bir küp oluşturuyor. Kübün bir tarafında bulunan kızıl-ötesi bir lazer ile kübün ince bir tabakası aydınlatılır. Kay-

miştir. Her hücrenin iki yanında bulunan ince elektrotlar aracılığı ile diyetotlar sıvı kristale akımı aktarır.

Diyotlar basınç vanası gibi çalışmaktadır. Belirli bir sınıra ulaşılan kadar akım geçirmez. Diyotun yerinden biraz oynadığı durumlarda bile, sıvı kristale akım aktarabilir. Sadece bir kısmının önündeki ve arkasındaki elektrotlara değişir olması yeterlidir.

Diyotun hatalı olduğu ve çok fazla akım geçirdiği durumlarda ise, silisyum nitratin rezistansı artırarak akımı uygun miktara düşürmekte. Bu ekranların üretiminde daha az hassasiyetin gerekmesi, fiyatının da diğer LCD ekranlara göre daha ucuz olmasını sağlıyor. Şu an Philips ve Thomson, ince-film diyot teknolojisine dayanan LCD ekranların Hollanda'daki bir fabrikada deneme üretimini yapıyorlar.

Japon üreticiler tarafından verilen eski tip LCD ekranlar, 24 santimetrelilik bu ekranlarla doğrudan değiştirilebiliyor.

Uçağı Nasıl İndirmeli?

Uçak kazalarının %40'ı uçağın iniş için havaalanına yaklaşması ve iniş sırasında olmaktadır. Bu nedenle bir uçağın iniş uçuşun en can alıcı noktalarından biridir. Bu iş sadece pilotların ustalıklarına bırakılmamıştır. 40 yıldır ILS olarak adlandırılan Instrument Landing System (Aletli İniş Sistemi) ile uçaklara iniş pistine giden yol gösterilmektedir.

ILS; VHF ve UHF radyo sinyallerine dayanır. Temelde iki ışın kullanır. Birincisi iniş pistinin orta çizgisi boyunca uzanır. İkincisi ise, 3 derecelik bir açıyla yükselir.

Alçalmakta olan bir uçak, yere değmeden 10 veya 20 kilometre kadar önce bu ışınlarla karşılaşır. Kokpitteki bir ekrandan, pilot uçağın gördü durumunu okuyarak, gerekli değişikliklerle, uygun iniş rotasına geçmek için gerekli değişiklikleri yapar. Şu an kullanılmakta olan en yeterli sistem de budur. En zor inişler olan IIIB kategorisi inişlerde bile, otomatik olarak uçağı yönlendirebilmektedir. IIIB kategorisinde hava durumu o kadar kötüdür ki, pilotun görüş mesafesi 75 metredir.

Eski bir teknoloji olması nedeniyle ILS'nin bir çok dezavantajı bulunmaktadır. Sivil radyo yayınında kullanılan FM bandın-

daki yayımla karışmalar olmaktadır (ki ülkemizde bunun örnekleriyle sık sık karşılaşyoruz). Sadece birkaç frekansta yayın yapmaktadır ve bu da gelecekte artacak hava trafiğinin taleplerine yanıt verememesi demektir. Bu nedenle, hem ABD'de hem de Avrupa'da yeni indirme sistemleri üzerinde çalışılmaktadır.

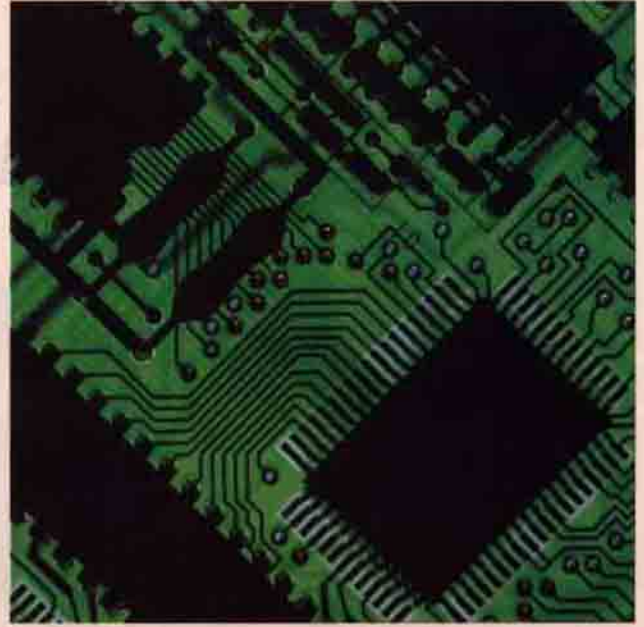
Avrupa, ICAO (International Civil Aviation Organization: Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu) ile birlikte MLS'yi (Microwave Landing System: Mikrodalga İniş Sistemi) destekliyor. Bu sistem, 5 gigahertz'de çalışan iki ışına dayanmakta. Bu ışınlar, fan şeklinde havaalanından yayınlanıp gelmekte olan uçakla kesişmektedirler.

Birinin düzey, diğerinin de yatay olarak tarama yapması ile uçağın konumu kesin olarak belirlenebilmektedir. MLS, aynı zamanda uçağı pist uzunluğu, rüzgar hızı ve görüş mesafesi gibi bilgileri de aktarmaktadır.

Görüş uzaklığının 200-300 metre arasında olduğu kategori III inişlerin yapılmasını sağlayan MLS'nin Avrupa'daki havaalanlarına 1998'den itibaren yerleştirilmesine başlanacak. ABD ise, körfez savaşında Cruise füzelerini yönlendirmekte kullandığı GPS'yi (Global Positioning System: Küresel Yer Belirleme Sistemi) öneriyor. Bu sistemde uydular aracılığıyla uçağın dünya üzerindeki konumu saptanıyor.

GPS, uçağın yüksekliğini 10 santimetre hatayla tespit edilebiliyor. ABD, GPS'nin, pilotun en azından 550 metre ileriye görmesini sağlayan kategori I inişleri yaptırabildiğini gösterdi.

Bu günlerde Avrupa ile ABD havacılık kurumları arasında MLS ve GPS kullanımı konusunda büyük bir kavga yaşanmakta. Varılan en basit çözümse, uçaklara ILS, MLS ve GPS'nin hepsinden gelen bilgilerin kullanımına izin verecek sistemlerin yerleştirilmesi yolunda.



Çip Üretimi Artık Daha Kolay

Elektronik mühendislerinin elinde daha iyi çipler tasarlamak için yeni bir yöntem var: Bilim ve Teknik Dergisi'nin Ağustos 1994 sayısında tanıtılan Taramalı Tünelleme Mikroskopunun (TTM) işleyiş yöntemi temel alınarak, entegre devrelerdeki küçük akımlar, onlara dokunulmadan ölçülüyor. ABD'de bulunan Sandia National Laboratory'de geliştirilen bu sistem ile daha iyi çipler üretilebilecek ve hatalılar kolayca tespit edilebilecek.

Bir entegre devrenin çalışıp çalışmadığını anlamak için, içindeki voltajların ve akımların nasıl dağıldığının bilinmesi gerekmektedir. Kullanılan sistemlerle, çipe zarar vermeden elektrik potansiyellerinin dağılımı resim olarak kaydedilebiliyordu; ancak akımın ölçülmesi için uygun bir yöntem yoktu. Akım ölçerler ya çipe zarar veriyor ya da küçük devrelerde aktarılan küçük akımları ölçemiyorlardı.

Sandia'da çalışan mühendisler, bir TTM'den kendi ölçme aletlerini geliştirdiler. Bu alet, bir yüzeyin üzerinde hareket eden bir proba uygulanan güçleri algılıyor. Proben ucuna yerleştirilecek bir muknatısla, elektrik akımıyla taşınan elektrik yüklerinin yarattığı manyetik alanı da algılayabiliyor.

Sandia'daki araştırmacılar, bir mikrometreden daha küçük aralıklarla ölçüm yapabilen manyetik kafalar ürettiler. 1 mikroamperlik bir AC akımı bile ölçebilen bu aletin ticari satış fiyatı 250,000 \$ civarında olacak. Ölçüm aralıkları ve hassasiyeti günümüz çip teknolojisinin bu sistemi verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayacak yeterlilikte; ancak fiyatının da bunun tam tersi için yeterli olduğunu belirtmek gerekiyor.

Kaynaklar
New Scientist, 24 Eylül 1994.
New Scientist, 10 Eylül 1994.
New Scientist, 13 Ağustos 1994.

dedilecek bilgi, LCD gibi yüksek çözünürlüğe sahip bir ekranın üzerinde dijital olarak gösterilir. Bu ekrandaki görüntü, yeşil lazer ile kızıl ötesi lazerin aydınlatıldığı "sayfanın" üzerine düşürülür. Yeşil lazer ile kızıl-ötesi lazer, ışınları birbirlerine tam dik gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Böylece, iki lazerin ışınlarının kesiştiği yerde SP'nin özellikleri değişir ve bir dijital sayfalık bilgi kaydedilmiş olur. Kızıl ötesi lazerin konumunun değiştirilmesiyle, kúpün üzerinde binlerce "sayfa" bilgi kaydedilebilir. Bilginin okuması için, kúpüte kayıtlı bir sayfa yeşil lazerle aydınlatılır. Bu sayede, SP molekülleri orijinal sayfanın şeklini verecek biçimde ışık yayar. Bu resim elektronik bir kamera tarafından kaydedilir ve dijital olarak bir bilgisayara aktarılır. Bu teknik ile, Rentzepis ve Esener, 1 terabit'i (250 CD'lik bilgi), 5 müzik kasedinin kutusunun hacmi kadar bir yere sığdırabileceklerini söylüyorlar. Bu sistemi kullanan bir bilgisayarı, bilgisi CD'den 50 kat daha çabuk bulabileceğini ve bir ke-

rede bir sayfa okuması nedeniyle, 1000 kat daha hızlı okuyabileceğini de iddia ediyorlar. Ancak bazı sorunlar var: Lazer ışınlarını süratle odaklamak ve ışınları yönlendirmek oldukça zor olacak. Aynı zamanda, SP molekülleri, bilgileri, oda sıcaklığında en fazla bir kaç saat saklayabiliyor. Daha verimli çalışan bir sistem için 3° C'nin altında bir sıcaklık tutulmaları gerekiyor. Rentzepis, oda sıcaklığında da çalışabilen, yeni bir iki-fotonlu madde üzerinde çalışıyor. Esener, soğutma masrafları gözönüne alındığında bile, sistemlerinin günümüz bilgi depolama sistemlerinden çok daha ucuz ve hızlı olduğunu söylüyor ve IBM'in 45 terabitlik bilgi sunucusu ile karşılaştırıyor. Bu sistem bir oda büyüklüğünde; teypleri değiştirmek için bir robot kola ihtiyacı var; ve fiyatı da 850,000 ABD doları. Prototipinin 1996 sonlarında hazır olması beklenen Call/Recall sistemi ise, depolanan her bit için 15 kat daha ucuz, çok daha küçük ve daha basit olacak.

Teknoloji Dünyası

Sinan Göktepeli - Üner Çolak

Üstüniletken Uygulamaları

Yüksek sıcaklık üstüniletkenleri ilk geliştirildikleri 1986'dan sonra artık yavaş yavaş teknolojik uygulama alanı bulmaktadırlar. Kritik sıcaklığı 77 Kelvin olan YBCO (yitriyum baryum bakıroksit) üstüniletkenlerin yakın gelecekte iletişim, askeri uygulamalar ve enerji naklinde kullanılabilmesi için çalışmalar yoğunlaştırıldı. Amerikan şirketi Illinois Superconductor önümüzdeki birkaç ay içinde üstüniletkenleri mobil iletişim alanında devreye sokmaya hazırlanıyor. Üstüniletkenlerden yapılmış filtreler ile mobil iletişim şebekesinde yakın frekanslarda girişim olayı klasik filtrelerle göre daha etkin bir şekilde engellenebilmektedir. Filtrelerin yalnız ABD'deki pazar tutarı 6 milyar dolar düzeyindedir.

Bu filtreler belli bir frekans aralığında gelen sinyalleri geçirirken, diğer frekanslarda gelen sinyalleri gidermesi gerekir. Ancak klasik filtrelerde devre elemanlarının neden olduğu direnç filtrenin etkin bir şekilde kullanılmasını kısıtlamaktaydı. Böyle bir filtrede yanıt eğrisi çan şeklinde olup kenar bölgelerdeki frekanslarda gelen sinyallerinde belli oranlarda geçirilmesine ve asıl sinyal yanında parazit oluşmasına neden olmaktadır. Üstüniletkenlerin filtre devresindeki direnci yoketmesiyle çok daha kaliteli iletişim sağlanabilmektedir. Filtrenin etkinliğinin ölçüsü olan Q faktörü klasik filtrelerde 2500 iken üstüniletkenlerin ilk uygulamaları ile bu oran 40000'e çıkmakta. Bununla ötesinde gelecek uygulamalar için Q faktörünün 1 milyon düzeyine çıkarılması beklenmektedir.

Illinois Superconductor şirketi bir de yeni üretim yöntemi geliştirerek maliyeti azaltma yönünde önemli bir adım attı. Eskiden uygulanan ince film teknikleri yerine yeni geliştirilen ve patenti alınan kalın film tekniği ile maliyetlerin 1000 kez azaltılması ve üretim hızının 10 kez artırılacağı gözlemlenmiştir.

İğnesiz Şırınga

Okullarda aşı olurken korkmayan çocuk var mıdır acaba? Artık bu bir problem olmayacak.

tan çıkacak. İngiliz Oxford Biosciences şirketi yeni bir şırınga geliştirdi. Bu öyle bir şırınga ki iğnesi yok.

Şırınga içinde sıkıştırılmış gaz, ilaçların deri içine ses hızının üç katı kadar bir hızla gönderilmesini sağlar. Enjeksiyon, derinin üzerine üflenmiş hava gibi hissedilmekte. Bu yeni geliştirilen şırıngalar ile bazı sağlık problemleri önlenmektedir. Örneğin, kullanılmış şırınga iğnelerinin atık probleminin ortadan kalkması ümit ediliyor; ilaçlar toz halinde kullanılacağı için suda çözülme problemi ya da özellikle tropikal ülkelerde sıvı enjeksiyonların uzun süre bozulmadan saklanabilmesi gibi sorunların üstesinden gelinebilecek.

Yeni şırıngalar kalem şeklinde ve tepesinde bir düğme ile çalıştırılmaktadır. Düğmeye basıldığında gaz bölmesi delinmekte ve ön bölmedeki toz ilacın ses ötesi bir hızla dışarıya çıkması sağlanmaktadır. Enjeksiyonun başarılı olabilmesi için toz ilacın bu hızla ölü deri tabakasını aşması sağlanır. Bundan sonra ilaç alttaki hücreler ile dolaşım sistemine geçer.

Bu şırıngalar normal olarak kullanılan atılabilir şırıngalara göre yaklaşık üç kat pahalıya malolmakta. Kullanımı herhangi bir acıya neden olmadığı için herkes bu maliyete katlanmaya sanırım hazırdır. Ancak fazla sevinmeyelim; çünkü üreticileri şırıngaların klinik olarak en az üç yıl sonra kullanılabileceğini söylüyor.

Ekranım, Onar Kendini

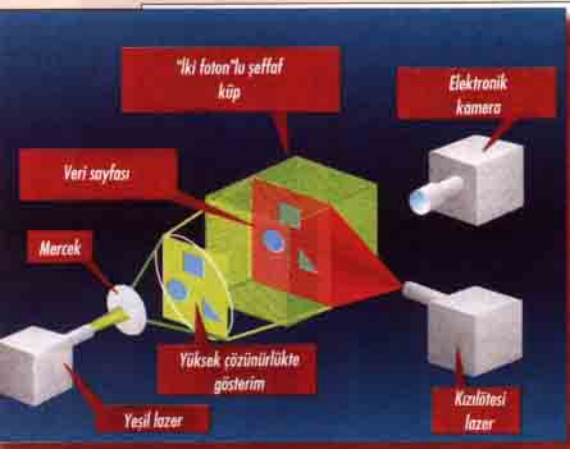
LCD (liquid crystal display: sıvı kristal gösterim) ekranlar artık sadece diz üstü bilgisayarlarda kullanılmıyor. Yer sorunu olan bürolarda, küçüklüğü sebebiyle bu tip ekranların tercih edildiği durumlarda sık sık karşılaşılabiliyoruz. Örneğin, bir Türk bankası kullandığı bilgisayarlarla birlikte ekranları değiştirerek CRT (cathod ray tube: katot ışını tüpü) yerine LCD ekranlar kullanmaya başladı. Ancak, yakın gelecekte LCD ekranların tercihinin tek nedeni küçüklükleri olmayacak.



Normal CRT ekranlar kullanıldıkça üzerlerinde yatay çizgiler oluşur. LCD ekranlar da zaman içinde kalitesini yitirir. Oluşan mikroskopik bozuklukların miktarı arttıkça, bilgisayarın ederi kadar bir miktarın gözden çıkarılması ve yeni bir ekranın alınması gerekecektir.

Bu durumda, ekranıyla arasında özel bir bağ olmayan biri onu atacaktır. Bu kişiye alacağı yeni ekran için önerimiz olacak. Çünkü, Philips araştırma laboratuvarlarında çalışan araştırmacılar kendi kendini onaran bir ekran ürettirler. Ekranın normal LCD'lerden daha parlak ve daha ucuz olduğunu da söylüyorlar.

Sıvı kristaller elektrik geçirildiğinde renklerini veya parlaklıklarını değiştiren maddelerdir. Özellikle, portatif bilgisayarların ince ekranları için idealdirler; çünkü bu kristallerin güç kaynağına bağlı bir tabakası, ekranda görülebilir şekiller çıkartabilmektedir. Günümüzde kullanılmakta olan birçok LCD ekranda büyük transistörler aracılığı ile kristallere akım uygulanmaktadır. Bunlarda meydana gelebilecek hatalar da, görüntüde kalıcı bozukluklara yol açabilmektedir. Ancak, Philips'in yeni tasarımında, cam bir ekrana belirli aralıklarla yerleştirilmiş mikroskopik diyotlar kullanılmıştır. Silisyum nitrattan oluşan bu diyotlar, içinde sıvı kristal bulunan küçük kutucukların bir köşesine yerleştiril-



Trilyon Bit'lik Küp

Gelecekte HDTV (High Definition Television) gibi dijital sistemler kullanan uygulamalar için bilgisayarların terabitlerce bilgiyi (1 terabit=1,000,000,000,000 bit) kolaylıkla işlemesi gerekecektir, ancak günümüzün sistemleri henüz bu aşamaya varamadılar. Bu nedenle bilimadamları, büyük miktarda bilgiyi okuyup yazabilecek sistemler geliştirmek için uğraş vermektedirler.

Olası sistemlerin en iyilerinden biri optik teknolojidir. Hatta, bu teknolojiyi kullanıyor olmanız da olası. CD'ler bir lazer ışınının yansıtılması sistemine dayanır ve bilgi depolamak için kullanılan compact disc'ler (CD-ROM'lar) 4 gigabit bilgi depolayabilirler. Ancak, onlar da gelecekte ihtiyaç duyulacak kapasiteye ulaşmaktan uzaktırlar henüz. CD ya da disket gibi iki boyutlu bilgi depolama sis-

temleri yerine, üç boyutlu bilgi depolama sistemlerinin kullanılması gereken hacmi oldukça küçültecektir. Call/Recall isimli araştırma şirketinde çalışan bilimadamları, bu sistemi uygulamayı başardılar. Kullandıkları tekniğin anahtarı ise, ışığa duyarlı, spiro-benzopyran adlı (kısaca SP) bir kimyasal madde. University of California'da çalışan bilimadamı Peter Rentzepis tarafından geliştirilen bu maddenin yapısı, üzerine yeşil ve kızıl-ötesi ışık düşürüldüğünde değişiyor. Ancak bu iki renkten biri aynı etkiyi yapamıyor. Yapısı bu yolla değiştirildikten sonra, SP, yeşil ışıkla aydınlatıldığında parlıyor.

Aynı üniversitede, opto-elektronik mühendisi Sadık Esener ile birlikte, Rentzepis, bilgi kaydetmek ve okumak için, iki foton etkisini kullanan bir cihaz geliştirdi. Cihazın temelini, içinde SP molekülleri bulunan şeffaf plastikten bir küp oluşturuyor. Kübün bir tarafında bulunan kızıl-ötesi bir lazer ile kübün ince bir tabakası aydınlatılır. Kay-

miştir. Her hücrenin iki yanında bulunan ince elektrotlar aracılığı ile diyetotlar sıvı kristale akımı aktarır.

Diyotlar basınç vanası gibi çalışmaktadır. Belirli bir sınıra ulaşılan kadar akım geçirmez. Diyotun yerinden biraz oynadığı durumlarda bile, sıvı kristale akım aktarabilir. Sadece bir kısmının önündeki ve arkasındaki elektrotlara değişir olması yeterlidir.

Diyotun hatalı olduğu ve çok fazla akım geçirdiği durumlarda ise, silisyum nitratin rezistansı artırarak akımı uygun miktara düşürmekte. Bu ekranların üretiminde daha az hassasiyetin gerekmesi, fiyatının da diğer LCD ekranlara göre daha ucuz olmasını sağlıyor. Şu an Philips ve Thomson, ince-film diyot teknolojisine dayanan LCD ekranların Hollanda'daki bir fabrikada deneme üretimini yapıyorlar.

Japon üreticiler tarafından verilen eski tip LCD ekranlar, 24 santimetrelilik bu ekranlarla doğrudan değiştirilebiliyor.

Uçağı Nasıl İndirmeli?

Uçak kazalarının %40'ı uçağın iniş için havaalanına yaklaşması ve iniş sırasında olmaktadır. Bu nedenle bir uçağın inişi uçuşun en can alıcı noktalarından biridir. Bu iş sadece pilotların ustalıklarına bırakılmamıştır. 40 yıldır ILS olarak adlandırılan Instrument Landing System (Aletli İniş Sistemi) ile uçaklara iniş pistine giden yol gösterilmektedir.

ILS; VHF ve UHF radyo sinyallerine dayanır. Temelde iki ışın kullanır. Birincisi iniş pistinin orta çizgisi boyunca uzanır. İkincisi ise, 3 derecelik bir açıyla yükselir.

Alçalmakta olan bir uçak, yere değmeden 10 veya 20 kilometre kadar önce bu ışınlarla karşılaşır. Kokpitteki bir ekrandan, pilot uçağın gördü durumunu okuyarak, gerekli değişikliklerle, uygun iniş rotasına geçmek için gerekli değişiklikleri yapar. Şu an kullanılmakta olan en yeterli sistem de budur. En zor inişler olan IIIB kategorisi inişlerde bile, otomatik olarak uçağı yönlendirebilmektedir. IIIB kategorisinde hava durumu o kadar kötüdür ki, pilotun görüş mesafesi 75 metredir.

Eski bir teknoloji olması nedeniyle ILS'nin bir çok dezavantajı bulunmaktadır. Sivil radyo yayınında kullanılan FM bandın-

daki yayımla karışmalar olmaktadır (ki ülkemizde bunun örnekleriyle sık sık karşılaşırız). Sadece birkaç frekansta yayın yapmaktadır ve bu da gelecekte artacak hava trafiğinin taleplerine yanıt verememesi demektir. Bu nedenle, hem ABD'de hem de Avrupa'da yeni indirme sistemleri üzerinde çalışılmaktadır.

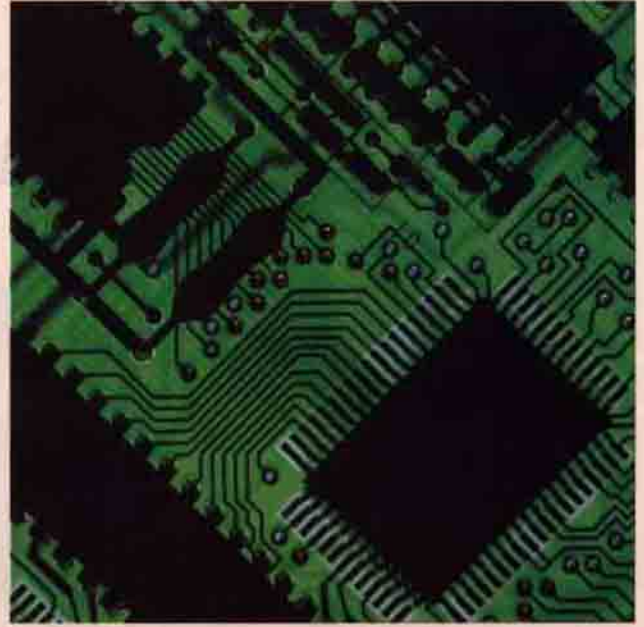
Avrupa, ICAO (International Civil Aviation Organization: Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu) ile birlikte MLS'yi (Microwave Landing System: Mikrodalga İniş Sistemi) destekliyor. Bu sistem, 5 gigahertz'de çalışan iki ışına dayanmakta. Bu ışınlar, fan şeklinde havaalanından yayınlanıp gelmekte olan uçakla kesişmektedirler.

Birinin düzey, diğerinin de yatay olarak tarama yapması ile uçağın konumu kesin olarak belirlenebilmektedir. MLS, aynı zamanda uçağı pist uzunluğu, rüzgar hızı ve görüş mesafesi gibi bilgileri de aktarmaktadır.

Görüş uzaklığının 200-300 metre arasında olduğu kategori III inişlerin yapılmasını sağlayan MLS'nin Avrupa'daki havaalanlarına 1998'den itibaren yerleştirilmesine başlanacak. ABD ise, körfez savaşında Cruise füzelerini yönlendirmekte kullandığı GPS'yi (Global Positioning System: Küresel Yer Belirleme Sistemi) öneriyor. Bu sistemde uydular aracılığıyla uçağın dünya üzerindeki konumu saptanıyor.

GPS, uçağın yüksekliğini 10 santimetre hatayla tespit edilebiliyor. ABD, GPS'nin, pilotun en azından 550 metre ileriye görmesini sağlayan kategori I inişleri yaptırabildiğini gösterdi.

Bu günlerde Avrupa ile ABD havacılık kurumları arasında MLS ve GPS kullanımı konusunda büyük bir kavga yaşanmakta. Varılan en basit çözümse, uçaklara ILS, MLS ve GPS'nin hepsinden gelen bilgilerin kullanımına izin verecek sistemlerin yerleştirilmesi yolunda.



Çip Üretimi Artık Daha Kolay

Elektronik mühendislerinin elinde daha iyi çipler tasarlamak için yeni bir yöntem var: Bilim ve Teknik Dergisi'nin Ağustos 1994 sayısında tanıtılan Taramalı Tünelleme Mikroskopunun (TTM) işleyiş yöntemi temel alınarak, entegre devrelerdeki küçük akımlar, onlara dokunulmadan ölçülüyor. ABD'de bulunan Sandia National Laboratory'de geliştirilen bu sistem ile daha iyi çipler üretilebilecek ve hatalılar kolayca tespit edilebilecek.

Bir entegre devrenin çalışıp çalışmadığını anlamak için, içindeki voltajların ve akımların nasıl dağıldığının bilinmesi gerekmektedir. Kullanılan sistemlerle, çipe zarar vermeden elektrik potansiyellerinin dağılımı resim olarak kaydedilebiliyordu; ancak akımın ölçülmesi için uygun bir yöntem yoktu. Akım ölçerler ya çipe zarar veriyor ya da küçük devrelerde aktarılan küçük akımları ölçemiyorlardı.

Sandia'da çalışan mühendisler, bir TTM'den kendi ölçme aletlerini geliştirdiler. Bu alet, bir yüzeyin üzerinde hareket eden bir proba uygulanan güçleri algılıyor. Proben ucuna yerleştirilecek bir muknatısla, elektrik akımıyla taşınan elektrik yüklerinin yarattığı manyetik alanı da algılayabiliyor.

Sandia'daki araştırmacılar, bir mikrometreden daha küçük aralıklarla ölçüm yapabilen manyetik kafalar ürettiler. 1 mikroamperlik bir AC akımı bile ölçebilen bu aletin ticari satış fiyatı 250,000 \$ civarında olacak. Ölçüm aralıkları ve hassasiyeti günümüz çip teknolojisinin bu sistemi verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayacak yeterlilikte; ancak fiyatının da bunun tam tersi için yeterli olduğunu belirtmek gerekiyor.

Kaynaklar
New Scientist, 24 Eylül 1994.
New Scientist, 10 Eylül 1994.
New Scientist, 13 Ağustos 1994.

dedilecek bilgi, LCD gibi yüksek çözünürlüğe sahip bir ekranın üzerinde dijital olarak gösterilir. Bu ekrandaki görüntü, yeşil lazer ile kızıl ötesi lazerin aydınlatıldığı "sayfanın" üzerine düşürülür. Yeşil lazer ile kızıl-ötesi lazer, ışınları birbirlerine tam dik gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Böylece, iki lazerin ışınlarının kesiştiği yerde SP'nin özellikleri değişir ve bir dijital sayfalık bilgi kaydedilmiş olur. Kızıl ötesi lazerin konumunun değiştirilmesiyle, kúpün üzerinde binlerce "sayfa" bilgi kaydedilebilir. Bilginin okuması için, kúpüte kayıtlı bir sayfa yeşil lazerle aydınlatılır. Bu sayede, SP molekülleri orijinal sayfanın şeklini verecek biçimde ışık yayar. Bu resim elektronik bir kamera tarafından kaydedilir ve dijital olarak bir bilgisayara aktarılır. Bu teknik ile, Rentzepis ve Esener, 1 terabit'i (250 CD'lük bilgi), 5 müzik kasedinin kutusunun hacmi kadar bir yere sığdırabileceklerini söylüyorlar. Bu sistemi kullanan bir bilgisayarı, bilgisi CD'den 50 kat daha çabuk bulabileceğini ve bir ke-

rede bir sayfa okuması nedeniyle, 1000 kat daha hızlı okuyabileceğini de iddia ediyorlar. Ancak bazı sorunlar var: Lazer ışınlarını süratle odaklamak ve ışınları yönlendirmek oldukça zor olacak. Aynı zamanda, SP molekülleri, bilgileri, oda sıcaklığında en fazla bir kaç saat saklayabiliyor. Daha verimli çalışan bir sistem için 3° C'nin altında bir sıcaklık tutulmaları gerekiyor. Rentzepis, oda sıcaklığında da çalışabilen, yeni bir iki-fotonlu madde üzerinde çalışıyor. Esener, soğutma masrafları gözönüne alındığında bile, sistemlerinin günümüz bilgi depolama sistemlerinden çok daha ucuz ve hızlı olduğunu söylüyor ve IBM'in 45 terabitlik bilgi sunucusu ile karşılaştırıyor. Bu sistem bir oda büyüklüğünde; teypleri değiştirmek için bir robot kola ihtiyacı var; ve fiyatı da 850,000 ABD doları. Prototipinin 1996 sonlarında hazır olması beklenen Call/Recall sistemi ise, depolanan her bit için 15 kat daha ucuz, çok daha küçük ve daha basit olacak.

Teknoloji Dünyası

Sinan Göktepeli - Üner Çolak

Üstüniletken Uygulamaları

Yüksek sıcaklık üstüniletkenleri ilk geliştirildikleri 1986'dan sonra artık yavaş yavaş teknolojik uygulama alanı bulmaktadırlar. Kritik sıcaklığı 77 Kelvin olan YBCO (yitriyum baryum bakıroksit) üstüniletkenlerin yakın gelecekte iletişim, askeri uygulamalar ve enerji naklinde kullanılabilmesi için çalışmalar yoğunlaştırıldı. Amerikan şirketi Illinois Superconductor önümüzdeki birkaç ay içinde üstüniletkenleri mobil iletişim alanında devreye sokmaya hazırlanıyor. Üstüniletkenlerden yapılmış filtreler ile mobil iletişim şebekesinde yakın frekanslarda girişim olayı klasik filtrelerle göre daha etkin bir şekilde engellenebilmektedir. Filtrelerin yalnız ABD'deki pazar tutarı 6 milyar dolar düzeyindedir.

Bu filtreler belli bir frekans aralığında gelen sinyalleri geçirirken, diğer frekanslarda gelen sinyalleri gidermesi gerekir. Ancak klasik filtrelerde devre elemanlarının neden olduğu direnç filtrenin etkin bir şekilde kullanılmasını kısıtlamaktaydı. Böyle bir filtrede yanıt eğrisi çan şeklinde olup kenar bölgelerdeki frekanslarda gelen sinyallerinde belli oranlarda geçirilmesine ve asıl sinyal yanında parazit oluşmasına neden olmaktadır. Üstüniletkenlerin filtre devresindeki direnci yoketmesiyle çok daha kaliteli iletişim sağlanabilmektedir. Filtrenin etkinliğinin ölçüsü olan Q faktörü klasik filtrelerde 2500 iken üstüniletkenlerin ilk uygulamaları ile bu oran 40000'e çıkmakta. Bununla ötesinde gelecek uygulamalar için Q faktörünün 1 milyon düzeyine çıkarılması beklenmektedir.

Illinois Superconductor şirketi bir de yeni üretim yöntemi geliştirerek maliyeti azaltma yönünde önemli bir adım attı. Eskiden uygulanan ince film teknikleri yerine yeni geliştirilen ve patenti alınan kalın film tekniği ile maliyetlerin 1000 kez azaltılması ve üretim hızının 10 kez artırılacağı gözlemlenmiştir.

İğnesiz Şırınga

Okullarda aşı olurken korkmayan çocuk var mıdır acaba? Artık bu bir problem olmayacak.

tan çıkacak. İngiliz Oxford Biosciences şirketi yeni bir şırınga geliştirdi. Bu öyle bir şırınga ki iğnesi yok.

Şırınga içinde sıkıştırılmış gaz, ilaçların deri içine ses hızının üç katı kadar bir hızla gönderilmesini sağlar. Enjeksiyon, derinin üzerine üflenmiş hava gibi hissedilmekte. Bu yeni geliştirilen şırıngalar ile bazı sağlık problemleri önlenmektedir. Örneğin, kullanılmış şırınga iğnelerinin atık probleminin ortadan kalkması ümit ediliyor; ilaçlar toz halinde kullanılacağı için suda çözülme problemi ya da özellikle tropikal ülkelerde sıvı enjeksiyonların uzun süre bozulmadan saklanabilmesi gibi sorunların üstesinden gelinebilecek.

Yeni şırıngalar kalem şeklinde ve tepesinde bir düğme ile çalıştırılmaktadır. Düğmeye basıldığında gaz bölmesi delinmekte ve ön bölmedeki toz ilacın ses ötesi bir hızla dışarıya çıkması sağlanmaktadır. Enjeksiyonun başarılı olabilmesi için toz ilacın bu hızla ölü deri tabakasını aşması sağlanır. Bundan sonra ilaç alttaki hücreler ile dolaşım sistemine geçer.

Bu şırıngalar normal olarak kullanılan atılabilir şırıngalara göre yaklaşık üç kat pahalıya malolmakta. Kullanımı herhangi bir acıya neden olmadığı için herkes bu maliyete katlanmaya sanırım hazırdır. Ancak fazla sevinmeyelim; çünkü üreticileri şırıngaların klinik olarak en az üç yıl sonra kullanılabilmesini söylüyor.

Ekranım, Onar Kendini

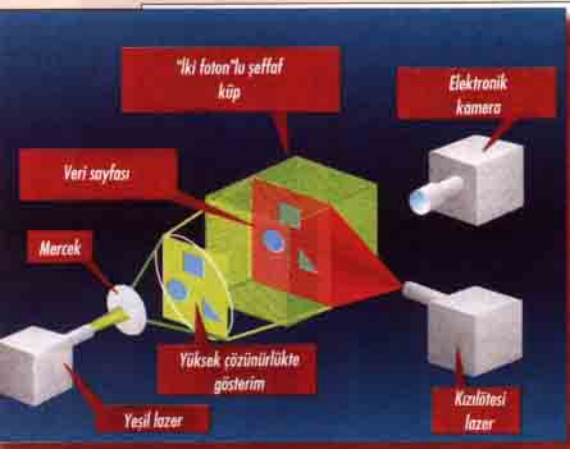
LCD (liquid crystal display: sıvı kristal gösterim) ekranlar artık sadece diz üstü bilgisayarlarda kullanılmıyor. Yer sorunu olan bürolarda, küçüklüğü sebebiyle bu tip ekranların tercih edildiği durumlarda sık sık karşılaşılabiliyoruz. Örneğin, bir Türk bankası kullandığı bilgisayarlarla birlikte ekranları değiştirerek CRT (cathod ray tube: katot ışını tüpü) yerine LCD ekranlar kullanmaya başladı. Ancak, yakın gelecekte LCD ekranların tercihinin tek nedeni küçüklükleri olmayacak.



Normal CRT ekranlar kullanıldıkça üzerlerinde yatay çizgiler oluşur. LCD ekranlar da zaman içinde kalitesini yitirir. Oluşan mikroskopik bozuklukların miktarı arttıkça, bilgisayarın ederi kadar bir miktarın gözden çıkarılması ve yeni bir ekranın alınması gerekecektir.

Bu durumda, ekranıyla arasında özel bir bağ olmayan biri onu atacaktır. Bu kişiye alacağı yeni ekran için önerimiz olacak. Çünkü, Philips araştırma laboratuvarlarında çalışan araştırmacılar kendi kendini onaran bir ekran ürettirler. Ekranın normal LCD'lerden daha parlak ve daha ucuz olduğunu da söylüyorlar.

Sıvı kristaller elektrik geçirildiğinde renklerini veya parlaklıklarını değiştiren maddelerdir. Özellikle, portatif bilgisayarların ince ekranları için idealdirler; çünkü bu kristallerin güç kaynağına bağlı bir tabakası, ekranda görülebilir şekiller çıkartabilmektedir. Günümüzde kullanılmakta olan birçok LCD ekranda büyük transistörler aracılığı ile kristallere akım uygulanmaktadır. Bunlarda meydana gelebilecek hatalar da, görüntüde kalıcı bozukluklara yol açabilmektedir. Ancak, Philips'in yeni tasarımında, cam bir ekrana belirli aralıklarla yerleştirilmiş mikroskopik diyotlar kullanılmıştır. Silisyum nitrattan oluşan bu diyotlar, içinde sıvı kristal bulunan küçük kutucukların bir köşesine yerleştiril-



Trilyon Bit'lik Küp

Gelecekte HDTV (High Definition Television) gibi dijital sistemler kullanan uygulamalar için bilgisayarların terabitlerce bilgiyi (1 terabit=1,000,000,000,000 bit) kolaylıkla işlemesi gerekecektir, ancak günümüzün sistemleri henüz bu aşamaya varamadılar. Bu nedenle bilimadamları, büyük miktarda bilgiyi okuyup yazabilecek sistemler geliştirmek için uğraş vermektedirler.

Olası sistemlerin en iyilerinden biri optik teknolojidir. Hatta, bu teknolojiyi kullanıyor olmanız da olası. CD'ler bir lazer ışınının yansıtılması sistemine dayanır ve bilgi depolamak için kullanılan compact disc'ler (CD-ROM'lar) 4 gigabit bilgi depolayabilirler. Ancak, onlar da gelecekte ihtiyaç duyulacak kapasiteye ulaşmaktan uzaktılar henüz. CD ya da disket gibi iki boyutlu bilgi depolama sis-

temleri yerine, üç boyutlu bilgi depolama sistemlerinin kullanılması gereken hacmi oldukça küçületecektir. Call/Recall isimli araştırma şirketinde çalışan bilimadamları, bu sistemi uygulamayı başardılar. Kullandıkları tekniğin anahtarı ise, ışığa duyarlı, spiro-benzopyran adlı (kısaca SP) bir kimyasal madde. University of California'da çalışan bilimadamı Peter Rentzepis tarafından geliştirilen bu maddenin yapısı, üzerine yeşil ve kızıl-ötesi ışık düşürüldüğünde değişiyor. Ancak bu iki renkten biri aynı etkiyi yapamıyor. Yapısı bu yolla değiştirildikten sonra, SP, yeşil ışıkla aydınlatıldığında parlıyor.

Aynı üniversitede, opto-elektronik mühendisi Sadık Esener ile birlikte, Rentzepis, bilgi kaydetmek ve okumak için, iki foton etkisini kullanan bir cihaz geliştirdi. Cihazın temelini, içinde SP molekülleri bulunan şeffaf plastikten bir küp oluşturuyor. Kübün bir tarafında bulunan kızıl-ötesi bir lazer ile kübün ince bir tabakası aydınlatılır. Kay-

miştir. Her hücrenin iki yanında bulunan ince elektrotlar aracılığı ile diyetotlar sıvı kristale akımı aktarırlar.

Diyotlar basınç vanası gibi çalışmaktadır. Belirli bir sınıra ulaşılan kadar akım geçirmez. Diyotun yerinden biraz oynadığı durumlarda bile, sıvı kristale akım aktarabilir. Sadece bir kısmının önündeki ve arkasındaki elektrotlara değişir olması yeterlidir.

Diyotun hatalı olduğu ve çok fazla akım geçirdiği durumlarda ise, silisyum nitratin rezistansı artırarak akımı uygun miktara düşürmekte. Bu ekranların üretiminde daha az hassasiyetin gerekmesi, fiyatının da diğer LCD ekranlara göre daha ucuz olmasını sağlıyor. Şu an Philips ve Thomson, ince-film diyot teknolojisine dayanan LCD ekranların Hollanda'daki bir fabrikada deneme üretimini yapıyorlar.

Japon üreticiler tarafından verilen eski tip LCD ekranlar, 24 santimetrelilik bu ekranlarla doğrudan değiştirilebiliyor.

Uçağı Nasıl İndirmeli?

Uçak kazalarının %40'ı uçağın iniş için havaalanına yaklaşması ve iniş sırasında olmaktadır. Bu nedenle bir uçağın inişi uçuşun en can alıcı noktalarından biridir. Bu iş sadece pilotların ustalıklarına bırakılmamıştır. 40 yıldır ILS olarak adlandırılan Instrument Landing System (Aletli İniş Sistemi) ile uçaklara iniş pistine giden yol gösterilmektedir.

ILS; VHF ve UHF radyo sinyallerine dayanır. Temelde iki ışın kullanır. Birincisi iniş pistinin orta çizgisi boyunca uzanır. İkincisi ise, 3 derecelik bir açıyla yükselir.

Alçalmakta olan bir uçak, yere değmeden 10 veya 20 kilometre kadar önce bu ışınlarla karşılaşır. Kokpitteki bir ekrandan, pilot uçağın gördü durumunu okuyarak, gerekli değişikliklerle, uygun iniş rotasına geçmek için gerekli değişiklikleri yapar. Şu an kullanılmakta olan en yeterli sistem de budur. En zor inişler olan IIIB kategorisi inişlerde bile, otomatik olarak uçağı yönlendirebilmektedir. IIIB kategorisinde hava durumu o kadar kötüdür ki, pilotun görüş mesafesi 75 metredir.

Eski bir teknoloji olması nedeniyle ILS'nin bir çok dezavantajı bulunmaktadır. Sivil radyo yayınında kullanılan FM bandın-

daki yayımla karışmalar olmaktadır (ki ülkemizde bunun örnekleriyle sık sık karşılaşırız). Sadece birkaç frekansta yayın yapmaktadır ve bu da gelecekte artacak hava trafiğinin taleplerine yanıt verememesi demektir. Bu nedenle, hem ABD'de hem de Avrupa'da yeni indirme sistemleri üzerinde çalışılmaktadır.

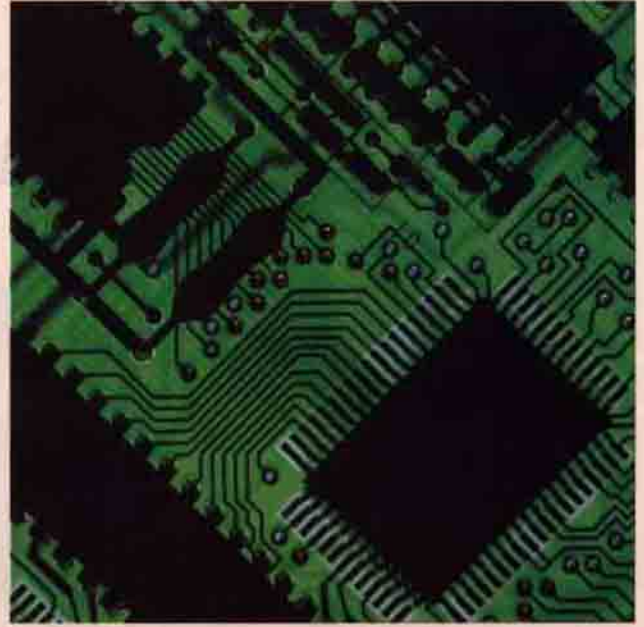
Avrupa, ICAO (International Civil Aviation Organization: Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu) ile birlikte MLS'yi (Microwave Landing System: Mikrodalga İniş Sistemi) destekliyor. Bu sistem, 5 gigahertz'de çalışan iki ışına dayanmakta. Bu ışınlar, fan şeklinde havaalanından yayınlanıp gelmekte olan uçakla kesişmektedirler.

Birinin düzey, diğerinin de yatay olarak tarama yapması ile uçağın konumu kesin olarak belirlenebilmektedir. MLS, aynı zamanda uçağı pist uzunluğu, rüzgar hızı ve görüş mesafesi gibi bilgileri de aktarmaktadır.

Görüş uzaklığının 200-300 metre arasında olduğu kategori III inişlerin yapılmasını sağlayan MLS'nin Avrupa'daki havaalanlarına 1998'den itibaren yerleştirilmesine başlanacak. ABD ise, körfez savaşında Cruise füzelerini yönlendirmekte kullandığı GPS'yi (Global Positioning System: Küresel Yer Belirleme Sistemi) öneriyor. Bu sistemde uydular aracılığıyla uçağın dünya üzerindeki konumu saptanıyor.

GPS, uçağın yüksekliğini 10 santimetre hatayla tespit edilebiliyor. ABD, GPS'nin, pilotun en azından 550 metre ileriye görmesini sağlayan kategori I inişleri yaptırabildiğini gösterdi.

Bu günlerde Avrupa ile ABD havacılık kurumları arasında MLS ve GPS kullanımı konusunda büyük bir kavga yaşanmakta. Varılan en basit çözümse, uçaklara ILS, MLS ve GPS'nin hepsinden gelen bilgilerin kullanımına izin verecek sistemlerin yerleştirilmesi yolunda.



Çip Üretimi Artık Daha Kolay

Elektronik mühendislerinin elinde daha iyi çipler tasarlamak için yeni bir yöntem var: Bilim ve Teknik Dergisi'nin Ağustos 1994 sayısında tanıtılan Taramalı Tünelleme Mikroskopunun (TTM) işleyiş yöntemi temel alınarak, entegre devrelerdeki küçük akımlar, onlara dokunulmadan ölçülüyor. ABD'de bulunan Sandia National Laboratory'de geliştirilen bu sistem ile daha iyi çipler üretilebilecek ve hatalılar kolayca tespit edilebilecek.

Bir entegre devrenin çalışıp çalışmadığını anlamak için, içindeki voltajların ve akımların nasıl dağıldığının bilinmesi gerekmektedir. Kullanılan sistemlerle, çipe zarar vermeden elektrik potansiyellerinin dağılımı resim olarak kaydedilebiliyordu; ancak akımın ölçülmesi için uygun bir yöntem yoktu. Akım ölçerler ya çipe zarar veriyor ya da küçük devrelerde aktarılan küçük akımları ölçemiyorlardı.

Sandia'da çalışan mühendisler, bir TTM'den kendi ölçme aletlerini geliştirdiler. Bu alet, bir yüzeyin üzerinde hareket eden bir proba uygulanan güçleri algılıyor. Proben ucuna yerleştirilecek bir muknatısla, elektrik akımıyla taşınan elektrik yüklerinin yarattığı manyetik alanı da algılayabiliyor.

Sandia'daki araştırmacılar, bir mikrometreden daha küçük aralıklarla ölçüm yapabilen manyetik kafalar ürettiler. 1 mikroamperlik bir AC akımı bile ölçebilen bu aletin ticari satış fiyatı 250,000 \$ civarında olacak. Ölçüm aralıkları ve hassasiyeti günümüz çip teknolojisinin bu sistemi verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayacak yeterlilikte; ancak fiyatının da bunun tam tersi için yeterli olduğunu belirtmek gerekiyor.

Kaynaklar
New Scientist, 24 Eylül 1994
New Scientist, 10 Eylül 1994
New Scientist, 13 Ağustos 1994

dedilecek bilgi, LCD gibi yüksek çözünürlüğe sahip bir ekranın üzerinde dijital olarak gösterilir. Bu ekrandaki görüntü, yeşil lazer ile kızıl ötesi lazerin aydınlatıldığı "sayfa" üzerine düşürülür. Yeşil lazer ile kızıl-ötesi lazer, ışınları birbirlerine tam dik gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Böylece, iki lazerin ışınlarının kesiştiği yerde SP'nin özellikleri değişir ve bir dijital sayfa bilgisi kaydedilmiş olur. Kızıl ötesi lazerin konumunun değiştirilmesiyle, kúpün üzerinde binlerce "sayfa" bilgisi kaydedilebilir. Bilginin okuması için, kúp'te kayıtlı bir sayfa yeşil lazerle aydınlatılır. Bu sayede, SP molekülleri orijinal sayfanın şeklini verecek biçimde ışık yayar. Bu resim elektronik bir kamera tarafından kaydedilir ve dijital olarak bir bilgisayara aktarılır. Bu teknik ile, Rentzepis ve Esener, 1 terabit'i (250 CD'lik bilgi), 5 müzik kasedinin kutusunun hacmi kadar bir yere sığdırabileceklerini söylüyorlar. Bu sistemi kullanan bir bilgisayarı, bilgisi CD'den 50 kat daha çabuk bulabileceğini ve bir ke-

rede bir sayfa okuması nedeniyle, 1000 kat daha hızlı okuyabileceğini de iddia ediyorlar. Ancak bazı sorunlar var: Lazer ışınlarını süratle odaklamak ve ışınları yönlendirmek oldukça zor olacak. Aynı zamanda, SP molekülleri, bilgileri, oda sıcaklığında en fazla bir kaç saat saklayabiliyor. Daha verimli çalışan bir sistem için 3° C'nin altında bir sıcaklık tutulmaları gerekiyor. Rentzepis, oda sıcaklığında da çalışabilen, yeni bir iki-fotonlu madde üzerinde çalışıyor. Esener, soğutma masrafları gözönüne alındığında bile, sistemlerinin günümüz bilgi depolama sistemlerinden çok daha ucuz ve hızlı olduğunu söylüyor ve IBM'in 45 terabitlik bilgi sunucusu ile karşılaştırıyor. Bu sistem bir oda büyüklüğünde; teypleri değiştirmek için bir robot kola ihtiyacı var; ve fiyatı da 850,000 ABD doları. Prototipinin 1996 sonlarında hazır olması beklenen Call/Recall sistemi ise, depolanan her bit için 15 kat daha ucuz, çok daha küçük ve daha basit olacak.

Teknoloji Dünyası

Sinan Göktepeli - Üner Çolak

Üstüniletken Uygulamaları

Yüksek sıcaklık üstüniletkenleri ilk geliştirildikleri 1986'dan sonra artık yavaş yavaş teknolojik uygulama alanı bulmaktadırlar. Kritik sıcaklığı 77 Kelvin olan YBCO (yitriyum baryum bakıroksit) üstüniletkenlerin yakın gelecekte iletişim, askeri uygulamalar ve enerji naklinde kullanılabilmesi için çalışmalar yoğunlaştırıldı. Amerikan şirketi Illinois Superconductor önümüzdeki birkaç ay içinde üstüniletkenleri mobil iletişim alanında devreye sokmaya hazırlanıyor. Üstüniletkenlerden yapılmış filtreler ile mobil iletişim şebekesinde yakın frekanslarda girişim olayı klasik filtrelerle göre daha etkin bir şekilde engellenebilmektedir. Filtrelerin yalnız ABD'deki pazar tutarı 6 milyar dolar düzeyindedir.

Bu filtreler belli bir frekans aralığında gelen sinyalleri geçirirken, diğer frekanslarda gelen sinyalleri gidermesi gerekir. Ancak klasik filtrelerde devre elemanlarının neden olduğu direnç filtrenin etkin bir şekilde kullanılmasını kısıtlamaktaydı. Böyle bir filtrede yanıt eğrisi çan şeklinde olup kenar bölgelerdeki frekanslarda gelen sinyallerinde belli oranlarda geçirilmesine ve asıl sinyal yanında parazit oluşmasına neden olmaktadır. Üstüniletkenlerin filtre devresindeki direnci yoketmesiyle çok daha kaliteli iletişim sağlanabilmektedir. Filtrenin etkinliğinin ölçüsü olan Q faktörü klasik filtrelerde 2500 iken üstüniletkenlerin ilk uygulamaları ile bu oran 40000'e çıkmakta. Bununla birlikte gelecekte uygulamalar için Q faktörünün 1 milyon düzeyine çıkarılması beklenmektedir.

Illinois Superconductor şirketi bir de yeni üretim yöntemi geliştirerek maliyeti azaltma yönünde önemli bir adım attı. Eskiden uygulanan ince film teknikleri yerine yeni geliştirilen ve patenti alınan kalın film tekniği ile maliyetlerin 1000 kez azaltılması ve üretim hızının 10 kez artırılacağı gözlemlenmiştir.

İğnesiz Şırınga

Okullarda aşı olurken korkmayan çocuk var mıdır acaba? Artık bu bir problem olmayacak.

tan çıkacak. İngiliz Oxford Biosciences şirketi yeni bir şırınga geliştirdi. Bu öyle bir şırınga ki iğnesi yok.

Şırınga içinde sıkıştırılmış gaz, ilaçların deri içine ses hızının üç katı kadar bir hızla gönderilmesini sağlar. Enjeksiyon, derinin üzerine üflenmiş hava gibi hissedilmekte. Bu yeni geliştirilen şırıngalar ile bazı sağlık problemleri önlenmektedir. Örneğin, kullanılmış şırınga iğnelerinin atık probleminin ortadan kalkması ümit ediliyor; ilaçlar toz halinde kullanılacağı için suda çözülme problemi ya da özellikle tropikal ülkelerde sıvı enjeksiyonların uzun süre bozulmadan saklanabilmesi gibi sorunların üstesinden gelinebilecek.

Yeni şırıngalar kalem şeklinde ve tepesinde bir düğme ile çalıştırılmaktadır. Düğmeye basıldığında gaz bölmesi delinmekte ve ön bölmedeki toz ilacın ses ötesi bir hızla dışarıya çıkması sağlanmaktadır. Enjeksiyonun başarılı olabilmesi için toz ilacın bu hızla ölü deri tabakasını aşması sağlanır. Bundan sonra ilaç alttaki hücreler ile dolaşım sistemine geçer.

Bu şırıngalar normal olarak kullanılan atılabilir şırıngalara göre yaklaşık üç kat pahalıya malolmakta. Kullanımı herhangi bir acıya neden olmadığı için herkes bu maliyete katlanmaya sanırım hazırdır. Ancak fazla sevinmeyelim; çünkü üreticileri şırıngaların klinik olarak en az üç yıl sonra kullanılabileceğini söylüyor.

Ekranım, Onar Kendini

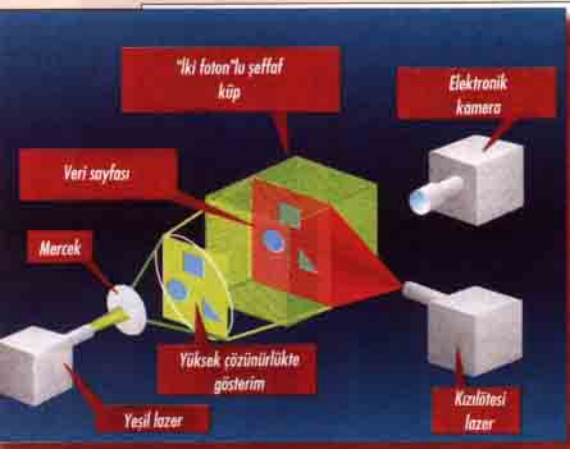
LCD (liquid crystal display; sıvı kristal gösterim) ekranlar artık sadece diz üstü bilgisayarlarda kullanılmıyor. Yer sorunu olan bürolarda, küçüklüğü sebebiyle bu tip ekranların tercih edildiği durumlarda sık sık karşılaşılabiliyoruz. Örneğin, bir Türk bankası kullandığı bilgisayarlarla birlikte ekranları değiştirerek CRT (cathod ray tube: katot ışını tüpü) yerine LCD ekranlar kullanmaya başladı. Ancak, yakın gelecekte LCD ekranların tercihinin tek nedeni küçüklükleri olmayacak.



Normal CRT ekranlar kullanıldıkça üzerlerinde yatay çizgiler oluşur. LCD ekranlar da zaman içinde kalitesini yitirir. Oluşan mikroskopik bozuklukların miktarı arttıkça, bilgisayarın ederi kadar bir miktarın gözden çıkarılması ve yeni bir ekranın alınması gerekecektir.

Bu durumda, ekranıyla arasında özel bir bağ olmayan biri onu atacaktır. Bu kişiye alacağı yeni ekran için önerimiz olacak. Çünkü, Philips araştırma laboratuvarlarında çalışan araştırmacılar kendi kendini onaran bir ekran ürettirler. Ekranın normal LCD'lerden daha parlak ve daha ucuz olduğunu da söylüyorlar.

Sıvı kristaller elektrik geçirildiğinde renklerini veya parlaklıklarını değiştiren maddelerdir. Özellikle, portatif bilgisayarların ince ekranları için idealdirler; çünkü bu kristallerin güç kaynağına bağlı bir tabakası, ekranda görülebilir şekiller çıkartabilmektedir. Günümüzde kullanılmakta olan birçok LCD ekranda büyük transistörler aracılığı ile kristallere akım uygulanmaktadır. Bunlarda meydana gelebilecek hatalar da, görüntüde kalıcı bozukluklara yol açabilmektedir. Ancak, Philips'in yeni tasarımında, cam bir ekrana belirli aralıklarla yerleştirilmiş mikroskopik diyotlar kullanılmıştır. Silisyum nitrattan oluşan bu diyotlar, içinde sıvı kristal bulunan küçük kutucukların bir köşesine yerleştiril-



Trilyon Bit'lik Küp

Gelecekte HDTV (High Definition Television) gibi dijital sistemler kullanan uygulamalar için bilgisayarların terabitlerce bilgiyi (1 terabit=1,000,000,000,000 bit) kolaylıkla işlemesi gerekecektir, ancak günümüzün sistemleri henüz bu aşamaya varamadılar. Bu nedenle bilimadamları, büyük miktarda bilgiyi okuyup yazabilecek sistemler geliştirmek için uğraş vermektedirler.

Olası sistemlerin en iyilerinden biri optik teknolojidir. Hatta, bu teknolojiyi kullanıyor olmanız da olası. CD'ler bir lazer ışınının yansıtılması sistemine dayanır ve bilgi depolamak için kullanılan compact disc'ler (CD-ROM'lar) 4 gigabit bilgi depolayabilirler. Ancak, onlar da gelecekte ihtiyaç duyulacak kapasiteye ulaşmaktan uzaktılar henüz. CD ya da disket gibi iki boyutlu bilgi depolama sis-

temleri yerine, üç boyutlu bilgi depolama sistemlerinin kullanılması gereken hacmi oldukça küçültecektir. Call/Recall isimli araştırma şirketinde çalışan bilimadamları, bu sistemi uygulamayı başardılar. Kullandıkları tekniğin anahtarı ise, ışığa duyarlı, spiro-benzopyran adlı (kısaca SP) bir kimyasal madde. University of California'da çalışan bilimadamı Peter Rentzepis tarafından geliştirilen bu maddenin yapısı, üzerine yeşil ve kızıl-ötesi ışık düşürüldüğünde değişiyor. Ancak bu iki renkten biri aynı etkiyi yapamıyor. Yapısı bu yolla değiştirildikten sonra, SP, yeşil ışıkla aydınlatıldığında parlıyor.

Aynı üniversitede, opto-elektronik mühendisi Sadık Esener ile birlikte, Rentzepis, bilgi kaydetmek ve okumak için, iki foton etkisini kullanan bir cihaz geliştirdi. Cihazın temelini, içinde SP molekülleri bulunan şeffaf plastikten bir küp oluşturuyor. Kübün bir tarafında bulunan kızıl-ötesi bir lazer ile kübün ince bir tabakası aydınlatılır. Kay-

miştir. Her hücrenin iki yanında bulunan ince elektrotlar aracılığı ile diyetotlar sıvı kristale akımı aktarırlar.

Diyotlar basınç vanası gibi çalışmaktadır. Belirli bir sınıra ulaşılan kadar akım geçirmez. Diyotun yerinden biraz oynadığı durumlarda bile, sıvı kristale akım aktarabilir. Sadece bir kısmının önündeki ve arkasındaki elektrotlara değişir olması yeterlidir.

Diyotun hatalı olduğu ve çok fazla akım geçirdiği durumlarda ise, silisyum nitratin rezistansı artırarak akımı uygun miktara düşürmekte. Bu ekranların üretiminde daha az hassasiyetin gerekmesi, fiyatının da diğer LCD ekranlara göre daha ucuz olmasını sağlıyor. Şu an Philips ve Thomson, ince-film diyot teknolojisine dayanan LCD ekranların Hollanda'daki bir fabrikada deneme üretimini yapıyorlar.

Japon üreticiler tarafından verilen eski tip LCD ekranlar, 24 santimetrelilik bu ekranlarla doğrudan değiştirilebiliyor.

Uçağı Nasıl İndirmeli?

Uçak kazalarının %40'ı uçağın iniş için havaalanına yaklaşması ve iniş sırasında olmaktadır. Bu nedenle bir uçağın iniş uçuşun en can alıcı noktalarından biridir. Bu iş sadece pilotların ustalıklarına bırakılmamıştır. 40 yıldır ILS olarak adlandırılan Instrument Landing System (Aletli İniş Sistemi) ile uçaklara iniş pistine giden yol gösterilmektedir.

ILS; VHF ve UHF radyo sinyallerine dayanır. Temelde iki ışın kullanır. Birincisi iniş pistinin orta çizgisi boyunca uzanır. İkincisi ise, 3 derecelik bir açıyla yükselir.

Alçalmakta olan bir uçak, yere değmeden 10 veya 20 kilometre kadar önce bu ışınlarla karşılaşır. Kokpitteki bir ekrandan, pilot uçağın gördü durumunu okuyarak, gerekli değişikliklerle, uygun iniş rotasına geçmek için gerekli değişiklikleri yapar. Şu an kullanılmakta olan en yeterli sistem de budur. En zor inişler olan IIIB kategorisi inişlerde bile, otomatik olarak uçağı yönlendirebilmektedir. IIIB kategorisinde hava durumu o kadar kötüdür ki, pilotun görüş mesafesi 75 metredir.

Eski bir teknoloji olması nedeniyle ILS'nin bir çok dezavantajı bulunmaktadır. Sivil radyo yayınında kullanılan FM bandın-

daki yayımla karışmalar olmaktadır (ki ülkemizde bunun örnekleriyle sık sık karşılaşırız). Sadece birkaç frekansta yayın yapmaktadır ve bu da gelecekte artacak hava trafiğinin taleplerine yanıt verememesi demektir. Bu nedenle, hem ABD'de hem de Avrupa'da yeni indirme sistemleri üzerinde çalışılmaktadır.

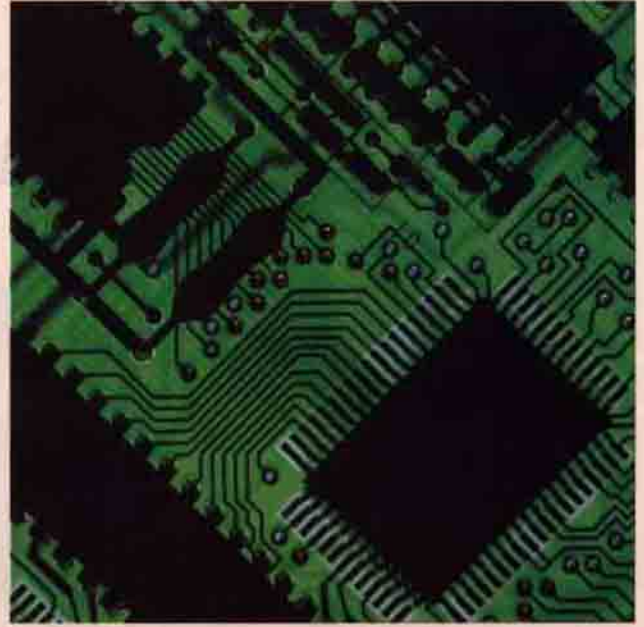
Avrupa, ICAO (International Civil Aviation Organization: Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu) ile birlikte MLS'yi (Microwave Landing System: Mikrodalga İniş Sistemi) destekliyor. Bu sistem, 5 gigahertz'de çalışan iki ışına dayanmakta. Bu ışınlar, fan şeklinde havaalanından yayınlanıp gelmekte olan uçakla kesişmektedirler.

Birinin düzey, diğerinin de yatay olarak tarama yapması ile uçağın konumu kesin olarak belirlenebilmektedir. MLS, aynı zamanda uçağı pist uzunluğu, rüzgar hızı ve görüş mesafesi gibi bilgileri de aktarmaktadır.

Görüş uzaklığının 200-300 metre arasında olduğu kategori III inişlerin yapılmasını sağlayan MLS'nin Avrupa'daki havaalanlarına 1998'den itibaren yerleştirilmesine başlanacak. ABD ise, körfez savaşında Cruise füzelerini yönlendirmekte kullandığı GPS'yi (Global Positioning System: Küresel Yer Belirleme Sistemi) öneriyor. Bu sistemde uydular aracılığıyla uçağın dünya üzerindeki konumu saptanıyor.

GPS, uçağın yüksekliğini 10 santimetre hatayla tespit edilebiliyor. ABD, GPS'nin, pilotun en azından 550 metre ileriye görmesini sağlayan kategori I inişleri yaptırabildiğini gösterdi.

Bu günlerde Avrupa ile ABD havacılık kurumları arasında MLS ve GPS kullanımı konusunda büyük bir kavga yaşanmakta. Varılan en basit çözümse, uçaklara ILS, MLS ve GPS'nin hepsinden gelen bilgilerin kullanımına izin verecek sistemlerin yerleştirilmesi yolunda.



Çip Üretimi Artık Daha Kolay

Elektronik mühendislerinin elinde daha iyi çipler tasarlamak için yeni bir yöntem var: Bilim ve Teknik Dergisi'nin Ağustos 1994 sayısında tanıtılan Taramalı Tünelleme Mikroskopunun (TTM) işleyiş yöntemi temel alınarak, entegre devrelerdeki küçük akımlar, onlara dokunulmadan ölçülüyor. ABD'de bulunan Sandia National Laboratory'de geliştirilen bu sistem ile daha iyi çipler üretilebilecek ve hatalılar kolayca tespit edilebilecek.

Bir entegre devrenin çalışıp çalışmadığını anlamak için, içindeki voltajların ve akımların nasıl dağıldığının bilinmesi gerekmektedir. Kullanılan sistemlerle, çipe zarar vermeden elektrik potansiyellerinin dağılımı resim olarak kaydedilebiliyordu; ancak akımın ölçülmesi için uygun bir yöntem yoktu. Akım ölçerler ya çipe zarar veriyor ya da küçük devrelerde aktarılan küçük akımları ölçemiyorlardı.

Sandia'da çalışan mühendisler, bir TTM'den kendi ölçme aletlerini geliştirdiler. Bu alet, bir yüzeyin üzerinde hareket eden bir proba uygulanan güçleri algılıyor. Proben ucuna yerleştirilecek bir muknatısla, elektrik akımıyla taşınan elektrik yüklerinin yarattığı manyetik alanı da algılayabiliyor.

Sandia'daki araştırmacılar, bir mikrometreden daha küçük aralıklarla ölçüm yapabilen manyetik kafalar ürettiler. 1 mikroamperlik bir AC akımı bile ölçebilen bu aletin ticari satış fiyatı 250,000 \$ civarında olacak. Ölçüm aralıkları ve hassasiyeti günümüz çip teknolojisinin bu sistemi verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayacak yeterlilikte; ancak fiyatının da bunun tam tersi için yeterli olduğunu belirtmek gerekiyor.

Kaynaklar
New Scientist, 24 Eylül 1994
New Scientist, 10 Eylül 1994
New Scientist, 13 Ağustos 1994

dedilecek bilgi, LCD gibi yüksek çözünürlüğe sahip bir ekranın üzerinde dijital olarak gösterilir. Bu ekrandaki görüntü, yeşil lazer ile kızıl ötesi lazerin aydınlatıldığı "sayfanın" üzerine düşürülür. Yeşil lazer ile kızıl-ötesi lazer, ışınları birbirlerine tam dik gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Böylece, iki lazerin ışınlarının kesiştiği yerde SP'nin özellikleri değişir ve bir dijital sayfalık bilgi kaydedilmiş olur. Kızıl ötesi lazerin konumunun değiştirilmesiyle, kúpün üzerinde binlerce "sayfa" bilgi kaydedilebilir. Bilginin okuması için, kúpüte kayıtlı bir sayfa yeşil lazerle aydınlatılır. Bu sayede, SP molekülleri orijinal sayfanın şeklini verecek biçimde ışık yayar. Bu resim elektronik bir kamera tarafından kaydedilir ve dijital olarak bir bilgisayara aktarılır. Bu teknik ile, Rentzepis ve Esener, 1 terabit'i (250 CD'lük bilgi), 5 müzik kasedinin kutusunun hacmi kadar bir yere sığdırabileceklerini söylüyorlar. Bu sistemi kullanan bir bilgisayarı, bilgisi CD'den 50 kat daha çabuk bulabileceğini ve bir ke-

rede bir sayfa okuması nedeniyle, 1000 kat daha hızlı okuyabileceğini de iddia ediyorlar. Ancak bazı sorunlar var: Lazer ışınlarını süratle odaklamak ve ışınları yönlendirmek oldukça zor olacak. Aynı zamanda, SP molekülleri, bilgileri, oda sıcaklığında en fazla bir kaç saat saklayabiliyor. Daha verimli çalışan bir sistem için 3° C'nin altında bir sıcaklık tutulmaları gerekiyor. Rentzepis, oda sıcaklığında da çalışabilen, yeni bir iki-fotonlu madde üzerinde çalışıyor. Esener, soğutma masrafları gözönüne alındığında bile, sistemlerinin günümüz bilgi depolama sistemlerinden çok daha ucuz ve hızlı olduğunu söylüyor ve IBM'in 45 terabitlik bilgi sunucusu ile karşılaştırıyor. Bu sistem bir oda büyüklüğünde; teypleri değiştirmek için bir robot kola ihtiyacı var; ve fiyatı da 850,000 ABD doları. Prototipinin 1996 sonlarında hazır olması beklenen Call/Recall sistemi ise, depolanan her bit için 15 kat daha ucuz, çok daha küçük ve daha basit olacak.

Teknoloji Dünyası

Sinan Göktepeli - Üner Çolak

Üstüniletken Uygulamaları

Yüksek sıcaklık üstüniletkenleri ilk geliştirildikleri 1986'dan sonra artık yavaş yavaş teknolojik uygulama alanı bulmaktadırlar. Kritik sıcaklığı 77 Kelvin olan YBCO (yitriyum baryum bakıroksit) üstüniletkenlerin yakın gelecekte iletişim, askeri uygulamalar ve enerji naklinde kullanılabilmesi için çalışmalar yoğunlaştırıldı. Amerikan şirketi Illinois Superconductor önümüzdeki birkaç ay içinde üstüniletkenleri mobil iletişim alanında devreye sokmaya hazırlanıyor. Üstüniletkenlerden yapılmış filtreler ile mobil iletişim şebekesinde yakın frekanslarda girişim olayı klasik filtrelerle göre daha etkin bir şekilde engellenebilmektedir. Filtrelerin yalnız ABD'deki pazar tutarı 6 milyar dolar düzeyindedir.

Bu filtreler belli bir frekans aralığında gelen sinyalleri geçirirken, diğer frekanslarda gelen sinyalleri gidermesi gerekir. Ancak klasik filtrelerde devre elemanlarının neden olduğu direnç filtrenin etkin bir şekilde kullanılmasını kısıtlamaktaydı. Böyle bir filtrede yanıt eğrisi çan şeklinde olup kenar bölgelerdeki frekanslarda gelen sinyallerinde belli oranlarda geçirilmesine ve asıl sinyal yanında parazit oluşmasına neden olmaktadır. Üstüniletkenlerin filtre devresindeki direnci yoketmesiyle çok daha kaliteli iletişim sağlanabilmektedir. Filtrenin etkinliğinin ölçüsü olan Q faktörü klasik filtrelerde 2500 iken üstüniletkenlerin ilk uygulamaları ile bu oran 40000'e çıkmakta. Bununla birlikte gelecekte uygulamalar için Q faktörünün 1 milyon düzeyine çıkarılması beklenmektedir.

Illinois Superconductor şirketi bir de yeni üretim yöntemi geliştirerek maliyeti azaltma yönünde önemli bir adım attı. Eskiden uygulanan ince film teknikleri yerine yeni geliştirilen ve patenti alınan kalın film tekniği ile maliyetlerin 1000 kez azaltılması ve üretim hızının 10 kez artırılacağı gözlemlenmiştir.

İğnesiz Şırınga

Okullarda aşı olurken korkmayan çocuk var mıdır acaba? Artık bu bir problem olmayacak.

tan çıkacak. İngiliz Oxford Biosciences şirketi yeni bir şırınga geliştirdi. Bu öyle bir şırınga ki iğnesi yok.

Şırınga içinde sıkıştırılmış gaz, ilaçların deri içine ses hızının üç katı kadar bir hızla gönderilmesini sağlar. Enjeksiyon, derinin üzerine üflenmiş hava gibi hissedilmekte. Bu yeni geliştirilen şırıngalar ile bazı sağlık problemleri önlenmektedir. Örneğin, kullanılmış şırınga iğnelerinin atık probleminin ortadan kalkması ümit ediliyor; ilaçlar toz halinde kullanılacağı için suda çözülme problemi ya da özellikle tropikal ülkelerde sıvı enjeksiyonların uzun süre bozulmadan saklanabilmesi gibi sorunların üstesinden gelinebilecek.

Yeni şırıngalar kalem şeklinde ve tepesinde bir düğme ile çalıştırılmaktadır. Düğmeye basıldığında gaz bölmesi delinmekte ve ön bölmedeki toz ilacın ses ötesi bir hızla dışarıya çıkması sağlanmaktadır. Enjeksiyonun başarılı olabilmesi için toz ilacın bu hızla ölü deri tabakasını aşması sağlanır. Bundan sonra ilaç alttaki hücreler ile dolaşım sistemine geçer.

Bu şırıngalar normal olarak kullanılan atılabilir şırıngalara göre yaklaşık üç kat pahalıya mal olmakta. Kullanımı herhangi bir acıya neden olmadığı için herkes bu maliyete katlanmaya sanırım hazırdır. Ancak fazla sevinmeyelim; çünkü üreticileri şırıngaların klinik olarak en az üç yıl sonra kullanılabileceğini söylüyor.

Ekranım, Onar Kendini

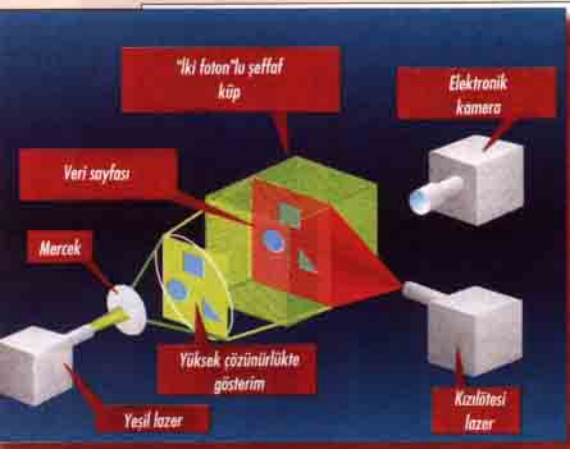
LCD (liquid crystal display; sıvı kristal gösterim) ekranlar artık sadece diz üstü bilgisayarlarda kullanılmıyor. Yer sorunu olan bürolarda, küçüklüğü sebebiyle bu tip ekranların tercih edildiği durumlarda sık sık karşılaşılabiliyoruz. Örneğin, bir Türk bankası kullandığı bilgisayarlarla birlikte ekranları değiştirerek CRT (cathod ray tube: katot ışını tüpü) yerine LCD ekranlar kullanmaya başladı. Ancak, yakın gelecekte LCD ekranların tercihinin tek nedeni küçüklükleri olmayacak.



Normal CRT ekranlar kullanıldıkça üzerlerinde yatay çizgiler oluşur. LCD ekranlar da zaman içinde kalitesini yitirir. Oluşan mikroskopik bozuklukların miktarı arttıkça, bilgisayarın ederi kadar bir miktarın gözden çıkarılması ve yeni bir ekranın alınması gerekecektir.

Bu durumda, ekranıyla arasında özel bir bağ olmayan biri onu atacaktır. Bu kişiye alacağı yeni ekran için önerimiz olacak. Çünkü, Philips araştırma laboratuvarlarında çalışan araştırmacılar kendi kendini onaran bir ekran ürettirler. Ekranın normal LCD'lerden daha parlak ve daha ucuz olduğunu da söylüyorlar.

Sıvı kristaller elektrik geçirildiğinde renklerini veya parlaklıklarını değiştiren maddelerdir. Özellikle, portatif bilgisayarların ince ekranları için idealdirler; çünkü bu kristallerin güç kaynağına bağlı bir tabakası, ekranda görülebilir şekiller çıkartabilmektedir. Günümüzde kullanılmakta olan birçok LCD ekranda büyük transistörler aracılığı ile kristallere akım uygulanmaktadır. Bunlarda meydana gelebilecek hatalar da, görüntüde kalıcı bozukluklara yol açabilmektedir. Ancak, Philips'in yeni tasarımında, cam bir ekrana belirli aralıklarla yerleştirilmiş mikroskopik diyotlar kullanılmıştır. Silisyum nitrattan oluşan bu diyotlar, içinde sıvı kristal bulunan küçük kutucukların bir köşesine yerleştiril-



Trilyon Bit'lik Küp

Gelecekte HDTV (High Definition Television) gibi dijital sistemler kullanan uygulamalar için bilgisayarların terabitlerce bilgiyi (1 terabit=1,000,000,000,000 bit) kolaylıkla işlemesi gerekecektir, ancak günümüzün sistemleri henüz bu aşamaya varamadılar. Bu nedenle bilimadamları, büyük miktarda bilgiyi okuyup yazabilecek sistemler geliştirmek için uğraş vermektedirler.

Olası sistemlerin en iyilerinden biri optik teknolojidir. Hatta, bu teknolojiyi kullanıyor olmanız da olası. CD'ler bir lazer ışınının yansıtılması sistemine dayanır ve bilgi depolamak için kullanılan compact disc'ler (CD-ROM'lar) 4 gigabit bilgi depolayabilirler. Ancak, onlar da gelecekte ihtiyaç duyulacak kapasiteye ulaşmaktan uzaktılar henüz. CD ya da disket gibi iki boyutlu bilgi depolama sis-

temleri yerine, üç boyutlu bilgi depolama sistemlerinin kullanılması gereken hacmi oldukça küçültecektir. Call/Recall isimli araştırma şirketinde çalışan bilimadamları, bu sistemi uygulamayı başardılar. Kullandıkları tekniğin anahtarı ise, ışığa duyarlı, spiro-benzopyran adlı (kısaca SP) bir kimyasal madde. University of California'da çalışan bilimadamı Peter Rentzepis tarafından geliştirilen bu maddenin yapısı, üzerine yeşil ve kızıl-ötesi ışık düşürüldüğünde değişiyor. Ancak bu iki renkten biri aynı etkiyi yapamıyor. Yapısı bu yolla değiştirildikten sonra, SP, yeşil ışıkla aydınlatıldığında parlıyor.

Aynı üniversitede, opto-elektronik mühendisi Sadık Esener ile birlikte, Rentzepis, bilgi kaydetmek ve okumak için, iki foton etkisini kullanan bir cihaz geliştirdi. Cihazın temelini, içinde SP molekülleri bulunan şeffaf plastikten bir küp oluşturuyor. Kübün bir tarafında bulunan kızıl-ötesi bir lazer ile kübün ince bir tabakası aydınlatılır. Kay-

miştir. Her hücrenin iki yanında bulunan ince elektrotlar aracılığı ile diyetotlar sıvı kristale akımı aktarır.

Diyotlar basınç vanası gibi çalışmaktadır. Belirli bir sınıra ulaşılan kadar akım geçirmez. Diyotun yerinden biraz oynadığı durumlarda bile, sıvı kristale akım aktarabilir. Sadece bir kısmının önündeki ve arkasındaki elektrotlara değişir olması yeterlidir.

Diyotun hatalı olduğu ve çok fazla akım geçirdiği durumlarda ise, silisyum nitratin rezistansı artırarak akımı uygun miktara düşürmekte. Bu ekranların üretiminde daha az hassasiyetin gerekmesi, fiyatının da diğer LCD ekranlara göre daha ucuz olmasını sağlıyor. Şu an Philips ve Thomson, ince-film diyot teknolojisine dayanan LCD ekranların Hollanda'daki bir fabrikada deneme üretimini yapıyorlar.

Japon üreticiler tarafından verilen eski tip LCD ekranlar, 24 santimetrelilik bu ekranlarla doğrudan değiştirilebiliyor.

Uçağı Nasıl İndirmeli?

Uçak kazalarının %40'ı uçağın iniş için havaalanına yaklaşması ve iniş sırasında olmaktadır. Bu nedenle bir uçağın iniş uçuşun en can alıcı noktalarından biridir. Bu iş sadece pilotların ustalıklarına bırakılmamıştır. 40 yıldır ILS olarak adlandırılan Instrument Landing System (Aletli İniş Sistemi) ile uçaklara iniş pistine giden yol gösterilmektedir.

ILS; VHF ve UHF radyo sinyallerine dayanır. Temelde iki ışın kullanır. Birincisi iniş pistinin orta çizgisi boyunca uzanır. İkincisi ise, 3 derecelik bir açıyla yükselir.

Alçalmakta olan bir uçak, yere değmeden 10 veya 20 kilometre kadar önce bu ışınlarla karşılaşır. Kokpitteki bir ekrandan, pilot uçağın gördü durumunu okuyarak, gerekli değişikliklerle, uygun iniş rotasına geçmek için gerekli değişiklikleri yapar. Şu an kullanılmakta olan en yeterli sistem de budur. En zor inişler olan IIIB kategorisi inişlerde bile, otomatik olarak uçağı yönlendirebilmektedir. IIIB kategorisinde hava durumu o kadar kötüdür ki, pilotun görüş mesafesi 75 metredir.

Eski bir teknoloji olması nedeniyle ILS'nin bir çok dezavantajı bulunmaktadır. Sivil radyo yayınında kullanılan FM bandın-

daki yayımla karışmalar olmaktadır (ki ülkemizde bunun örnekleriyle sık sık karşılaşırız). Sadece birkaç frekansta yayın yapmaktadır ve bu da gelecekte artacak hava trafiğinin taleplerine yanıt verememesi demektir. Bu nedenle, hem ABD'de hem de Avrupa'da yeni indirme sistemleri üzerinde çalışılmaktadır.

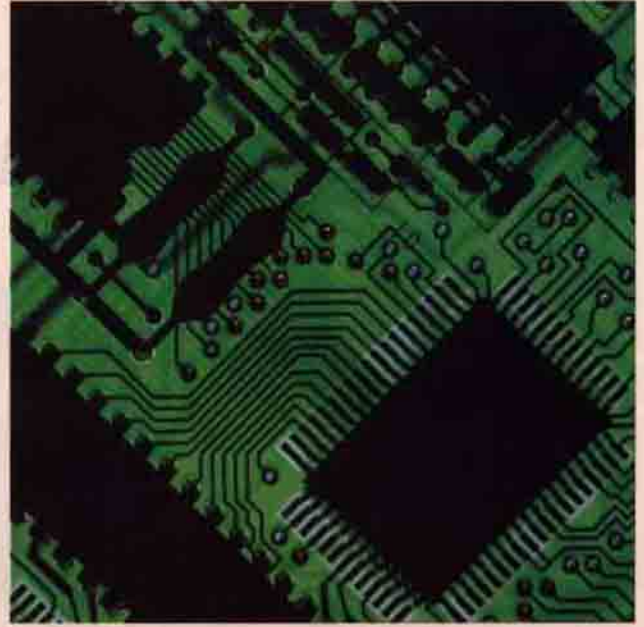
Avrupa, ICAO (International Civil Aviation Organization: Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu) ile birlikte MLS'yi (Microwave Landing System: Mikrodalga İniş Sistemi) destekliyor. Bu sistem, 5 gigahertz'de çalışan iki ışına dayanmakta. Bu ışınlar, fan şeklinde havaalanından yayınlanıp gelmekte olan uçakla kesişmektedirler.

Birinin düzey, diğerinin de yatay olarak tarama yapması ile uçağın konumu kesin olarak belirlenebilmektedir. MLS, aynı zamanda uçağı pist uzunluğu, rüzgar hızı ve görüş mesafesi gibi bilgileri de aktarmaktadır.

Görüş uzaklığının 200-300 metre arasında olduğu kategori III inişlerin yapılmasını sağlayan MLS'nin Avrupa'daki havaalanlarına 1998'den itibaren yerleştirilmesine başlanacak. ABD ise, körfez savaşında Cruise füzelerini yönlendirmekte kullandığı GPS'yi (Global Positioning System: Küresel Yer Belirleme Sistemi) öneriyor. Bu sistemde uydular aracılığıyla uçağın dünya üzerindeki konumu saptanıyor.

GPS, uçağın yüksekliğini 10 santimetre hatayla tespit edilebiliyor. ABD, GPS'nin, pilotun en azından 550 metre ileriye görmesini sağlayan kategori I inişleri yaptırabildiğini gösterdi.

Bu günlerde Avrupa ile ABD havacılık kurumları arasında MLS ve GPS kullanımı konusunda büyük bir kavga yaşanmakta. Varılan en basit çözümse, uçaklara ILS, MLS ve GPS'nin hepsinden gelen bilgilerin kullanımına izin verecek sistemlerin yerleştirilmesi yolunda.



Çip Üretimi Artık Daha Kolay

Elektronik mühendislerinin elinde daha iyi çipler tasarlamak için yeni bir yöntem var: Bilim ve Teknik Dergisi'nin Ağustos 1994 sayısında tanıtılan Taramalı Tünelleme Mikroskopunun (TTM) işleyiş yöntemi temel alınarak, entegre devrelerdeki küçük akımlar, onlara dokunulmadan ölçülüyor. ABD'de bulunan Sandia National Laboratory'de geliştirilen bu sistem ile daha iyi çipler üretilebilecek ve hatalılar kolayca tespit edilebilecek.

Bir entegre devrenin çalışıp çalışmadığını anlamak için, içindeki voltajların ve akımların nasıl dağıldığının bilinmesi gerekmektedir. Kullanılan sistemlerle, çipe zarar vermeden elektrik potansiyellerinin dağılımı resim olarak kaydedilebiliyordu; ancak akımın ölçülmesi için uygun bir yöntem yoktu. Akım ölçerler ya çipe zarar veriyor ya da küçük devrelerde aktarılan küçük akımları ölçemiyorlardı.

Sandia'da çalışan mühendisler, bir TTM'den kendi ölçme aletlerini geliştirdiler. Bu alet, bir yüzeyin üzerinde hareket eden bir proba uygulanan güçleri algılıyor. Proben ucuna yerleştirilecek bir muknatısla, elektrik akımıyla taşınan elektrik yüklerinin yarattığı manyetik alanı da algılayabiliyor.

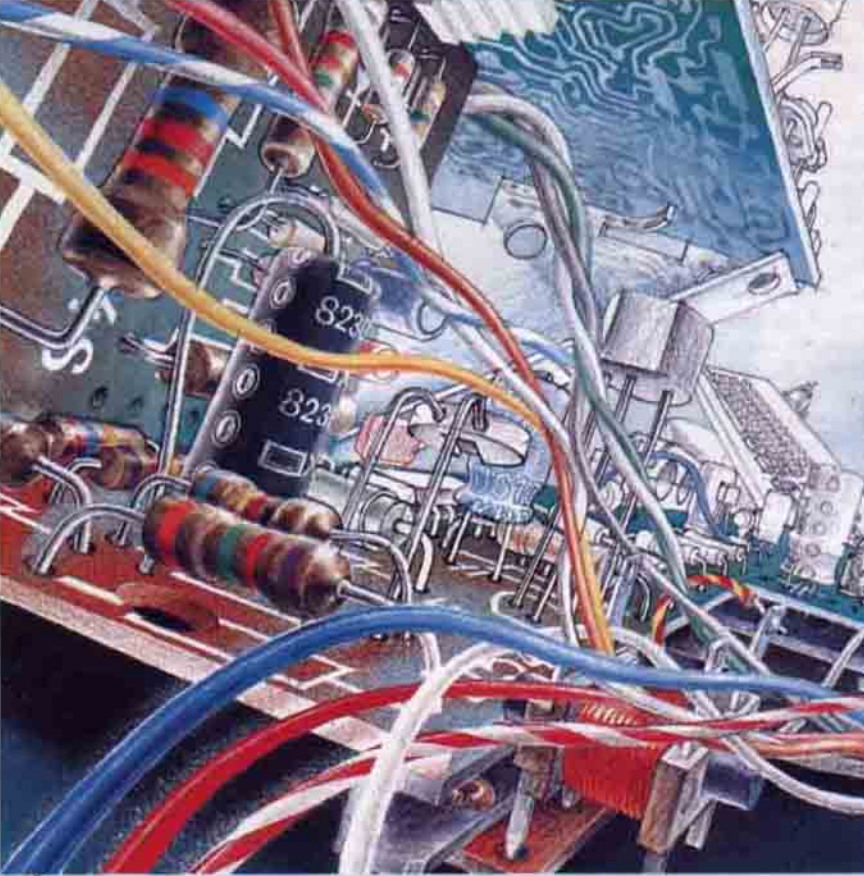
Sandia'daki araştırmacılar, bir mikrometreden daha küçük aralıklarla ölçüm yapabilen manyetik kafalar ürettiler. 1 mikroamperlik bir AC akımı bile ölçebilen bu aletin ticari satış fiyatı 250,000 \$ civarında olacak. Ölçüm aralıkları ve hassasiyeti günümüz çip teknolojisinin bu sistemi verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayacak yeterlilikte; ancak fiyatının da bunun tam tersi için yeterli olduğunu belirtmek gerekiyor.

Kaynaklar
New Scientist, 24 Eylül 1994
New Scientist, 10 Eylül 1994
New Scientist, 13 Ağustos 1994

dedilecek bilgi, LCD gibi yüksek çözünürlüğe sahip bir ekranın üzerinde dijital olarak gösterilir. Bu ekrandaki görüntü, yeşil lazer ile kızıl ötesi lazerin aydınlatıldığı "sayfanın" üzerine düşürülür. Yeşil lazer ile kızıl-ötesi lazer, ışınları birbirlerine tam dik gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Böylece, iki lazerin ışınlarının kesiştiği yerde SP'nin özellikleri değişir ve bir dijital sayfalık bilgi kaydedilmiş olur. Kızıl ötesi lazerin konumunun değiştirilmesiyle, kúpün üzerinde binlerce "sayfa" bilgi kaydedilebilir. Bilginin okuması için, kúpüte kayıtlı bir sayfa yeşil lazerle aydınlatılır. Bu sayede, SP molekülleri orijinal sayfanın şeklini verecek biçimde ışık yayar. Bu resim elektronik bir kamera tarafından kaydedilir ve dijital olarak bir bilgisayara aktarılır. Bu teknik ile, Rentzepis ve Esener, 1 terabit'i (250 CD'lük bilgi), 5 müzik kasedinin kutusunun hacmi kadar bir yere sığdırabileceklerini söylüyorlar. Bu sistemi kullanan bir bilgisayarı, bilgisi CD'den 50 kat daha çabuk bulabileceğini ve bir ke-

rede bir sayfa okuması nedeniyle, 1000 kat daha hızlı okuyabileceğini de iddia ediyorlar. Ancak bazı sorunlar var: Lazer ışınlarını süratle odaklamak ve ışınları yönlendirmek oldukça zor olacak. Aynı zamanda, SP molekülleri, bilgileri, oda sıcaklığında en fazla bir kaç saat saklayabiliyor. Daha verimli çalışan bir sistem için 3° C'nin altında bir sıcaklık tutulmaları gerekiyor. Rentzepis, oda sıcaklığında da çalışabilen, yeni bir iki-fotonlu madde üzerinde çalışıyor. Esener, soğutma masrafları gözönüne alındığında bile, sistemlerinin günümüz bilgi depolama sistemlerinden çok daha ucuz ve hızlı olduğunu söylüyor ve IBM'in 45 terabitlik bilgi sunucusu ile karşılaştırıyor. Bu sistem bir oda büyüklüğünde; teypleri değiştirmek için bir robot kola ihtiyacı var; ve fiyatı da 850,000 ABD doları. Prototipinin 1996 sonlarında hazır olması beklenen Call/Recall sistemi ise, depolanan her bit için 15 kat daha ucuz, çok daha küçük ve daha basit olacak.

Radyo Dalgalarının Denizi



INSANOĞLU iletişim için, akla gelebilecek ya da gelemecek her türlü yolu denemiştir. İlk toplumlarda kullanılan tamamlar, kızılderililerin haberleşmek için geliştirdiği duman işaretleri, Romalıların belli aralıklarla inşa ettikleri kulelerin üzerinde yakılan ateşlerle yaklaşan düşmanı haber vermeleri, atlı haberciler ve daha yüzlerce yol iletişim tarihinin kilometre taşlarından sayılabilir. Süreç içinde bilimin gelişmesi sonucu ortaya çıkan telgraf ise iletişimde elektriğin kullanılmasına başlangıç olarak kabul edilebilir. Göreceli olarak, sesin elektrik akımı haline gelebilmesi sonucu, telefonun ortaya çıkması ise iletişimi işaretlerin ötesine götürüp, doğal bir haberleşme olan konuşmayla bütünleştirmiştir. Sonuçta yaşadığımız çağa bir anlamda damgasını vuran iletişim olgusu gelişmeye, haberler kısa sürede insanlara ulaşmaya başlamıştır. Geçen sürenin de yardımıyla iletişim elektrik tellerinden kurtularak havada hatta boşlukta yapılabilecek hale gelmiştir. Özellikle II. Dünya Savaşı sırasında büyük bir gelişim gösteren radyoculuk ve elektronik haberleşme, uzay çalışmalarının başlamasıyla büyük bir ivme kazanmış, günümüzde de baş döndürücü hızla gelişen bir teknolojinin doğmasına yol açmıştır.

Elektronik haberleşmenin en önemli özelliği ışık hızında yapılan süratli bir haberleşme şekli olmasıdır. Çünkü gönderilecek bilgi ne olursa olsun, elektronik devrelerin yardımıyla önce elektronik sinyallere sonra da elektromanyetik dalgalara dönüşür. Elektromanyetik dalgalar ise, ışık gibi hareket etmektedir. Geçtikleri veya bulundukları ortamda bir miktar değişime uğrasa

da, elektromanyetik dalgalar kullanılarak yapılan haberleşme günümüzde de oldukça yaygındır. Özellikle uzay araştırmaları sırasında büyük ölçüde geliştirilen elektronik haberleşme, günümüzün vazgeçilmez araçlarından biridir; öyle ki başlangıçta kablolar yardımıyla güç bela yapılabilen telefon konuşmaları bile artık elektronik sinyallerin havada iletilmesiyle kolayca yapılabilecek boyuta ulaşmıştır. Hata boyutların küçülmesinin getirdiği bir avantaj olan yüksek frekans sayesinde gürültü ve parazit ya da iletilen dalgadaki değişimler en az indirgenebilmiştir.

Elektronik bilgi iletişiminin en önemli sonuçlarından biri kitle iletişim araçlarının gelişmesidir. İlk elektronik kitle iletişim araçlarından biri olan radyo ve radyoculuğun kısa süre içinde kattığı yol şaşkınlık uyandıracak boyuttadır. Başlangıçta son derece kısıtlı bölgelere, oldukça zayıf yayın yapılırken, günümüzde dünyanın bir ucundan öteki ucuna hatta uzay boşluğundan yayın yapmak olası. Radyo dalgaları belli sınıflara ayrılmakla birlikte, yapılan iş bakımından temel düşünce aynıdır. Çünkü hepsinin temelinde yatan olay, bilginin belirli bir dalganın üzerine bindirilerek gönderilmesidir. Yani elektronik sinyal, dolaylı yoldan elektromanyetik dalga haline gelen bilgi, uygun özellikteki başka bir dalganın üzerine özel kurallar ve fizik yasalarına uygun tekniklerle bindirilerek iletilir. Buna göre bindirildiği dalganın özelliklerine belirli isimler verilen radyo dalgaları kullanım açısından dört farklı gruba ayrılabilir. Bunlardan birincisi sayılabilecek kısa dalga, İngilizcedeki "Short Wave" tanımlamasının baş harfleri olan SW ile isimlendirilmektedir.

Kısa dalga kullanılarak dünyanın bir ucundan öteki ucuna yayın yapılabilir. Çünkü atmosferin günün belirli saatlerinde yükselip alçalması sonucu oluşan bölgelerin yardımıyla elde edilecek yansımalar, çok uzun mesafelere yayını aktarabilmeyi olası hale getirmektedir. Ancak dalga ve frekans özelliğinden dolayı iklim ve atmosferik koşullardan oldukça etkilenen kısa dalga en çok parazit ya da diğer bir deyişle gürültü-

Radyo teyplerde bulunan manyetik kafalar ve kayıt kafaları kullanıldıkça bandın üstünde bulunan demir tozları ile kaplanırlar. Bu kaplanma kasetin ömrünü azalttığı gibi, ses kalitesinin düşmesine de yol açar. Compact disklerin yaygınlaştığı günümüzde hâlâ bu tür radyo teyp sistemine sahip olan kişilerin sayısı ise azımsanmayacak kadar çoktur. Bu nedenle gerekli temizliğin yapılması kullanılan cihazın ömrünü artıracaktır. Piyasada kafa temizleyici olarak satılan bazı maddeler vardır. Ancak elde bulunan olanaklarla da bu temizlik yapılabilir. Buna göre saf alkol temizleyici olarak satılan maddelerle aynı işi

görür. Çünkü bu maddeler de aslında alkol türevi maddelerdir. Temizlik işi için pamuk sarılmış bir kibrit çöpünü (kibrit çöpünün kullanılması nereden yumuşak olmasıdır, çünkü daha sert çubuklar kullanıldığında, kafanın çizme riski vardır) saf alkole batırıp fazla bastırmadan teyp kafası silinebilir.

Başlangıçta temiz olan pamukun rengi kafadaki kire göre koyulaşacaktır. Bu temizleme işlemi aynı zamanda bandın dönmeye yardımcı eden ve kafanın hemen yanbaşındaki bulunan lastikler için de yapılabilir. Yalnız bu sefer yine fazla bastırmadan çalışır durumdaki lastiklerin üzerinde tutulan al-

kollu pamuklu çubuk iyice temizlendiğine emin olunana kadar plastik tekerleğin üzerinde kalmalıdır. Unutulmaması gereken en önemli şey, kullanılan madde saf alkol değilse bu işlem yapılmamalıdır. Örneğin kolonya kullanmak kafanın bozulmasına yol açabilir; çünkü saf alkol değildir.

Tüm işlemler sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli nokta temizliğin fazla bastırmadan yapılması ve temizlikten sonra bir süre (bir iki dakika) sistemin havalandırılmasına yani alkolün uçmasına izin verilmesidir. Ancak bu süre beledikten sonra kaset dinlenebilir ya da kayıt yapılabilir.

nün karıştığı radyo dalgasıdır. Yaygın olarak 6 MHz - 18 MHz arası, kısa dalga kabul edilir ve radyo tasarımları bu aralığa göre yapılır. Ancak piyasada bazı şirketlerin ürettiği çok daha geniş aralığa ya da hassasiyete sahip radyolar da vardır. Kısa dalga yayın normal bir çubuk antenle rahatlıkla dinlenebilir. Antenin doksan derecede olması belli durumlar hariç genelde yayının daha iyi alınmasını sağlar. Genellikle akşam saatlerinde çok yüksek oranlarda parazitten yani gürültünün karıştığı bu radyo dalgasına, uzaydan yani yıldızlardan gelen radyo dalgası boyundaki ısımlarda karışabilmektedir. Hatta belli durumlarda, güneş lekelerinden dolayı da parazitten yükseldiği tahmin edilmektedir.

İkinci genel kullanımı olan radyo dalgası uzun dalga diye tanımlanan ve yine İngilizcedeki "Long Wave" in baş harfleri ile isimlendirilen MW yayın dalgasıdır. Uzun dalga yaklaşık 150 kHz - 350 kHz arasındadır. Ancak radyolarda çoğunlukla 150 kHz - 250 kHz arası bir tasarım vardır. Orta dalga ise yaklaşık 520 kHz - 1600 kHz arasındadır. Atmosferik koşullardan oldukça etkilenen bu iki dalga çeşidi en çok havada bulunan elektrikten etkilenir. Hatta, hareket halinde bir araçla yüksek gerilim hatlarının altından ya da yakınından geçildiğinde bu dalga boyunda dinlenen radyo yayını, hattın elektromanyetik dalgadan etkilenmesi nedeniyle, geçici olarak dinlenemez hale gelir. Çünkü yüksek gerilim hatlarında elektriğin tellerden taşınmasından dolayı oluşan elektromanyetik dalgalar radyo dalgası bölgesindedir ve elektrik gücünün sürekliliğinden dolayı çok daha güçlüdür.

Özellikle son yıllarda ülkemizde de kullanımı yoğunlaşan başka bir radyo dalgası çeşidi pratik kullanımı ve neredeyse hiç gürültü ya da parazit içermeyi için oldukça popülerdir. FM radyo dalgası olarak bulunan ve temel olarak frekans modülasyonu tekniği kullanılarak elde edilen bir radyo yayın çeşidi genellikle 87.5 MHz - 108 MHz arasında kalan bölgeyi içerir. En büyük dezavantajı olan kısa mesafe yayını zorunluluğunu, son derece iyi ve yüksek iletişim kalitesi sayesinde, neredeyse tamamen önemsiz hale getirmiştir. Özellikle stereo adı verilen ve özel bir teknikte elde edilen, yayının yapılabilmesi açısından kullanımı gün geçtikçe artan FM bandı yayınlar,

Elektronik Notları

Özellikle teknik okullarda dönem ödevi olarak verilen alıcı ve vericilerin yapımında dikkat edilmesi gereken en önemli nokta lehimleme aşamasıdır. Lehimleme sırasında meydana gelebilecek boşluklar devrenin çalışması sırasında devre içinde istenmeyen kapasitans olayının oluşmasına yol açabilir. Bu kapasitans devrenin gücünün beklenenden daha düşük olması ya da istenen veya belirlenen frekansta çalışmaması gibi pek çok sorunun ortaya çıkmasına yol açabilir. Bu nedenden dolayıdır ki, fabrikada üretim sırasında özel teknikler kullanılmaktadır.

Bir başka önemli sorun da transistör seçiminde ortaya çıkabilir. Buna göre seçilen transistörün doğru seçilmemesi istenenden daha düşük bir verimin elde edilmesine yol açabilir. Seçilen transistörlerin çıkışlarının istenenden düşük olması yayını ya da alışı gücünün düşük olmasına yol açabilir.

yüksek frekans özelliğiyle televizyon yayını için gereken dalgalara bir geçiş noktası olarak düşünülebilir. Ülkemizde bulunan çoğunluğu özel olan birçok radyo yayıncısının tercih ettiği FM yayın tekniği ne var ki yanlış kullanılması ve elde bulunan teknik ekipmanın gelişmiş teknolojinin altında bulunması yüzünden büyük sorunlara yol açmaktadır. Telsiz yayın bandına olan yakınlığı ve kullanılan frekansın özelliği nedeniyle, bazı bölgelerdeki özel radyoların son derece tehlikeli karışıklıklara neden olduğu bilinmektedir. Özellikle bazı bölgelerde FM yayını sırasında meydana gelen yansımalar ve frekansın daha düşük güçteki ikincil üçüncül yansımalarının polis, jandarma hatta gemi ve uçak telsizlerine karışması istenmeyen sonuçlara neden olabilmektedir. Ülkemizde yurt dışıyla, özellikle teknik açıdan Amerika ile karşılaştırınca az sayıda radyo yayınına sahip olunmasına karşın, bu tür sorunlarla karşılaşılmasının en önemli nedeni ithal edilen teknolojinin ucuz mal etmek adına kelimenin tam anlamıyla gelişmiş ülkelerin çöpe atığı teknolojilerin satın alınmasıdır.

Benzer sorunlar ne yazık ki televizyon yayınlarında da yaşanmaktadır. UHF ve VHF bandını kullanan televizyon yayıncılığı, yüksek frekanslar aracılığıyla yapılmaktadır. Ancak bu yayın aralıklarının kullanılan teknolojiye göre uygun seçilmemesi sonucu pek çok bölgede yayınlar birbirleriyle çakışmakta hatta bazı bölgelerde belli yayınlar tamamen karıştığı için izlenemez hale gelmektedir. Doğru kullanıldığında onlarca kanalı rahatlıkla kullanılabileceği ve televizyon yayıncılığı için gerekli radyo dalgası aralığını ne yazık ki ülkemiz açısından kullanılan teknoloji gözönüne alınırsa ancak birkaç kanalı kaldırabilecek yeterliliğindedir.

Uzay teknolojisindeki gelişmeyle ortaya çıkan uydu ile iletişim ise son yılların yayıncılık ve iletişim teknolojisi adına en gözde

Diğer bir sorun da, kullanılan antenin veriminden kaynaklanabilir. Buna göre kullanılacak antenin doğru seçilmemesi yayını mesafesinin düşmesine yol açabilir. Aynı sorun kullanılan indüktörlerden de kaynaklanabilmektedir. Çoğunlukla el sarımı indüktörlerin kullanılması, dikkatli davranılmadığında verimi etkileyebilmektedir.

İyi bir alıcı veya verici yapabilmek için çok dikkatli hareket etmek ve gerekli hesapları hassas yapmak gerekmektedir. Devrenin bölümlerini iyi tasarlamak gerektiği kadar, teknik olanaklar çerçevesinde sistemi farklı devrelerden yani kartlardan yapmak, iyi sonuç alınmasına yardım edebilir. Aslında bu söylenen hemen tüm devreler için genelde kullanışsız olmakla birlikte akılcı bir çözüm sayılabilir. Unutulmamalıdır ki bu tür sistemler aynı kişisel bilgisayarlarda (PC'lerde) olduğu gibi gelecekte yapılabilecek eklemelerle ya da değişikliklerle geliştirilebilecek sistemlerdendir.

tekniklerinden biridir. Dünya atmosferinin belli dalga boyundaki ısımları geçirmemesi, çok yüksek frekanslarda çalışan ve atmosferi kolayca geçebilen, bu teknolojinin gelişmesine yol açmıştır. Ancak kullanılan frekansların çok yüksek olması uydur iletişimde yüksek frekansa dayanlı alıcı, platin gibi çok değerli metallerin kullanılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Kullanılan maddelerin çok değerli olması uydur iletişim araçlarının oldukça pahalı olmasına neden olmaktadır. Tüm bu olumsuzluklarına rağmen parazit ve gürültü içermemesi ya da bunlardan etkilenmemesi, günümüzde de büyük bir ilerleme kaydetmiş uydur iletişiminin geleceğin vazgeçilmez yöntemi olacağının en açık göstergesidir.

Çok farklı bir iletişim şekli ise belli uygulamalarda yoğun kullanıma sahiptir. Özellikle bilgisayar iletişiminde kullanılması düşünülen ışıkla iletişim, yavaş yavaş yaygınlaşmaktadır. Ne var ki, maliyetlerin henüz çok yüksek olması, uygulamayı belli ve çok özel çalışmalar dışına çıkartmaktadır. Çünkü sistem için gerekli ekipmanlar henüz seri olarak üretilmediği, hatta belli yönlerde gelişme aşamasında olduğu için oldukça pahalıya mal olmaktadır.

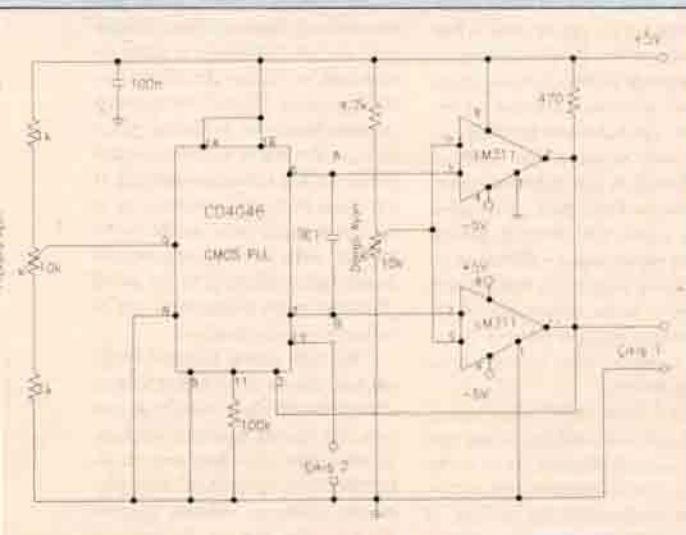
İletişimin hayati bir gereksinim olduğu günümüze gelene kadar birçok farklı aşamadan geçmiş olan iletişim teknolojisi, gelecekte daha da ilerleyeceği kesin olan bir hızla değişimini sürdürmektedir. Bu değişimde ülkemizin hak ettiği yere gelebilmesi ise doğru teknolojilerin, doğru şekilde kullanılmasına bağlıdır. Bu ise hedeflediğimiz, ancak henüz üretilmediğimiz teknolojiyi satın alırken gerekli kriterleri içeren teknolojinin para kaygısına düşmeden alınmasıyla mümkün olabilecektir.

Darbe Üretici

Sunulan devre, "Electronics World" dergisinde, M.S. Nagaraj isimli bir tasarımcı tarafından Ekim 1992 sayısından tanıtılmıştır. Devre basit elemanlar kullanılarak dört farklı bölgede frekans elde edilebilecek bir düzenlemeye sahiptir.

Devre üzerinde bulunan CD4046 faz kilitli döngü kullanılarak, frekans ve çalışma döngüsünden bağımsız darbe üretilebilmektedir. Devre üzerinde bulunan C_1 kapasitörü değiştirilerek farklı aralıklarda frekansa sahip dalgalar üretilebilmektedir.

C_1 kapasitörü için 0.1µF-100pF arası değerler kullanılmakta ve frekans çıkışı 20Hz-200kHz arası değişim göstermektedir.



C_1	Frekans Aralığı
100n	20Hz-200Hz
10n	200Hz-2kHz
1n	2kHz-20kHz
100p	20kHz-200kHz

Evrenin Çocukları "Yaratılışın Öyküsü"

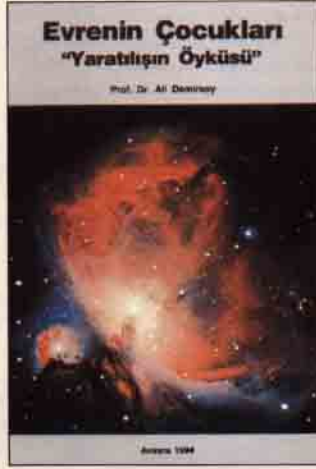
Ali Demirsoy
Ankara, 1991
289 sayfa.

"Son 25 yılını biyoloji biliminin çeşitli konularında bilgi edinmeye geçiren yazar, bu denli karmaşık bir sistemin, yani canlılığın, evrensel bir etkileşimin ürünü olduğuna içten inanmış ve onu, bugün sahip olduğu bilgisi oranında, tarihi gelişimiyle birlikte, yüzyıllardır bilime susamış herhangi bir pozitif açıklamaya özlem duymuş ülkemiz insanlarına sunmayı görev saymıştır. Bu verilen yorumlar, son 20-30 yılda, özellikle uzay çalışmalarlarıyla kazanılmış gözlem ve bulgulara dayandırılmış yorumlardır... Yazar, bu kitabında, Big-Bang'dan, yani evrenin oluşmaya başlamasındaki ilk andan, dünyadaki ilk organik polimerlerin oluşumuna kadar geçen süreçte bugün bizim yapımızın temelini oluşturan güçlerin ve işleyişlerin niteliklerini, bir roman dili anlatımıyla okuyuculara aktarmayı ve elde edilmiş bilgilerden bazı kişisel yorumlar yapmayı amaçlamıştır." Ali Demirsoy, kitabın başında yer alan önsözde, amacını bu sözlerle dile getiriyor.

Kitap, kendi içinde de kısımlara ayrılan 13 bölümden oluşuyor. Bu bölümlerin neler olduğuna baktığımızda; Evrensel Yasalar; Evrenin Oluşumu ve Boyutları; Galaksilerin Oluşumu; Bir Yıldızın Oluşumu; Güneş Sisteminin ve Gezegenlerin Oluşumu; Dünyanın Oluşumu; Ay'ın Freni; Güneş Işınları İçin Bir Elek; Atmosferin Oluşumu ve Evrimi; İlkbaharda Başka Sonbaharda Başka Çalışan Saat; Geçmiş Yolculuk; Manyetik Şemsiyede Yırtılmalar ve Biyolojik Saat olarak sıraladığını görüyoruz.

Niçin varız? İçinde yaşadığımız evren nasıl ve neden oluşmuştur? Evren sonlu mudur yoksa sonsuz mudur? Bu denli büyük bir yapının bizim oluşumumuz üzerindeki etkisi nedir? Biz sadece bu dünyanın mı çocuğuyuz yoksa evrenin mi? Eğer evrensel bir yapının ürünüyseniz bu etkilerin niteliği nedir? İlk bölümün hemen başında yer alan bu sorular okuyucuyu düşündürcek ve meraklandırarak nitelikte. Yazara göre evrenin tüm sırları çözülmedikçe ve neyle ilgili olarak belirli düşünme yöntemleri geliştirilmedikçe bu sorulara doyurucu bir yanıt vermek olanaksız görülmektedir.

Evren hakkındaki çeşitli kuramların ve varsayımların da ele alındığı kitapta, konularla ilgili çeşitli çerçevelere de yer verilmiş. Bu çerçeveler, çeşitli fizikçilerin yaşamları, bazı gezegenlerin teknik özellikleri ve Kuasar nedir, göktaşları, ji-



ropusula gibi noktaları içeriyor. Ayrıca sık sık kullanılan şekillerle konular görsel olarak da okuyucuya anlatılıyor.

Tarihe göz attığımızda, evrenin boyutları karşısında çaresiz kalan insanın din olgusuna yöneldiğini ve din dışında çözüm arayanların düşmanca duygularla karşılaştığını görüyoruz. Düşünceleri yüzünden dışlanan, hatta yakılan kişilerin sayısı hiç de az değil. Bu günümüzde bile düşüncenin ve bilimin gelişme hızını yavaşlatabilecek bir durum. Yazar da bu noktaya değiniyor ve bağnazlığın zararlarını "Bilim ve bilimsel araştırmaların sabit yöne yönlendirilmesi sakıncalıdır. Çünkü doğadan da bildiğimiz gibi, belirli zaman aralıklarında çok başarılıymış gibi özellikler ve mekanizmalar kazanan birçok canlılık, geliştirdiği tek yönlü bu mekanizmaların bir zaman sonra kendi gelişmelerini önleyici en önemli faktör olduğu, yani bir çeşit ayaklarına pranga olduğu birçok gözlemle saptanmıştır." sözleriyle belirtiyor.

Kitabın bütününde vurgulanan bir nokta da; amacın, okuyucunun belli bir yöne kanalizasyonu olmadığı. Bu konunun üzerinde durularla duran yazar, insanlara herhangi bir düşünceyi zorla kabul ettirmenin kendi bilim anlayışına aykırı olduğunu belirtiyor.

Yazar, anlatımına, bugüne kadar yapılmış pozitif görünen bilimsel araştırmalara, çalışmalara ve yorumlara değinmekle başlamış. Einstein, Newton, Galileo ve Bruno, araştırmalarına yer verilen bilimadamlarından bazıları. Ardından evrenin oluşumuna değinen Demirsoy, yıldız, gezegen ve güneş sistemi gibi sistemlerin oluşumlarını ve yapılarını incelemiştir. Geçmişteki bir olay iz bırakmadan zamanın derinliklerine gömülebilir mi? Ay'ın fren etkisi ne olabilir? Biyolojik saat nasıl çalışır? Bu ve benzeri sorulara da yanıt bulmak mümkün.

Kitabın bütününde oldukça acıktı bir dil kullanan ve konuları birbirine ortalıkla bağlayan yazar, son kısımdaki "Eğer, evrensel yasaları gerçek yüzüyle görmek istiyorsak, bunu, ancak, bugüne

kadar sadece deneysel olarak düşünebilen, ancak gördüğü, duyduğu ve dokunduğu şeyi algılayabilen ve onun gerçek olduğuna inanan, koşullandırılmış bir düşünce sisteminden kurtulmakla sağlayabiliriz. Bu da beş duyunun dışında düşünmeyi gerektirir." sözleriyle, insanlığın bu konuyu açığa kavuşturabilmek için daha çok uzun bir yol katetmesi gerektiğini belirtiyor.

Kara Delikler ve Bebek Evrenler

Stephen Hawking
Çeviri: Nezihe Bahar
Sarmal Yayınevi
İstanbul, 1994
167 sayfa

"Bu kitapta 1976 ile 1992 yılları arasında yazdığım bazı yazılar yer almaktadır. Bunlar arasında otobiyografik yazılardan bilim ve evren hakkındaki heyecanımı açıklama girişimi niteliğindeki yazılara kadar değişik yazılar var (...) Ben, evrenin bilinmez ve anlaşılabilir bir şey, insanın sezgileri olabileceği fakat hiçbir zaman tam olarak analiz edemeyeceği veya kavrayamayacağı bir şey olduğu görüşüne katılmıyorum. Bu görüşün hemen hemen dört yüzyıl önce Galile tarafından başlatılan ve Newton tarafından devam ettirilen bilimsel devrime karşı haksızlık ettiğini düşünüyorum (...) Bu kitapta bilimsel yazılar evrenin şimdi kısmen kavrayabileceğimiz ve fazla uzak olmayan bir gelecekte tam olarak anlayabileceğimiz bir düzenle yönetildiği inancıyla yazılmışlardır." Kitabın önsözünü de yazan Stephen Hawking, kitabın içeriğini ve düşüncelerini bu sözlerle dile getirmiş. Yazılar on altı yıllık bir dönem içinde yazılmış oldukları ve her biri kendi başına bir bütün olduğu için her yazının tarihi ve hangi nedenle yazılmış olduğu belirtilmiş.

İlk yazıda Stephen Hawking çocukluğundan söz etmiş. Ailesinden alışkanlıklarına, arkadaşlarından büyüdüğü ortamlara kadar yaşamının farklı kesitlerinden bahsettiği bu yazı, doğumundan liseyi bitirmesine kadar geçen süreci kapsıyor. Bir sonraki yazı, üniversite günleri, araştırma yaptığı alanlar, eğilimleri ve yine on yıllarda başgösteren hastalığından bahsediyor. Ayrıca, evrenin nasıl ve neden başlamış olduğunu keşfetme tutkusunun da yine on yıllara dayandığını bu yazıda belirtiyor.

"ALS Deneyimim" adını verdiği üçüncü yazısında hastalığını, bunun üzerinde yarattığı olumsuz etkiyi ve bu olumsuz düşüncelerden sevgiye tutunarak kurtulduğunu anlatmış Hawking. O zor günleri nasıl aştığını ve umutsuzluğa

düşmeden başarıya ulaşmasını okurken, harcadığı çabaya saygı duymamak ve yakının, sıcak bir ortamın insanın ruh durumunu nasıl olumlu etkilediğini farketmemek olanaksız.

Dördüncü yazı, halkın bilime karşı olan tavrını konu alıyor. Hawking'e göre, halk bilime karşı oldukça kararsız bir durumda. Bilim ve teknolojinin yaşam düzeyinde belirgin bir yükselme sağladığını ve halkın da bunu beklediğini, ama aynı



zamanda, bilimi anlamadığı için de ona güvenmediğini belirtiyor. Okullardaki bilim eğitimi de benimsemişliğini şu sözleriyle anlatıyor: "Okullarda bilim çoğu zaman kuru ve ilgi çekici olmayan bir şekilde verilir. Çocuklar sınavlarda geçmek için ezberciliğe yönelirler ve bilimin çevrelerindeki dünyayla ilgisini görmezler. Ayrıca bilim çoğu zaman denklemler şeklinde öğretilir."

Beşinci yazı, Zamanın Kısa Tarihi isimli kitapla ilgili. Kitabın neden ve nasıl yazıldığı ve hangi aşamalardan geçtiği anlatılmış.

"İnançlarım" adındaki bir sonraki yazı, Hawking'in İnsanın Evren'i nasıl anlayabileceği konusuna ilişkin yaklaşımlarını içeriyor. Schrödinger'in kedisini denilen ünlü bir düşünce deneyinin de anlatıldığı yazıda, "Evren'i yorumlamaya çalışırken karşılaşılan problemleri göstermek için görecelik ve kuantum mekaniğinden örnekler kullandım. Göreceliği ve kuantum mekaniğini anlamamanız ve hatta bu teorilerin yanlış olmaları önemli değildir." diyor Hawking, bir teoremin bir model değerlendirildiği bir tür pozitif yaklaşımın, evreni anlamamanın tek yolu olduğunu göstermeyi amaçlıyor.

Bir diğer yazıda, kuramsal fizik çok uzak olmayan bir gelecekte, amacına ulaşabilmesi olanacağının tartışılması yapılıyor. "Bu yüzyılın başlarında kesintisizlik mekaniğine dayandırarak her şeyin anlaşılabilirliğini inanılıyordu. Tüm gereken şey, elastikiyet, viskozite, iletkenlik gibi katsayıları ölçmekti. Bu ümit, ato-

mun yapısı ve kuvantum mekaniğinin keşfedilmesiyle paramparça oldu." Hawking, son yıllarda pek çok ilerleme sağlandığı görüşünü de belirtiyor bu yazısında. Bunun yanı sıra, evrenin başlangıç koşullarını ve çeşitli fiziksel parametrelerin değerlerini açıklayacak bileştirici bir kurama gereksinim duyulduğunu da anlatıyor ve çeşitli kuramları ele alıyor.

Sekizinci yazıda, ele alınan başlıca iki teori, genel görecelik teorisi ve kuvantum mekaniği. Bu iki teori, evrendeki herşeyi tanımlayacak birleşik bir teori haline getirilmeye çalışılıyor. "Bu yazıda bu iki teonin ardındaki temel fikirleri ve Einstein'ın kuvantum mekaniğinden neden huzursuz olduğunu aktarmaya çalışacağım. Aynı zamanda, bu iki teori birleştirilmeye çalışıldığında gerçekleştireceğimiz gibi görünen dikkate değer şeylerin bazılarını da anlatacağım."

Dokuzuncu yazı, evren'in başlangıcı olup olmadığı ve nasıl başladığı konusundaki tartışmayı ve bu konudaki ayrı görüşleri, bunların nasıl geliştiğini içeriyor. 1983 yılında Jim Hartle ve kendisinin evren'in durumunun belirli bir sınıf geçmişler üzerinden alınan bir toplamda bulunacağını ileri sürdüklerinden bahseden Hawking, yaptıkları öneriyi şöyle açıklıyor: "Bilim evren'in nasıl başladığı problemini çözemezse de, "Evren neden var?" sorusuna yanıt veremez."

Onuncu yazıda, bir kara deliğin nasıl yaratılabileceği anlatılıyor. Kara deliklerle termodinamik arasında bir bağlantı olabileceği konusunda ortaya çıkan ipuçları, kara deliklerin özellikleri ve termodinamiğin yasaları arasındaki benzerlik üzerinde durulan noktalardan bazıları. Bir sonraki yazıda Hawking, "kara delik" kavramının geçmişinden bahsetmiş. Ayrıca, bilim-kurgu gibi gelebilen fakat aslında iyi tanımlanmış bir matematiksel kavram olan sanal zaman ele alınmış. Hawking bu konudaki görüşlerini "Par-

çacıklar buharlaşıp bizim evren bölgemizden kaybolan kara deliklerin içine düşebilirler. Parçacıklar bizim evrenimizden dallanan Bebek Evrenlere giderler. Bu Bebek Evrenler sonra bir başka yerde yeniden evrene katılabilirler. Onlar uzay gezisi için pek iyi olmayabilirler; fakat varlıkları tam bir birleşik teori bilsak bile beklediğimizden daha azını kestirebileceğimiz anlamına gelir" şeklinde ifade ediyor.

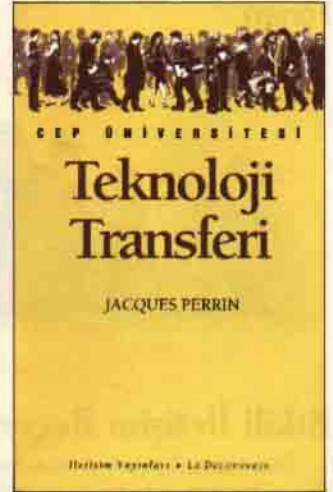
Diğer bir yazıda, determinizm ve özgür iradeyle ilgili bazı fikirler ele alınmış. Ayrıca, son zamanlarda bilime dayandırılan determinizm teziyle ilgili problemlere değinilmiş. "İnsan, davranışını herşeyin belirlenmiş olduğu fikri üzerinde temellendiremez, çünkü neyin belirlenmiş olduğunu bilmez. Onun yerine özgür iradesi olduğu ve davranışlarından sorumlu olduğu şeklindeki etkili teoriyi kabul etmek zorundadır." Hawking bu konuda üç soruyu ele almış. Bunun yanı sıra, yazının başlığının da, Herşey belirlenmiş midir? sorusu olduğunu belirten Hawking'in buna verdiği yanıt evet, ama neyin belirlenmiş olduğunu hiçbir zaman bilemeyeceğimizi de sözlerine ekliyor.

Onüçüncü yazının konusu evren'in geleceği, ya da bilimadamlarının geleceğin ne olacağına ilişkin düşünceleri. Hawking'e göre bilimadamları evren'in ilke olarak geleceğin kestirilmesine olanak veren iyi tanımlanmış yasalarla yönetildiğine inanıyorlar.

Son yazı Issız Ada Diskleri adında bir söyleşi. Issız Ada Diskleri, İngiltere'de yayımlanan bir radyo programı. Bu programda konuklara, ıssız bir adada yalnız kalacak olsalar hangi sekiz plağı yanlarına alacakları soruluyor. Bu plaklar dinlenirken bir yandan da konuklarla sohbet ediliyor. İşte bu son yazı, Stephen Hawking'in de bir konuk olarak katıldığı bu programda kendisiyle yapılan söyleşiyi içeriyor.

Teknoloji Transferi

Jacques Perrin
Çeviri: Turgut Arnas
İletişim Yayınları
İstanbul, 1992
114 sayfa



Toplunun yetişkin bölümüne katkıda bulunmak, kendini geliştirmek isteyenlere yardımcı olmak için bir kaynak niteliğinde ortaya çıkan Cep Üniversitesi kitaplarından biri de Teknoloji Transferi.

Teknoloji tarihine baktığımızda; çeşitli kültürler, çeşitli uygarlıklar arasında teknoloji transferine rastlıyoruz. Bir kültürde ortaya çıkan tekniklerin bir başka kültürde kullanılması, hatta "usta çalma" yolu teknoloji transferine örnek olarak gösterilebilir. Günümüzdeyse, ülkelerin kalkınma seviyelerinin farklılaşması ve teknolojinin temel niteliklerinin değişmesiyle teknoloji transferinde güçlükler yaşanıyor. Bunları aşmak için gösterilen çaba, aynı zamanda, "teknoloji" kelimesinden ne anladığımızı sormamızı gerektiriyor. Teknoloji gerek günlük gerekse de toplumsal yaşamımızda önemli bir rol oynuyor; ama hayatımıza nasıl girdiği, nasıl vazgeçilmez bir parçamız haline geldiği konusunda bilgimiz bir hayli az.

Bugün, yoksul ülkelerin, sanayileşmiş ülkelerin ellerindeki teknolojilere erişme isteği ve bu ülkelerin teknolojilerinin transfer edilmesi umudu kırılmıştır. Deneyimler sonucu, teknolojinin doğal bir kaynak ya da babadan kalan bir miras olmadığı anlaşılmış; teknoloji ve kalkınma "verilebilir" mi? sorusu ortaya çıkmıştır.

Teknolojinin yapısı, sanayileşmiş ülkelerin yeni sanayi devrimlerini oluşturan enformasyona dayalı mantıktan uzak bir biçimde inceleme amacını taşıyan kitap, sunuş ve bölümlerinin dışında altı bölümden oluşuyor. Bu bölümler: Bir Bilgiyi Almak Onu İyi Kullanabilmek Değildir; Teknoloji El Değiştiren Bir Üründür; Teknolojiyi Elleriyle Tutanlar Bu Tekeli Paylaşmak Eğilimi Taşımazlar; Teknoloji Satınalma Teknolojiye Egemen Olma Değildir; Teknoloji Transferi ve İş Örgütlenmesi; Teknoloji Kendisiyle Beraber Sosyal Bir Eğitim - Öğretim de Aktarır şeklinde sıralanıyor.

Giriş bölümünde altmışı yılların başında kendini göstermeye başlayan, kalkınmış ülkelerin teknolojilerine erişme isteğinden ve bunun nasıl geliştiğinden bahsedilmiş. Yine bu kısımda, teknoloji transferi "az gelişmiş ülkelere, sanayileşmiş ülkelerin üretim mekanizmaları için hazırlanıp kullanılan teknolojik "bilgileri" kullanma hakkını aktarmak" olarak tanımlanmış.

Teknoloji verilebilir mi? Kalkınma alınabilir mi? Bilim ve teknoloji her zaman bir kalkınma aracı mıdır? 1979 Birleşmiş Milletler Konferansı'nın sonucuna göre bunun böyle olmadığı belirtiliyor.

Teknolojinin, ticaretinden önce üretilmesinin gerekliliğini öne süren yazar, bu

üretimin, dünyada çok eşitsizce dağıtılmış olduğuna da değiniyor; ayrıca, teknoloji aktarımının az gelişmiş ülkelerin sanayileşmiş ülkelere olan bağımlılık ilişkilerinin ön planında yer aldığı da belirtiliyor. "Teknoloji transferinde küçük - orta kuruluşların iş görme yetenekleri, uluslararası ticaret alışkanlıkları bilgisinden yoksun olmaları ve insan kaynaklarının zayıflığı ile sınırlanmıştır. Fakat rastladıkları asıl engel beceri eksikliğinden çok, becerilerine onu satabilecek gerekli biçimi verebilme güçlüğüdür. Az gelişmiş ülkelere teknoloji ihracı, teknolojinin ayrıntılı bir biçimselleştirilmesini, bu da araştırma ve metod bürolarının hayali çalışmasını gerektiriyor. Bu büroların etkililiği teknoloji transferi işlemlerinin başarılı olması için gerçek bir kozdur.

Yazara göre, teknoloji transferi firmaların ilk eğilimi değil, ama gene de, ticaret stratejilerini sağlamlaştırmak, kesintisiz hammadde sağlamak ve ucuz el emeği kullanmak için transfer işlemlerine katılmak zorunda kalırlar. Dördüncü bölümde, sanayileşme işlemini ilk başlatan ülkelere bahsedilmiş. Latin Amerika ülkeleri ve Brezilya'nın başı çektiği bu ülkelere Cezayir ve Güney Kore Cumhuriyeti de örnek olarak gösteriliyor. Beşinci bölümde ise, özellikle tüketim malları üreten bazı fabrikaların coğrafi konumlarındaki değişmeden ve bu değişimin, sanayileşmiş kapitalist ülkelerin toplumsal işbölümünden kaynaklandığına değinilmiş.

"Teknoloji transferi bizi bir toplumsal değişme sorunsalına, daha genel olarak da bir kalkınma sorunsalına götürür," diyen yazar, "Teknoloji transferi aracılığıyla söz konusu olan, sanayileşmiş ülkeler kalkınma modelinin yayılımı ve yeniden üretilmesidir. Bu ülkeler üstünlüklerini devam ettirebilmek için, başka bir modelin gelişmesine izin vermezler." sözleriyle bu modelin üçüncü dünya ülkelerinin bütün için gerçekleştirilemeyeceğinden de bahsediyor.

Kitabın bütününde, çeşitli stratejilerden bahsediliyor. Son kısımda, Les Echos gazetesinin başlığında yapılan altını, sanırım, üzerinde düşünülmesi gereken mesajlar da içeriyor. Teknoloji transferi bugün "yararlanılması gereken bir avantaj ve saklanması gereken bir tehlikedir."

Astronomi Magazin Dergisi

EÜAAT Yayını
Aylık Dergi



Ege Üniversitesi Astronomi Araştırma Topluluğu (EÜAAT) tarafından yayınlanan Astronomi Magazin dergisinde, tümüyle bir bilim olarak astronomiyi ele alan ve her astronomi meraklısının ilgisini çekecek nitelikte yazılar yer almakta.

Dergiyi abone olmak isteyenlerin, yıllık (12 sayı) 250 000 TL. abone ücretini, İş Bankası Ege Üniversitesi şubesindeki 34499-130268 numaralı hesaba yatırmaları ve banka dekontunun bir örneğini abone başvuru

rusu ile birlikte aşağıdaki adrese göndermeleri gerekiyor. E.Ü. Astronomi Topluluğu, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü 35100 Bornova/İzmir

Evrenin Çocukları "Yaratılışın Öyküsü"

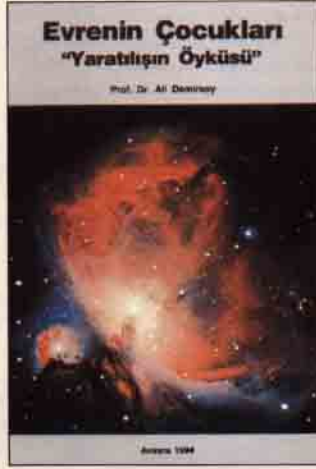
Ali Demirsoy
Ankara, 1991
289 sayfa.

"Son 25 yılını biyoloji biliminin çeşitli konularında bilgi edinmeye geçiren yazar, bu denli karmaşık bir sistemin, yani canlılığın, evrensel bir etkileşimin ürünü olduğuna içten inanmış ve onu, bugün sahip olduğu bilgisi oranında, tarihi gelişimiyle birlikte, yüzyıllardır bilime susamış herhangi bir pozitif açıklamaya özlem duymuş ülkemiz insanlarına sunmayı görev saymıştır. Bu verilen yorumlar, son 20-30 yılda, özellikle uzay çalışmalarıyla kazanılmış gözlem ve bulgulara dayandırılmış yorumlardır... Yazar, bu kitabında, Big-Bang'dan, yani evrenin oluşmaya başlamasındaki ilk andan, dünyadaki ilk organik polimerlerin oluşumuna kadar geçen süreçte bugün bizim yapımızın temelini oluşturan güçlerin ve işleyişlerin niteliklerini, bir roman dili anlatımıyla okuyuculara aktarmayı ve elde edilmiş bilgilerden bazı kişisel yorumlar yapmayı amaçlamıştır." Ali Demirsoy, kitabın başında yer alan önsözde, amacını bu sözlerle dile getiriyor.

Kitap, kendi içinde de kısımlara ayrılan 13 bölümden oluşuyor. Bu bölümlerin neler olduğuna baktığımızda; Evrensel Yasalar; Evrenin Oluşumu ve Boyutları; Galaksilerin Oluşumu; Bir Yıldızın Oluşumu; Güneş Sisteminin ve Gezegenlerin Oluşumu; Dünyanın Oluşumu; Ay'ın Freni; Güneş Işınları İçin Bir Elek; Atmosferin Oluşumu ve Evrimi; İlkbaharda Başka Sonbaharda Başka Çalışan Saat; Geçmiş Yolculuk; Manyetik Şemsiyede Yırtılmalar ve Biyolojik Saat olarak sıraladığını görüyoruz.

Niçin varız? İçinde yaşadığımız evren nasıl ve neden oluşmuştur? Evren sonlu mudur yoksa sonsuz mudur? Bu denli büyük bir yapının bizim oluşumumuz üzerindeki etkisi nedir? Biz sadece bu dünyanın mı çocuğuyuz yoksa evrenin mi? Eğer evrensel bir yapının ürünüyseniz bu etkilerin niteliği nedir? İlk bölümün hemen başında yer alan bu sorular okuyucuyu düşündürcek ve meraklandırarak nitelikte. Yazara göre evrenin tüm sırları çözülmedikçe ve neyle ilgili olarak belirli düşünme yöntemleri geliştirilmedikçe bu sorulara doyurucu bir yanıt vermek olanaksız görülmektedir.

Evren hakkındaki çeşitli kuramların ve varsayımların da ele alındığı kitapta, konularla ilgili çeşitli çerçevelere de yer verilmiş. Bu çerçeveler, çeşitli fizikçilerin yaşamları, bazı gezegenlerin teknik özellikleri ve Kuasar nedir, göktaşları, ji-



ropusula gibi noktaları içeriyor. Ayrıca sık sık kullanılan şekillerle konular görsel olarak da okuyucuya anlatılıyor.

Tarihe göz attığımızda, evrenin boyutları karşısında çaresiz kalan insanın din olgusuna yöneldiğini ve din dışında çözüm arayanların düşmanca duygularla karşılaştığını görüyoruz. Düşünceleri yüzünden dışlanan, hatta yakılan kişilerin sayısı hiç de az değil. Bu günümüzde bile düşüncenin ve bilimin gelişme hızını yavaşlatabilecek bir durum. Yazar da bu noktaya değiniyor ve bağnazlığın zararlarını "Bilim ve bilimsel araştırmaların sabit yöne yönlendirilmesi sakıncalıdır. Çünkü doğadan da bildiğimiz gibi, belirli zaman aralıklarında çok başarılıymış gibi özellikler ve mekanizmalar kazanan birçok canlılık, geliştirdiği tek yönlü bu mekanizmaların bir zaman sonra kendi gelişmelerini önleyici en önemli faktör olduğu, yani bir çeşit ayaklarına pranga olduğu birçok gözlemle saptanmıştır." sözleriyle belirtiyor.

Kitabın bütününde vurgulanan bir nokta da; amaç, okuyucunun belli bir yöne kanalizasyonu olmadığı. Bu konunun üzerinde durulması gereken yazar, insanlara herhangi bir düşünceyi zorla kabul ettirmenin kendi bilim anlayışına aykırı olduğunu belirtiyor.

Yazar, anlatımına, bugüne kadar yapılmış pozitif görünen bilimsel araştırmalara, çalışmalara ve yorumlara değinmekle başlamış. Einstein, Newton, Galileo ve Bruno, araştırmalarına yer verilen bilimadamlarından bazıları. Ardından evrenin oluşumuna değinen Demirsoy, yıldız, gezegen ve güneş sistemi gibi sistemlerin oluşumlarını ve yapılarını incelemiştir. Geçmişteki bir olay iz bırakmadan zamanın derinliklerine gömülebilir mi? Ay'ın fren etkisi ne olabilir? Biyolojik saat nasıl çalışır? Bu ve benzeri sorulara da yanıt bulmak mümkün.

Kitabın bütününde oldukça acıktı bir dil kullanan ve konuları birbirine ortalıkla bağlayan yazar, son kısımdaki "Eğer, evrensel yasaları gerçek yüzüyle görmek istiyorsak, bunu, ancak, bugüne

kadar sadece deneysel olarak düşünebilen, ancak gördüğü, duyduğu ve dokunduğu şeyi algılayabilen ve onun gerçek olduğuna inanan, koşullandırılmış bir düşünce sisteminden kurtulmakla sağlayabiliriz. Bu da beş duyunun dışında düşünmeyi gerektirir." sözleriyle, insanlığın bu konuyu açığa kavuşturabilmek için daha çok uzun bir yol katetmesi gerektiğini belirtiyor.

Kara Delikler ve Bebek Evrenler

Stephen Hawking
Çeviri: Nezihe Bahar
Sarmal Yayınevi
İstanbul, 1994
167 sayfa

"Bu kitapta 1976 ile 1992 yılları arasında yazdığım bazı yazılar yer almaktadır. Bunlar arasında otobiyografik yazılardan bilim ve evren hakkındaki heyecanımı açıklama girişimi niteliğindeki yazılara kadar değişik yazılar var (...) Ben, evrenin bilinmez ve anlaşılabilir bir şey, insanın sezgileri olabileceği fakat hiçbir zaman tam olarak analiz edemeyeceği veya kavrayamayacağı bir şey olduğu görüşüne katılmıyorum. Bu görüşün hemen hemen dört yüzyıl önce Galile tarafından başlatılan ve Newton tarafından devam ettirilen bilimsel devrime karşı haksızlık ettiğini düşünüyorum (...) Bu kitapta bilimsel yazılar evrenin şimdi kısmen kavrayabileceğimiz ve fazla uzak olmayan bir gelecekte tam olarak anlayabileceğimiz bir düzenle yönetildiği inancıyla yazılmışlardır." Kitabın önsözünü de yazan Stephen Hawking, kitabın içeriğini ve düşüncelerini bu sözlerle dile getirmiş. Yazılar on altı yıllık bir dönem içinde yazılmış oldukları ve her biri kendi başına bir bütün olduğu için her yazının tarihi ve hangi nedenle yazılmış olduğu belirtilmiş.

İlk yazıda Stephen Hawking çocukluğundan söz etmiş. Ailesinden alışkanlıklarına, arkadaşlarından büyüdüğü ortamlara kadar yaşamının farklı kesitlerinden bahsettiği bu yazı, doğumundan liseyi bitirmesine kadar geçen süreci kapsıyor. Bir sonraki yazı, üniversite günleri, araştırma yaptığı alanlar, eğilimleri ve yine on yıllarda başgösteren hastalığından bahsediyor. Ayrıca, evrenin nasıl ve neden başlamış olduğunu keşfetme tutkusunun da yine on yıllara dayandığını bu yazıda belirtiyor.

"ALS Deneyimim" adını verdiği üçüncü yazısında hastalığını, bunun üzerinde yarattığı olumsuz etkiyi ve bu olumsuz düşüncelerden sevgiye tutunarak kurtulduğunu anlatmış Hawking. O zor günleri nasıl aştığını ve umutsuzluğa

düşmeden başarıya ulaşmasını okurken, harcadığı çabaya saygı duymamak ve yakın, sıcak bir ortamın insanın ruh durumunu nasıl olumlu etkilediğini farketmemek olanaksız.

Dördüncü yazı, halkın bilime karşı olan tavrını konu alıyor. Hawking'e göre, halk bilime karşı oldukça kararsız bir durumda. Bilim ve teknolojinin yaşam düzeyinde belirgin bir yükselme sağladığını ve halkın da bunu beklediğini, ama aynı



zamanda, bilimi anlamadığı için de ona güvenmediğini belirtiyor. Okullardaki bilim eğitimi de benimsemişliğini şu sözleriyle anlatıyor: "Okullarda bilim çoğu zaman kuru ve ilgi çekici olmayan bir şekilde verilir. Çocuklar sınavlarda geçmek için ezberciliğe yönelirler ve bilimin çevrelerindeki dünyayla ilgisini görmezler. Ayrıca bilim çoğu zaman denklemler şeklinde öğretilir."

Beşinci yazı, Zamanın Kısa Tarihi isimli kitapla ilgili. Kitabın neden ve nasıl yazıldığı ve hangi aşamalardan geçtiği anlatılmış.

"İnançlarım" adındaki bir sonraki yazı, Hawking'in İnsanın Evren'i nasıl anlayabileceği konusuna ilişkin yaklaşımlarını içeriyor. Schrödinger'in kedisini denilen ünlü bir düşünce deneyinin de anlatıldığı yazıda, "Evren'i yorumlamaya çalışırken karşılaşılan problemleri göstermek için görecelik ve kuantum mekaniğinden örnekler kullandım. Göreceliği ve kuantum mekaniğini anlamamanız ve hatta bu teorilerin yanlış olmaları önemli değildir." diyor Hawking, bir teoremin bir model değerlendirildiği bir tür pozitif yaklaşımın, evreni anlamamanın tek yolu olduğunu göstermeyi amaçlıyor.

Bir diğer yazıda, kuramsal fizik çok uzak olmayan bir gelecekte, acısına ulaşabilmesi olanağının tartışılması yapılıyor. "Bu yüzyılın başlarında kesintisizlik mekaniğine dayandırarak her şeyin anlaşılabilirliğini inanılıyordu. Tüm gereken şey, elastikiyet, viskozite, iletkenlik gibi katsayıları ölçmekti. Bu ümit, ato-

mun yapısı ve kuvantum mekaniğinin keşfedilmesiyle paramparça oldu." Hawking, son yıllarda pek çok ilerleme sağlandığı görüşünü de belirtiyor bu yazısında. Bunun yanı sıra, evrenin başlangıç koşullarını ve çeşitli fiziksel parametrelerin değerlerini açıklayacak bileştirici bir kurama gereksinim duyulduğunu da anlatıyor ve çeşitli kuramları ele alıyor.

Sekizinci yazıda, ele alınan başlıca iki teori, genel görecelik teorisi ve kuvantum mekaniği. Bu iki teori, evrendeki herşeyi tanımlayacak birleşik bir teori haline getirilmeye çalışılıyor. "Bu yazıda bu iki teonin ardındaki temel fikirleri ve Einstein'ın kuvantum mekaniğinden neden huzursuz olduğunu aktarmaya çalışacağım. Aynı zamanda, bu iki teori birleştirilmeye çalışıldığında gerçekleştireceğimiz gibi görünen dikkate değer şeylerin bazılarını da anlatacağım."

Dokuzuncu yazı, evren'in başlangıcı olup olmadığı ve nasıl başladığı konusundaki tartışmayı ve bu konudaki ayrı görüşleri, bunların nasıl geliştiğini içeriyor. 1983 yılında Jim Hartle ve kendisinin evren'in durumunun belirli bir sınıf geçmişler üzerinden alınan bir toplamda bulunacağını ileri sürdüklerinden bahseden Hawking, yaptıkları öneriyi şöyle açıklıyor: "Bilim evren'in nasıl başladığı problemini çözemezse de, "Evren neden var?" sorusuna yanıt veremez."

Onuncu yazıda, bir kara deliğin nasıl yaratılabileceği anlatılıyor. Kara deliklerle termodinamik arasında bir bağlantı olabileceği konusunda ortaya çıkan ipuçları, kara deliklerin özellikleri ve termodinamiğin yasaları arasındaki benzerlik üzerinde durulan noktalardan bazıları. Bir sonraki yazıda Hawking, "kara delik" kavramının geçmişinden bahsetmiş. Ayrıca, bilim-kurgu gibi gelebilen fakat aslında iyi tanımlanmış bir matematiksel kavram olan sanal zaman ele alınmış. Hawking bu konudaki görüşlerini "Par-

çacıklar buharlaşıp bizim evren bölgemizden kaybolan kara deliklerin içine düşebilirler. Parçacıklar bizim evrenimizden dallanan Bebek Evrenlere giderler. Bu Bebek Evrenler sonra bir başka yerde yeniden evrene katılabilirler. Onlar uzay gezisi için pek iyi olmayabilirler; fakat varlıkları tam bir birleşik teori bilsak bile beklediğimizden daha azını kestirebileceğimiz anlamına gelir" şeklinde ifade ediyor.

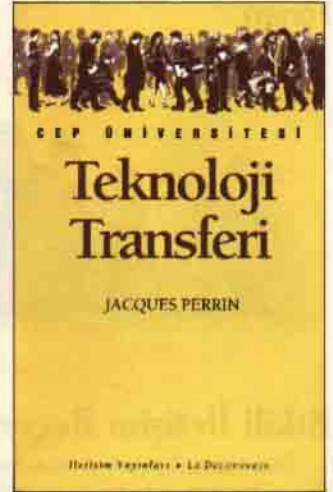
Diğer bir yazıda, determinizm ve özgür iradeyle ilgili bazı fikirler ele alınmış. Ayrıca, son zamanlarda bilime dayandırılan determinizm teziyle ilgili problemlere değinilmiş. "İnsan, davranışını herşeyin belirlenmiş olduğu fikri üzerinde temellendiremez, çünkü neyin belirlenmiş olduğunu bilmez. Onun yerine özgür iradesi olduğu ve davranışlarından sorumlu olduğu şeklindeki etkili teoriyi kabul etmek zorundadır." Hawking bu konuda üç soruyu ele almış. Bunun yanı sıra, yazının başlığının da, Herşey belirlenmiş midir? sorusu olduğunu belirten Hawking'in buna verdiği yanıt evet, ama neyin belirlenmiş olduğunu hiçbir zaman bilemeyeceğimizi de sözlerine ekliyor.

Onüçüncü yazının konusu evren'in geleceği, ya da bilimadamlarının geleceğin ne olacağına ilişkin düşünceleri. Hawking'e göre bilimadamları evren'in ilke olarak geleceğin kestirilmesine olanak veren iyi tanımlanmış yasalarla yönetildiğine inanıyorlar.

Son yazı Issız Ada Diskleri adında bir söyleşi. Issız Ada Diskleri, İngiltere'de yayımlanan bir radyo programı. Bu programda konuklara, ıssız bir adada yalnız kalacak olsalar hangi sekiz plağı yanlarına alacakları soruluyor. Bu plaklar dinlenirken bir yandan da konuklarla sohbet ediliyor. İşte bu son yazı, Stephen Hawking'in de bir konuk olarak katıldığı bu programda kendisiyle yapılan söyleşiyi içeriyor.

Teknoloji Transferi

Jacques Perrin
Çeviri: Turgut Arnas
İletişim Yayınları
İstanbul, 1992
114 sayfa



Toplunun yetişkin bölümüne katkıda bulunmak, kendini geliştirmek isteyenlere yardımcı olmak için bir kaynak niteliğinde ortaya çıkan Cep Üniversitesi kitaplarından biri de Teknoloji Transferi.

Teknoloji tarihine baktığımızda; çeşitli kültürler, çeşitli uygarlıklar arasında teknoloji transferine rastlıyoruz. Bir kültürde ortaya çıkan tekniklerin bir başka kültürde kullanılması, hatta "usta çalma" yolu teknoloji transferine örnek olarak gösterilebilir. Günümüzdeyse, ülkelerin kalkınma seviyelerinin farklılaşması ve teknolojinin temel niteliklerinin değişmesiyle teknoloji transferinde güçlükler yaşanıyor. Bunları aşmak için gösterilen çaba, aynı zamanda, "teknoloji" kelimesinden ne anladığımızı sormamızı gerektiriyor. Teknoloji gerek günlük gerekse de toplumsal yaşamımızda önemli bir rol oynuyor; ama hayatımıza nasıl girdiği, nasıl vazgeçilmez bir parçamız haline geldiği konusunda bilgimiz bir hayli az.

Bugün, yoksul ülkelerin, sanayileşmiş ülkelerin ellerindeki teknolojilere erişme isteği ve bu ülkelerin teknolojilerinin transfer edilmesi umudu kırılmıştır. Deneyimler sonucu, teknolojinin doğal bir kaynak ya da babadan kalan bir miras olmadığı anlaşılmış; teknoloji ve kalkınma "verilebilir" mi? sorusu ortaya çıkmıştır.

Teknolojinin yapısı, sanayileşmiş ülkelerin yeni sanayi devrimlerini oluşturan enformasyona dayalı mantıktan uzak bir biçimde inceleme amacını taşıyan kitap, sunuş ve bölümlerinin dışında altı bölümden oluşuyor. Bu bölümler: Bir Bilgiyi Almak Onu İyi Kullanabilmek Değildir; Teknoloji El Değiştiren Bir Üründür; Teknolojiyi Ellerde Tutanlar Bu Tekeli Paylaşmak Eğilimi Taşımazlar; Teknoloji Satınalma Teknolojiye Egemen Olma Değildir; Teknoloji Transferi ve İş Örgütlenmesi; Teknoloji Kendisiyle Beraber Sosyal Bir Eğitim - Öğretim de Aktarır şeklinde sıralanıyor.

Giriş bölümünde altmışı yılların başında kendini göstermeye başlayan, kalkınmış ülkelerin teknolojilerine erişme isteğinden ve bunun nasıl geliştiğinden bahsedilmiş. Yine bu kısımda, teknoloji transferi "az gelişmiş ülkelere, sanayileşmiş ülkelerin üretim mekanizmaları için hazırlanıp kullanılan teknolojik "bilgileri" kullanma hakkını aktarmak" olarak tanımlanmış.

Teknoloji verilebilir mi? Kalkınma alınabilir mi? Bilim ve teknoloji her zaman bir kalkınma aracı mıdır? 1979 Birleşmiş Milletler Konferansı'nın sonucuna göre bunun böyle olmadığı belirtiliyor.

Teknolojinin, ticaretinden önce üretilmesinin gerekliliğini öne süren yazar, bu

üretimin, dünyada çok eşitsizce dağıtılmış olduğuna da değiniyor; ayrıca, teknoloji aktarımının az gelişmiş ülkelerin sanayileşmiş ülkelere olan bağımlılık ilişkilerinin ön planında yer aldığı da belirtiliyor. "Teknoloji transferinde küçük - orta kuruluşların iş görme yetenekleri, uluslararası ticaret alışkanlıkları bilgisinden yoksun olmaları ve insan kaynaklarının zayıflığı ile sınırlanmıştır. Fakat rastladıkları asıl engel beceri eksikliğinden çok, becerilerine onu satabilecek gerekli biçimi verebilme güçlüğüdür. Az gelişmiş ülkelere teknoloji ihracı, teknolojinin ayrıntılı bir biçimselleştirilmesini, bu da araştırma ve metod bürolarının hayali çalışmasını gerektiriyor. Bu büroların etkililiği teknoloji transferi işlemlerinin başarılı olması için gerçek bir kozdur.

Yazara göre, teknoloji transferi firmaların ilk eğilimi değil, ama gene de, ticaret stratejilerini sağlamlaştırmak, kesintisiz hammadde sağlamak ve ucuz el emeği kullanmak için transfer işlemlerine katılmak zorunda kalırlar. Dördüncü bölümde, sanayileşme işlemini ilk başlatan ülkelere bahsedilmiş. Latin Amerika ülkeleri ve Brezilya'nın başı çektiği bu ülkelere Cezayir ve Güney Kore Cumhuriyeti de örnek olarak gösteriliyor. Beşinci bölümde ise, özellikle tüketim malları üreten bazı fabrikaların coğrafi konumlarındaki değişmeden ve bu değişimin, sanayileşmiş kapitalist ülkelerin toplumsal işbölümünden kaynaklandığına değinilmiş.

"Teknoloji transferi bizi bir toplumsal değişme sorunsalına, daha genel olarak da bir kalkınma sorunsalına götürür," diyen yazar, "Teknoloji transferi aracılığıyla söz konusu olan, sanayileşmiş ülkeler kalkınma modelinin yayılımı ve yeniden üretilmesidir. Bu ülkeler üstünlüklerini devam ettirebilmek için, başka bir modelin gelişmesine izin vermezler." sözleriyle bu modelin üçüncü dünya ülkelerinin bütün için gerçekleştirilemeyeceğinden de bahsediyor.

Kitabın bütününde, çeşitli stratejilerden bahsediliyor. Son kısımda, Les Echos gazetesinin başlığında yapılan altını, sanırım, üzerinde düşünülmesi gereken mesajlar da içeriyor. Teknoloji transferi bugün "yararlanılması gereken bir avantaj ve saklanması gereken bir tehlikedir."

Astronomi Magazin Dergisi

EÜAAT Yayını
Aylık Dergi



Ege Üniversitesi Astronomi Araştırma Topluluğu (EÜAAT) tarafından yayınlanan Astronomi Magazin dergisinde, tümüyle bir bilim olarak astronomiyi ele alan ve her astronomi meraklısının ilgisini çekecek nitelikte yazılar yer almakta.

Dergiyi abone olmak isteyenlerin, yıllık (12 sayı) 250 000 TL. abone ücretini, İş Bankası Ege Üniversitesi şubesindeki 34499-130268 numaralı hesaba yatırmaları ve banka dekontunun bir örneğini abone başvuru

rusu ile birlikte aşağıdaki adrese göndermeleri gerekiyor. E.Ü. Astronomi Topluluğu, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü 35100 Bornova/İzmir

Evrenin Çocukları "Yaratılışın Öyküsü"

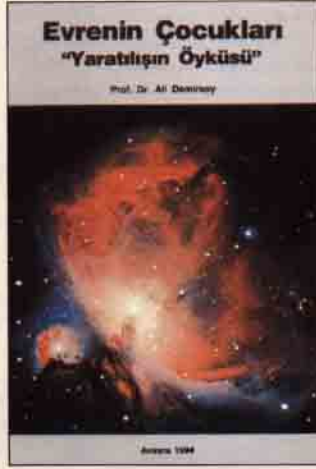
Ali Demirsoy
Ankara, 1991
289 sayfa.

"Son 25 yılını biyoloji biliminin çeşitli konularında bilgi edinmeye geçiren yazar, bu denli karmaşık bir sistemin, yani canlılığın, evrensel bir etkileşimin ürünü olduğuna içten inanmış ve onu, bugün sahip olduğu bilgisi oranında, tarihi gelişimiyle birlikte, yüzyıllardır bilime susamış herhangi bir pozitif açıklamaya özlem duymuş ülkemiz insanlarına sunmayı görev saymıştır. Bu verilen yorumlar, son 20-30 yılda, özellikle uzay çalışmalarıyla kazanılmış gözlem ve bulgulara dayandırılmış yorumlardır... Yazar, bu kitabında, Big-Bang'dan, yani evrenin oluşmaya başlamasındaki ilk andan, dünyadaki ilk organik polimerlerin oluşumuna kadar geçen süreçte bugün bizim yapımızın temelini oluşturan güçlerin ve işleyişlerin niteliklerini, bir roman dili anlatımıyla okuyuculara aktarmayı ve elde edilmiş bilgilerden bazı kişisel yorumlar yapmayı amaçlamıştır." Ali Demirsoy, kitabın başında yer alan önsözde, amacını bu sözlerle dile getiriyor.

Kitap, kendi içinde de kısımlara ayrılan 13 bölümden oluşuyor. Bu bölümlerin neler olduğuna baktığımızda; Evrensel Yasalar; Evrenin Oluşumu ve Boyutları; Galaksilerin Oluşumu; Bir Yıldızın Oluşumu; Güneş Sisteminin ve Gezegenlerin Oluşumu; Dünyanın Oluşumu; Ay'ın Freni; Güneş Işınları İçin Bir Elek; Atmosferin Oluşumu ve Evrimi; İlkbaharda Başka Sonbaharda Başka Çalışan Saat; Geçmiş Yolculuk; Manyetik Şemsiyede Yırtılmalar ve Biyolojik Saat olarak sıraladığını görüyoruz.

Niçin varız? İçinde yaşadığımız evren nasıl ve neden oluşmuştur? Evren sonlu mudur yoksa sonsuz mudur? Bu denli büyük bir yapının bizim oluşumumuz üzerindeki etkisi nedir? Biz sadece bu dünyanın mı çocuğuyuz yoksa evrenin mi? Eğer evrensel bir yapının ürünüyseniz bu etkilerin niteliği nedir? İlk bölümün hemen başında yer alan bu sorular okuyucuyu düşündürcek ve meraklandırarak nitelikte. Yazara göre evrenin tüm sırları çözülmedikçe ve neyle ilgili olarak belirli düşünme yöntemleri geliştirilmedikçe bu sorulara duyurucu bir yanıt vermek olanaksız görülmektedir.

Evren hakkındaki çeşitli kuramların ve varsayımların da ele alındığı kitapta, konularla ilgili çeşitli çerçevelere de yer verilmiş. Bu çerçeveler, çeşitli fizikçilerin yaşamları, bazı gezegenlerin teknik özellikleri ve Kuasar nedir, göktaşları, ji-



ropusula gibi noktaları içeriyor. Ayrıca sık sık kullanılan şekillerle konular görsel olarak da okuyucuya anlatılıyor.

Tarihe göz attığımızda, evrenin boyutları karşısında çaresiz kalan insanın din olgusuna yöneldiğini ve din dışında çözüm arayanların düşmanca duygularla karşılaştığını görüyoruz. Düşünceleri yüzünden dışlanan, hatta yakılan kişilerin sayısı hiç de az değil. Bu günümüzde bile düşüncenin ve bilimin gelişme hızını yavaşlatabilecek bir durum. Yazar da bu noktaya değiniyor ve bağnazlığın zararlarını "Bilim ve bilimsel araştırmaların sabit yöne yönlendirilmesi sakıncalıdır. Çünkü doğadan da bildiğimiz gibi, belirli zaman aralıklarında çok başarılıymış gibi özellikler ve mekanizmalar kazanan birçok canlılık, geliştirdiği tek yönlü bu mekanizmaların bir zaman sonra kendi gelişmelerini önleyici en önemli faktör olduğu, yani bir çeşit ayaklarına pranga olduğu birçok gözlemle saptanmıştır." sözleriyle belirtiyor.

Kitabın bütününde vurgulanan bir nokta da, amaç, okuyucunun belli bir yöne kanalizasyonu olmadığı. Bu konunun üzerinde durularla duran yazar, insanlara herhangi bir düşünceyi zorla kabul ettirmenin kendi bilim anlayışına aykırı olduğunu belirtiyor.

Yazar, anlatımına, bugüne kadar yapılmış pozitif görünen bilimsel araştırmalara, çalışmalara ve yorumlara değinmekle başlamış. Einstein, Newton, Galileo ve Bruno, araştırmalarına yer verilen bilimadamlarından bazıları. Ardından evrenin oluşumuna değinen Demirsoy, yıldız, gezegen ve güneş sistemi gibi sistemlerin oluşumlarını ve yapılarını incelemiştir. Geçmişteki bir olay iz bırakmadan zamanın derinliklerine gömülebilir mi? Ay'ın fren etkisi ne olabilir? Biyolojik saat nasıl çalışır? Bu ve benzeri sorulara da yanıt bulmak mümkün.

Kitabın bütününde oldukça acıktı bir dil kullanan ve konuları birbirine ortalıkla bağlayan yazar, son kısımdaki "Eğer, evrensel yasaları gerçek yüzüyle görmek istiyorsak, bunu, ancak, bugüne

kadar sadece deneysel olarak düşünebilen, ancak gördüğü, duyduğu ve dokunduğu şeyi algılayabilen ve onun gerçek olduğuna inanan, koşullandırılmış bir düşünce sisteminden kurtulmakla sağlayabiliriz. Bu da beş duyunun dışında düşünmeyi gerektirir." sözleriyle, insanlığın bu konuyu açığa kavuşturabilmek için daha çok uzun bir yol katetmesi gerektiğini belirtiyor.

Kara Delikler ve Bebek Evrenler

Stephen Hawking
Çeviri: Nezihe Bahar
Sarmal Yayınevi
İstanbul, 1994
167 sayfa

"Bu kitapta 1976 ile 1992 yılları arasında yazdığım bazı yazılar yer almaktadır. Bunlar arasında otobiyografik yazılardan bilim ve evren hakkındaki heyecanımı açıklama girişimi niteliğindeki yazılara kadar değişik yazılar var (...) Ben, evrenin bilinmez ve anlaşılabilir bir şey, insanın sezgileri olabileceği fakat hiçbir zaman tam olarak analiz edemeyeceği veya kavrayamayacağı bir şey olduğu görüşüne katılmıyorum. Bu görüşün hemen hemen dört yüzyıl önce Galile tarafından başlatılan ve Newton tarafından devam ettirilen bilimsel devrime karşı haksızlık ettiğini düşünüyorum (...) Bu kitapta bilimsel yazılar evrenin şimdi kısmen kavrayabileceğimiz ve fazla uzak olmayan bir gelecekte tam olarak anlayabileceğimiz bir düzenle yönetildiği inancıyla yazılmışlardır." Kitabın önsözünü de yazan Stephen Hawking, kitabın içeriğini ve düşüncelerini bu sözlerle dile getirmiş. Yazılar on altı yıllık bir dönem içinde yazılmış oldukları ve her biri kendi başına bir bütün olduğu için her yazının tarihi ve hangi nedenle yazılmış olduğu belirtilmiş.

İlk yazıda Stephen Hawking çocukluğundan söz etmiş. Ailesinden alışkanlıklarına, arkadaşlarından büyüdüğü ortamlara kadar yaşamının farklı kesitlerinden bahsettiği bu yazı, doğumundan liseyi bitirmesine kadar geçen süreci kapsıyor. Bir sonraki yazı, üniversite günleri, araştırma yaptığı alanlar, eğilimleri ve yine o yıllarda başgösteren hastalığından bahsediyor. Ayrıca, evrenin nasıl ve neden başlamış olduğunu keşfetme tutkusunun da yine o yıllara dayandığını bu yazıda belirtiyor.

"ALS Deneyimim" adını verdiği üçüncü yazısında hastalığını, bunun üzerinde yarattığı olumsuz etkiyi ve bu olumsuz düşüncelerden sevgiye tutunarak kurtulduğunu anlatmış Hawking. O zor günleri nasıl aştığını ve umutsuzluğa

düşmeden başarıya ulaşmasını okurken, harcadığı çabaya saygı duymamak ve yakın, sıcak bir ortamın insanın ruh durumunu nasıl olumlu etkilediğini farketmemek olanaksız.

Dördüncü yazı, halkın bilime karşı olan tavrını konu alıyor. Hawking'e göre, halk bilime karşı oldukça kararsız bir durumda. Bilim ve teknolojinin yaşam düzeyinde belirgin bir yükselme sağladığını ve halkın da bunu beklediğini, ama aynı



zamanda, bilimi anlamadığı için de ona güvenmediğini belirtiyor. Okullardaki bilim eğitimi de benimsemişliğini şu sözleriyle anlatıyor: "Okullarda bilim çoğu zaman kuru ve ilgi çekici olmayan bir şekilde verilir. Çocuklar sınavlarda geçmek için ezberciliğe yönelirler ve bilimin çevrelerindeki dünyayla ilgisini görmezler. Ayrıca bilim çoğu zaman denklemler şeklinde öğretilir."

Beşinci yazı, Zamanın Kısa Tarihi isimli kitapla ilgili. Kitabın neden ve nasıl yazıldığı ve hangi aşamalardan geçtiği anlatılmış.

"İnançlarım" adındaki bir sonraki yazı, Hawking'in İnsanın Evren'i nasıl anlayabileceği konusuna ilişkin yaklaşımlarını içeriyor. Schrödinger'in kedisini denilen ünlü bir düşünce deneyinin de anlatıldığı yazıda, "Evren'i yorumlamaya çalışırken karşılaşılan problemleri göstermek için görecelik ve kuantum mekaniğinden örnekler kullandım. Göreceliği ve kuantum mekaniğini anlamamanız ve hatta bu teorilerin yanlış olmaları önemli değildir." diyor Hawking, bir teoremin bir model değerlendirildiği bir tür pozitif yaklaşımın, evreni anlamamanın tek yolu olduğunu göstermeyi amaçlıyor.

Bir diğer yazıda, kuramsal fizik çok uzak olmayan bir gelecekte, acısına ulaşabilmesi olanağının tartışılması yapılıyor. "Bu yüzyılın başlarında kesintisizlik mekaniğine dayandırarak her şeyin anlaşılabilirliğini inanılıyordu. Tüm gereken şey, elastikiyet, viskozite, iletkenlik gibi katsayıları ölçmekti. Bu ümit, ato-

mun yapısı ve kuvantum mekaniğinin keşfedilmesiyle paramparça oldu." Hawking, son yıllarda pek çok ilerleme sağlandığı görüşünü de belirtiyor bu yazısında. Bunun yanı sıra, evrenin başlangıç koşullarını ve çeşitli fiziksel parametrelerin değerlerini açıklayacak bileştirici bir kurama gereksinim duyulduğunu da anlatıyor ve çeşitli kuramları ele alıyor.

Sekizinci yazıda, ele alınan başlıca iki teori, genel görecelik teorisi ve kuvantum mekaniği. Bu iki teori, evrendeki herşeyi tanımlayacak birleşik bir teori haline getirilmeye çalışılıyor. "Bu yazıda bu iki teonin ardındaki temel fikirleri ve Einstein'ın kuvantum mekaniğinden neden huzursuz olduğunu aktarmaya çalışacağım. Aynı zamanda, bu iki teori birleştirilmeye çalışıldığında gerçekleştireceğimiz gibi görünen dikkate değer şeylerin bazılarını da anlatacağım."

Dokuzuncu yazı, evren'in başlangıcı olup olmadığı ve nasıl başladığı konusundaki tartışmayı ve bu konudaki ayrı görüşleri, bunların nasıl geliştiğini içeriyor. 1983 yılında Jim Hartle ve kendisinin evren'in durumunun belirli bir sınıf geçmişler üzerinden alınan bir toplamda bulunacağını ileri sürdüklerinden bahseden Hawking, yaptıkları öneriyi şöyle açıklıyor: "Bilim evren'in nasıl başladığı problemini çözemezse de, "Evren neden var?" sorusuna yanıt veremez."

Onuncu yazıda, bir kara deliğin nasıl yaratılabileceği anlatılıyor. Kara deliklerle termodinamik arasında bir bağlantı olabileceği konusunda ortaya çıkan ipuçları, kara deliklerin özellikleri ve termodinamiğin yasaları arasındaki benzerlik üzerinde durulan noktalardan bazıları. Bir sonraki yazıda Hawking, "kara delik" kavramının geçmişinden bahsetmiş. Ayrıca, bilim-kurgu gibi gelebilen fakat aslında iyi tanımlanmış bir matematiksel kavram olan sanal zaman ele alınmış. Hawking bu konudaki görüşlerini "Par-

çacıklar buharlaşıp bizim evren bölgemizden kaybolan kara deliklerin içine düşebilirler. Parçacıklar bizim evrenimizden dallanan Bebek Evrenlere giderler. Bu Bebek Evrenler sonra bir başka yerde yeniden evrene katılabilirler. Onlar uzay gezisi için pek iyi olmayabilirler; fakat varlıkları tam bir birleşik teori bilsak bile beklediğimizden daha azını kestirebileceğimiz anlamına gelir" şeklinde ifade ediyor.

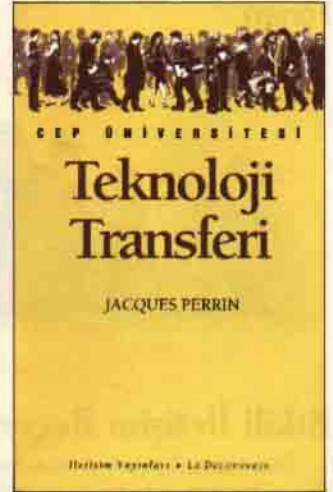
Diğer bir yazıda, determinizm ve özgür iradeyle ilgili bazı fikirler ele alınmış. Ayrıca, son zamanlarda bilime dayandırılan determinizm teziyle ilgili problemlere değinilmiş. "İnsan, davranışını herşeyin belirlenmiş olduğu fikri üzerinde temellendiremez, çünkü neyin belirlenmiş olduğunu bilmez. Onun yerine özgür iradesi olduğu ve davranışlarından sorumlu olduğu şeklindeki etkili teoriyi kabul etmek zorundadır." Hawking bu konuda üç soruyu ele almış. Bunun yanı sıra, yazının başlığının da, Herşey belirlenmiş midir? sorusu olduğunu belirten Hawking'in buna verdiği yanıt evet, ama neyin belirlenmiş olduğunu hiçbir zaman bilemeyeceğimizi de sözlerine ekliyor.

Onüçüncü yazının konusu evren'in geleceği, ya da bilimadamlarının geleceğin ne olacağına ilişkin düşünceleri. Hawking'e göre bilimadamları evren'in ilke olarak geleceğin kestirilmesine olanak veren iyi tanımlanmış yasalarla yönetildiğine inanıyorlar.

Son yazı Issız Ada Diskleri adında bir söyleşi. Issız Ada Diskleri, İngiltere'de yayımlanan bir radyo programı. Bu programda konuklara, ıssız bir adada yalnız kalacak olsalar hangi sekiz plağı yanlarına alacakları soruluyor. Bu plaklar dinlenirken bir yandan da konuklarla sohbet ediliyor. İşte bu son yazı, Stephen Hawking'in de bir konuk olarak katıldığı bu programda kendisiyle yapılan söyleşiyi içeriyor.

Teknoloji Transferi

Jacques Perrin
Çeviri: Turgut Arnas
İletişim Yayınları
İstanbul, 1992
114 sayfa



Toplunun yetişkin bölümüne katkıda bulunmak, kendini geliştirmek isteyenlere yardımcı olmak için bir kaynak niteliğinde ortaya çıkan Cep Üniversitesi kitaplarından biri de Teknoloji Transferi.

Teknoloji tarihine baktığımızda; çeşitli kültürler, çeşitli uygarlıklar arasında teknoloji transferine rastlıyoruz. Bir kültürde ortaya çıkan tekniklerin bir başka kültürde kullanılması, hatta "usta çalma" yolu teknoloji transferine örnek olarak gösterilebilir. Günümüzdeyse, ülkelerin kalkınma seviyelerinin farklılaşması ve teknolojinin temel niteliklerinin değişmesiyle teknoloji transferinde güçlükler yaşanıyor. Bunları aşmak için gösterilen çaba, aynı zamanda, "teknoloji" kelimesinden ne anladığımızı sormamızı gerektiriyor. Teknoloji gerek günlük gerekse de toplumsal yaşamımızda önemli bir rol oynuyor; ama hayatımıza nasıl girdiği, nasıl vazgeçilmez bir parçamız haline geldiği konusunda bilgimiz bir hayli az.

Bugün, yoksul ülkelerin, sanayileşmiş ülkelerin ellerindeki teknolojilere erişme isteği ve bu ülkelerin teknolojilerinin transfer edilmesi umudu kırılmıştır. Deneyimler sonucu, teknolojinin doğal bir kaynak ya da babadan kalan bir miras olmadığı anlaşılmış; teknoloji ve kalkınma "verilebilir" mi? sorusu ortaya çıkmıştır.

Teknolojinin yapısı, sanayileşmiş ülkelerin yeni sanayi devrimlerini oluşturan enformasyona dayalı mantıktan uzak bir biçimde inceleme amacını taşıyan kitap, sunuş ve bölümlerinin dışında altı bölümden oluşuyor. Bu bölümler: Bir Bilgiyi Almak Onu İyi Kullanabilmek Değildir; Teknoloji El Değiştiren Bir Üründür; Teknolojiyi Elleriyle Tutanlar Bu Tekeli Paylaşmak Eğilimi Taşımazlar; Teknoloji Satınalma Teknolojiye Egemen Olma Değildir; Teknoloji Transferi ve İş Örgütlenmesi; Teknoloji Kendisiyle Beraber Sosyal Bir Eğitim - Öğretim de Aktarır şeklinde sıralanıyor.

Giriş bölümünde altmışı yılların başında kendini göstermeye başlayan, kalkınmış ülkelerin teknolojilerine erişme isteğinden ve bunun nasıl geliştiğinden bahsedilmiş. Yine bu kısımda, teknoloji transferi "az gelişmiş ülkelere, sanayileşmiş ülkelerin üretim mekanizmaları için hazırlanıp kullanılan teknolojik "bilgileri" kullanma hakkını aktarmak" olarak tanımlanmış.

Teknoloji verilebilir mi? Kalkınma alınabilir mi? Bilim ve teknoloji her zaman bir kalkınma aracı mıdır? 1979 Birleşmiş Milletler Konferansı'nın sonucuna göre bunun böyle olmadığı belirtiliyor.

Teknolojinin, ticaretinden önce üretilmesinin gerekliliğini öne süren yazar, bu

üretimin, dünyada çok eşitsizce dağıtılmış olduğuna da değiniyor; ayrıca, teknoloji aktarımının az gelişmiş ülkelerin sanayileşmiş ülkelere olan bağımlılık ilişkilerinin ön planında yer aldığı da belirtiliyor. "Teknoloji transferinde küçük - orta kuruluşların iş görme yetenekleri, uluslararası ticaret alışkanlıkları bilgisinden yoksun olmaları ve insan kaynaklarının zayıflığı ile sınırlanmıştır. Fakat rastladıkları asıl engel beceri eksikliğinden çok; becerilerine onu satabilecek gerekli biçimi verebilme güçlüğüdür. Az gelişmiş ülkelere teknoloji ihracı, teknolojinin ayrıntılı bir biçimselleştirilmesini, bu da araştırma ve metod bürolarının hayali çalışmasını gerektiriyor. Bu büroların etkililiği teknoloji transferi işlemlerinin başarılı olması için gerçek bir kozdur.

Yazara göre, teknoloji transferi firmaların ilk eğilimi değil, ama gene de, ticaret stratejilerini sağlamlaştırmak, kesintisiz hammadde sağlamak ve ucuz el emeği kullanmak için transfer işlemlerine katılmak zorunda kalırlar. Dördüncü bölümde, sanayileşme işlemini ilk başlatan ülkelere den bahsedilmiş. Latin Amerika ülkeleri ve Brezilya'nın başı çektiği bu ülkelere Cezayir ve Güney Kore Cumhuriyeti de örnek olarak gösteriliyor. Beşinci bölümde ise, özellikle tüketim malları üreten bazı fabrikaların coğrafi konumlarındaki değişmeden ve bu değişimin, sanayileşmiş kapitalist ülkelerin toplumsal işbölümünden kaynaklandığına değinilmiş.

"Teknoloji transferi bizi bir toplumsal değişme sorunsalına, daha genel olarak da bir kalkınma sorunsalına götürür," diyen yazar, "Teknoloji transferi aracılığıyla söz konusu olan, sanayileşmiş ülkelerin kalkınma modelinin yayılımı ve yeniden üretilmesidir. Bu ülkeler üstünlüklerini devam ettirebilmek için, başka bir modelin gelişmesine izin vermezler." sözleriyle bu modelin üçüncü dünya ülkelerinin bütün için gerçekleştirilemeyeceğinden de bahsediyor.

Kitabın bütününde, çeşitli stratejilerden bahsediliyor. Son kısımda, Les Echos gazetesinin başlığında yapılan altını, sanırım, üzerinde düşünülmesi gereken mesajlar da içeriyor. Teknoloji transferi bugün "yararlanılması gereken bir avantaj ve sakınılması gereken bir tehliktir."

Astronomi Magazin Dergisi

EÜAAT Yayını
Aylık Dergi



Ege Üniversitesi Astronomi Araştırma Topluluğu (EÜAAT) tarafından yayınlanan Astronomi Magazin dergisinde, tümüyle bir bilim olarak astronomiyi ele alan ve her astronomi meraklısının ilgisini çekecek nitelikte yazılar yer almakta.

Dergiyi abone olmak isteyenlerin, yıllık (12 sayı) 250 000 TL. abone ücretini, İş Bankası Ege Üniversitesi şubesindeki 34499-130268 numaralı hesaba yatırmaları ve banka dekontunun bir örneğini abone başvuru

rusu ile birlikte aşağıdaki adrese göndermeleri gerekiyor. E.Ü. Astronomi Topluluğu, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü 35100 Bornova/İzmir

Evrenin Çocukları "Yaratılışın Öyküsü"

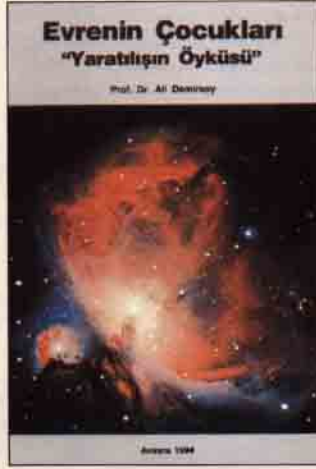
Ali Demirsoy
Ankara, 1991
289 sayfa.

"Son 25 yılını biyoloji biliminin çeşitli konularında bilgi edinmeye geçiren yazar, bu denli karmaşık bir sistemin, yani canlılığın, evrensel bir etkileşimin ürünü olduğuna içten inanmış ve onu, bugün sahip olduğu bilgisi oranında, tarihi gelişimiyle birlikte, yüzyıllardır bilime susamış herhangi bir pozitif açıklamaya özlem duymuş ülkemiz insanlarına sunmayı görev saymıştır. Bu verilen yorumlar, son 20-30 yılda, özellikle uzay çalışmalarıyla kazanılmış gözlem ve bulgulara dayandırılmış yorumlardır... Yazar, bu kitabında, Big-Bang'dan, yani evrenin oluşmaya başlamasındaki ilk andan, dünyadaki ilk organik polimerlerin oluşumuna kadar geçen süreçte bugün bizim yapımızın temelini oluşturan güçlerin ve işleyişlerin niteliklerini, bir roman dili anlatımıyla okuyuculara aktarmayı ve elde edilmiş bilgilerden bazı kişisel yorumlar yapmayı amaçlamıştır." Ali Demirsoy, kitabın başında yer alan önsözde, amacını bu sözlerle dile getiriyor.

Kitap, kendi içinde de kısımlara ayrılan 13 bölümden oluşuyor. Bu bölümlerin neler olduğuna baktığımızda; Evrensel Yasalar; Evrenin Oluşumu ve Boyutları; Galaksilerin Oluşumu; Bir Yıldızın Oluşumu; Güneş Sisteminin ve Gezegenlerin Oluşumu; Dünyanın Oluşumu; Ay'ın Freni; Güneş Işınları İçin Bir Elek; Atmosferin Oluşumu ve Evrimi; İlkbaharda Başka Sonbaharda Başka Çalışan Saat; Geçmiş Yolculuk; Manyetik Şemsiyede Yırtılmalar ve Biyolojik Saat olarak sıraladığını görüyoruz.

Niçin varız? İçinde yaşadığımız evren nasıl ve neden oluşmuştur? Evren sonlu mudur yoksa sonsuz mudur? Bu denli büyük bir yapının bizim oluşumumuz üzerindeki etkisi nedir? Biz sadece bu dünyanın mı çocuğuyuz yoksa evrenin mi? Eğer evrensel bir yapının ürünüyseniz bu etkilerin niteliği nedir? İlk bölümün hemen başında yer alan bu sorular okuyucuyu düşündürcek ve meraklandırarak nitelikte. Yazara göre evrenin tüm sırları çözülmedikçe ve neyle ilgili olarak belirli düşünme yöntemleri geliştirilmedikçe bu sorulara duyurucu bir yanıt vermek olanaksız görülmektedir.

Evren hakkındaki çeşitli kuramların ve varsayımların da ele alındığı kitapta, konularla ilgili çeşitli çerçevelere de yer verilmiş. Bu çerçeveler, çeşitli fizikçilerin yaşamları, bazı gezegenlerin teknik özellikleri ve Kuasar nedir, göktaşları, ji-



ropusula gibi noktaları içeriyor. Ayrıca sık sık kullanılan şekillerle konular görsel olarak da okuyucuya anlatılıyor.

Tarihe göz attığımızda, evrenin boyutları karşısında çaresiz kalan insanın din olgusuna yöneldiğini ve din dışında çözüm arayanların düşmanca duygularla karşılaştığını görüyoruz. Düşünceleri yüzünden dışlanan, hatta yakılan kişilerin sayısı hiç de az değil. Bu günümüzde bile düşüncenin ve bilimin gelişme hızını yavaşlatabilecek bir durum. Yazar da bu noktaya değiniyor ve bağnazlığın zararlarını "Bilim ve bilimsel araştırmaların sabit yöne yönlendirilmesi sakıncalıdır. Çünkü doğadan da bildiğimiz gibi, belirli zaman aralıklarında çok başarılıymış gibi özellikler ve mekanizmalar kazanan birçok canlılık, geliştirdiği tek yönlü bu mekanizmaların bir zaman sonra kendi gelişmelerini önleyici en önemli faktör olduğu, yani bir çeşit ayaklarına pranga olduğu birçok gözlemle saptanmıştır." sözleriyle belirtiyor.

Kitabın bütününde vurgulanan bir nokta da, amaç, okuyucunun belli bir yöne kanalizasyonu olmadığı. Bu konunun üzerinde durularla duran yazar, insanlara herhangi bir düşünceyi zorla kabul ettirmenin kendi bilim anlayışına aykırı olduğunu belirtiyor.

Yazar, anlatımına, bugüne kadar yapılmış pozitif görünen bilimsel araştırmalara, çalışmalara ve yorumlara değinmekle başlamış. Einstein, Newton, Galileo ve Bruno, araştırmalarına yer verilen bilimadamlarından bazıları. Ardından evrenin oluşumuna değinen Demirsoy, yıldız, gezegen ve güneş sistemi gibi sistemlerin oluşumlarını ve yapılarını incelemiştir. Geçmişteki bir olay iz bırakmadan zamanın derinliklerine gömülebilir mi? Ay'ın fren etkisi ne olabilir? Biyolojik saat nasıl çalışır? Bu ve benzeri sorulara da yanıt bulmak mümkün.

Kitabın bütününde oldukça acıktı bir dil kullanan ve konuları birbirine ortalıkla bağlayan yazar, son kısımdaki "Eğer, evrensel yasaları gerçek yüzüyle görmek istiyorsak, bunu, ancak, bugüne

kadar sadece deneysel olarak düşünebilen, ancak gördüğü, duyduğu ve dokunduğu şeyi algılayabilen ve onun gerçek olduğuna inanan, koşullandırılmış bir düşünce sisteminden kurtulmakla sağlayabiliriz. Bu da beş duyunun dışında düşünmeyi gerektirir." sözleriyle, insanlığın bu konuyu açığa kavuşturabilmek için daha çok uzun bir yol katetmesi gerektiğini belirtiyor.

Kara Delikler ve Bebek Evrenler

Stephen Hawking
Çeviri: Nezihe Bahar
Sarmal Yayınevi
İstanbul, 1994
167 sayfa

"Bu kitapta 1976 ile 1992 yılları arasında yazdığım bazı yazılar yer almaktadır. Bunlar arasında otobiyografik yazılardan bilim ve evren hakkındaki heyecanımı açıklama girişimi niteliğindeki yazılara kadar değişik yazılar var (...) Ben, evrenin bilinmez ve anlaşılabilir bir şey, insanın sezgileri olabileceği fakat hiçbir zaman tam olarak analiz edemeyeceği veya kavrayamayacağı bir şey olduğu görüşüne katılmıyorum. Bu görüşün hemen hemen dört yüzyıl önce Galile tarafından başlatılan ve Newton tarafından devam ettirilen bilimsel devrime karşı haksızlık ettiğini düşünüyorum (...) Bu kitapta bilimsel yazılar evrenin şimdi kısmen kavrayabileceğimiz ve fazla uzak olmayan bir gelecekte tam olarak anlayabileceğimiz bir düzenle yönetildiği inancıyla yazılmışlardır." Kitabın önsözünü de yazan Stephen Hawking, kitabın içeriğini ve düşüncelerini bu sözlerle dile getirmiş. Yazılar on altı yıllık bir dönem içinde yazılmış oldukları ve her biri kendi başına bir bütün olduğu için her yazının tarihi ve hangi nedenle yazılmış olduğu belirtilmiş.

İlk yazıda Stephen Hawking çocukluğundan söz etmiş. Ailesinden alışkanlıklarına, arkadaşlarından büyüdüğü ortamlara kadar yaşamının farklı kesitlerinden bahsettiği bu yazı, doğumundan liseyi bitirmesine kadar geçen süreci kapsıyor. Bir sonraki yazı, üniversite günleri, araştırma yaptığı alanlar, eğilimleri ve yine on yıllarda başgösteren hastalığından bahsediyor. Ayrıca, evrenin nasıl ve neden başlamış olduğunu keşfetme tutkusunun da yine on yıllara dayandığını bu yazıda belirtiyor.

"ALS Deneyimim" adını verdiği üçüncü yazısında hastalığını, bunun üzerinde yarattığı olumsuz etkiyi ve bu olumsuz düşüncelerden sevgiye tutunarak kurtulduğunu anlatmış Hawking. O zor günleri nasıl aştığını ve umutsuzluğa

düşmeden başarıya ulaşmasını okurken, harcadığı çabaya saygı duymamak ve yakının, sıcak bir ortamın insanın ruh durumunu nasıl olumlu etkilediğini farketmemek olanaksız.

Dördüncü yazı, halkın bilime karşı olan tavrını konu alıyor. Hawking'e göre, halk bilime karşı oldukça kararsız bir durumda. Bilim ve teknolojinin yaşam düzeyinde belirgin bir yükselme sağladığını ve halkın da bunu beklediğini, ama aynı



zamanda, bilimi anlamadığı için de ona güvenmediğini belirtiyor. Okullardaki bilim eğitimi de benimsemişliğini şu sözleriyle anlatıyor: "Okullarda bilim çoğu zaman kuru ve ilgi çekici olmayan bir şekilde verilir. Çocuklar sınavlarda geçmek için ezberciliğe yönelirler ve bilimin çevrelerindeki dünyayla ilgisini görmezler. Ayrıca bilim çoğu zaman denklemler şeklinde öğretilir."

Beşinci yazı, Zamanın Kısa Tarihi isimli kitapla ilgili. Kitabın neden ve nasıl yazıldığı ve hangi aşamalardan geçtiği anlatılıyor.

"İnançlarım" adındaki bir sonraki yazı, Hawking'in İnsanın Evren'i nasıl anlayabileceği konusuna ilişkin yaklaşımlarını içeriyor. Schrödinger'in kedisini denilen ünlü bir düşünce deneyinin de anlatıldığı yazıda, "Evren'i yorumlamaya çalışırken karşılaşılan problemleri göstermek için görecelik ve kuantum mekanikinden örnekler kullandım. Göreceliği ve kuantum mekanikini anlamamanız ve hatta bu teorilerin yanlış olmaları önemli değildir." diyen Hawking, bir teoremin bir model değerlendirildiği bir tür pozitif yaklaşımın, evreni anlamamanın tek yolu olduğunu göstermeyi amaçlıyor.

Bir diğer yazıda, kuramsal fizik çok uzak olmayan bir gelecekte, acısına ulaşabilmesi olanağının tartışılması yapılıyor. "Bu yüzyılın başlarında kesintisizlik mekanikine dayanarak her şeyin anlaşılabilirliği inanılıyordu. Tüm gereken şey, elastikiyet, viskozite, iletkenlik gibi katsayıları ölçmekti. Bu ümit, ato-

mun yapısı ve kuvantum mekaniğinin keşfedilmesiyle paramparça oldu." Hawking, son yıllarda pek çok ilerleme sağlandığı görüşünü de belirtiyor bu yazısında. Bunun yanı sıra, evrenin başlangıç koşullarını ve çeşitli fiziksel parametrelerin değerlerini açıklayacak bileştirici bir kurama gereksinim duyulduğunu da anlatıyor ve çeşitli kuramları ele alıyor.

Sekizinci yazıda, ele alınan başlıca iki teori, genel görecelik teorisi ve kuvantum mekaniği. Bu iki teori, evrendeki herşeyi tanımlayacak birleşik bir teori haline getirilmeye çalışılıyor. "Bu yazıda bu iki teonin ardındaki temel fikirleri ve Einstein'ın kuvantum mekaniğinden neden huzursuz olduğunu aktarmaya çalışacağım. Aynı zamanda, bu iki teori birleştirilmeye çalışıldığında gerçekleştireceğimiz gibi görünen dikkate değer şeylerin bazılarını da anlatacağım."

Dokuzuncu yazı, evren'in başlangıcı olup olmadığı ve nasıl başladığı konusundaki tartışmayı ve bu konudaki ayrı görüşleri, bunların nasıl geliştiğini içeriyor. 1983 yılında Jim Hartle ve kendisinin evren'in durumunun belirli bir sınıf geçmişler üzerinden alınan bir toplamda bulunacağını ileri sürdüklerinden bahseden Hawking, yaptıkları öneriyi şöyle açıklıyor: "Bilim evren'in nasıl başladığı problemini çözemezse de, "Evren neden var?" sorusuna yanıt veremez."

Onuncu yazıda, bir kara deliğin nasıl yaratılabileceği anlatılıyor. Kara deliklerle termodinamik arasında bir bağlantı olabileceği konusunda ortaya çıkan ipuçları, kara deliklerin özellikleri ve termodinamiğin yasaları arasındaki benzerlik üzerinde durulan noktalardan bazıları. Bir sonraki yazıda Hawking, "kara delik" kavramının geçmişinden bahsetmiş. Ayrıca, bilim-kurgu gibi gelebilen fakat aslında iyi tanımlanmış bir matematiksel kavram olan sanal zaman ele alınmış. Hawking bu konudaki görüşlerini "Par-

çacıklar buharlaşıp bizim evren bölgemizden kaybolan kara deliklerin içine düşebilirler. Parçacıklar bizim evrenimizden dallanan Bebek Evrenlere giderler. Bu Bebek Evrenler sonra bir başka yerde yeniden evrene katılabilirler. Onlar uzay gezisi için pek iyi olmayabilirler; fakat varlıkları tam bir birleşik teori bilsak bile beklediğimizden daha azını kestirebileceğimiz anlamına gelir" şeklinde ifade ediyor.

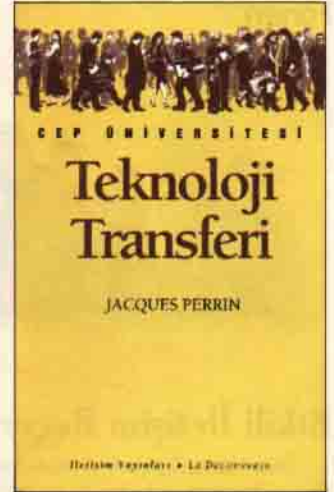
Diğer bir yazıda, determinizm ve özgür iradeyle ilgili bazı fikirler ele alınmış. Ayrıca, son zamanlarda bilime dayandırılan determinizm teziyle ilgili problemlere değinilmiş. "İnsan, davranışını herşeyin belirlenmiş olduğu fikri üzerinde temellendiremez, çünkü neyin belirlenmiş olduğunu bilmez. Onun yerine özgür iradesi olduğu ve davranışlarından sorumlu olduğu şeklindeki etkili teoriyi kabul etmek zorundadır." Hawking bu konuda üç soruyu ele almış. Bunun yanı sıra, yazının başlığının da, Herşey belirlenmiş midir? sorusu olduğunu belirten Hawking'in buna verdiği yanıt evet, ama neyin belirlenmiş olduğunu hiçbir zaman bilemeyeceğimizi de sözlerine ekliyor.

Onüçüncü yazının konusu evren'in geleceği, ya da bilimadamlarının geleceğin ne olacağına ilişkin düşünceleri. Hawking'e göre bilimadamları evren'in ilke olarak geleceğin kestirilmesine olanak veren iyi tanımlanmış yasalarla yönetildiğine inanıyorlar.

Son yazı Issız Ada Diskleri adında bir söyleşi. Issız Ada Diskleri, İngiltere'de yayımlanan bir radyo programı. Bu programda konuklara, ıssız bir adada yalnız kalacak olsalar hangi sekiz plağı yanlarına alacakları soruluyor. Bu plaklar dinlenirken bir yandan da konuklarla sohbet ediliyor. İşte bu son yazı, Stephen Hawking'in de bir konuk olarak katıldığı bu programda kendisiyle yapılan söyleşiyi içeriyor.

Teknoloji Transferi

Jacques Perrin
Çeviri: Turgut Arnas
İletişim Yayınları
İstanbul, 1992
114 sayfa



Toplunun yetişkin bölümüne katkıda bulunmak, kendini geliştirmek isteyenlere yardımcı olmak için bir kaynak niteliğinde ortaya çıkan Cep Üniversitesi kitaplarından biri de Teknoloji Transferi.

Teknoloji tarihine baktığımızda; çeşitli kültürler, çeşitli uygarlıklar arasında teknoloji transferine rastlıyoruz. Bir kültürde ortaya çıkan tekniklerin bir başka kültürde kullanılması, hatta "usta çalma" yolu teknoloji transferine örnek olarak gösterilebilir. Günümüzdeyse, ülkelerin kalkınma seviyelerinin farklılaşması ve teknolojinin temel niteliklerinin değişmesiyle teknoloji transferinde güçlükler yaşanıyor. Bunları aşmak için gösterilen çaba, aynı zamanda, "teknoloji" kelimesinden ne anladığımızı sormamızı gerektiriyor. Teknoloji gerek günlük gerekse de toplumsal yaşamımızda önemli bir rol oynuyor; ama hayatımıza nasıl girdiği, nasıl vazgeçilmez bir parçamız haline geldiği konusunda bilgimiz bir hayli az.

Bugün, yoksul ülkelerin, sanayileşmiş ülkelerin ellerindeki teknolojilere erişme isteği ve bu ülkelerin teknolojilerinin transfer edilmesi umudu kırılmıştır. Deneyimler sonucu, teknolojinin doğal bir kaynak ya da babadan kalan bir miras olmadığı anlaşılmış; teknoloji ve kalkınma "verilebilir" mi? sorusu ortaya çıkmıştır.

Teknolojinin yapısı, sanayileşmiş ülkelerin yeni sanayi devrimlerini oluşturan enformasyona dayalı mantıktan uzak bir biçimde inceleme amacını taşıyan kitap, sunuş ve bölümlerinin dışında altı bölümden oluşuyor. Bu bölümler: Bir Bilgiyi Almak Onu İyi Kullanabilmek Değildir; Teknoloji El Değiştiren Bir Üründür; Teknolojiyi Elleriyle Tutanlar Bu Tekeli Paylaşmak Eğilimi Taşımazlar; Teknoloji Satınalma Teknolojiye Egemen Olma Değildir; Teknoloji Transferi ve İş Örgütlenmesi; Teknoloji Kendisiyle Beraber Sosyal Bir Eğitim - Öğretim de Aktarır şeklinde sıralanıyor.

Giriş bölümünde altmışı yılların başında kendini göstermeye başlayan, kalkınmış ülkelerin teknolojilerine erişme isteğinden ve bunun nasıl geliştiğinden bahsedilmiş. Yine bu kısımda, teknoloji transferi "az gelişmiş ülkelere, sanayileşmiş ülkelerin üretim mekanizmaları için hazırlanıp kullanılan teknolojik "bilgileri" kullanma hakkını aktarmak" olarak tanımlanmış.

Teknoloji verilebilir mi? Kalkınma alınabilir mi? Bilim ve teknoloji her zaman bir kalkınma aracı mıdır? 1979 Birleşmiş Milletler Konferansı'nın sonucuna göre bunun böyle olmadığı belirtiliyor.

Teknolojinin, ticaretinden önce üretilmesinin gerekliliğini öne süren yazar, bu

üretimin, dünyada çok eşitsizce dağıtılmış olduğuna da değiniyor; ayrıca, teknoloji aktarımının az gelişmiş ülkelerin sanayileşmiş ülkelere olan bağımlılık ilişkilerinin ön planında yer aldığı da belirtiliyor. "Teknoloji transferinde küçük - orta kuruluşların iş görme yetenekleri, uluslararası ticaret alışkanlıkları bilgisinden yoksun olmaları ve insan kaynaklarının zayıflığı ile sınırlanmıştır. Fakat rastladıkları asıl engel beceri eksikliğinden çok, becerilerine onu satabilecek gerekli biçimi verebilme güçlüğüdür. Az gelişmiş ülkelere teknoloji ihracı, teknolojinin ayrıntılı bir biçimselleştirilmesini, bu da araştırma ve metod bürolarının hayali çalışmasını gerektiriyor. Bu büroların etkililiği teknoloji transferi işlemlerinin başarılı olması için gerçek bir kozdur.

Yazara göre, teknoloji transferi firmaların ilk eğilimi değil, ama gene de, ticaret stratejilerini sağlamlaştırmak, kesintisiz hammadde sağlamak ve ucuz el emeği kullanmak için transfer işlemlerine katılmak zorunda kalırlar. Dördüncü bölümde, sanayileşme işlemini ilk başlatan ülkelere bahsedilmiş. Latin Amerika ülkeleri ve Brezilya'nın başı çektiği bu ülkelere Cezayir ve Güney Kore Cumhuriyeti de örnek olarak gösteriliyor. Beşinci bölümde ise, özellikle tüketim malları üreten bazı fabrikaların coğrafi konumlarındaki değişmeden ve bu değişimin, sanayileşmiş kapitalist ülkelerin toplumsal işbölümünden kaynaklandığına değinilmiş.

"Teknoloji transferi bizi bir toplumsal değişme sorunsalına, daha genel olarak da bir kalkınma sorunsalına götürür," diyen yazar, "Teknoloji transferi aracılığıyla söz konusu olan, sanayileşmiş ülkelerin kalkınma modelinin yayılımı ve yeniden üretilmesidir. Bu ülkeler üstünlüklerini devam ettirebilmek için, başka bir modelin gelişmesine izin vermezler." sözleriyle bu modelin üçüncü dünya ülkelerinin bütün için gerçekleştirilemeyeceğinden de bahsediyor.

Kitabın bütününde, çeşitli stratejilerden bahsediliyor. Son kısımda, Les Echos gazetesinin başlığında yapılan altını, sanırım, üzerinde düşünülmesi gereken mesajlar da içeriyor. Teknoloji transferi bugün "yararlanılması gereken bir avantaj ve saklanması gereken bir tehlikeydir."

Astronomi Magazin Dergisi

EÜAAT Yayını
Aylık Dergi



Ege Üniversitesi Astronomi Araştırma Topluluğu (EÜAAT) tarafından yayınlanan Astronomi Magazin dergisinde, tümüyle bir bilim olarak astronomiyi ele alan ve her astronomi meraklısının ilgisini çekecek nitelikte yazılar yer almakta.

Dergiyi abone olmak isteyenlerin, yıllık (12 sayı) 250 000 TL. abone ücretini, İş Bankası Ege Üniversitesi şubesindeki 34499-130268 numaralı hesaba yatırmaları ve banka dekontunun bir örneğini abone başvuru

rusu ile birlikte aşağıdaki adrese göndermeleri gerekiyor. E.Ü. Astronomi Topluluğu, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü 35100 Bornova/İzmir



Etkili İletişim Becerileri

İnsan insanla, doğayla, hayvanlarla, resimle, müzikle, makinelerle, kitle iletişim araçlarıyla, kısaca herşeyle iletişim kurabilir. İnsan kendisiyle de iletişim kurabilir. Biz ne kadar çok şeyle olumlu iletişim kurabiliyorsak, o kadar çok mutlu olabiliriz. İletişimsizlik ise bizi yavaş yavaş insanlardan, çevredeki herşeyden soyutlayıp, koparabilir; kendimizden bile. Tamamen iletişimsiz kalmak ise yaşamın sonudur.

İletişim Ne Demektir?

İnsanlar arası iletişim, yaşamımızda yer alan en önemli iletişim biçimlerinden biridir. İnsanlar yaşamları boyunca kendileri ve çevreleri ile etkileşim ve iletişim halindedirler. Çilenti iletişimi, davranış değişikliği meydana getirmek üzere fikir, bilgi, haber, tutum, duygu ve becerilerin paylaşılması süreci olarak tanımlanmaktadır. Çüceloğlu ise iletişimi, iki birim arasında birbirine ilişkin mesaj alış-verişi olarak tanımlamaktadır. İletişim, etkileşim halini ve amaçlı olmayı içeren bir süreç olup; ortaklaşma, genelleşme, paylaşmadır diye yorumlanabilir. İletişimin özü ise "anlam" kavramıdır.

İletişim çeşitli kaynaklarda farklı tanımları yapılan, oldukça zengin içeriğe sahip bir kavramdır. Ergun ve Polat, Türkiye'de "iletişim", "bildirişim", "haberleşme" kelimelerindeki Latince "ortak kılma" anlamına gelen "communicare" fiilinin, insanlar arasındaki ortak kılma işlemi anlamına geldiğini ve Miller'in iletişimi, kaynağın, hedef ya da alıcının davranışını etkilemek için bilinçli bir çaba gösterdiği amaçlı bir süreç olarak tanımlandığını açıklamaktadır.

Çeşitli tanımlar incelenerek iletişimi, "kaynak ve hedef arasında davranış değişikliği oluşturmak amacıyla bilgi, fikir, tutum, duygu ve becerilerin anlamların ortak kılınması, paylaşılması için gerçekleştirilen etkileşim sürecidir" diye tanımlamak olasıdır.

İletişim Öğeleri ve Süreci

Tanımdan da anlaşılacağı gibi her iletişiminde; Süreci başlatan bir kaynak (birey, grup, kurum, kitle iletişim araçları vb.); iletilmek istenen bir mesaj (bilgi, haber, duygu vb.); mesajın sunma yolları olarak kaynaktan çıktıktan sonra aldığı fiziksel biçim yani kanal; mesajın iletilmek istendiği (birey, grup, kurum, kitle iletişim araçları vb.) hedef (ya da alıcı); hedefin, kaynağın gönderdiği mesajı karşılık yanıtı dönüt (feed-back) yer almaktadır.

İletişim sürecinin tanımlanabilmesi için, hedefin ya da alıcının, mesajı aldığına ilişkin bir dönüt (tepki) vermesi, kaynağın mesajının ulaşmış olduğunu ya da mesajının iletmek istediği gibi anlaşılıp anlaşılmadığına ilişkin bir dönüt alması gerekmektedir. Dönüt olmadığı sürece iletişim sürecinin tamamlanması olanaksızdır. Basit bir şema ile gösterirsek iletişim öğeleri şöyle gösterilebilir.

Kaynak → Mesaj → Kanal → Hedef (alıcı)
geri besleme (feed-back)

İletişimde bulunmak istiyorsanız aldığınız mesajlara dönüt vermelisiniz. Birisi "nasılsınız" diye sorduğunda, diğerinin "iyiyim, teşekkür ederim" demesi iletişim sürecini tamamlar. Bu mesaj sırasında sözle olduğu kadar sözle olmayan mesajlar da karşılıklı iletilir. Bu nedenle iletişimde başlangıç ve bitiş yoktur denilebilir. Bireyler aynı anda karşılıklı olarak birbirlerini etkileyebilirler. Kaynakla hedefin rolleri sürekli değişir.

İletişimin etkili olup olmadığını nasıl söyleyebiliriz? Etkili iletişim ne demektir? Etkisiz iletişim ne demektir?

Etkili İletişim

Etkili iletişim; hedefin, mesajı kaynağın yolladığı biçimde alması ve bunu ona geri iletmesi ile gerçekleşir. Eğer bir arkadaşınız size gülümseyerek yaklaşmış, sizi gördüğü için mutlu, sıcak bir "merhaba" diyorsa, siz de aynı duygular içinde onu gördüğünüze sevinerek, ona yaklaşıp gülümseyip, sıcak bir "merhaba" diyebiliyorsanız, bu etkili bir iletişim örneği olabilir. Eğer güler yüzlü, sıcak bir merhabayı karşılayacak durumda ve aynı duygular içinde değilseniz, veya acele-niz varsa, ya da onu gördüğünüze pek sevinmediyseniz; sadece bir merhaba deyip yolunuza devam edebilirsiniz. Bu durumda eğer arkadaşınız durup konuşmayı ümit ediyorsa biraz hayal kırıklığına uğrayabilir. Bu durumda, pek de etkili bir iletişimin gerçekleşmediğini söyleyebiliriz.

Mesajın Etkili Gönderilmesi

İnsan ilişkileri çok kompleks ve karmaşık olduğundan; iletişim sürecinde kaynağın, mesajını etkili biçimde iletmesi son derece önemlidir. Aynı şekilde alıcının da iyi bir dinleyici olması ve dönüt vermesi iletişim sürecinin sağlıklı olması için gereklidir. Bütün bunlara rağmen etkili iletişim kurabilmek için mesajın nasıl gönderilmesi gerektiğini biraz da Johnson'un 1974'deki araştırma bulgularına göre inceleyelim:

1. Açıkça kendi mesajınızı birinci tekil şahıs yani "ben" dili kullanarak veriniz. Kendi duygu, düşüncelerinizde ben dilini kullanarak sorumluluğu alın.
2. Mesajınızı tam ve anlaşılır hale getirin. Bu alıcının mesajı tam anlayabilmesi için gerekli bilgilerin açıkça sunulması demektir.
3. Sözlü ve sözsüz mesajların uyum içinde olsun. Aslında genellikle bu mesajlar uyum içindedir. Örneğin, yardımınıza teşekkür eden bir kişi, o anda size gülümser veya başka sözsüz bir biçimde sıcaklık ifade eder. İletişim sorunları, genellikle sözlü ve sözsüz mesajlar arasındaki çelişkiyen kaynaklanır. Örneğin birisi size "buyrun bu bilgi size yardım edebilir" diyorsa ve aynı anda yüzünde bir hoşnutsuzluk ifadesi ve sesinde alaycı bir ton varsa (bu bilginin hiç de işe yaramayacağını ifade eden) mesaj, alıcının kafasını karıştırır. Bu nedenle sözlü ve sözsüz mesajların birbirini desteklemesi önemlidir.
4. Birden fazla şekilde aynı mesajı verin. Mesajı çeşitli biçimlerde tekrarlayın. Mesajın birden fazla ya da birden çok kanalla verilmesi alıcının mesajı anlamasına yardım eder.
5. Mesaj alıcıya ulaştığında, ondan dönüt vermesini is-

teyin. Mesajın alınıp alınmadığından emin olmanın tek yolu, alıcının ne anladığını kontrol etmektir.

6. Mesajınızı alıcının referans çerçevesine göre hazırlayın. İletceğiniz bir bilgiyi uzmana veya acemiye; çocuğa veya yetişkine; amirimize veya iş arkadaşınıza göre, değişik şekilde açıklayın.

7. Adlandırarak, hareket veya deyimlerle duygularınızı açıklayın. İletişim sürecinde duyguların açıklanması genellikle önemlidir. Duygularınızı adlandırarak (üzgünüm), hareketlerinizle (ağlayacak gibiyim) veya deyim olarak (kendimi dünya başıma yıkıldı gibi hissediyorum) gibi biçimlerde ifade edin. Duyguların açık olması, iletişimi karmaşıklıktan kurtarır.

8. Diğerlerinin davranışlarını onları değerlendirmeden veya yorumlamadan tanımlayın. Başkalarının davranışlarına tepki verirken "Kendinden başka kimsenin fikirlerini dinlemeyen pis bencilin tekin" diye değerlendirme yapmanın yerine, "Sözümü kesip duruyorsun" diyerek mutlaka davranışın kendisini tanımlayın. Bireyler arası iletişimde en önemli özelliklerden biri kaynağın inanırılığıdır. Kaynağın inanırılığı alıcının, kaynağın ifadelerinin algılanan güvenilirliğe ilişkin tutumlarını açıklar. Kaynak inanırılığının birkaç boyutu vardır:

Bilgi kaynağı olarak kaynağın güvenilirliği yani, kaynağın güvenilirliği, ne yapacağını önceden tahmin edilebilirliği ve devamlılığıdır; kaynağın amaçları: Kaynak, alıcıyı mesajı ile nasıl etkilemek istediği konusunda açık olmalıdır; sıcaklık ve cana yakınlığın gösterilmesi; kaynağın güvenilirliği konusunda diğer insanların çoğunun görüşleri. Eğer arkadaşlarınızın çoğu bize kaynağın güvenilir olduğunu söylerse genel olarak inanırız; tartışma konusu hakkında kaynağın uzmanlık derecesi; kaynağın dinamikliği. Dinamik bir kaynak enerjik, vurgulayıcı, güçlü olarak görülmektedir ve genellikle pasif bir kaynaktan daha inandırıcıdır.

Kaynak inanırılığı üzerindeki araştırmalarda bu boyutlardan hangisinin en önemli olduğuna ilişkin bulgular az. Aksine sonuçlar, çok güvenilir bir kaynağın, bütün bu boyutlarda olumlu olarak algılandığını göstermektedir. Öte yandan güvenilirliği az olan bir kaynağın, bu boyutların herhangi bir tanesinde bile olumsuz olarak algılandığını göstermektedir. Alıcıya güvenilir gibi gelmezsek, mesajımızı önemsemeyecekse, o kişi ile etkili iletişim kuramayacağız. Özet olarak, kaynak inanırılığın kaynağın algılanan güvenilirliği olarak nitelenebiliriz.

Mesajın Etkili Alınması

Etkili iletişim kurabilmek için mesajın etkili gönderilmesi kadar, mesajın etkili biçimde alınması da gerekmektedir. Bu konudaki becerilerin geliştirilmesi için iki konu önem taşır: Kaynağın gönderdiği fikir ve duyguları anlamaya istekli olduğunu belli etmek; kaynağın gönderildiği fikir ve duyguları anlamak ve onları yorumlamak. Birinci basamakta gönderilen duygu ve fikirleri doğru olarak anlamak ama onları değerlendirmemek çok önemlidir.

"Yanıldığını düşünüyorum", "söylediğinden hiç hoşlanmadım", "herhalde haklısın" ya da "bu duydu-

ğum en güzel/berbat fikir" gibi değerlendirebilir bir yanıt, kaynağı savunucu olmaya itebilir. Duygular kuvvetli olduğunda, iki kişi karşılıklı olarak birbirlerinin fikirlerini, kendi görüşleri açısından değerlendirir. Etkili iletişim kurabilmek için, böyle bir değerlendirilmeye girmeden önce, kaynağın bakış açısını tam olarak anlamak çok daha önemlidir. Mesajı almak için gereken özel beceriler, mesajı kendi kelimelerimizle tekrarlamak, kaynağın duygularının doğru algılanıp algılanmadığını kontrol etmek ve mesajın anlamı konusunda anlaşmaya varmak. Bu beceriler; kaynağın gönderildiği mesajı ve duygularını değerlendirmeden ve tam olarak anladığınız biçimde, kendi kelimelerinizle kaynağa ifade edin; mesajın alınmasında en temel ve önemli beceri, mesajın kaynağa kendi kelimelerinizle ile ifade edilmesidir. Bu, kaynağın referans çerçevesini anladığınızı gösterecek biçimde yapılmalıdır. Buradaki basit kural şudur: Kendi fikirlerinizi ancak kaynağın duygu ve düşüncelerini tam olarak ve kaynağı doyuma ulaştıracak bir şekilde tekrarladıktan sonra, söyleyebilirsiniz. Mesajı tekrarlarken, kaynağın ifade ettiği duygu ve düşünceleri aynı sözleri tekrarlayarak değil, kendi sözlerinizle tekrarlamak, herhangi bir onaylama ya da onaylamama belirtisinden kaçınmak, mesaja ne bir şey eklemek ne de çıkartmak, kaynağın duygular ve mesajın anlamını anlayabilmek için kendinizi kaynağın yerine koymaya çalışmak faydalıdır; kaynağın duygularının ne olduğunu anladığınız biçimde açıklayın. Kaynağın duyguların sözlü olarak mesajda ifade edilmemişse, onları tekrarlamak bazen zordur. O yüzden ikinci mesaj alma becerisi, kaynağın duygularını hakkındaki algılarınızı kaynağa açıklayarak doğru olup olmadığını kontrol etmektir. Bu açıklama onaylama ya da onaylamama ifade etmeden yorumlamaya veya nedenlerini açıklamaya çalışmadan denemelik olarak, algılanan duygular belirtmelidir. Basit olarak "ben senin ... duyguları içinde olduğunu düşünüyorum, doğru mu?" demektir; kaynak ile mesajın anlamı konusunda aynı fikirde anlaşmaya varana kadar kaynağın gönderdiği mesajı, kaynağa tekrarlayın. Sıklıkla, sözcükler tam söylenmek istenen anlamı taşımaz. Birisi "sen hep böyle bağırırsın mı?" diyebilir. Bu aslında "lütfe bağırma" anlamında söylenmiştir. Öyleyse bazen söylenen mesajın içeriğini tekrarlamak, anladığınızı iletmek için pek faydalı olmaz. Böyle bir durumda mesajın anlamı konusunda anlaşmaya varmalısınız. Örneğin "... demek istediğinizi sanıyorum." diyerek mesajın anlamı konusunda pazarlık etmeye başlayabilirsiniz. Eğer haklıysanız yanıtı verebilirsiniz. Yanlıyorsanız kaynak, mesajını siz öz anlamı tekrarlayabilece kadar başka kelime ile ifade edebilir. Kullandığınız kelimelerin değil, mesajın anlamı konusunda anlaşmaya varmanın önemli olduğunu aklınızda tutun. Bu süreç sizin için doğallaştıkça sadece yukarıda verilen örnek değil çeşitli ifadeler kullanabilecek duruma geleceksiniz. Başkalarının tekrar tekrar aynı cümleyi söylemelerine karşı sabırlı olun, çünkü onlar iletişim becerilerini hala geliştirmektedirler.

Etkili iletişimde o kadar önemli olan bu temel mesaj alma becerileri ile ilgili ayrıntılı bir inceleme Johnson (1986)'ın *Reaching Out* adlı kitabında bulunmaktadır (Johnson ve Johnson 1987:181).

İletişim Engelleri ve Engeli Ortadan Kaldırmanın Yolları

İki kişi konuşurken iletişimde bulunamıyorsa, bu durum analiz edildiğinde, işin içine duyguların karıştığı ve değerlendirme eğiliminin arttığı söylenebilir. Duygular yoğunlaştıkça iletişimde eşit elementlerin olmama olasılığı çıkabilir. Bu durumda sadece iki değişik fikir, iki değişik duygu, iki değişik değerlendirme ve birinin diğerinin psikolojik durumunu anlamaması söz konusudur. Yaşantınızda böyle bir durumu hatırlayabilirsiniz. Eğer duygusal olarak kendinizin karışmadığı bir hararetili kavgayı dinliyorsanız "bunlar aynı şeyi konuşuyorlar" diye düşünülmüşüzdür; bu durumda gerçekten aynı şeyi konuşuyorlardı, kendi görüşleri açısından bir şeyi yargılıyor ya da değerlendiriyorlardı. Bu durumda gerçek anlamda bir iletişim olduğundan söz etmek olası değildir.

Herhangi bir duygusal anlamı olan duruma, kendi görüşünüzden değerlendirme yaparak tepki vermeniz, insanlararası iletişimde en temel engeli yaratır.

Bu sorunu çözmenin ve bu engeli ortadan kaldırmanın yolu var mıdır? Gerçek anlamda iletişim, "değerlendirme" eğiliminden kaçınıldığı ve biz "anlayarak" dinlediğimiz zaman gerçekleşebilir. Bu ne demektir? Bu iletilen fikir ve tutumların, karşıdaki kişinin konuştuğu konu hakkındaki amacını, onun görüş açısını, onun için ne anlama geldiğini, nasıl hissettiğini anlamakla olanaklıdır. Bu çok basit gibi görünmesine karşın, hiç te kolay bir iş değildir. Bu yöntem, psikoterapi alanında bireylerin diğerleri ile ilişkilerini ve iletişim becerilerini geliştirmek için başvurulan en etkili yoldur.



Bazı insanlar, insanları iyi dinlediklerini zannedip; ama henüz iyi sonuç alamadıklarını düşünebilirler. O zaman dinleme becerisinin yukarıda ifade edilen anlamda olmadığı söylenebilir. Aslında kendinizi eşinizle, bir arkadaşınızla ya da bir grup arkadaşınızla kavgaya edersen bulursanız, bir an durup şu kuralı hatırlayın: "Herkes, ancak karşıdaki fikirlerini ve duygularını onun için yeniden özetledikten ve onu tatmin ettikten sonra kendisi konuşabilir." Bu ne demektir? Bu, siz kendi fikirlerinizi söylemeden önce, karşıdaki konuşmacının referans çerçevesini, görüş açısını, onun duygularını ve düşüncelerini onun için özetlemelisiniz demektir. Bu da kolay gibi görünüyorsa, ama denediğiniz zaman şimdiye kadar denediğiniz en zor şey olduğunu göreceksiniz. Yine de karşıdaki görüş açısını anlamaya başladıktan sonra, fikirlerinizin hızla yeniden düzenlenecektir. Duygular tartışma dışı kalacak ve iletişim daha rasyonel ve anlaşılır hale gelecektir. Burada karşınızdaki nevroitik ya da psikotik bir bireyin dünyasını anlamak ve o dünyada kaybolmak riski aklınıza gelebilir. Büyük çoğunluğumuz zaten böyle dinleyemeyiz ve kendimizi "değerlendirme" yaparken buluruz. Çünkü dinlemek bize tehlikeli gelir. Bu iş cesaret ister ve bu cesaret her zaman bizde yoktur.

Sonuç olarak, yukarıda sıralanan becerilerin, öğrenilerek geliştirilebileceği söylenebilir. Günlük iletişim biçimimize gerekli öznenin gösterilmesi ve iletişime duyarlılık arttıkça, daha iyi iletişim kurulabilir. İyi mesaj gönderme ve karşıdaki mesajı daha iyi dinleme davranışının geliştirilmesi, bu konuda bilgilerimizin artırılması, iyi iletişim kurmamıza yardım edebilir. Bu konuda sözlü ve sözsüz iletişimlerde pratik yapmak yararlı olacaktır. Çevrenizle kurduğunuz iletişimler gelişerek daha olumlu hale geldikçe göreceksiniz ki, her iletişim sürecinin sonunda sizi küçük bir mutluluk bekliyor. Karşınızdakinin fikrini kabul etmiyor olsanız bile, onu gerçekten anlamışsanız, bu bile bir mutluluktur. Bu anlamda iletişim karşıdaki bireye ya da gruba değil sorunu çözmeye yönelik olmalıdır. Rogers ve Roethlisberger'in de belirttiği gibi, sorunun karşınızdakinin nasıl görüldüğünü kendinize gördüğünü gibi anlarsanız ve karşınızdaki size nasıl görüldüğünü, kendisine gördüğünü kadar iyi anlarsa iletişim gelişti demektir.

Böylece bireyler arası iletişimin daha sağlıklı ve iyi olabilmesi için önce her bireyin kendisini bu konuda iyi eğitmesi gerektiği söylenebilir. Bu anlamda bilgilerimiz ve iletişime duyarlılığımız en iyi yol göstericilerimiz olacaktır. Zaten bu makaleyi okumanız, konuya duyarlılığınızı gösteriyor. Eğer bu makale ile iyi iletişim kurabiliyorsanız, ben de iletişim becerilerinizde bazı iyi değişimler olabileceğini ümit edebilirim. Duygular işin içine karışıkça iletişimde bazı aksamlar olabilir. Ancak iletişim konusundaki bilgilerimiz ve iletişimde bulunan bireylerin mesajı gönderme ve dinleme davranışlarındaki duyarlılıkları arttıkça, iletişimde olumlu değişimleri bekleyebiliriz.

Canan Paknadel
Abant İzzet Baysal Üniv. Bolu

Kaynaklar
Bursalıoğlu, Z. Okul Yönetiminde Yeni Yapı ve Davranış. Eğitim Fakültesi Yayınları, Ankara, 1979.
Cüceloğlu, D. İnsan İnsana. Altın Kitaplar Yayınevi, İstanbul, 1987.
Çilenti, K. Eğitim Teknolojisi. Kadioglu Matbaası, Ankara, 1979.
Ergun, T. ve Aykut P. Kamu Yönetimine Giriş. TODAİE Yayınları, Ankara, 1978.
Johnson, D. W., Frank P. J. Joining Together. Group Theory and Group Skills. New Jersey: 1987.
Rogers, C. R., Roethlisberger F. J., "Barriers and Gateways to Communication." Effective Communication. U.S.A. 1974.

Gaziantep Üniversitesi Bilim Teknik Araştırma Topluluğu (GÜBİTAT)

Ülkemizde eğitilmiş insan kadrosunu arttırmak, araştırma koşullarını sağlamak ve farklı konular üzerinde fertlerin çoğunluk olarak katılımını sağlamak amacıyla üniversitelerde bazı topluluklar kurulmuştur. Böyle toplulukların eldeki tüm olanakları değerlendirerek varlıklarını sürdürülebilmeleri gerçekten güçlenmeyecek çalışmaların yapıldığını ortaya koymaktadır.

Bilim dünyaya bakış biçimimizi, gerçeklik ve insan anlayışımızı etkilemeli, onlardan etkilenmelidir. Bilim hayatı, bir arayış heyecanının saf, kırsız bir özlemin gerçekleştirilmeye çalışıldığı bir hayat olmalıdır. İnsanlık bütün kazanımlarını bilimsel araştırmalara borçludur. İnsanlık tarihinin bütün dönemlerinde, birçok bilimadamı hayatları pahasına da olsa, bilim adı altındaki insanlık uğruna çalışmalarında bulunmuş, bugünlere ulaşmasını sağlamıştır. Bilim kavramının soyutluktan çıkıp, artık gözle görülebilir ve elle tutulabilir birtakım gerçeklere dayandırılabilmesi için eğitilmiş insanların çalışmalarını ortaya koymaları, sergilemeleri ve hatta devamının getirilmesini sağlamaları gerekmektedir. Çalışmaların kuramsallıktan kurtulabilmesi ancak böyle mümkün olacaktır.

Bize düşen çalışmalarımızı ortaya koyarak geliştirme yoluna gitmektir. Bu çalışmalarda bilimi amaç, teknoloji de araç olarak kullanmak temel ilkimizdir. Unutmayalım ki bilim ile teknik daima iç içedir. İşte böyle düşüncelerle kurulan ve henüz çok yeni olan Gaziantep Üniversitesi Bilim Teknik Araştırma Topluluğu (GÜBİTAT) topluluk faaliyetlerine hergün bir yenisini katarak ilerlemektedir.

Topluluk olarak bizlerin yapmak istediği; bilimsel çalışmalar ve araştırmalar yaparak, duyduğumuz bilim açlığını kendi bünyemizde gidermektir. Yansıcı düşüncelerin bir araya gelebileceği bir ortam yaratmak istedik. Bizler için öğrenmek ve devamından öğretmek bir tutkudur. Üniversitemizin de olanakları ölçüsünde yaptığımız çalışmalarda bilimin ve teknolojinin anlamını tüm arkadaşlara benimsetmek hedeflerimiz arasında yer almaktadır. Öğrencinin bilimsel düşünmeyi kazanması, bilimselliğini geliştirebileceği ve mesleki araştırmalarında kullanabileceği bir ortamda bulunma şansı yaratma çabasındayız. Bu ortamın en belirleyici özelliği öğrencilerin etkin katılımcı konumunda olmalarıdır. Edilgen bir yapıdan uzak olunuşu ürünün kalitesini artırmaktadır.

Uygun yöntemlerin kullanıldığı, bu yöntemlerle düşünce ve yaratıcılığın birleştirildiği çalışmalar hedef konumundadır. araştırma yapmanın temel kuralları ve gereksinimleri olan kaynak taraması, kütüphaneye kullanımı gibi hem bilgiye ulaşım yöntemleri hem de bilginin değerlendirilmesi yalnız kuramsal olarak değil, içinde yaşayarak öğrenmek için bu toplulukta yer almak başlangıçta önemli bir adımdır. Farklı disiplinlerde alınan eğitimi ortak bir konu üzerinde birleştirmek bu birlikteliğin veya topluluğun genel çalışma biçimidir.

Üniversitemizin bilimsel anlamdaki tek topluluğu olarak 1992 yılında faaliyetlerine başlayan toplulu-

ğumuz her yıl kendimizi yenileyerek; güncel araştırma konuları ele alınarak öğrencilerin bilimsel araştırma ortamına heveslendirilmesi amacıyla seminer çalışmaları yapmıştır. Faaliyetlerimizi sıralayacak olursak;

- Hafta sonları gösterilen video gösterileri; örneğin, "The Life Of An Experiment" isimli gösteri
- "Radyasyondan Korunma Yolları ve İnsan Üzerine Etkileri" konular konferans. Bu konferansın konuşmacısı, Fizik Müh. Bölümü'nden Yrd. Doç. Dr. Zihni Öztürk.

- Geniş katılımlı "Üniversitemizde Öğretim ve Bilim" konulu, sayın hocalarımızın konuşmacı olarak bulunduğu panel. Panelin konu başlıklarından, üniversitemizimizin toplumun bilimsel ve teknolojik ihtiyacını giderme açısından konumu, önemli soruları gündeme getirmiştir.

Bunların yanında, bizler için önem derecesi çok yüksek olan bir çalışmamız var: QUARK. Nisan 1993'te yayınladığımız bu dergi çalışmamızın en somut örneği sayılabilir. TÜBİTAK tarafından yayınlanan Doğa dergileri takip edilmektedir. TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi'nin abonelik kampanyalarına önderlik edilmektedir.

Bilim ve Teknik Dergisi Haziran sayısında yayınlanan, "Öğrenci Araştırma Toplulukları" yazısında da olduğu gibi, bizim de diğer topluluklar gibi en temel sorunumuz "öğrencilerin ilgisizliği."

Belirtilen faaliyetlerin hemen hepsinin temelinde bilim ve bilimsellik yer almaktadır. Bilimi oluşturan temel dayanak neden-sonuç ilişkisidir. Bu ilişkiyi üniversite öğrencileri olarak çözebilmek, bilimsel araştırmaların önemini ve güncelliğini benimsetebilmek amacıyla topluluğumuz kendi faaliyetleriyle; bilimsiz aydınlanamayacak dünyada "Bizde varız" demektedir.

Ali Savaş, Erkan Şener, Ali Ekber Ulusay

DNA'nın Öyküsü

James D. Watson'un kendi anılarını yazdığı, TÜBİTAK'ın Popüler Bilim Kitapları dizisinden, "İkili Sarmal, DNA Yapı Çözümünün Öyküsü" adlı kitapta, önsözü yazar Sir Lawrence Bragg'ın deyişiyle, "Watson ve Crick'in DNA'yı çözmemesi, tüm biyolojik sonuçları ile birlikte yüzölümünün en büyük bilimsel olaylarından biridir". Bu başarı 1962 yılında Nobel ödülü ile değerlendirilmiş, proteinlerle birlikte kromozomları oluşturan, nesilden nesile kalıtılan bir dinamik molekülün açıklanması, can-

lılığı anlamaya yönelik pek çok çalışmanın temelini oluşturmuştur.

Ya tek bir insan korkunç bir sabır ve beyin gücüyle, ömrü boyunca fizik, kimya, biyolojinin temellerini öğrenecek, ölmeden önce belki, bir dünya sorununu çözebilecek ya da çok sayıda bilimadamı birbirlerine bildiklerini aktara aktara bir sonuca gidecekler. Bence dünyanın gizemlerini çözme yolunda bu mutlaka gerekli. Bu insani alışveriş, tüm kıskançlık, kırgınlık, sevinç ve heyecanıyla birlikte mutlaka gerekli. Ve Bilim, Watson'un kaydettiği gibi "Dışardan insanların sandığı şekilde, doğrudan mantıklı bir biçimde ilerlemiyor. Tam tersine bilimin ileriye, bazende geriye, doğru olan adımları çoğunlukla kişiliklerin ve kültürel geleneklerin rol oynadığı son derece insani olaylardır".

Fakat biz, hep büyük buluşların sahibi olan bilimadamlarını ulaşmaz, çok farklı insanlar olarak düşünür, belkide kendimizle hiçbir ortak yön bulamayız. Oysa, bir tatil, bir sevgili, güzel bir yemek, bir dost sohbeti, daha iyi bir ev gibi sıradan bir yaşamdaki güzellik ve kaygıları düşüklüklerine tanık olmak insana büyük bir keyif veriyor. Onlarla herhangi bir yaşam kesitinde ufak tırnak özdeşleşme bile insana güç sağlıyor. Hele insanlığın genetik havuzunun önemini kavramak, hiç bir düşüncenin beyinlerde kalmaması gerektiğine inanmak (belkide biyolog olmak) insana tatlı bir ayrıcalık veriyor.

James Watson, Francis Crick'le ilk kez Cambridge'de karşılaşmış ve DNA'nın proteinlerden daha önemli olduğu düşünen biriyile tanışmanın kendisi için bir şans olduğunu düşünmüştü. Francis ve eşinin politika ve din ile ilgileri yok gibi görünüyordu. Hatta din, Francis'e göre, geçmiş kuşaklara ait bir hata idi, günümüzde de sürdürülmesi gereksizdi. Bu ilgisizliğin nedeni belkide karanlığı unutmamak istedikleri savaştı. Times dergisinden çok, moda dergisi Vogue ilgisini çekiyordu. Kalıtsal özelliklerin bir bakteri hücresinden diğerine, atılmış DNA molekülleri ile geçtiği zaten önceden kanıtlanmıştı. Ama bu DNA'ların ne biçim bir yapıların olduğu nükleotitlerden oluşmaları dışında bilinmiyordu. Bu işe giriştiklerinde ellerinde sadece x-ışını kırınımı ile alınmış DNA resimleri vardı. Olayın özünde, DNA molekülündeki polinükleotid bağlarının sayısı hakkında karar vermek gizliydi. Tüm sorun, DNA ipliklerinin merkezi eksen etrafında döndükleri açı ve yan-çaptı. Belki de bir polinükleotid zinciri en güzel nasıl kıvrılır diye düşünseler, çözüm daha kolay olabilecekti. Günleri modelleriyle oynamakla geçiyordu. Daha önce Linus Pauling, peptid bağının düz olduğu bilgisini bularak alfa sarmalını takır takır çözmüştü. DNA'nın birbirini izleyen nükleotitleri birarada tutan fosfodiester bağlarının çeşitli şekillerde bulunabileceğini gösteren bir sürü işaret vardı. Aslında Francis'in tez konusu, farklı yoğunluklarda tuz çözeltilerine atılan hemoglobin kristallerinin küçülme biçimleri idi. DNA kimyasındaki bazı garip düzensizlikler daha önce düşünülmüş, Chargaff tarafından pürin ve pirimidin bazlarının birbirine oranları çıkarılmıştı. Adenin moleküllerinin sayısı timin molekülüne, guaninde sitozine sayıları çok yakındı. Bundan sonra Francis, adenin ve timin yüzeylerinin birbirine yapışması gerektiğini anladı. Önceleri 4 baz arasındaki kimyasal farklılıkları bilmiyordu. Watson'unise bilimsel yaşamı "bakterilerin cinsel hayatları" ile başlamıştı. Fakat, artık her ikisi için de DNA molekülü daha cazip bir sorun olarak duruyordu. Watson ve Crick, Linus Pauling'in oğlu Peter'den zaman zaman babasının çalışmaları hakkında bilgi alıyorlar ve bu olgun bilimadamıyla DNA'yı çözme yarışında varolabileceklerini düşünüyorlardı. Pauling'in, saç proteini keratinde, alfa sarmalının kıvrılması



şemaları ile meşgul olması iyi bir haberdir. Daha sonra Peter, babasının çalıştığı DNA modelinin, şeker-fosfat iskeleti ortada olan üç zincirli bir sarmal olduğunu söyleyecekti. Watson, Linus'un bu modelinde fosfat gruplarının iyonlaşmamış olduğunu farketti. Her grubun bağlı bir hidrojen atomu vardı ve bu yüzden de elektrik yükü yoktu. Yani, Pauling'in nükleik asiti hiçte asit değildi. Üstelik yüksüz fosfat grupları modelin önemsiz bir ayrıntısı da değildi. Oysa Watson'un nükleik asit kimyası hakkında bilgisi, fosfat gruplarında bağlı H atomları bulunmadığını söylüyordu. O güne dek hiç kimse DNA'nın orta kuvvette bir asit olduğundan kuşkuya düşmemişti. Bu durumda Linus'un bazı temel kimya verilerini bile atlamış olmasından, büyük keyif duydu ve yarıştı halen varlığını düşünmeye başladı. Watson, düzgün bir polimer molekülü için en basit biçimin sarmal olduğuna inanıyordu. Ve, DNA'nın eksen boyunca her 34 Å'de bir kendini tekrarlayan bir sarmal olduğunu kanıtlayacak şekilde taslaklar çizmeye başladı. Bu arada Crick'de her ne kadar fizikçiye de biyolojide önemli şeylerin çiftler halinde ortaya çıkacağına inanmıştı. Bir yıldan fazladır bazılarını düzenli H bağları oluşturma olasılığını gözardı etmişlerdi. Başlangıçta, her bazda bir veya daha fazla H atomunun yer değiştirebildiğini görmeleri (tatomerik yer değiştirme) onları, belirli bir bazdaki tüm tatomerik biçimlerin aynı sıklıkla oluştuğu sonucuna götürmüştü. Oysa, bazların hepsi değilse bile büyük bölümü diğer bazlarla H bağları oluşturmuyordu ve bu H bağları çok düşük DNA konsantrasyonlarında da bulunmaktaydı. Bu da bağların, aynı molekül içindeki bazları birbirleriyle birleştirdiğine kuvvetle işaret ediyordu. Birde X-ışını kristalografisi sonucu vardı. Belki de sorunun özü bazlar arasındaki H bağlarını düzenleyen bir kuralda gizliydi. Benzer baz sıralanıyla birbiri etrafında dolaşan iki zincir raslantısal olamazdı. Böyle bir yapı, her moleküldeki zincirlerden birinin, daha önceki bir aşamada diğer zincirin yapımı için kalıp olarak görev yapmış olduğuna kuvvetle işaret ediyordu. Öyleyse, gen replikasyonu, genin iki benzer zincirin ayrışması ile başlamaktaydı. Daha sonra, bu şekilde ortaya çıkan iki ana kalıp üzerinde, bunlarla aynı olan iki yeni zincir yapılmakta ve böylelikle orijinal moleküle benzer iki DNA molekülü oluşmaktaydı.

Birkaç gün tek bir nükleotid içinde yer alan bütün atomların birbirine göre pozisyonlarını ölçebilmek için çekül ve cetvel kullanmakla geçti. Sarmal simetrisiye bağlı olarak bir nükleotiddeki atomların yeri, otomatik olarak başka pozisyonları da düzenleyecekti. Ertesi sabah Francis, atomik koordinatları okuyabilmek için, modeli temeli üzerinde sağlamlaştırmaya çalışıyordu. Sir Lawrence Bragg, modelin gen replikasyonuna işaret eden potansiyelini kavradıkça heyecanlanıyordu. O sırada kesin X-ışını verilerine sahip olmadıkları için, seçtikleri şeklin tamamen doğru olduğuna emin değillerdi. Hiç değilse, bir tane 2 zincirli, birbirini tamamlayan sarmalın stereo-kimyasal olarak mümkün olduğunu göstermek istiyorlardı. Bu kadar mükemmel bir yapının varolmak zorunda olduğunu söylüyorlardı.

Jerry Cambridge'de onlarla olmasaydı, Rossy'nin X-ışınları sonuçlarını değerlendirmeseler uzun bir süre benzer bazları bağlamakla uğraşıyor olabilirlerdi. Watson o sıralar sadece 25 yaşındaydı. Linus Pauling iki sarmalın haberini uzaktayken aldı. Gerçek ve samimi bir heyecan duymuştu. Kendi kendini tamamlayan bir DNA molekülünün çok açık biyolojik avantajları karşısında yarışı kaybettğini kabul etmişti.

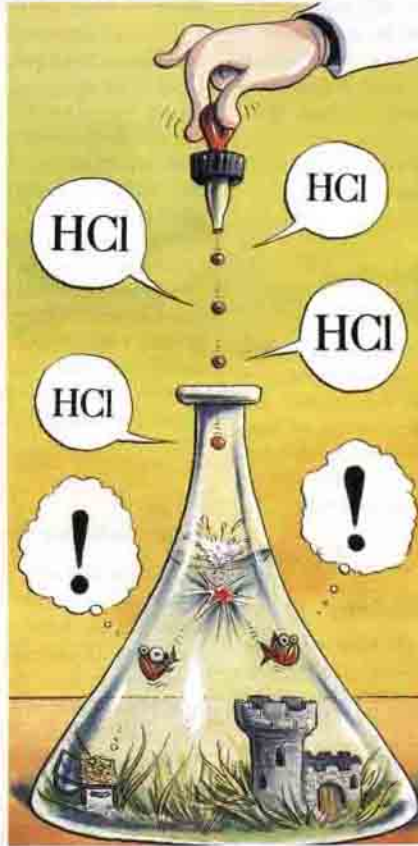
Nurda Öz

H.Ü., Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Beytepe/Ankara

Klorla Gelen Tehlike

Klor, elementlerin periyodik sisteminde yedinci ana grupta yer alan halojenler ailesinden bir elementtir. Normal koşullarda hardal renkli bir gaz olan klor, havadan daha ağırdır. Çok hızlı reaksiyona girdiği için doğada saf olarak bulunmaz. Çoğunlukla alkali metalleri ile tuzlar oluşturur.

Klorun üretimi de kloralkali-elektrolizi yoluyla yapılmakta ve yan ürün olarak sodyumhidroksit ve hidrojen elde edilmektedir. Sanayileşmenin ilk yıllarında sodyumhidroksitin daha çok kullanım alanı bulunması klor fazlasının oluşmasına neden olmuş ve klor için değişik kullanım yerleri aranmış ve bulunmuştur. Günümüzde kullanılan yapıstıncıların, ağartıcıların, sebze/meyve koruyucu ilaçların, oto, tekstil ve elektronik sanayisinde kullanılan birçok plastik maddelerin üretiminde klor ve klorlu bileşiklerden yararlanılmaktadır. Hemen akla gelen ve çok yaygın olarak kullanılan plastikler PVC, poliüretan ve termoplastlardır. Halen 30 000 kadar maddenin üretiminde klor, direk veya dolaylı olarak rol oynamaktadır.



Günlük yaşamımızda vazgeçilmez olan yemek tuzu, sodyum ile klorun yaptığı bir bileşiktir. İşme sularının klorlandığı çoğunlukla bilinir. Yani az miktarlarda iyon olarak vücuda alınan klor, hayatın devamı için yararlı ve gereklidir. Ancak gaz halinde klor teneffüs edilirse ölüme sonuçlanabilen akciğer tahrişine neden olmaktadır. Birinci Dünya Savaşı'nda ilk olarak kullanılan ve kitlesel ölümlere neden olan, halk arasında hardal gazı olarak bilinen gaz klor dan başka birşey değildir.

1984 yılında Hindistan'ın Bhopal şehrinde bir fabrikadan etrafa yayılan fosgen 3 000 kişinin ölümüne neden olmuştur. Birçok plastik maddenin üretiminde dolaylı olarak rol oynayan fosgen klor, oksijen ve karbondan oluşan bir moleküldür. Yine bir zamanlar çok kullanılan ve şimdi yasaklanmış olan DDT (Diklorodifeniltrikloreten) klorlu organik bir bi-

leşiktir. Soğutucularda kullanılan floroklorokarbon gazlarının ozon tabakasına zarar verdiği artık anlaşılmış ve bunların yerini alacak başka soğutucu maddeler bulunmuştur.

1976 yılında İtalya'nın Seveso şehrinde etrafa yayılan dioxin (tetraklorodibenzodioxin) literatüre Seveso zehiri olarak geçmiştir. 1986 yılında Basel'de klor içeren sebze/meyve ilacının Ren nehrine karışmasıyla binlerce bahçin telef olduğu basında yer almıştı. Geçen yıl Alman Hoechst firmasının başına büyük dentler açan kazanın nedeni de orto-nitroanisol adlı bir kimyasal maddenin farkedilmeden etrafı yayılmasıydı.

Sağlık açısından bazen yararlı bazen de zararlı olan klorun aşağıdaki tabloda bileşikleri ve etkileri verilmiştir.

Klor Bileşikleri

Cl₂
Cl
ClO
ClO₂
ClO₃
COCl₂
CH₂Cl₂
CCl₄
C₂Cl₄
H₂C=CHCl
dioxin

Sağlığa Etkisi

yoğun teneffüs edilirse öldürücü
az miktarlarda hayat için gerekli
tahriş edici
kanda zarar verici, kuru halde partiyeleri
HCl ve CO oluşumunu
HCl ve CO oluşumunu, akciğerde zararı
kanıgere zararlı
kanıgere zararlı
kanıgere zararlı
kanıgere zararlı

Klor iyonu olarak zarsız iken havada binde beş klor gazının bulunması bile nefes yollarında ve akciğerde telafisi mümkün olmayan tahrişlere yol açmaktadır. Normal koşullarda insanın koku alma duyusu yukarıda sözü edilenler çok daha düşük konsantrasyonlardaki kloru farkedebilmektedir. Klor gazının yanı sıra klorun organik bileşenleri de çok zehirli etki gösterebilmektedir. Hatta dioxin için insanlığın kendi eliyle ürettiği en zehirli madde denmektedir. Dioxin yüksek sıcaklıklarda oluştuğu için bacası gazları ile etrafa yayılmaktadır. Bu nedenle çöp yakma tesislerinin önemli problemlerinden biridir. Üretilen klorun yaklaşık dörtte birinin kullandığı PVC üretimi için gerekli olan vinilklorit ise kanıgere tahribata neden olmaktadır. Günlük hayatta kullanılan birçok maddenin üretiminde klorun kendisi veya katalizör olarak kullanılmaktadır. Bu üretimler sırasında olabilecek kazaların ne kadar korkunç sonuçlanabileceği yaşanan olaylarla görülmüştür. Bu nedenle kimya sanayisinde klorun yerini alabilecek başka maddeler bulma veya kloruz üretim yöntemleri geliştirme çabaları yoğunlaşmıştır. Bu arada poliüretan hammaddesi olan propilenoksidin sentezini kloruz gerçekleştirme yöntemleri bulunmuştur.

Klorun katalizör rolü üstlendiği reaksiyonlar içinde biyoteknik çözümler düşünülmektedir. Canlı yaşamında katalizör görevi yapan enzimlerin burada devreye sokulması mümkün olursa büyük bir başarı sağlanmış olacaktır. Hata o zaman tekrar kullanılabilir deterjanların üretilileceğinden söz edilmektedir. Küçük plastik parçacıklar üzerine yerleştirilmiş enzimler yıkama işleminden sonra atıksudan ayrılacak ve tekrar kullanılacaktır. Böylece atıksu temizleme işlemi de büyük ölçüde kolaylaşacaktır.

Görüldüğü gibi, insanlık yaşamını kolaylaştırmak için uğraşlar verirken bir yandan da kendini tehlikelere atmaktadır. Sanayileşmenin ilk yıllarında bu risk ileleminin bir bedeli olarak görülmüş ve pek ciddiye alınmamıştır. Ancak üretimin artması ile birlikte kaza olduğunda ortaya çıkan zararların büyük boyutlara ulaşması insanlığı tekrar düşünmeye sevk etmiş ve yaşama zarar vermeyecek üretim yöntemleri ve üretime geri dönüşü kolay ürünler geliştirme çabaları içine sokmuştur.

Sonuç olarak kloruz kimya henüz mümkün görünmemekle beraber ileriye yönelik sevindirici adımlar atılmaktadır.

Suat Özkol

H.Ü. Maden Müh. Böl. Beytepe/Ankara



Etkili İletişim Becerileri

İnsan insanla, doğayla, hayvanlarla, resimle, müzikle, makinelerle, kitle iletişim araçlarıyla, kısaca herşeyle iletişim kurabilir. İnsan kendisiyle de iletişim kurabilir. Biz ne kadar çok şeyle olumlu iletişim kurabiliyorsak, o kadar çok mutlu olabiliriz. İletişimsizlik ise bizi yavaş yavaş insanlardan, çevredeki herşeyden soyutlayıp, koparabilir; kendimizden bile. Tamamen iletişimsiz kalmak ise yaşamın sonudur.

İletişim Ne Demektir?

İnsanlar arası iletişim, yaşamımızda yer alan en önemli iletişim biçimlerinden biridir. İnsanlar yaşamları boyunca kendileri ve çevreleri ile etkileşim ve iletişim halindedirler. Çilenti iletişimi, davranış değişikliği meydana getirmek üzere fikir, bilgi, haber, tutum, duygu ve becerilerin paylaşılması süreci olarak tanımlanmaktadır. Çüceloğlu ise iletişimi, iki birim arasında birbirine ilişkin mesaj alış-verişi olarak tanımlamaktadır. İletişim, etkileşim halini ve amaçlı olmayı içeren bir süreç olup; ortaklaşma, genelleşme, paylaşmadır diye yorumlanabilir. İletişimin özü ise "anlam" kavramıdır.

İletişim çeşitli kaynaklarda farklı tanımları yapılan, oldukça zengin içeriğe sahip bir kavramdır. Ergun ve Polat, Türkiye'de "iletişim", "bildirişim", "haberleşme" kelimelerindeki Latince "ortak kılma" anlamına gelen "communicare" fiilinin, insanlar arasındaki ortak kılma işlemi anlamına geldiğini ve Miller'in iletişimi, kaynağın, hedef ya da alıcının davranışını etkilemek için bilinçli bir çaba gösterdiği amaçlı bir süreç olarak tanımlandığını açıklamaktadır.

Çeşitli tanımlar incelenerek iletişimi, "kaynak ve hedef arasında davranış değişikliği oluşturmak amacıyla bilgi, fikir, tutum, duygu ve becerilerin anlamların ortak kılınması, paylaşılması için gerçekleştirilen etkileşim sürecidir" diye tanımlamak olasıdır.

İletişim Öğeleri ve Süreci

Tanımdan da anlaşılacağı gibi her iletişiminde; Süreci başlatan bir kaynak (birey, grup, kurum, kitle iletişim araçları vb.); iletilmek istenen bir mesaj (bilgi, haber, duygu vb.); mesajın sunma yolları olarak kaynaktan çıktıktan sonra aldığı fiziksel biçim yani kanal; mesajın iletilmek istendiği (birey, grup, kurum, kitle iletişim araçları vb.) hedef (ya da alıcı); hedefin, kaynağın gönderdiği mesajı karşılık yanıtı dönüt (feed-back) yer almaktadır.

İletişim sürecinin tanımlanabilmesi için, hedefin ya da alıcının, mesajı aldığına ilişkin bir dönüt (tepki) vermesi, kaynağın mesajının ulaşmış olduğunu ya da mesajının iletmek istediği gibi anlaşılıp anlaşılmadığına ilişkin bir dönüt alması gerekmektedir. Dönüt olmadığı sürece iletişim sürecinin tamamlanması olanaksızdır. Basit bir şema ile gösterirsek iletişim öğeleri şöyle gösterilebilir.

Kaynak → Mesaj → Kanal → Hedef (alıcı)
geri besleme (feed-back)

İletişimde bulunmak istiyorsanız aldığınız mesajlara dönüt vermelisiniz. Birisi "nasılsınız" diye sorduğunda, diğerinin "iyiyim, teşekkür ederim" demesi iletişim sürecini tamamlar. Bu mesaj sırasında sözle olduğu kadar sözle olmayan mesajlar da karşılıklı iletilir. Bu nedenle iletişimde başlangıç ve bitiş yoktur denilebilir. Bireyler aynı anda karşılıklı olarak birbirlerini etkileyebilirler. Kaynakla hedefin rolleri sürekli değişir.

İletişimin etkili olup olmadığını nasıl söyleyebiliriz? Etkili iletişim ne demektir? Etkisiz iletişim ne demektir?

Etkili İletişim

Etkili iletişim; hedefin, mesajı kaynağın yolladığı biçimde alması ve bunu ona geri iletmesi ile gerçekleşir. Eğer bir arkadaşınız size gülümseyerek yaklaşmış, sizi gördüğü için mutlu, sıcak bir "merhaba" diyorsa, siz de aynı duygular içinde onu gördüğünüze sevinerek, ona yaklaşıp gülümseyip, sıcak bir "merhaba" diyebiliyorsanız, bu etkili bir iletişim örneği olabilir. Eğer güler yüzlü, sıcak bir merhabayı karşılayacak durumda ve aynı duygular içinde değilseniz, veya acele-niz varsa, ya da onu gördüğünüze pek sevinmediyseniz; sadece bir merhaba deyip yolunuza devam edebilirsiniz. Bu durumda eğer arkadaşınız durup konuşmayı ümit ediyorsa biraz hayal kırıklığına uğrayabilir. Bu durumda, pek de etkili bir iletişimin gerçekleşmediğini söyleyebiliriz.

Mesajın Etkili Gönderilmesi

İnsan ilişkileri çok kompleks ve karmaşık olduğundan; iletişim sürecinde kaynağın, mesajını etkili biçimde iletmesi son derece önemlidir. Aynı şekilde alıcının da iyi bir dinleyici olması ve dönüt vermesi iletişim sürecinin sağlıklı olması için gereklidir. Bütün bunlara rağmen etkili iletişim kurabilmek için mesajın nasıl gönderilmesi gerektiğini biraz da Johnson'un 1974'deki araştırma bulgularına göre inceleyelim:

1. Açıkça kendi mesajınızı birinci tekil şahıs yani "ben" dili kullanarak veriniz. Kendi duygu, düşüncelerinizde ben dilini kullanarak sorumluluğu alın.
2. Mesajınızı tam ve anlaşılır hale getirin. Bu alıcının mesajı tam anlayabilmesi için gerekli bilgilerin açıkça sunulması demektir.
3. Sözlü ve sözsüz mesajların uyum içinde olsun. Aslında genellikle bu mesajlar uyum içindedir. Örneğin, yardımınıza teşekkür eden bir kişi, o anda size gülümser veya başka sözsüz bir biçimde sıcaklık ifade eder. İletişim sorunları, genellikle sözlü ve sözsüz mesajlar arasındaki çelişkiyen kaynaklanır. Örneğin birisi size "buyrun bu bilgi size yardım edebilir" diyorsa ve aynı anda yüzünde bir hoşnutsuzluk ifadesi ve sesinde alaycı bir ton varsa (bu bilginin hiç de işe yaramayacağını ifade eden) mesaj, alıcının kafasını karıştırır. Bu nedenle sözlü ve sözsüz mesajların birbirini desteklemesi önemlidir.
4. Birden fazla şekilde aynı mesajı verin. Mesajı çeşitli biçimlerde tekrarlayın. Mesajın birden fazla ya da birden çok kanalla verilmesi alıcının mesajı anlamasına yardım eder.
5. Mesaj alıcıya ulaştığında, ondan dönüt vermesini is-

teyin. Mesajın alınıp alınmadığından emin olmanın tek yolu, alıcının ne anladığını kontrol etmektir.

6. Mesajınızı alıcının referans çerçevesine göre hazırlayın. İletceğiniz bir bilgiyi uzmana veya acemiye; çocuğa veya yetişkine; amirimize veya iş arkadaşınıza göre, değişik şekilde açıklayın.

7. Adlandırarak, hareket veya deyimlerle duygularınızı açıklayın. İletişim sürecinde duyguların açıklanması genellikle önemlidir. Duygularınızı adlandırarak (üzgünüm), hareketlerinizle (ağlayacak gibiyim) veya deyim olarak (kendimi dünya başıma yıkıldı gibi hissediyorum) gibi biçimlerde ifade edin. Duyguların açık olması, iletişimi karmaşıklıktan kurtarır.

8. Diğerlerinin davranışlarını onları değerlendirmeden veya yorumlamadan tanımlayın. Başkalarının davranışlarına tepki verirken "Kendinden başka kimsenin fikirlerini dinlemeyen pis bencilin tekin" diye değerlendirme yapmanın yerine, "Sözümü kesip duruyorsun" diyerek mutlaka davranışın kendisini tanımlayın. Bireyler arası iletişimde en önemli özelliklerden biri kaynağın inanırlılığıdır. Kaynağın inanırlılığı alıcının, kaynağın ifadelerinin algılanan güvenirliliğe ilişkin tutumlarını açıklar. Kaynak inanırlığının birkaç boyutu vardır:

Bilgi kaynağı olarak kaynağın güvenirliliği yani, kaynağın güvenirliliği, ne yapacağını önceden tahmin edilebilirliği ve devamlılığıdır; kaynağın amaçları: Kaynak, alıcıyı mesajı ile nasıl etkilemek istediği konusunda açık olmalıdır; sıcaklık ve cana yakınlığın gösterilmesi; kaynağın güvenirliliği konusunda diğer insanların çoğunun görüşleri. Eğer arkadaşlarınızın çoğu bize kaynağın güvenilir olduğunu söylerse genel olarak inanınız; tartışma konusu hakkında kaynağın uzmanlık derecesi; kaynağın dinamikliği. Dinamik bir kaynak enerjik, vurgulayıcı, güçlü olarak görülmektedir ve genellikle pasif bir kaynaktan daha inandırıcıdır.

Kaynak inanırlılığı üzerindeki araştırmalarda bu boyutlardan hangisinin en önemli olduğuna ilişkin bulgular az. Aksine sonuçlar, çok güvenilir bir kaynağın, bütün bu boyutlarda olumlu olarak algılandığını göstermektedir. Öte yandan güvenirliliği az olan bir kaynağın, bu boyutların herhangi bir tanesinde bile olumsuz olarak algılandığını göstermektedir. Alıcıya güvenilir gibi gelmezsek, mesajımızı önemsemeyecekse, o kişi ile etkili iletişim kuramayacağız. Özet olarak, kaynak inanırlılığın kaynağın algılanan güvenirliliği olarak nitelenebiliriz.

Mesajın Etkili Alınması

Etkili iletişim kurabilmek için mesajın etkili gönderilmesi kadar, mesajın etkili biçimde alınması da gerekmektedir. Bu konudaki becerilerin geliştirilmesi için iki konu önem taşır: Kaynağın gönderdiği fikir ve duyguları anlamaya istekli olduğunu belli etmek; kaynağın gönderildiği fikir ve duyguları anlamak ve onları yorumlamak. Birinci basamakta gönderilen duygu ve fikirleri doğru olarak anlamak ama onları değerlendirmemek çok önemlidir.

"Yanıldığını düşünüyorum", "söylediğinden hiç hoşlanmadım", "herhalde haklısın" ya da "bu duydu-

ğum en güzel/berbat fikir" gibi değerlendiren bir yanıt, kaynağı savunucu olmaya itebilir. Duygular kuvvetli oldukça, iki kişi karşılıklı olarak birbirlerinin fikirlerini, kendi görüşleri açısından değerlendirir. Etkili iletişim kurabilmek için, böyle bir değerlendirilmeye girmeden önce, kaynağın bakış açısını tam olarak anlamak çok daha önemlidir. Mesajı almak için gereken özel beceriler, mesajı kendi kelimelerimizle tekrarlamak, kaynağın duygularının doğru algılanıp algılanmadığını kontrol etmek ve mesajın anlamı konusunda anlaşmaya varmak. Bu beceriler; kaynağın gönderildiği mesajı ve duyguları değerlendirmeden ve tam olarak anladığınız biçimde, kendi kelimelerinizle kaynağa ifade edin; mesajın alınmasında en temel ve önemli beceri, mesajın kaynağa kendi kelimelerinizle ile ifade edilmesidir. Bu, kaynağın referans çerçevesini anladığımızı gösterecek biçimde yapılmalıdır. Buradaki basit kural şudur: Kendi fikirlerinizi ancak kaynağın duygu ve düşüncelerini tam olarak ve kaynağı doyuma ulaştıracak bir şekilde tekrarladıktan sonra, söyleyebilirsiniz. Mesajı tekrarlarken, kaynağın ifade ettiği duygu ve düşünceleri aynı sözleri tekrarlayarak değil, kendi sözlerinizle tekrarlamak, herhangi bir onaylama ya da onaylamama belirtisinden kaçınmak, mesaja ne bir şey eklemek ne de çıkartmak, kaynağın duygular ve mesajın anlamını anlayabilmek için kendinizi kaynağın yerine koymaya çalışmak faydalıdır; kaynağın duygularının ne olduğunu anladığınız biçimde açıklayın. Kaynağın duyguları sözlü olarak mesajda ifade edilmemişse, onları tekrarlamak bazen zordur. O yüzden ikinci mesaj alma becerisi, kaynağın duyguları hakkındaki algılarınızı kaynağa açıklayarak doğru olup olmadığını kontrol etmektir. Bu açıklama onaylama ya da onaylamama ifade etmeden yorumlamaya veya nedenlerini açıklamaya çalışmadan denemelik olarak, algılanan duyguları belirtmelidir. Basit olarak "ben senin ... duyguları içinde olduğunu düşünüyorum, doğru mu?" demektir; kaynak ile mesajın anlamı konusunda aynı fikirde anlaşmaya varana kadar kaynağın gönderdiği mesajı, kaynağa tekrarlayın. Sıklıkla, sözcükler tam söylenmek istenen anlamı taşımaz. Birisi "sen hep böyle bağırır mısın?" diyebilir. Bu aslında "lütfe bağırma" anlamında söylenmiştir. Öyleyse bazen söylenen mesajın içeriğini tekrarlamak, anladığınızı iletmek için pek faydalı olmaz. Böyle bir durumda mesajın anlamı konusunda anlaşmaya varmalısınız. Örneğin "... demek istediğinizi sanıyorum." diyerek mesajın anlamı konusunda pazarlık etmeye başlayabilirsiniz. Eğer haklıysanız yanıtı verebilirsiniz. Yanlıyorsanız kaynak, mesajını siz öz anlamı tekrarlayabilene kadar başka kelime ile ifade edebilir. Kullandığınız kelimelerin değil, mesajın anlamı konusunda anlaşmaya varmanın önemli olduğunu aklınızda tutun. Bu süreç sizin için doğallaştıkça sadece yukarıda verilen örnek değil çeşitli ifadeler kullanabilecek duruma geleceksiniz. Başkalarının tekrar tekrar aynı cümleyi söylemelerine karşı sabırlı olun, çünkü onlar iletişim becerilerini hala geliştirmektedirler.

Etkili iletişimde o kadar önemli olan bu temel mesaj alma becerileri ile ilgili ayrıntılı bir inceleme Johnson (1986)'ın *Reaching Out* adlı kitabında bulunmaktadır (Johnson ve Johnson 1987:181).

İletişim Engelleri ve Engeli Ortadan Kaldırmanın Yolları

İki kişi konuşurken iletişimde bulunamıyorsa, bu durum analiz edildiğinde, işin içine duyguların karıştığı ve değerlendirme eğiliminin arttığı söylenebilir. Duygular yoğunlaştıkça iletişimde eşit elementlerin olmama olasılığı çıkabilir. Bu durumda sadece iki değişik fikir, iki değişik duygu, iki değişik değerlendirme ve birinin diğerinin psikolojik durumunu anlamaması söz konusudur. Yaşantınızda böyle bir durumu hatırlayabilirsiniz. Eğer duygusal olarak kendinizin karışmadığı bir hararetili kavgayı dinliyorsanız "bunlar aynı şeyi konuşuyorlar" diye düşünülmüşüzdür; bu durumda gerçekten aynı şeyi konuşuyorlardı, kendi görüşleri açısından bir şeyi yargılıyor ya da değerlendiriyorlardı. Bu durumda gerçek anlamda bir iletişim olduğundan söz etmek olası değildir.

Herhangi bir duygusal anlamı olan duruma, kendi görüşünüzden değerlendirme yaparak tepki vermeniz, insanlararası iletişimde en temel engeli yaratır.

Bu sorunu çözmenin ve bu engeli ortadan kaldırmanın yolu nedir? Gerçek anlamda iletişim, "değerlendirme" eğiliminden kaçınılması ve biz "anlayarak" dinlediğimiz zaman gerçekleşebilir. Bu ne demektir? Bu iletilen fikir ve tutumların, karşıdaki kişinin konuştuğu konu hakkındaki amacını, onun görüş açısını, onun için ne anlama geldiğini, nasıl hissettiğini anlamakla olanaklıdır. Bu çok basit gibi görünmesine karşın, hiç te kolay bir iş değildir. Bu yöntem, psikoterapi alanında bireylerin diğerleri ile ilişkilerini ve iletişim becerilerini geliştirmek için başvurulan en etkili yoldur.



Bazı insanlar, insanları iyi dinlediklerini zannedip; ama henüz iyi sonuç alamadıklarını düşünebilirler. O zaman dinleme becerisinin yukarıda ifade edilen anlamda olmadığı söylenebilir. Aslında kendinizi eşinizle, bir arkadaşınızla ya da bir grup arkadaşınızla kavgaya edersen bulursanız, bir an durup şu kuralı hatırlayın: "Herkes, ancak karşıdaki fikirlerini ve duygularını onun için yeniden özetledikten ve onu tatmin ettikten sonra kendisi konuşabilir." Bu ne demektir? Bu, siz kendi fikirlerinizi söylemeden önce, karşıdaki konuşmacının referans çerçevesini, görüş açısını, onun duygularını ve düşüncelerini onun için özetlemelisiniz demektir. Bu da kolay gibi görünüyorsa, ama denediğiniz zaman şimdiye kadar denediğiniz en zor şey olduğunu göreceksiniz. Yine de karşıdaki görüş açısını anlamaya başladıktan sonra, fikirlerinizin hızla yeniden düzenlenecektir. Duygular tartışma dışı kalacak ve iletişim daha rasyonel ve anlaşılır hale gelecektir. Burada karşınızdaki nevroitik ya da psikotik bir bireyin dünyasını anlamak ve o dünyada kaybolmak riski aklınıza gelebilir. Büyük çoğunluğumuz zaten böyle dinleyemeyiz ve kendimizi "değerlendirme" yaparken buluruz. Çünkü dinlemek bize tehlikeli gelir. Bu iş cesaret ister ve bu cesaret her zaman bizde yoktur.

Sonuç olarak, yukarıda sıralanan becerilerin, öğrenilerek geliştirilebileceği söylenebilir. Günlük iletişim biçimimize gerekli özenin gösterilmesi ve iletişime duyarlılık arttıkça, daha iyi iletişim kurulabilir. İyi mesaj gönderme ve karşıdaki mesajı daha iyi dinleme davranışının geliştirilmesi, bu konuda bilgilerimizin artırılması, iyi iletişim kurmamıza yardım edebilir. Bu konuda sözlü ve sözsüz iletişimlerde pratik yapmak yararlı olacaktır. Çevrenizle kurduğunuz iletişimler gelişerek daha olumlu hale geldikçe göreceksiniz ki, her iletişim sürecinin sonunda sizi küçük bir mutluluk bekliyor. Karşınızdakinin fikrini kabul etmiyor olsanız bile, onu gerçekten anlamışsanız, bu bile bir mutluluktur. Bu anlamda iletişim karşıdaki bireye ya da gruba değil sorunu çözmeye yönelik olmalıdır. Rogers ve Roethlisberger'in de belirttiği gibi, sorunun karşınızdakinin nasıl görüldüğünü kendinize gördüğünü gibi anlarsanız ve karşınızdaki size nasıl görüldüğünü, kendisine gördüğünü kadar iyi anlarsa iletişim gelişti demektir.

Böylece bireyler arası iletişimin daha sağlıklı ve iyi olabilmesi için önce her bireyin kendisini bu konuda iyi eğitmesi gerektiği söylenebilir. Bu anlamda bilgilerimiz ve iletişime duyarlılığımız en iyi yol göstericilerimiz olacaktır. Zaten bu makaleyi okumanız, konuya duyarlılığınızı gösteriyor. Eğer bu makale ile iyi iletişim kurabiliyorsanız, ben de iletişim becerilerinizde bazı iyi değişimler olabileceğini ümit edebilirim. Duygular işin içine karışıkça iletişimde bazı aksamlar olabilir. Ancak iletişim konusundaki bilgilerimiz ve iletişimde bulunan bireylerin mesajı gönderme ve dinleme davranışlarındaki duyarlılıkları arttıkça, iletişimde olumlu değişimleri bekleyebiliriz.

Canan Paknadel
Abant İzzet Baysal Üniv. Bolu

Kaynaklar
Bursalıoğlu, Z. Okul Yönetiminde Yeni Yapı ve Davranış. Eğitim Fakültesi Yayınları, Ankara, 1979.
Cüceloğlu, D. İnsan İnsana. Altın Kitaplar Yayınevi, İstanbul, 1987.
Çilenti, K. Eğitim Teknolojisi. Kadioglu Matbaası, Ankara, 1979.
Ergun, T. ve Aykut P. Kamu Yönetimine Giriş. TODAİE Yayınları, Ankara, 1978.
Johnson, D. W., Frank P. J. Joining Together. Group Theory and Group Skills. New Jersey: 1987.
Rogers, C. R., Roethlisberger F. J., "Barriers and Gateways to Communication." Effective Communication. U.S.A. 1974.

Gaziantep Üniversitesi Bilim Teknik Araştırma Topluluğu (GÜBİTAT)

Ülkemizde eğitilmiş insan kadrosunu arttırmak, araştırma koşullarını sağlamak ve farklı konular üzerinde fertlerin çoğunluk olarak katılımını sağlamak amacıyla üniversitelerde bazı topluluklar kurulmuştur. Böyle toplulukların eldeki tüm olanakları değerlendirerek varlıklarını sürdürülebilmeleri gerçekten güçlenmeyecek çalışmaların yapıldığını ortaya koymaktadır.

Bilim dünyaya bakış biçimimizi, gerçeklik ve insan anlayışımızı etkilemeli, onlardan etkilenmelidir. Bilim hayatı, bir arayış heyecanının saf, kırsız bir özlemin gerçekleştirilmeye çalışıldığı bir hayat olmalıdır. İnsanlık bütün kazanımlarını bilimsel araştırmalara borçludur. İnsanlık tarihinin bütün dönemlerinde, birçok bilimadamı hayatları pahasına da olsa, bilim adı altındaki insanlık uğruna çalışmalarında bulunmuş, bugünlere ulaşmasını sağlamıştır. Bilim kavramının soyutluktan çıkıp, artık gözle görülebilir ve elle tutulabilir birtakım gerçeklere dayandırılabilmesi için eğitilmiş insanların çalışmalarını ortaya koymaları, sergilemeleri ve hatta devamının getirilmesini sağlamaları gerekmektedir. Çalışmaların kuramsallıktan kurtulabilmesi ancak böyle mümkün olacaktır.

Bize düşen çalışmalarımızı ortaya koyarak geliştirme yoluna gitmektir. Bu çalışmalarda bilimi amaç, teknoloji de araç olarak kullanmak temel ilkimizdir. Unutmayalım ki bilim ile teknik daima iç içedir. İşte böyle düşüncelerle kurulan ve henüz çok yeni olan Gaziantep Üniversitesi Bilim Teknik Araştırma Topluluğu (GÜBİTAT) topluluk faaliyetlerine hergün bir yenisini katarak ilerlemektedir.

Topluluk olarak bizlerin yapmak istediği; bilimsel çalışmalar ve araştırmalar yaparak, duyduğumuz bilim açlığını kendi bünyemizde gidermektir. Yansıcı düşüncelerin bir araya gelebileceği bir ortam yaratmak istedik. Bizler için öğrenmek ve devamından öğretmek bir tutkudur. Üniversitemizin de olanakları ölçüsünde yaptığımız çalışmalarda bilimin ve teknolojinin anlamını tüm arkadaşlara benimsetmek hedeflerimiz arasında yer almaktadır. Öğrencinin bilimsel düşünmeyi kazanması, bilimselliğini geliştirebileceği ve mesleki araştırmalarında kullanabileceği bir ortamda bulunma şansı yaratma çabasındayız. Bu ortamın en belirleyici özelliği öğrencilerin etkin katılımcı konumunda olmalarıdır. Edilgen bir yapıdan uzak olunuşu ürünün kalitesini artırmaktadır.

Uygun yöntemlerin kullanıldığı, bu yöntemlerle düşünce ve yaratıcılığın birleştirildiği çalışmalar hedef konumundadır. araştırma yapmanın temel kuralları ve gereksinimleri olan kaynak taraması, kütüphaneye kullanımı gibi hem bilgiye ulaşım yöntemleri hem de bilginin değerlendirilmesi yalnız kuramsal olarak değil, içinde yaşayarak öğrenmek için bu toplulukta yer almak başlangıçta önemli bir adımdır. Farklı disiplinlerde alınan eğitimi ortak bir konu üzerinde birleştirmek bu birlikteliğin veya topluluğun genel çalışma biçimidir.

Üniversitemizin bilimsel anlamdaki tek topluluğu olarak 1992 yılında faaliyetlerine başlayan toplulu-

ğumuz her yıl kendimizi yenileyerek; güncel araştırma konuları ele alınarak öğrencilerin bilimsel araştırma ortamına heveslendirilmesi amacıyla seminer çalışmaları yapmıştır. Faaliyetlerimizi sıralayacak olursak;

- Hafta sonları gösterilen video gösterileri; örneğin, "The Life Of An Experiment" isimli gösteri
- "Radyasyondan Korunma Yolları ve İnsan Üzerine Etkileri" konular konferans. Bu konferansın konuşmacısı, Fizik Müh. Bölümü'nden Yrd. Doç. Dr. Zihni Öztürk.

- Geniş katılımlı "Üniversitemizde Öğretim ve Bilim" konulu, sayın hocalarımızın konuşmacı olarak bulunduğu panel. Panelin konu başlıklarından, üniversitemizimizin toplumun bilimsel ve teknolojik ihtiyacını giderme açısından konumu, önemli soruları gündeme getirmiştir.

Bunların yanında, bizler için önem derecesi çok yüksek olan bir çalışmamız var: QUARK. Nisan 1993'te yayınladığımız bu dergi çalışmamızın en somut örneği sayılabilir. TÜBİTAK tarafından yayınlanan Doğa dergileri takip edilmektedir. TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi'nin abonelik kampanyalarına önderlik edilmektedir.

Bilim ve Teknik Dergisi Haziran sayısında yayınlanan, "Öğrenci Araştırma Toplulukları" yazısında da olduğu gibi, bizim de diğer topluluklar gibi en temel sorunumuz "öğrencilerin ilgisizliği."

Belirtilen faaliyetlerin hemen hepsinin temelinde bilim ve bilimsellik yer almaktadır. Bilimi oluşturan temel dayanak neden-sonuç ilişkisidir. Bu ilişkiyi üniversite öğrencileri olarak çözebilmek, bilimsel araştırmaların önemini ve güncelliğini benimsetebilmek amacıyla topluluğumuz kendi faaliyetleriyle; bilimsiz aydınlanamayacak dünyada "Bizde varız" demektedir.

Ali Savaş, Erkan Şener, Ali Ekber Ulusay

DNA'nın Öyküsü

James D. Watson'un kendi anılarını yazdığı, TÜBİTAK'ın Popüler Bilim Kitapları dizisinden, "İkili Sarmal, DNA Yapı Çözümünün Öyküsü" adlı kitapta, önsözü yazar Sir Lawrence Bragg'ın deyişiyle, "Watson ve Crick'in DNA'yı çözmemesi, tüm biyolojik sonuçları ile birlikte yüzölümünün en büyük bilimsel olaylarından biridir". Bu başarı 1962 yılında Nobel ödülü ile değerlendirilmiş, proteinlerle birlikte kromozomları oluşturan, nesilden nesile kalıtılan bir dinamik molekülün açıklanması, can-

lılığı anlamaya yönelik pek çok çalışmanın temelini oluşturmuştur.

Ya tek bir insan korkunç bir sabır ve beyin gücüyle, ömrü boyunca fizik, kimya, biyolojinin temellerini öğrenecek, ölmeden önce belki, bir dünya sorununu çözebilecek ya da çok sayıda bilimadamı birbirlerine bildiklerini aktara aktara bir sonuca gidecekler. Bence dünyanın gizemlerini çözme yolunda bu mutlaka gerekli. Bu insani alışveriş, tüm kıskançlık, kırgınlık, sevinç ve heyecanıyla birlikte mutlaka gerekli. Ve Bilim, Watson'un kaydettiği gibi "Dışardan insanların sandığı şekilde, doğrudan mantıklı bir biçimde ilerlemiyor. Tam tersine bilimin ileriye, bazende geriye, doğru olan adımları çoğunlukla kişiliklerin ve kültürel geleneklerin rol oynadığı son derece insani olaylardır".

Fakat biz, hep büyük buluşların sahibi olan bilimadamlarını ulaşmaz, çok farklı insanlar olarak düşünür, belkide kendimizle hiçbir ortak yön bulamayız. Oysa, bir tatil, bir sevgili, güzel bir yemek, bir dost sohbeti, daha iyi bir ev gibi sıradan bir yaşamdaki güzellik ve kaygıları düşüklüklerine tanık olmak insana büyük bir keyif veriyor. Onlarla herhangi bir yaşam kesitinde ufak bir özdeşleşme bile insana güç sağlıyor. Hele insanlığın genetik havuzunun önemini kavramak, hiç bir düşüncenin beyinlerde kalmaması gerektiğine inanmak (belkide biyolog olmak) insana tatlı bir ayrıcalık veriyor.

James Watson, Francis Crick'le ilk kez Cambridge'de karşılaşmış ve DNA'nın proteinlerden daha önemli olduğu düşünen biriyile tanışmanın kendisi için bir şans olduğunu düşünmüştü. Francis ve eşinin politika ve din ile ilgileri yok gibi görünüyordu. Hatta din, Francis'e göre, geçmiş kuşaklara ait bir hata idi, günümüzde de sürdürülmesi gereksizdi. Bu ilgisizliğin nedeni belkide karanlığı unutmamak istedikleri savaştı. Times dergisinden çok, moda dergisi Vogue ilgisini çekiyordu. Kalıtsal özelliklerin bir bakteri hücresinden diğerine, atılmış DNA molekülleri ile geçtiği zaten önceden kanıtlanmıştı. Ama bu DNA'ların ne biçim bir yapıların olduğu nükleotidlerden oluşmaları dışında bilinmiyordu. Bu işe giriştiklerinde ellerinde sadece x-ışını kırınımı ile alınmış DNA resimleri vardı. Olayın özünde, DNA molekülündeki polinükleotid bağlarının sayısı hakkında karar vermek gizliydi. Tüm sorun, DNA ipliklerinin merkezi eksen etrafında döndükleri açı ve yan-çaptı. Belki de bir polinükleotid zinciri en güzel nasıl kıvrılır diye düşünseiler, çözüm daha kolay olabilecekti. Günleri modelleriyle oynamakla geçiyordu. Daha önce Linus Pauling, peptid bağının düz olduğu bilgisini bularak alfa sarmalını takır takır çözmüştü. DNA'nın birbirini izleyen nükleotidleri birarada tutan fosfodiester bağlarının çeşitli şekillerde bulunabileceğini gösteren bir sürü işaret vardı. Aslında Francis'in tez konusu, farklı yoğunluklarda tuz çözeltilerine atılan hemoglobin kristallerinin küçülme biçimleri idi. DNA kimyasındaki bazı garip düzensizlikler daha önce düşünülmüş, Chargaff tarafından pürin ve pirimidin bazlarının birbirine oranları çıkarılmıştı. Adenin moleküllerinin sayısı timin molekülüne, guaninde sitozine sayıları çok yakındı. Bundan sonra Francis, adenin ve timin yüzeylerinin birbirine yapışması gerektiğini anladı. Önceleri 4 baz arasındaki kimyasal farklılıkları bilmiyordu. Watson'unise bilimsel yaşamı "bakterilerin cinsel hayatları" ile başlamıştı. Fakat, artık her ikisi için de DNA molekülü daha cazip bir sorun olarak duruyordu. Watson ve Crick, Linus Pauling'in oğlu Peter'den zaman zaman babasının çalışmaları hakkında bilgi alıyorlar ve bu olgun bilimadamıyla DNA'yı çözme yarışında varolabileceklerini düşünüyorlardı. Pauling'in, saç proteini keratinde, alfa sarmalının kıvrılması



şemaları ile meşgul olması iyi bir haberdir. Daha sonra Peter, babasının çalıştığı DNA modelinin, şeker-fosfat iskeleti ortada olan üç zincirli bir sarmal olduğunu söyleyecekti. Watson, Linus'un bu modelinde fosfat gruplarının iyonlaşmamış olduğunu farketti. Her grubun bağlı bir hidrojen atomu vardı ve bu yüzden de elektrik yükü yoktu. Yani, Pauling'in nükleik asiti hiçte asit değildi. Üstelik yüksüz fosfat grupları modelin önemsiz bir ayrıntısı da değildi. Oysa Watson'un nükleik asit kimyası hakkında bilgisi, fosfat gruplarında bağlı H atomları bulunmadığını söylüyordu. O güne dek hiç kimse DNA'nın orta kuvvette bir asit olduğundan kuşkuya düşmemişti. Bu durumda Linus'un bazı temel kimya verilerini bile atlamış olmasından, büyük keyif duydu ve yarıştı halen varlığını düşünmeye başladı. Watson, düzgün bir polimer molekülü için en basit biçimin sarmal olduğuna inanıyordu. Ve, DNA'nın eksen boyunca her 34 Å'de bir kendini tekrarlayan bir sarmal olduğunu kanıtlayacak şekilde taslaklar çizmeye başladı. Bu arada Crick'de her ne kadar fizikçiye de biyolojide önemli şeylerin çiftler halinde ortaya çıkacağına inanmıştı. Bir yıldan fazladır bazılarını düzenli H bağları oluşturma olasılığını gözardı etmişlerdi. Başlangıçta, her bazda bir veya daha fazla H atomunun yer değiştirebildiğini görmeleri (tatomerik yer değiştirme) onları, belirli bir bazdaki tüm tatomerik biçimlerin aynı sıklıkla oluştuğu sonucuna götürmüştü. Oysa, bazların hepsi değilse bile büyük bölümü diğer bazlarla H bağları oluşturmuyordu ve bu H bağları çok düşük DNA konsantrasyonlarında da bulunmaktaydı. Bu da bağların, aynı molekül içindeki bazları birbirleriyle birleştirdiğine kuvvetle işaret ediyordu. Birde X-ışını kristalografisi sonucu vardı. Belki de sorunun özü bazlar arasındaki H bağlarını düzenleyen bir kuralda gizliydi. Benzer baz sıralanıyla birbiri etrafında dolaşan iki zincir raslantısal olamazdı. Böyle bir yapı, her moleküldeki zincirlerden birinin, daha önceki bir aşamada diğer zincirin yapımı için kalıp olarak görev yapmış olduğuna kuvvetle işaret ediyordu. Öyleyse, gen replikasyonu, genin iki benzer zincirin ayrışması ile başlamaktaydı. Daha sonra, bu şekilde ortaya çıkan iki ana kalıp üzerinde, bunlarla aynı olan iki yeni zincir yapılmakta ve böylelikle orijinal moleküle benzer iki DNA molekülü oluşmaktaydı.

Birkaç gün tek bir nükleotid içinde yer alan bütün atomların birbirine göre pozisyonlarını ölçebilmek için çekül ve cetvel kullanmakla geçti. Sarmal simetrisiye bağlı olarak bir nükleotiddeki atomların yeri, otomatik olarak başka pozisyonları da düzenleyecekti. Ertesi sabah Francis, atomik koordinatları okuyabilmek için, modeli temeli üzerinde sağlamlaştırmaya çalışıyordu. Sir Lawrence Bragg, modelin gen replikasyonuna işaret eden potansiyelini kavradıkça heyecanlanıyordu. O sırada kesin X-ışını verilerine sahip olmadıkları için, seçtikleri şeklin tamamen doğru olduğuna emin değillerdi. Hiç değilse, bir tane 2 zincirli, birbirini tamamlayan sarmalın stereo-kimyasal olarak mümkün olduğunu göstermek istiyorlardı. Bu kadar mükemmel bir yapının varolmak zorunda olduğunu söylüyorlardı.

Jerry Cambridge'de onlarla olmasaydı, Rossy'nin X-ışınları sonuçlarını değerlendirmeseler uzun bir süre benzer bazları bağlamakla uğraşıyor olabilirlerdi. Watson o sıralar sadece 25 yaşındaydı. Linus Pauling iki sarmalın haberini uzaktayken aldı. Gerçek ve samimi bir heyecan duymuştu. Kendi kendini tamamlayan bir DNA molekülünün çok açık biyolojik avantajları karşısında yarışı kaybettiğini kabul etmişti.

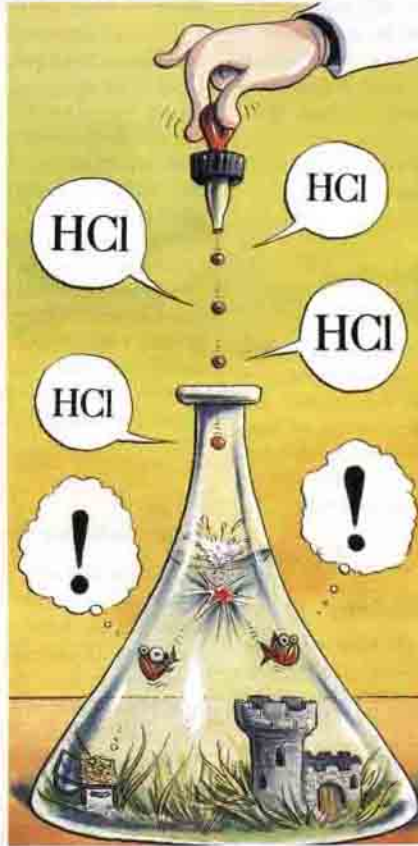
Nurda Özer

H.Ü., Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Beytepe/Ankara

Klorla Gelen Tehlike

Klor, elementlerin periyodik sisteminde yedinci ana grupta yer alan halojenler ailesinden bir elementtir. Normal koşullarda hardal renkli bir gaz olan klor, havadan daha ağırdır. Çok hızlı reaksiyona girdiği için doğada saf olarak bulunmaz. Çoğunlukla alkali metalleri ile tuzlar oluşturur.

Klorun üretimi de kloralkali-elektrolizi yoluyla yapılmakta ve yan ürün olarak sodyumhidroksit ve hidrojen elde edilmektedir. Sanayileşmenin ilk yıllarında sodyumhidroksitin daha çok kullanım alanı bulunması klor fazlasının oluşmasına neden olmuş ve klor için değişik kullanım yerleri aranmış ve bulunmuştur. Günümüzde kullanılan yapıstıncıların, ağartıcıların, sebze/meyve koruyucu ilaçların, oto, tekstil ve elektronik sanayisinde kullanılan birçok plastik maddelerin üretiminde klor ve klorlu bileşiklerden yararlanılmaktadır. Hemen akla gelen ve çok yaygın olarak kullanılan plastikler PVC, poliüretan ve termoplastlardır. Halen 30 000 kadar maddenin üretiminde klor, direk veya dolaylı olarak rol oynamaktadır.



Günlük yaşamımızda vazgeçilmez olan yemek tuzu, sodyum ile klorun yaptığı bir bileşiktir. İşme sularının klorlandığı çoğunlukla bilinir. Yani az miktarlarda iyon olarak vücuda alınan klor, hayatın devamı için yararlı ve gereklidir. Ancak gaz halinde klor teneffüs edilirse ölüme sonuçlanabilen akciğer tahrişine neden olmaktadır. Birinci Dünya Savaşı'nda ilk olarak kullanılan ve kitlesel ölümlere neden olan, halk arasında hardal gazı olarak bilinen gaz klor dan başka birşey değildir.

1984 yılında Hindistan'ın Bhopal şehrinde bir fabrikadan etrafa yayılan fosgen 3 000 kişinin ölümüne neden olmuştur. Birçok plastik maddenin üretiminde dolaylı olarak rol oynayan fosgen klor, oksijen ve karbondan oluşan bir moleküldür. Yine bir zamanlar çok kullanılan ve şimdi yasaklanmış olan DDT (Diklorodifeniltrikloreten) klorlu organik bir bi-

leşiktir. Soğutucularda kullanılan floroklorokarbon gazlarının ozon tabakasına zarar verdiği artık anlaşılmış ve bunların yerini alacak başka soğutucu maddeler bulunmuştur.

1976 yılında İtalya'nın Seveso şehrinde etrafa yayılan dioxin (tetraklorodibenzodioxin) literatüre Seveso zehiri olarak geçmiştir. 1986 yılında Basel'de klor içeren sebze/meyve ilacının Ren nehrine karışmasıyla binlerce bahçin telef olduğu basında yer almıştı. Geçen yıl Alman Hoechst firmasının başına büyük dentler açan kazanın nedeni de orto-nitroanisol adlı bir kimyasal maddenin farkedilmeden etrafı yayılmasıydı.

Sağlık açısından bazen yararlı bazen de zararlı olan klorun aşağıdaki tabloda bileşikleri ve etkileri verilmiştir.

Klor Bileşikleri

Cl₂
Cl
ClO
ClO₂
ClO₃
COCl₂
CH₂Cl₂
CCl₄
CCL₂
vinilklorit
dioxin

Sağlığa Etkisi

yoğun teneffüs edilirse öldürücü
az miktarlarda hayat için gerekli
tahriş edici
kana zarar verici, kuru halde parlayıcı
HCl ve CO oluşumunu
HCl ve CO oluşumunu, ikisi de zehirli
kanaciğere zararlı
kanaciğere zararlı
kanaciğere zararlı
kanaciğere, tahriş edici

Klor iyonu olarak zarsız iken havada binde beş klor gazının bulunması bile nefes yollarında ve akciğerde telafisi mümkün olmayan tahrişlere yol açmaktadır. Normal koşullarda insanın koku alma duyusu yukarıda sözü edilenler çok daha düşük konsantrasyonlardaki kloru farkedebilmektedir. Klor gazının yanı sıra klorun organik bileşenleri de çok zehirli etki gösterebilmektedir. Hatta dioxin için insanlığın kendi eliyle ürettiği en zehirli madde denmektedir. Dioxin yüksek sıcaklıklarda oluştuğu için bacası gazları ile etrafa yayılmaktadır. Bu nedenle çöp yakma tesislerinin önemli problemlerinden biridir. Üretilen klorun yaklaşık dörtte birinin kullandığı PVC üretimi için gerekli olan vinilklorit ise kanaciğere tahribata neden olmaktadır. Günlük hayatta kullanılan birçok maddenin üretiminde klorun kendisi veya katalizör olarak kullanılmaktadır. Bu üretimler sırasında olabilecek kazaların ne kadar korkunç sonuçlanabileceği yaşanan olaylarla görülmüştür. Bu nedenle kimya sanayisinde klorun yerini alabilecek başka maddeler bulma veya kloruz üretim yöntemleri geliştirme çabaları yoğunlaşmıştır. Bu arada poliüretan hammaddesi olan propilenoksidin sentezini kloruz gerçekleştirme yöntemleri bulunmuştur.

Klorun katalizör rolü üstlendiği reaksiyonlar içinde biyoteknik çözümler düşünülmektedir. Canlı yaşamında katalizör görevi yapan enzimlerin burada devreye sokulması mümkün olursa büyük bir başarı sağlanmış olacaktır. Hata o zaman tekrar kullanılabilir deterjanların üretilileceğinden söz edilmektedir. Küçük plastik parçacıklar üzerine yerleştirilmiş enzimler yıkama işleminden sonra atıksudan ayrılacak ve tekrar kullanılabilirler. Böylece atıksu temizleme işlemi de büyük ölçüde kolaylaşacaktır.

Görüldüğü gibi, insanlık yaşamını kolaylaştırmak için uğraşlar verirken bir yandan da kendini tehlikelere atmaktadır. Sanayileşmenin ilk yıllarında bu risk ilerlemenin bir bedeli olarak görülmüş ve pek ciddiye alınmamıştır. Ancak üretimin artması ile birlikte kaza olduğunda ortaya çıkan zararların büyük boyutlara ulaşması insanlığı tekrar düşünmeye sevk etmiş ve yaşama zarar vermeyecek üretim yöntemleri ve üretime geri dönüşü kolay ürünler geliştirme çabaları içine sokmuştur.

Sonuç olarak kloruz kimya henüz mümkün görünmemekle beraber ileriye yönelik sevindirici adımlar atılmaktadır.

Suat Özkol

H.Ü. Maden Müh. Böl. Beytepe/Ankara



Etkili İletişim Becerileri

İnsan insanla, doğayla, hayvanlarla, resimle, müzikle, makinelerle, kitle iletişim araçlarıyla, kısaca herşeyle iletişim kurabilir. İnsan kendisiyle de iletişim kurabilir. Biz ne kadar çok şeyle olumlu iletişim kurabiliyorsak, o kadar çok mutlu olabiliriz. İletişimsizlik ise bizi yavaş yavaş insanlardan, çevredeki herşeyden soyutlayıp, koparabilir; kendimizden bile. Tamamen iletişimsiz kalmak ise yaşamın sonudur.

İletişim Ne Demektir?

İnsanlar arası iletişim, yaşamımızda yer alan en önemli iletişim biçimlerinden biridir. İnsanlar yaşamları boyunca kendileri ve çevreleri ile etkileşim ve iletişim halindedirler. Çilenti iletişimi, davranış değişikliği meydana getirmek üzere fikir, bilgi, haber, tutum, duygu ve becerilerin paylaşılması süreci olarak tanımlanmaktadır. Çüceloğlu ise iletişimi, iki birim arasında birbirine ilişkin mesaj alış-verişi olarak tanımlamaktadır. İletişim, etkileşim halini ve amaçlı olmayı içeren bir süreç olup; ortaklaşma, genelleşme, paylaşmadır diye yorumlanabilir. İletişimin özü ise "anlam" kavramıdır.

İletişim çeşitli kaynaklarda farklı tanımları yapılan, oldukça zengin içeriğe sahip bir kavramdır. Ergun ve Polat, Türkiye'de "iletişim", "bildirişim", "haberleşme" kelimelerindeki Latince "ortak kılma" anlamına gelen "communicare" fiilinin, insanlar arasındaki ortak kılma işlemi anlamına geldiğini ve Miller'in iletişimi, kaynağın, hedef ya da alıcının davranışını etkilemek için bilinçli bir çaba gösterdiği amaçlı bir süreç olarak tanımlandığını açıklamaktadır.

Çeşitli tanımlar incelenerek iletişimi, "kaynak ve hedef arasında davranış değişikliği oluşturmak amacıyla bilgi, fikir, tutum, duygu ve becerilerin anlamların ortak kılınması, paylaşılması için gerçekleştirilen etkileşim sürecidir" diye tanımlamak olasıdır.

İletişim Öğeleri ve Süreci

Tanımdan da anlaşılacağı gibi her iletişiminde; Süreci başlatan bir kaynak (birey, grup, kurum, kitle iletişim araçları vb.); iletilmek istenen bir mesaj (bilgi, haber, duygu vb.); mesajın sunma yolları olarak kaynaktan çıktıktan sonra aldığı fiziksel biçim yani kanal; mesajın iletilmek istendiği (birey, grup, kurum, kitle iletişim araçları vb.) hedef (ya da alıcı); hedefin, kaynağın gönderdiği mesajı karşılık yanıtı dönüt (feed-back) yer almaktadır.

İletişim sürecinin tanımlanabilmesi için, hedefin ya da alıcının, mesajı aldığına ilişkin bir dönüt (tepki) vermesi, kaynağın mesajının ulaşmış olduğunu ya da mesajının iletmek istediği gibi anlaşılıp anlaşılmadığına ilişkin bir dönüt alması gerekmektedir. Dönüt olmadığı sürece iletişim sürecinin tamamlanması olanaksızdır. Basit bir şema ile gösterirsek iletişim öğeleri şöyle gösterilebilir.

Kaynak → Mesaj → Kanal → Hedef (alıcı)
geri besleme (feed-back)

İletişimde bulunmak istiyorsanız aldığınız mesajlara dönüt vermelisiniz. Birisi "nasılsınız" diye sorduğunda, diğerinin "iyiyim, teşekkür ederim" demesi iletişim sürecini tamamlar. Bu mesaj sırasında sözle olduğu kadar sözle olmayan mesajlar da karşılıklı iletilir. Bu nedenle iletişimde başlangıç ve bitiş yoktur denilebilir. Bireyler aynı anda karşılıklı olarak birbirlerini etkileyebilirler. Kaynakla hedefin rolleri sürekli değişir.

İletişimin etkili olup olmadığını nasıl söyleyebiliriz? Etkili iletişim ne demektir? Etkisiz iletişim ne demektir?

Etkili İletişim

Etkili iletişim; hedefin, mesajı kaynağın yolladığı biçimde alması ve bunu ona geri iletmesi ile gerçekleşir. Eğer bir arkadaşınız size gülümseyerek yaklaşmış, sizi gördüğü için mutlu, sıcak bir "merhaba" diyorsa, siz de aynı duygular içinde onu gördüğünüze sevinerek, ona yaklaşıp gülümseyip, sıcak bir "merhaba" diyebiliyorsanız, bu etkili bir iletişim örneği olabilir. Eğer güler yüzlü, sıcak bir merhabayı karşılayacak durumda ve aynı duygular içinde değilseniz, veya acele-niz varsa, ya da onu gördüğünüze pek sevinmediyseniz; sadece bir merhaba deyip yolunuza devam edebilirsiniz. Bu durumda eğer arkadaşınız durup konuşmayı ümit ediyorsa biraz hayal kırıklığına uğrayabilir. Bu durumda, pek de etkili bir iletişimin gerçekleşmediğini söyleyebiliriz.

Mesajın Etkili Gönderilmesi

İnsan ilişkileri çok kompleks ve karmaşık olduğundan; iletişim sürecinde kaynağın, mesajını etkili biçimde iletmesi son derece önemlidir. Aynı şekilde alıcının da iyi bir dinleyici olması ve dönüt vermesi iletişim sürecinin sağlıklı olması için gereklidir. Bütün bunlara rağmen etkili iletişim kurabilmek için mesajın nasıl gönderilmesi gerektiğini biraz da Johnson'un 1974'deki araştırma bulgularına göre inceleyelim:

1. Açıkça kendi mesajınızı birinci tekil şahıs yani "ben" dili kullanarak veriniz. Kendi duygu, düşüncelerinizde ben dilini kullanarak sorumluluğu alın.
2. Mesajınızı tam ve anlaşılır hale getirin. Bu alıcının mesajı tam anlayabilmesi için gerekli bilgilerin açıkça sunulması demektir.
3. Sözlü ve sözsüz mesajların uyum içinde olsun. Aslında genellikle bu mesajlar uyum içindedir. Örneğin, yardımınıza teşekkür eden bir kişi, o anda size gülümser veya başka sözsüz bir biçimde sıcaklık ifade eder. İletişim sorunları, genellikle sözlü ve sözsüz mesajlar arasındaki çelişkiyen kaynaklanır. Örneğin birisi size "buyrun bu bilgi size yardım edebilir" diyorsa ve aynı anda yüzünde bir hoşnutsuzluk ifadesi ve sesinde alaycı bir ton varsa (bu bilginin hiç de işe yaramayacağını ifade eden) mesaj, alıcının kafasını karıştırır. Bu nedenle sözlü ve sözsüz mesajların birbirini desteklemesi önemlidir.
4. Birden fazla şekilde aynı mesajı verin. Mesajı çeşitli biçimlerde tekrarlayın. Mesajın birden fazla ya da birden çok kanalla verilmesi alıcının mesajı anlamasına yardım eder.
5. Mesaj alıcıya ulaştığında, ondan dönüt vermesini is-

teyin. Mesajın alınıp alınmadığından emin olmanın tek yolu, alıcının ne anladığını kontrol etmektir.

6. Mesajınızı alıcının referans çerçevesine göre hazırlayın. İletceğiniz bir bilgiyi uzmana veya acemiye; çocuğa veya yetişkine; amirimize veya iş arkadaşınıza göre, değişik şekilde açıklayın.

7. Adlandırarak, hareket veya deyimlerle duygularınızı açıklayın. İletişim sürecinde duyguların açıklanması genellikle önemlidir. Duygularınızı adlandırarak (üzgünüm), hareketlerinizle (ağlayacak gibiyim) veya deyim olarak (kendimi dünya başıma yıkıldı gibi hissediyorum) gibi biçimlerde ifade edin. Duyguların açık olması, iletişimi karmaşıklıktan kurtarır.

8. Diğerlerinin davranışlarını onları değerlendirmeden veya yorumlamadan tanımlayın. Başkalarının davranışlarına tepki verirken "Kendinden başka kimsenin fikirlerini dinlemeyen pis bencilin tekin" diye değerlendirme yapmanın yerine, "Sözümü kesip duruyorsun" diyerek mutlaka davranışın kendisini tanımlayın. Bireyler arası iletişimde en önemli özelliklerden biri kaynağın inanırlılığıdır. Kaynağın inanırlılığı alıcının, kaynağın ifadelerinin algılanan güvenirliliğe ilişkin tutumlarını açıklar. Kaynak inanırlığının birkaç boyutu vardır:

Bilgi kaynağı olarak kaynağın güvenirliliği yani, kaynağın güvenirliliği, ne yapacağını önceden tahmin edilebilirliği ve devamlılığıdır; kaynağın amaçları: Kaynak, alıcıyı mesajı ile nasıl etkilemek istediği konusunda açık olmalıdır; sıcaklık ve cana yakınlığın gösterilmesi; kaynağın güvenirliliği konusunda diğer insanların çoğunun görüşleri. Eğer arkadaşlarınızın çoğu bize kaynağın güvenilir olduğunu söylerse genel olarak inanınız; tartışma konusu hakkında kaynağın uzmanlık derecesi; kaynağın dinamikliği. Dinamik bir kaynak enerjik, vurgulayıcı, güçlü olarak görülmektedir ve genellikle pasif bir kaynaktan daha inandırıcıdır.

Kaynak inanırlılığı üzerindeki araştırmalarda bu boyutlardan hangisinin en önemli olduğuna ilişkin bulgular az. Aksine sonuçlar, çok güvenilir bir kaynağın, bütün bu boyutlarda olumlu olarak algılandığını göstermektedir. Öte yandan güvenirliliği az olan bir kaynağın, bu boyutların herhangi bir tanesinde bile olumsuz olarak algılandığını göstermektedir. Alıcıya güvenilir gibi gelmezsek, mesajımızı önemsemeyecekse, o kişi ile etkili iletişim kuramayacağız. Özet olarak, kaynak inanırlığının kaynağın algılanan güvenirliliği olarak nitelenebiliriz.

Mesajın Etkili Alınması

Etkili iletişim kurabilmek için mesajın etkili gönderilmesi kadar, mesajın etkili biçimde alınması da gerekmektedir. Bu konudaki becerilerin geliştirilmesi için iki konu önem taşır: Kaynağın gönderdiği fikir ve duyguları anlamaya istekli olduğunu belli etmek; kaynağın gönderildiği fikir ve duyguları anlamak ve onları yorumlamak. Birinci basamakta gönderilen duygu ve fikirleri doğru olarak anlamak ama onları değerlendirmemek çok önemlidir.

"Yanıldığını düşünüyorum", "söylediğinden hiç hoşlanmadım", "herhalde haklısın" ya da "bu duydu-

ğum en güzel/berbat fikir" gibi değerlendirebilir bir yanıt, kaynağı savunucu olmaya itebilir. Duygular kuvvetli olduğunda, iki kişi karşılıklı olarak birbirlerinin fikirlerini, kendi görüşleri açısından değerlendirir. Etkili iletişim kurabilmek için, böyle bir değerlendirilmeye girmeden önce, kaynağın bakış açısını tam olarak anlamak çok daha önemlidir. Mesajı almak için gereken özel beceriler, mesajı kendi kelimelerimizle tekrarlamak, kaynağın duygularının doğru algılanıp algılanmadığını kontrol etmek ve mesajın anlamı konusunda anlaşmaya varmak. Bu beceriler; kaynağın gönderildiği mesajı ve duygularını değerlendirmeden ve tam olarak anladığınız biçimde, kendi kelimelerinizle kaynağa ifade edin; mesajın alınmasında en temel ve önemli beceri, mesajın kaynağa kendi kelimelerinizle ile ifade edilmesidir. Bu, kaynağın referans çerçevesini anladığınızı gösterecek biçimde yapılmalıdır. Buradaki basit kural şudur: Kendi fikirlerinizi ancak kaynağın duygu ve düşüncelerini tam olarak ve kaynağı doyuma ulaştıracak bir şekilde tekrarladıktan sonra, söyleyebilirsiniz. Mesajı tekrarlarken, kaynağın ifade ettiği duygu ve düşünceleri aynı sözleri tekrarlayarak değil, kendi sözlerinizle tekrarlamak, herhangi bir onaylama ya da onaylamama belirtisinden kaçınmak, mesaja ne bir şey eklemek ne de çıkartmak, kaynağın duygular ve mesajın anlamını anlayabilmek için kendinizi kaynağın yerine koymaya çalışmak faydalıdır; kaynağın duygularının ne olduğunu anladığınız biçimde açıklayın. Kaynağın duyguların sözlü olarak mesajda ifade edilmemişse, onları tekrarlamak bazen zordur. O yüzden ikinci mesaj alma becerisi, kaynağın duygularını hakkındaki algılarınızı kaynağa açıklayarak doğru olup olmadığını kontrol etmektir. Bu açıklama onaylama ya da onaylamama ifade etmeden yorumlamaya veya nedenlerini açıklamaya çalışmadan denemelik olarak, algılanan duygular belirtmelidir. Basit olarak "ben senin ... duyguları içinde olduğunu düşünüyorum, doğru mu?" demektir; kaynak ile mesajın anlamı konusunda aynı fikirde anlaşmaya varana kadar kaynağın gönderdiği mesajı, kaynağa tekrarlayın. Sıklıkla, sözcükler tam söylenmek istenen anlamı taşımaz. Birisi "sen hep böyle bağırtı mısın?" diyebilir. Bu aslında "lütfe bağırma" anlamında söylenmiştir. Öyleyse bazen söylenen mesajın içeriğini tekrarlamak, anladığınızı iletmek için pek faydalı olmaz. Böyle bir durumda mesajın anlamı konusunda anlaşmaya varmalısınız. Örneğin "... demek istediğinizi sanıyorum." diyerek mesajın anlamı konusunda pazarlık etmeye başlayabilirsiniz. Eğer haklıysanız yanıtı verebilirsiniz. Yanlıyorsanız kaynak, mesajını siz öz anlamı tekrarlayabilece kadar başka kelime ile ifade edebilir. Kullandığınız kelimelerin değil, mesajın anlamı konusunda anlaşmaya varmanın önemli olduğunu aklınızda tutun. Bu süreç sizin için doğallaştıkça sadece yukarıda verilen örnek değil çeşitli ifadeler kullanabilecek duruma geleceksiniz. Başkalarının tekrar tekrar aynı cümleyi söylemelerine karşı sabırlı olun, çünkü onlar iletişim becerilerini hala geliştirmektedirler.

Etkili iletişimde o kadar önemli olan bu temel mesaj alma becerileri ile ilgili ayrıntılı bir inceleme Johnson (1986)'ın *Reaching Out* adlı kitabında bulunmaktadır (Johnson ve Johnson 1987:181).

İletişim Engelleri ve Engeli Ortadan Kaldırmanın Yolları

İki kişi konuşurken iletişimde bulunamıyorsa, bu durum analiz edildiğinde, işin içine duyguların karıştığı ve değerlendirme eğiliminin arttığı söylenebilir. Duygular yoğunlaştıkça iletişimde eşit elementlerin olmama olasılığı çıkabilir. Bu durumda sadece iki değişik fikir, iki değişik duygu, iki değişik değerlendirme ve birinin diğerinin psikolojik durumunu anlamaması söz konusudur. Yaşantınızda böyle bir durumu hatırlayabilirsiniz. Eğer duygusal olarak kendinizin karışmadığı bir hararetili kavgayı dinliyorsanız "bunlar aynı şeyi konuşuyorlar" diye düşünülmüşdür; bu durumda gerçekten aynı şeyi konuşuyorlardı, kendi görüşleri açısından bir şeyi yargılıyor ya da değerlendiriyorlardı. Bu durumda gerçek anlamda bir iletişim olduğundan söz etmek olası değildir.

Herhangi bir duygusal anlamı olan duruma, kendi görüşünüzden değerlendirme yaparak tepki vermeniz, insanlararası iletişimde en temel engeli yaratır.

Bu sorunu çözmenin ve bu engeli ortadan kaldırmanın yolu nedir? Gerçek anlamda iletişim, "değerlendirme" eğiliminden kaçınılması ve biz "anlayarak" dinlediğimiz zaman gerçekleşebilir. Bu ne demektir? Bu iletilen fikir ve tutumların, karşıdaki kişinin konuştuğu konu hakkındaki amacını, onun görüş açısını, onun için ne anlama geldiğini, nasıl hissettiğini anlamakla olanaklıdır. Bu çok basit gibi görünmesine karşın, hiç te kolay bir iş değildir. Bu yöntem, psikoterapi alanında bireylerin diğerleri ile ilişkilerini ve iletişim becerilerini geliştirmek için başvurulan en etkili yoldur.



Bazı insanlar, insanları iyi dinlediklerini zannedip; ama henüz iyi sonuç alamadıklarını düşünebilirler. O zaman dinleme becerisinin yukarıda ifade edilen anlamda olmadığı söylenebilir. Aslında kendinizi eşinizle, bir arkadaşınızla ya da bir grup arkadaşınızla kavgaya edersen bulursanız, bir an durup şu kuralı hatırlayın: "Herkes, ancak karşıdaki fikirlerini ve duygularını onun için yeniden özetledikten ve onu tatmin ettikten sonra kendisi konuşabilir." Bu ne demektir? Bu, siz kendi fikirlerinizi söylemeden önce, karşıdaki konuşmacının referans çerçevesini, görüş açısını, onun duygularını ve düşüncelerini onun için özetlemelisiniz demektir. Bu da kolay gibi görünüyorsa, ama denediğiniz zaman şimdiye kadar denediğiniz en zor şey olduğunu göreceksiniz. Yine de karşıdaki görüş açısını anlamaya başladıktan sonra, fikirleriniz hızla yeniden düzenlenecektir. Duygular tartışma dışı kalacak ve iletişim daha rasyonel ve anlaşılır hale gelecektir. Burada karşınızdaki nevrozik ya da psikotik bir bireyin dünyasını anlamak ve o dünyada kaybolmak riski aklınıza gelebilir. Büyük çoğunluğumuz zaten böyle dinleyemeyiz ve kendimizi "değerlendirme" yaparken buluruz. Çünkü dinlemek bize tehlikeli gelir. Bu iş cesaret ister ve bu cesaret her zaman bizde yoktur.

Sonuç olarak, yukarıda sıralanan becerilerin, öğrenilerek geliştirilebileceği söylenebilir. Günlük iletişim biçimimize gerekli öznenin gösterilmesi ve iletişime duyarlılık arttıkça, daha iyi iletişim kurulabilir. İyi mesaj gönderme ve karşıdaki mesajı daha iyi dinleme davranışının geliştirilmesi, bu konuda bilgilerimizin artırılması, iyi iletişim kurmamıza yardım edebilir. Bu konuda sözlü ve sözsüz iletişimlerde pratik yapmak yararlı olacaktır. Çevrenizle kurduğunuz iletişimler gelişerek daha olumlu hale geldikçe göreceksiniz ki, her iletişim sürecinin sonunda sizi küçük bir mutluluk bekliyor. Karşınızdakinin fikrini kabul etmiyor olsanız bile, onu gerçekten anlamışsanız, bu bile bir mutluluktur. Bu anlamda iletişim karşıdaki bireye ya da gruba değil sorunu çözmeye yönelik olmalıdır. Rogers ve Roethlisberger'in de belirttiği gibi, sorunun karşınızdakinin nasıl görüldüğünü kendinize gördüğünü gibi anlarsanız ve karşınızdaki size nasıl görüldüğünü, kendisine gördüğünü kadar iyi anlarsa iletişim gelişti demektir.

Böylece bireyler arası iletişimin daha sağlıklı ve iyi olabilmesi için önce her bireyin kendisini bu konuda iyi eğitmesi gerektiği söylenebilir. Bu anlamda bilgilerimiz ve iletişime duyarlılığımız en iyi yol göstericilerimiz olacaktır. Zaten bu makaleyi okumanız, konuya duyarlılığınızı gösteriyor. Eğer bu makale ile iyi iletişim kurabiliyorsanız, ben de iletişim becerilerinizde bazı iyi değişimler olabileceğini ümit edebilirim. Duygular işin içine karışıkça iletişimde bazı aksamlar olabilir. Ancak iletişim konusundaki bilgilerimiz ve iletişimde bulunan bireylerin mesajı gönderme ve dinleme davranışlarındaki duyarlılıkları arttıkça, iletişimde olumlu değişimleri bekleyebiliriz.

Canan Paknadel
Abant İzzet Baysal Üniv. Bolu

Kaynaklar
Bursalıoğlu, Z. Okul Yönetiminde Yeni Yapı ve Davranış. Eğitim Fakültesi Yayınları, Ankara, 1979.
Cüceloğlu, D. İnsan İnsana. Altın Kitaplar Yayınevi, İstanbul, 1987.
Çilenti, K. Eğitim Teknolojisi. Kadioglu Matbaası, Ankara, 1979.
Ergun, T. ve Aykut P. Kamu Yönetimine Giriş. TODAİE Yayınları, Ankara, 1978.
Johnson, D. W., Frank P. J. Joining Together. Group Theory and Group Skills. New Jersey: 1987.
Rogers, C. R., Roethlisberger F. J., "Barriers and Gateways to Communication." Effective Communication. U.S.A. 1974.

Gaziantep Üniversitesi Bilim Teknik Araştırma Topluluğu (GÜBİTAT)

Ülkemizde eğitilmiş insan kadrosunu arttırmak, araştırma koşullarını sağlamak ve farklı konular üzerinde fertlerin çoğunluk olarak katılımını sağlamak amacıyla üniversitelerde bazı topluluklar kurulmuştur. Böyle toplulukların eldeki tüm olanakları değerlendirerek varlıklarını sürdürebilmeleri gerçekten güçlenmeyecek çalışmaların yapıldığını ortaya koymaktadır.

Bilim dünyaya bakış biçimimizi, gerçeklik ve insan anlayışımızı etkilemeli, onlardan etkilenmelidir. Bilim hayatı, bir arayış heyecanının saf, çarşarsız bir özlemin gerçekleştirilmeye çalışıldığı bir hayat olmalıdır. İnsanlık bütün kazanımlarını bilimsel araştırmalara borçludur. İnsanlık tarihinin bütün dönemlerinde, birçok bilimadamı hayatları pahasına da olsa, bilim adı altındaki insanlık uğruna çalışmalarında bulunmuş, bugünlere ulaşılmasını sağlamıştır. Bilim kavramının soyutluktan çıkıp, artık gözle görülebilir ve elle tutulabilir birtakım gerçeklere dayandırılabilmesi için eğitilmiş insanların çalışmalarını ortaya koymaları, sergilemeleri ve hatta devamının getirilmesini sağlamaları gerekmektedir. Çalışmaların kuramsallıktan kurtulabilmesi ancak böyle mümkün olacaktır.

Bize düşen çalışmalarımızı ortaya koyarak geliştirme yoluna gitmektir. Bu çalışmalarda bilimi amaç, teknoloji de araç olarak kullanmak temel ilkimizdir. Unutmayalım ki bilim ile teknik daima iç içedir. İşte böyle düşüncelerle kurulan ve henüz çok yeni olan Gaziantep Üniversitesi Bilim Teknik Araştırma Topluluğu (GÜBİTAT) topluluk faaliyetlerine hergün bir yenisini katarak ilerlemektedir.

Topluluk olarak bizlerin yapmak istediği; bilimsel çalışmalar ve araştırmalar yaparak, duyduğumuz bilim açlığını kendi bünyemizde gidermektir. Yansıcı düşüncelerin bir araya gelebileceği bir ortam yaratmak istedik. Bizler için öğrenmek ve devamından öğretmek bir tutkudur. Üniversitemizin de olanakları ölçüsünde yaptığımız çalışmalarda bilimin ve teknolojinin anlamını tüm arkadaşlara benimsetmek hedeflerimiz arasında yer almaktadır. Öğrencinin bilimsel düşünmeyi kazanması, bilimselliğini geliştirebileceği ve mesleki araştırmalarında kullanabileceği bir ortamda bulunma şansı yaratma çabasındayız. Bu ortamın en belirleyici özelliği öğrencilerin etkin katılımcı konumunda olmalarıdır. Edilgen bir yapıdan uzak olunuşu ürünün kalitesini artırmaktadır.

Uygun yöntemlerin kullanıldığı, bu yöntemlerle düşünce ve yaratıcılığın birleştirildiği çalışmalar hedef konumundadır. araştırma yapmanın temel kuralları ve gereksinimleri olan kaynak taraması, kütüphaneye kullanımı gibi hem bilgiye ulaşım yöntemleri hem de bilginin değerlendirilmesi yalnız kuramsal olarak değil, içinde yaşayarak öğrenmek için bu toplulukta yer almak başlangıçta önemli bir adımdır. Farklı disiplinlerde alınan eğitimi ortak bir konu üzerinde birleştirmek bu birlikteliğin veya topluluğun genel çalışma biçimidir.

Üniversitemizin bilimsel anlamdaki tek topluluğu olarak 1992 yılında faaliyetlerine başlayan toplulu-

ğumuz her yıl kendimizi yenileyerek; güncel araştırma konuları ele alınarak öğrencilerin bilimsel araştırma ortamına heveslendirilmesi amacıyla seminer çalışmaları yapmıştır. Faaliyetlerimizi sıralayacak olursak;

- Hafta sonları gösterilen video gösterileri; örneğin, "The Life Of An Experiment" isimli gösteri
- "Radyasyondan Korunma Yolları ve İnsan Üzerine Etkileri" konular konferans. Bu konferansın konuşmacısı, Fizik Müh. Bölümü'nden Yrd. Doç. Dr. Zihni Öztürk.

- Geniş katılımlı "Üniversitemizde Öğretim ve Bilim" konulu, sayın hocalarımızın konuşmacı olarak bulunduğu panel. Panelin konu başlıklarından, üniversitemizimizin toplumun bilimsel ve teknolojik ihtiyacını giderme açısından konumu, önemli soruları gündeme getirmiştir.

Bunların yanında, bizler için önem derecesi çok yüksek olan bir çalışmamız var: QUARK. Nisan 1993'te yayınladığımız bu dergi çalışmamızın en somut örneği sayılabilir. TÜBİTAK tarafından yayınlanan Doğa dergileri takip edilmektedir. TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi'nin abonelik kampanyalarına önderlik edilmektedir.

Bilim ve Teknik Dergisi Haziran sayısında yayınlanan, "Öğrenci Araştırma Toplulukları" yazısında da olduğu gibi, bizim de diğer topluluklar gibi en temel sorunumuz "öğrencilerin ilgisizliği."

Belirtilen faaliyetlerin hemen hepsinin temelinde bilim ve bilimsellik yer almaktadır. Bilimi oluşturan temel dayanak neden-sonuç ilişkisidir. Bu ilişkiyi üniversite öğrencileri olarak çözebilmek, bilimsel araştırmaların önemini ve güncelliğini benimsetebilmek amacıyla topluluğumuz kendi faaliyetleriyle; bilimsiz aydınlanamayacak dünyada "Bizde varız" demektedir.

Ali Savaş, Erkan Şener, Ali Ekber Ulusay

DNA'nın Öyküsü

James D. Watson'un kendi anılarını yazdığı, TÜBİTAK'ın Popüler Bilim Kitapları dizisinden, "İkili Sarmal, DNA Yapı Çözümünün Öyküsü" adlı kitapta, önsözü yazan Sir Lawrence Bragg'ın deyişiyle, "Watson ve Crick'in DNA'yı çözmemesi, tüm biyolojik sonuçları ile birlikte yüzölümünün en büyük bilimsel olaylarından biridir". Bu başarı 1962 yılında Nobel ödülü ile değerlendirilmiş, proteinlerle birlikte kromozomları oluşturan, nesilden nesile kalıtılan bir dinamik molekülün açıklanması, can-

lılığı anlamaya yönelik pek çok çalışmanın temelini oluşturmuştur.

Ya tek bir insan korkunç bir sabır ve beyin gücüyle, ömrü boyunca fizik, kimya, biyolojinin temellerini öğrenecek, ölmeden önce belki, bir dünya sorununu çözebilecek ya da çok sayıda bilimadamı birbirlerine bildiklerini aktara aktara bir sonuca gidecekler. Bence dünyanın gizemlerini çözme yolunda bu mutlaka gerekli. Bu insani alışveriş, tüm kıskançlık, kırgınlık, sevinç ve heyecanıyla birlikte mutlaka gerekli. Ve Bilim, Watson'un kaydettiği gibi "Dışardan insanların sandığı şekilde, doğrudan mantıklı bir biçimde ilerlemiyor. Tam tersine bilimin ileriye, bazende geriye, doğru olan adımları çoğunlukla kişiliklerin ve kültürel geleneklerin rol oynadığı son derece insani olaylardır".

Fakat biz, hep büyük buluşların sahibi olan bilimadamlarını ulaşmaz, çok farklı insanlar olarak düşünür, belkide kendimizle hiçbir ortak yön bulamayız. Oysa, bir tatil, bir sevgili, güzel bir yemek, bir dost sohbeti, daha iyi bir ev gibi sıradan bir yaşamdaki güzellik ve kaygıları düşüklüklerine tanık olmak insana büyük bir keyif veriyor. Onlarla herhangi bir yaşam kesitinde ufak bir özdeşleşme bile insana güç sağlıyor. Hele insanlığın genetik havuzunun önemini kavramak, hiç bir düşüncenin beyinlerde kalmaması gerektiğine inanmak (belkide biyolog olmak) insana tatlı bir ayrıcalık veriyor.

James Watson, Francis Crick'le ilk kez Cambridge'de karşılaşmış ve DNA'nın proteinlerden daha önemli olduğu düşünen biriyile tanışmanın kendisi için bir şans olduğunu düşünmüştü. Francis ve eşinin politika ve din ile ilgileri yok gibi görünüyordu. Hatta din, Francis'e göre, geçmiş kuşaklara ait bir hata idi, günümüzde de sürdürülmesi gereksizdi. Bu ilgisizliğin nedeni belkide karanlığı unutmamak istedikleri savaştı. Times dergisinden çok, moda dergisi Vogue ilgisini çekiyordu. Kalıtsal özelliklerin bir bakteri hücresinden diğerine, atılmış DNA molekülleri ile geçtiği zaten önceden kanıtlanmıştı. Ama bu DNA'ların ne biçim bir yapıların olduğu nükleotidlerden oluşmaları dışında bilinmiyordu. Bu işe giriştiklerinde ellerinde sadece x-ışını kırınımı ile alınmış DNA resimleri vardı. Olayın özünde, DNA molekülündeki polinükleotid bağlarının sayısı hakkında karar vermek gizliydi. Tüm sorun, DNA ipliklerinin merkezi eksen etrafında döndükleri açı ve yan-çaptı. Belki de bir polinükleotid zinciri en güzel nasıl kıvrılır diye düşünseiler, çözüm daha kolay olabilecekti. Günleri modelleriyle oynamakla geçiyordu. Daha önce Linus Pauling, peptid bağının düz olduğu bilgisini bularak alfa sarmalını takır takır çözmüştü. DNA'nın birbirini izleyen nükleotidleri birarada tutan fosfodiester bağlarının çeşitli şekillerde bulunabileceğini gösteren bir sürü işaret vardı. Aslında Francis'in tez konusu, farklı yoğunluklarda tuz çözeltilerine atılan hemoglobin kristallerinin küçülme biçimleri idi. DNA kimyasındaki bazı garip düzensizlikler daha önce düşünülmüş, Chargaff tarafından pürin ve pirimidin bazlarının birbirine oranları çıkarılmıştı. Adenin moleküllerinin sayısı timin molekülüne, guaninde sitozine sayıları çok yakındı. Bundan sonra Francis, adenin ve timin yüzeylerinin birbirine yapışması gerektiğini anladı. Önceleri 4 baz arasındaki kimyasal farklılıkları bilmiyordu. Watson'unise bilimsel yaşamı "bakterilerin cinsel hayatları" ile başlamıştı. Fakat, artık her ikisi için de DNA molekülü daha cazip bir sorun olarak duruyordu. Watson ve Crick, Linus Pauling'in oğlu Peter'den zaman zaman babasının çalışmaları hakkında bilgi alıyorlar ve bu olgun bilimadamıyla DNA'yı çözme yarışında varolabileceklerini düşünüyorlardı. Pauling'in, saç proteini keratinde, alfa sarmalının kıvrılması



şemaları ile meşgul olması iyi bir haberdir. Daha sonra Peter, babasının çalıştığı DNA modelinin, şeker-fosfat iskeleti ortada olan üç zincirli bir sarmal olduğunu söyleyecekti. Watson, Linus'un bu modelinde fosfat gruplarının iyonlaşmamış olduğunu farketti. Her grubun bağlı bir hidrojen atomu vardı ve bu yüzden de elektrik yükü yoktu. Yani, Pauling'in nükleik asiti hiçte asit değildi. Üstelik yüksüz fosfat grupları modelin önemsiz bir ayrıntısı da değildi. Oysa Watson'un nükleik asit kimyası hakkında bilgisi, fosfat gruplarında bağlı H atomları bulunmadığını söylüyordu. O güne dek hiç kimse DNA'nın orta kuvvette bir asit olduğundan kuşkuya düşmemişti. Bu durumda Linus'un bazı temel kimya verilerini bile atlamış olmasından, büyük keyif duydu ve yarıştı halen varlığını düşünmeye başladı. Watson, düzgün bir polimer molekülü için en basit biçimin sarmal olduğuna inanıyordu. Ve, DNA'nın eksen boyunca her 34 Å'de bir kendini tekrarlayan bir sarmal olduğunu kanıtlayacak şekilde taslaklar çizmeye başladı. Bu arada Crick'de her ne kadar fizikçiye de biyolojide önemli şeylerin çiftler halinde ortaya çıkacağına inanmıştı. Bir yıldan fazladır bazılarını düzenli H bağları oluşturma olasılığını gözardı etmişlerdi. Başlangıçta, her bazda bir veya daha fazla H atomunun yer değiştirebildiğini görmeleri (tatomerik yer değiştirme) onları, belirli bir bazdaki tüm tatomerik biçimlerin aynı sıklıkla oluştuğu sonucuna götürmüştü. Oysa, bazların hepsi değilse bile büyük bölümü diğer bazlarla H bağları oluşturmuyordu ve bu H bağları çok düşük DNA konsantrasyonlarında da bulunmaktaydı. Bu da bağların, aynı molekül içindeki bazları birbirleriyle birleştirdiğine kuvvetle işaret ediyordu. Birde X-ışını kristalografisi sonucu vardı. Belki de sorunun özü bazlar arasındaki H bağlarını düzenleyen bir kuralda gizliydi. Benzer baz sıralanıyla birbiri etrafında dolaşan iki zincir raslantısal olamazdı. Böyle bir yapı, her moleküldeki zincirlerden birinin, daha önceki bir aşamada diğer zincirin yapımı için kalıp olarak görev yapmış olduğuna kuvvetle işaret ediyordu. Öyleyse, gen replikasyonu, genin iki benzer zincirin ayrışması ile başlamaktaydı. Daha sonra, bu şekilde ortaya çıkan iki ana kalıp üzerinde, bunlarla aynı olan iki yeni zincir yapılmakta ve böylelikle orijinal moleküle benzer iki DNA molekülü oluşmaktaydı.

Birkaç gün tek bir nükleotid içinde yer alan bütün atomların birbirine göre pozisyonlarını ölçebilmek için çekül ve cetvel kullanmakla geçti. Sarmal simetrisiye bağlı olarak bir nükleotiddeki atomların yeri, otomatik olarak başka pozisyonları da düzenleyecekti. Ertesi sabah Francis, atomik koordinatları okuyabilmek için, modeli temeli üzerinde sağlamlaştırmaya çalışıyordu. Sir Lawrence Bragg, modelin gen replikasyonuna işaret eden potansiyelini kavradıkça heyecanlanıyordu. O sırada kesin X-ışını verilerine sahip olmadıkları için, seçtikleri şeklin tamamen doğru olduğuna emin değillerdi. Hiç değilse, bir tane 2 zincirli, birbirini tamamlayan sarmalın stereo-kimyasal olarak mümkün olduğunu göstermek istiyorlardı. Bu kadar mükemmel bir yapının varolmak zorunda olduğunu söylüyorlardı.

Jerry Cambridge'de onlarla olmasaydı, Rossy'nin X-ışınları sonuçlarını değerlendirmeseler uzun bir süre benzer bazları bağlamakla uğraşıyor olabilirlerdi. Watson o sıralar sadece 25 yaşındaydı. Linus Pauling iki sarmalın haberini uzaktayken aldı. Gerçek ve samimi bir heyecan duymuştu. Kendi kendini tamamlayan bir DNA molekülünün çok açık biyolojik avantajları karşısında yarışı kaybettğini kabul etmişti.

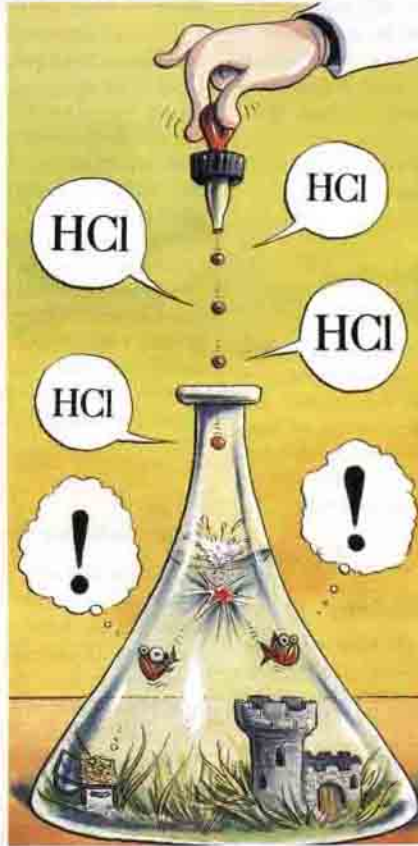
Nurdan Özer

H.Ü., Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Beytepe/Ankara

Klorla Gelen Tehlike

Klor, elementlerin periyodik sisteminde yedinci ana grupta yer alan halojenler ailesinden bir elementtir. Normal koşullarda hardal renkli bir gaz olan klor, havadan daha ağırdır. Çok hızlı reaksiyona girdiği için doğada saf olarak bulunmaz. Çoğunlukla alkali metalleri ile tuzlar oluşturur.

Klorun üretimi de kloralkali-elektrolizi yoluyla yapılmakta ve yan ürün olarak sodyumhidroksit ve hidrojen elde edilmektedir. Sanayileşmenin ilk yıllarında sodyumhidroksitin daha çok kullanım alanı bulunması klor fazlasının oluşmasına neden olmuş ve klor için değişik kullanım yerleri aranmış ve bulunmuştur. Günümüzde kullanılan yapıstıncıların, ağartıcıların, sebze/meyve koruyucu ilaçların, oto, tekstil ve elektronik sanayisinde kullanılan birçok plastik maddelerin üretiminde klor ve klorlu bileşiklerden yararlanılmaktadır. Hemen akla gelen ve çok yaygın olarak kullanılan plastikler PVC, poliüretan ve termoplastlardır. Halen 30 000 kadar maddenin üretiminde klor, direkt veya dolaylı olarak rol oynamaktadır.



Günlük yaşamımızda vazgeçilmez olan yemek tuzu, sodyum ile klorun yaptığı bir bileşiktir. İşme sularının klorlandığı çoğunlukla bilinir. Yani az miktarlarda iyon olarak vücuda alınan klor, hayatın devamı için yararlı ve gereklidir. Ancak gaz halinde klor teneffüs edilirse ölüme sonuçlanabilen akciğer tahrişine neden olmaktadır. Birinci Dünya Savaşı'nda ilk olarak kullanılan ve kitlesel ölümlere neden olan, halk arasında hardal gazı olarak bilinen gaz klor dan başka birşey değildir.

1984 yılında Hindistan'ın Bhopal şehrinde bir fabrikadan etrafa yayılan fosgen 3 000 kişinin ölümüne neden olmuştur. Birçok plastik maddenin üretiminde dolaylı olarak rol oynayan fosgen klor, oksijen ve karbondan oluşan bir moleküldür. Yine bir zamanlar çok kullanılan ve şimdi yasaklanmış olan DDT (Diklorodifeniltrikloreten) klorlu organik bir bi-

leşiktir. Soğutucularda kullanılan floroklorokarbon gazlarının ozon tabakasına zarar verdiği artık anlaşılmış ve bunların yerini alacak başka soğutucu maddeler bulunmuştur.

1976 yılında İtalya'nın Seveso şehrinde etrafa yayılan dioxin (tetraklorodibenzodioxin) literatüre Seveso zehiri olarak geçmiştir. 1986 yılında Basel'de klor içeren sebze/meyve ilacının Ren nehrine karışmasıyla binlerce bahçin telef olduğu basında yer almıştı. Geçen yıl Alman Hoechst firmasının başına büyük dentler açan kazanın nedeni de orto-nitroanisol adlı bir kimyasal maddenin farkedilmeden etrafı yayılmasıydı.

Sağlık açısından bazen yararlı bazen de zararlı olan klorun aşağıdaki tabloda bileşikleri ve etkileri verilmiştir.

Klor Bileşiği

Cl₂
Cl
ClO
ClO₂
ClO₃
COCl₂
CH₂Cl₂
CCl₄
C₂H₂Cl₂
H₂C=CHCl
dioxin

Sağlığa Etkisi

yoğun teneffüs edilirse öldürücü
az miktarlarda hayat için gerekli
tahriş edici
kana zarar verici, kuru halde parlayıcı
HCl ve CO oluşumunu
HCl ve CO oluşumunu, ikisi de zehirli
kanaciğere zararlı
kanaciğere zararlı
kanaciğere zararlı
kanaciğere, tahriş edici

Klor iyonu olarak zarsız iken havada binde beş klor gazının bulunması bile nefes yollarında ve akciğerde telafisi mümkün olmayan tahrişlere yol açmaktadır. Normal koşullarda insanın koku alma duyusu yukarıda sözü edilenler çok daha düşük konsantrasyonlardaki kloru farkedebilmektedir. Klor gazının yanı sıra klorun organik bileşenleri de çok zehirli etki gösterebilmektedir. Hatta dioxin için insanlığın kendi eliyle ürettiği en zehirli madde denmektedir. Dioxin yüksek sıcaklıklarda oluştuğu için bacası gazları ile etrafa yayılmaktadır. Bu nedenle çöp yakma tesislerinin önemli problemlerinden biridir. Üretilen klorun yaklaşık dörtte birinin kullandığı PVC üretimi için gerekli olan vinilklorit ise kanaciğere tahribata neden olmaktadır. Günlük hayatta kullanılan birçok maddenin üretiminde klorun kendisi veya katalizör olarak kullanılmaktadır. Bu üretimler sırasında olabilecek kazaların ne kadar korkunç sonuçlanabileceği yaşanan olaylarla görülmüştür. Bu nedenle kimya sanayisinde klorun yerini alabilecek başka maddeler bulma veya kloruz üretim yöntemleri geliştirme çabaları yoğunlaşmıştır. Bu arada poliüretan hammaddesi olan propilenoksidin sentezini kloruz gerçekleştirme yöntemleri bulunmuştur.

Klorun katalizör rolü üstlendiği reaksiyonlar içinde biyoteknik çözümler düşünülmektedir. Canlı yaşamında katalizör görevi yapan enzimlerin burada devreye sokulması mümkün olursa büyük bir başarı sağlanmış olacaktır. Hata o zaman tekrar kullanılabilir deterjanların üretilileceğinden söz edilmektedir. Küçük plastik parçacıklar üzerine yerleştirilmiş enzimler yıkama işleminden sonra atıksudan ayrılacak ve tekrar kullanılacaktır. Böylece atıksu temizleme işlemi de büyük ölçüde kolaylaşacaktır.

Görüldüğü gibi, insanlık yaşamını kolaylaştırmak için uğraşlar verirken bir yandan da kendini tehlikelere atmaktadır. Sanayileşmenin ilk yıllarında bu risk ileleminin bir bedeli olarak görülmüş ve pek ciddiye alınmamıştır. Ancak üretimin artması ile birlikte kaza olduğunda ortaya çıkan zararların büyük boyutlara ulaşması insanlığı tekrar düşünmeye sevk etmiş ve yaşama zarar vermeyecek üretim yöntemleri ve üretime geri dönüşü kolay ürünler geliştirme çabaları içine sokmuştur.

Sonuç olarak kloruz kimya henüz mümkün görünmemekle beraber ileriye yönelik sevindirici adımlar atılmaktadır.

Suat Özkol

H.Ü. Maden Müh. Böl. Beytepe/Ankara



Etkili İletişim Becerileri

İnsan insanla, doğayla, hayvanlarla, resimle, müzikle, makinelerle, kitle iletişim araçlarıyla, kısaca herşeyle iletişim kurabilir. İnsan kendisiyle de iletişim kurabilir. Biz ne kadar çok şeyle olumlu iletişim kurabiliyorsak, o kadar çok mutlu olabiliriz. İletişimsizlik ise bizi yavaş yavaş insanlardan, çevredeki herşeyden soyutlayıp, koparabilir; kendimizden bile. Tamamen iletişimsiz kalmak ise yaşamın sonudur.

İletişim Ne Demektir?

İnsanlar arası iletişim, yaşamımızda yer alan en önemli iletişim biçimlerinden biridir. İnsanlar yaşamları boyunca kendileri ve çevreleri ile etkileşim ve iletişim halindedirler. Çilenti iletişimi, davranış değişikliği meydana getirmek üzere fikir, bilgi, haber, tutum, duygu ve becerilerin paylaşılması süreci olarak tanımlanmaktadır. Çüceloğlu ise iletişimi, iki birim arasında birbirine ilişkin mesaj alış-verişi olarak tanımlamaktadır. İletişim, etkileşim halini ve amaçlı olmayı içeren bir süreç olup; ortaklaşma, genelleşme, paylaşmadır diye yorumlanabilir. İletişimin özü ise "anlam" kavramıdır.

İletişim çeşitli kaynaklarda farklı tanımları yapılan, oldukça zengin içeriğe sahip bir kavramdır. Ergun ve Polat, Türkiye'de "iletişim", "bildirişim", "haberleşme" kelimelerindeki Latince "ortak kılma" anlamına gelen "communicare" fiilinin, insanlar arasındaki ortak kılma işlemi anlamına geldiğini ve Miller'in iletişimi, kaynağın, hedef ya da alıcının davranışını etkilemek için bilinçli bir çaba gösterdiği amaçlı bir süreç olarak tanımlandığını açıklamaktadır.

Çeşitli tanımlar incelenerek iletişimi, "kaynak ve hedef arasında davranış değişikliği oluşturmak amacıyla bilgi, fikir, tutum, duygu ve becerilerin anlamların ortak kılınması, paylaşılması için gerçekleştirilen etkileşim sürecidir" diye tanımlamak olasıdır.

İletişim Öğeleri ve Süreci

Tanımdan da anlaşılacağı gibi her iletişimde; Süreci başlatan bir kaynak (birey, grup, kurum, kitle iletişim araçları vb.); iletilmek istenen bir mesaj (bilgi, haber, duygu vb.); mesajın sunma yolları olarak kaynaktan çıktıktan sonra aldığı fiziksel biçim yani kanal; mesajın iletilmek istendiği (birey, grup, kurum, kitle iletişim araçları vb.) hedef (ya da alıcı); hedefin, kaynağın gönderdiği mesajı karşılık yanıtı dönüt (feed-back) yer almaktadır.

İletişim sürecinin tanımlanabilmesi için, hedefin ya da alıcının, mesajı aldığına ilişkin bir dönüt (tepki) vermesi, kaynağın mesajının ulaşmış olduğunu ya da mesajının iletmek istediği gibi anlaşılıp anlaşılmadığına ilişkin bir dönüt alması gerekmektedir. Dönüt olmadığı sürece iletişim sürecinin tamamlanması olanaksızdır. Basit bir şema ile gösterirsek iletişim öğeleri şöyle gösterilebilir.

Kaynak → Mesaj → Kanal → Hedef (alıcı)
geri besleme (feed-back)

İletişimde bulunmak istiyorsanız aldığınız mesajlara dönüt vermelisiniz. Birisi "nasılsınız" diye sorduğunda, diğerinin "iyiyim, teşekkür ederim" demesi iletişim sürecini tamamlar. Bu mesaj sırasında sözle olduğu kadar sözle olmayan mesajlar da karşılıklı iletilir. Bu nedenle iletişimde başlangıç ve bitiş yoktur denilebilir. Bireyler aynı anda karşılıklı olarak birbirlerini etkileyebilirler. Kaynakla hedefin rolleri sürekli değişir.

İletişimin etkili olup olmadığını nasıl söyleyebiliriz? Etkili iletişim ne demektir? Etkisiz iletişim ne demektir?

Etkili İletişim

Etkili iletişim; hedefin, mesajı kaynağın yolladığı biçimde alması ve bunu ona geri iletmesi ile gerçekleşir. Eğer bir arkadaşınız size gülümseyerek yaklaşmış, sizi gördüğü için mutlu, sıcak bir "merhaba" diyorsa, siz de aynı duygular içinde onu gördüğünüze sevinerek, ona yaklaşıp gülümseyip, sıcak bir "merhaba" diyebiliyorsanız, bu etkili bir iletişim örneği olabilir. Eğer güler yüzlü, sıcak bir merhabayı karşılayacak durumda ve aynı duygular içinde değilseniz, veya acele-niz varsa, ya da onu gördüğünüze pek sevinmediyseniz; sadece bir merhaba deyip yolunuza devam edebilirsiniz. Bu durumda eğer arkadaşınız durup konuşmayı ümit ediyorsa biraz hayal kırıklığına uğrayabilir. Bu durumda, pek de etkili bir iletişimin gerçekleşmediğini söyleyebiliriz.

Mesajın Etkili Gönderilmesi

İnsan ilişkileri çok kompleks ve karmaşık olduğundan; iletişim sürecinde kaynağın, mesajını etkili biçimde iletmesi son derece önemlidir. Aynı şekilde alıcının da iyi bir dinleyici olması ve dönüt vermesi iletişim sürecinin sağlıklı olması için gereklidir. Bütün bunlara rağmen etkili iletişim kurabilmek için mesajın nasıl gönderilmesi gerektiğini biraz da Johnson'un 1974'deki araştırma bulgularına göre inceleyelim:

1. Açıkça kendi mesajınızı birinci tekil şahıs yani "ben" dili kullanarak veriniz. Kendi duygu, düşüncelerinizde ben dilini kullanarak sorumluluğu alın.
2. Mesajınızı tam ve anlaşılır hale getirin. Bu alıcının mesajı tam anlayabilmesi için gerekli bilgilerin açıkça sunulması demektir.
3. Sözlü ve sözsüz mesajların uyum içinde olsun. Aslında genellikle bu mesajlar uyum içindedir. Örneğin, yardımınıza teşekkür eden bir kişi, o anda size gülümser veya başka sözsüz bir biçimde sıcaklık ifade eder. İletişim sorunları, genellikle sözlü ve sözsüz mesajlar arasındaki çelişkiyen kaynaklanır. Örneğin birisi size "buyrun bu bilgi size yardım edebilir" diyorsa ve aynı anda yüzünde bir hoşnutsuzluk ifadesi ve sesinde alaycı bir ton varsa (bu bilginin hiç de işe yaramayacağını ifade eden) mesaj, alıcının kafasını karıştırır. Bu nedenle sözlü ve sözsüz mesajların birbirini desteklemesi önemlidir.
4. Birden fazla şekilde aynı mesajı verin. Mesajı çeşitli biçimlerde tekrarlayın. Mesajın birden fazla ya da birden çok kanalla verilmesi alıcının mesajı anlamasına yardım eder.
5. Mesaj alıcıya ulaştığında, ondan dönüt vermesini is-

teyin. Mesajın alınıp alınmadığından emin olmanın tek yolu, alıcının ne anladığını kontrol etmektir.

6. Mesajınızı alıcının referans çerçevesine göre hazırlayın. İletceğiniz bir bilgiyi uzmana veya acemiye; çocuğa veya yetişkine; amirinize veya iş arkadaşınıza göre, değişik şekilde açıklayın.

7. Adlandırarak, hareket veya deyimlerle duygularınızı açıklayın. İletişim sürecinde duyguların açıklanması genellikle önemlidir. Duygularınızı adlandırarak (üzgünüm), hareketlerinizle (ağlayacak gibiyim) veya deyim olarak (kendimi dünya başıma yıkıldı gibi hissediyorum) gibi biçimlerde ifade edin. Duyguların açık olması, iletişimi karmaşıklıktan kurtarır.

8. Diğerlerinin davranışlarını onları değerlendirmeden veya yorumlamadan tanımlayın. Başkalarının davranışlarına tepki verirken "Kendinden başka kimsenin fikirlerini dinlemeyen pis bencilin tekin" diye değerlendirme yapmanın yerine, "Sözümü kesip duruyorsun" diyerek mutlaka davranışın kendisini tanımlayın. Bireyler arası iletişimde en önemli özelliklerden biri kaynağın inanırlılığıdır. Kaynağın inanırlılığı alıcının, kaynağın ifadelerinin algılanan güvenirliliğe ilişkin tutumlarını açıklar. Kaynak inanırlığının birkaç boyutu vardır:

Bilgi kaynağı olarak kaynağın güvenirliliği yani, kaynağın güvenirliliği, ne yapacağını önceden tahmin edilebilirliği ve devamlılığıdır; kaynağın amaçları: Kaynak, alıcıyı mesajı ile nasıl etkilemek istediği konusunda açık olmalıdır; sıcaklık ve cana yakınlığın gösterilmesi; kaynağın güvenirliliği konusunda diğer insanların çoğunun görüşleri. Eğer arkadaşlarınızın çoğu bize kaynağın güvenilir olduğunu söylerse genel olarak inanınız; tartışma konusu hakkında kaynağın uzmanlık derecesi; kaynağın dinamikliği. Dinamik bir kaynak enerjik, vurgulayıcı, güçlü olarak görülmektedir ve genellikle pasif bir kaynaktan daha inandırıcıdır.

Kaynak inanırlılığı üzerindeki araştırmalarda bu boyutlardan hangisinin en önemli olduğuna ilişkin bulgular az. Aksine sonuçlar, çok güvenilir bir kaynağın, bütün bu boyutlarda olumlu olarak algılandığını göstermektedir. Öte yandan güvenirliliği az olan bir kaynağın, bu boyutların herhangi bir tanesinde bile olumsuz olarak algılandığını göstermektedir. Alıcıya güvenilir gibi gelmezsek, mesajımızı önemsemeyecekse, o kişi ile etkili iletişim kuramayacağız. Özet olarak, kaynak inanırlığının kaynağın algılanan güvenirliliği olarak nitelenebiliriz.

Mesajın Etkili Alınması

Etkili iletişim kurabilmek için mesajın etkili gönderilmesi kadar, mesajın etkili biçimde alınması da gerekmektedir. Bu konudaki becerilerin geliştirilmesi için iki konu önem taşır: Kaynağın gönderdiği fikir ve duyguları anlamaya istekli olduğunu belli etmek; kaynağın gönderildiği fikir ve duyguları anlamak ve onları yorumlamak. Birinci basamakta gönderilen duygu ve fikirleri doğru olarak anlamak ama onları değerlendirmemek çok önemlidir.

"Yanıldığını düşünüyorum", "söylediğinden hiç hoşlanmadım", "herhalde haklısın" ya da "bu duydu-

ğum en güzel/berbat fikir" gibi değerlendirebilir bir yanıt, kaynağı savunucu olmaya itebilir. Duygular kuvvetli olduğunda, iki kişi karşılıklı olarak birbirlerinin fikirlerini, kendi görüşleri açısından değerlendirir. Etkili iletişim kurabilmek için, böyle bir değerlendirilmeye girmeden önce, kaynağın bakış açısını tam olarak anlamak çok daha önemlidir. Mesajı almak için gereken özel beceriler, mesajı kendi kelimelerimizle tekrarlamak, kaynağın duygularının doğru algılanıp algılanmadığını kontrol etmek ve mesajın anlamı konusunda anlaşmaya varmak. Bu beceriler; kaynağın gönderildiği mesajı ve duygularını değerlendirmeden ve tam olarak anladığınız biçimde, kendi kelimelerinizle kaynağa ifade edin; mesajın alınmasında en temel ve önemli beceri, mesajın kaynağa kendi kelimelerinizle ile ifade edilmesidir. Bu, kaynağın referans çerçevesini anladığımızı gösterecek biçimde yapılmalıdır. Buradaki basit kural şudur: Kendi fikirlerinizi ancak kaynağın duygu ve düşüncelerini tam olarak ve kaynağı doyuma ulaştıracak bir şekilde tekrarladıktan sonra, söyleyebilirsiniz. Mesajı tekrarlarken, kaynağın ifade ettiği duygu ve düşünceleri aynı sözleri tekrarlayarak değil, kendi sözlerinizle tekrarlamak, herhangi bir onaylama ya da onaylamama belirtisinden kaçınmak, mesaja ne bir şey eklemek ne de çıkartmak, kaynağın duygular ve mesajın anlamını anlayabilmek için kendinizi kaynağın yerine koymaya çalışmak faydalıdır; kaynağın duygularının ne olduğunu anladığınız biçimde açıklayın. Kaynağın duygularını sözlü olarak mesajda ifade edilmemişse, onları tekrarlamak bazen zordur. O yüzden ikinci mesaj alma becerisi, kaynağın duygularını hakkındaki algılarınızı kaynağa açıklayarak doğru olup olmadığını kontrol etmektir. Bu açıklama onaylama ya da onaylamama ifade etmeden yorumlamaya veya nedenlerini açıklamaya çalışmadan denemelik olarak, algılanan duygular belirtmelidir. Basit olarak "ben senin ... duyguları içinde olduğunu düşünüyorum, doğru mu?" demektir; kaynak ile mesajın anlamı konusunda aynı fikirde anlaşmaya varana kadar kaynağın gönderdiği mesajı, kaynağa tekrarlayın. Sıklıkla, sözcükler tam söylenmek istenen anlamı taşımaz. Birisi "sen hep böyle bağırır mısın?" diyebilir. Bu aslında "lütfe bağırma" anlamında söylenmiştir. Öyleyse bazen söylenen mesajın içeriğini tekrarlamak, anladığınızı iletmek için pek faydalı olmaz. Böyle bir durumda mesajın anlamı konusunda anlaşmaya varmalısınız. Örneğin "... demek istediğinizi sanıyorum." diyerek mesajın anlamı konusunda pazarlık etmeye başlayabilirsiniz. Eğer haklıysanız yanıtı verebilirsiniz. Yanlıyorsanız kaynak, mesajını siz öz anlamı tekrarlayabilece kadar başka kelime ile ifade edebilir. Kullandığınız kelimelerin değil, mesajın anlamı konusunda anlaşmaya varmanın önemli olduğunu aklınızda tutun. Bu süreç sizin için doğallaştıkça sadece yukarıda verilen örnek değil çeşitli ifadeler kullanabilecek duruma geleceksiniz. Başkalarının tekrar tekrar aynı cümleyi söylemelerine karşı sabırlı olun, çünkü onlar iletişim becerilerini hala geliştirmektedirler.

Etkili iletişimde o kadar önemli olan bu temel mesaj alma becerileri ile ilgili ayrıntılı bir inceleme Johnson (1986)'ın *Reaching Out* adlı kitabında bulunmaktadır (Johnson ve Johnson 1987:181).

İletişim Engelleri ve Engeli Ortadan Kaldırmanın Yolları

İki kişi konuşurken iletişimde bulunamıyorsa, bu durum analiz edildiğinde, işin içine duyguların karıştığı ve değerlendirme eğiliminin arttığı söylenebilir. Duygular yoğunlaştıkça iletişimde eşit elementlerin olmama olasılığı çıkabilir. Bu durumda sadece iki değişik fikir, iki değişik duygu, iki değişik değerlendirme ve birinin diğerinin psikolojik durumunu anlamaması söz konusudur. Yaşantınızda böyle bir durumu hatırlayabilirsiniz. Eğer duygusal olarak kendinizin karışmadığı bir hararetili kavgayı dinliyorsanız "bunlar aynı şeyi konuşuyorlar" diye düşünülmüşdür; bu durumda gerçekten aynı şeyi konuşuyorlardı, kendi görüşleri açısından bir şeyi yargılıyor ya da değerlendiriyorlardı. Bu durumda gerçek anlamda bir iletişim olduğundan söz etmek olası değildir.

Herhangi bir duygusal anlamı olan duruma, kendi görüşünüzden değerlendirme yaparak tepki vermeniz, insanlararası iletişimde en temel engeli yaratır.

Bu sorunu çözmenin ve bu engeli ortadan kaldırmanın yolu nedir? Gerçek anlamda iletişim, "değerlendirme" eğiliminden kaçınıldığı ve biz "anlayarak" dinlediğimiz zaman gerçekleşebilir. Bu ne demektir? Bu iletilen fikir ve tutumların, karşıdaki kişinin konuştuğu konu hakkındaki amacını, onun görüş açısını, onun için ne anlama geldiğini, nasıl hissettiğini anlamakla olanaklıdır. Bu çok basit gibi görünmesine karşın, hiç te kolay bir iş değildir. Bu yöntem, psikoterapi alanında bireylerin diğerleri ile ilişkilerini ve iletişim becerilerini geliştirmek için başvurulan en etkili yoldur.



Bazı insanlar, insanları iyi dinlediklerini zannedip; ama henüz iyi sonuç alamadıklarını düşünebilirler. O zaman dinleme becerisinin yukarıda ifade edilen anlamda olmadığı söylenebilir. Aslında kendinizi eşinizle, bir arkadaşınızla ya da bir grup arkadaşınızla kavgaya edersen bulursanız, bir an durup şu kuralı hatırlayın: "Herkes, ancak karşıdaki fikirlerini ve duygularını onun için yeniden özetledikten ve onu tatmin ettikten sonra kendisi konuşabilir." Bu ne demektir? Bu, siz kendi fikirlerinizi söylemeden önce, karşıdaki konuşmacının referans çerçevesini, görüş açısını, onun duygularını ve düşüncelerini onun için özetlemelisiniz demektir. Bu da kolay gibi görünüyorsa, ama denediğiniz zaman şimdiye kadar denediğiniz en zor şey olduğunu göreceksiniz. Yine de karşıdaki görüş açısını anlamaya başladıktan sonra, fikirlerinizin hızla yeniden düzenlenecektir. Duygular tartışma dışı kalacak ve iletişim daha rasyonel ve anlaşılır hale gelecektir. Burada karşınızdaki nevroitik ya da psikotik bir bireyin dünyasını anlamak ve o dünyada kaybolmak riski aklınıza gelebilir. Büyük çoğunluğumuz zaten böyle dinleyemeyiz ve kendimizi "değerlendirme" yaparken buluruz. Çünkü dinlemek bize tehlikeli gelir. Bu iş cesaret ister ve bu cesaret her zaman bizde yoktur.

Sonuç olarak, yukarıda sıralanan becerilerin, öğrenilerek geliştirilebileceği söylenebilir. Günlük iletişim biçimimize gerekli öznenin gösterilmesi ve iletişime duyarlılık arttıkça, daha iyi iletişim kurulabilir. İyi mesaj gönderme ve karşıdaki mesajı daha iyi dinleme davranışının geliştirilmesi, bu konuda bilgilerimizin artırılması, iyi iletişim kurmamıza yardım edebilir. Bu konuda sözlü ve sözsüz iletişimlerde pratik yapmak yararlı olacaktır. Çevrenizle kurduğunuz iletişimler gelişerek daha olumlu hale geldikçe göreceksiniz ki, her iletişim sürecinin sonunda sizi küçük bir mutluluk bekliyor. Karşınızdakinin fikrini kabul etmiyor olsanız bile, onu gerçekten anlamışsanız, bu bile bir mutluluktur. Bu anlamda iletişim karşıdaki bireye ya da gruba değil sorunu çözmeye yönelik olmalıdır. Rogers ve Roethlisberger'in de belirttiği gibi, sorunun karşınızdakinin nasıl görüldüğünü kendinize gördüğünü gibi anlarsanız ve karşınızdaki size nasıl görüldüğünü, kendisine gördüğünü kadar iyi anlarsa iletişim gelişti demektir.

Böylece bireyler arası iletişimin daha sağlıklı ve iyi olabilmesi için önce her bireyin kendisini bu konuda iyi eğitmesi gerektiği söylenebilir. Bu anlamda bilgilerimiz ve iletişime duyarlılığımız en iyi yol göstericilerimiz olacaktır. Zaten bu makaleyi okumanız, konuya duyarlılığınızı gösteriyor. Eğer bu makale ile iyi iletişim kurabiliyorsanız, ben de iletişim becerilerinizde bazı iyi değişimler olabileceğini ümit edebilirim. Duygular iş içine karışıkça iletişimde bazı aksamlar olabilir. Ancak iletişim konusundaki bilgilerimiz ve iletişimde bulunan bireylerin mesajı gönderme ve dinleme davranışlarındaki duyarlılıkları arttıkça, iletişimde olumlu değişimleri bekleyebiliriz.

Canan Paknadel
Abant İzzet Baysal Üniv. Bolu

Kaynaklar
Bursalıoğlu, Z. Okul Yönetiminde Yeni Yapı ve Davranış. Eğitim Fakültesi Yayınları, Ankara, 1979.
Cüceloğlu, D. İnsan İnsana. Altın Kitaplar Yayınevi, İstanbul, 1987.
Çilenti, K. Eğitim Teknolojisi. Kadioglu Matbaası, Ankara, 1979.
Ergun, T. ve Aykut P. Kamu Yönetimine Giriş. TODAİE Yayınları, Ankara, 1978.
Johnson, D. W., Frank P. J. Joining Together. Group Theory and Group Skills. New Jersey: 1987.
Rogers, C. R., Roethlisberger F. J., "Barriers and Gateways to Communication." Effective Communication. U.S.A. 1974.

Gaziantep Üniversitesi Bilim Teknik Araştırma Topluluğu (GÜBİTAT)

Ülkemizde eğitilmiş insan kadrosunu arttırmak, araştırma koşullarını sağlamak ve farklı konular üzerinde fertlerin çoğunluk olarak katılımını sağlamak amacıyla üniversitelerde bazı topluluklar kurulmuştur. Böyle toplulukların eldeki tüm olanakları değerlendirerek varlıklarını sürdürebilmeleri gerçekten güçlenmeyecek çalışmaların yapıldığını ortaya koymaktadır.

Bilim dünyaya bakış biçimimizi, gerçeklik ve insan anlayışımızı etkilemeli, onlardan etkilenmelidir. Bilim hayatı, bir arayış heyecanının saf, kırsız bir özlemin gerçekleştirilmeye çalışıldığı bir hayat olmalıdır. İnsanlık bütün kazanımlarını bilimsel araştırmalara borçludur. İnsanlık tarihinin bütün dönemlerinde, birçok bilimadamı hayatları pahasına da olsa, bilim adı altındaki insanlık uğruna çalışmalarında bulunmuş, bugünlere ulaşmasını sağlamıştır. Bilim kavramının soyutluktan çıkıp, artık gözle görülebilir ve elle tutulabilir birtakım gerçeklere dayandırılabilmesi için eğitilmiş insanların çalışmalarını ortaya koymaları, sergilemeleri ve hatta devamının getirilmesini sağlamaları gerekmektedir. Çalışmaların kuramsallıktan kurtulabilmesi ancak böyle mümkün olacaktır.

Bize düşen çalışmalarımızı ortaya koyarak geliştirme yoluna gitmektir. Bu çalışmalarda bilimi amaç, teknoloji de araç olarak kullanmak temel ilkimizdir. Unutmayalım ki bilim ile teknik daima iç içedir. İşte böyle düşüncelerle kurulan ve henüz çok yeni olan Gaziantep Üniversitesi Bilim Teknik Araştırma Topluluğu (GÜBİTAT) topluluk faaliyetlerine hergün bir yenisini katarak ilerlemektedir.

Topluluk olarak bizlerin yapmak istediği; bilimsel çalışmalar ve araştırmalar yaparak, duyduğumuz bilim açlığını kendi bünyemizde gidermektir. Yansıcı düşüncelerin bir araya gelebileceği bir ortam yaratmak istedik. Bizler için öğrenmek ve devamından öğretmek bir tutkudur. Üniversitemizin de olanakları ölçüsünde yaptığımız çalışmalarda bilimin ve teknolojinin anlamını tüm arkadaşlara benimsetmek hedeflerimiz arasında yer almaktadır. Öğrencinin bilimsel düşünmeyi kazanması, bilimselliğini geliştirebileceği ve mesleki araştırmalarında kullanabileceği bir ortamda bulunma şansı yaratma çabasındayız. Bu ortamın en belirleyici özelliği öğrencilerin etkin katılımcı konumunda olmalarıdır. Edilgen bir yapıdan uzak olunuşu ürünün kalitesini artırmaktadır.

Uygun yöntemlerin kullanıldığı, bu yöntemlerle düşünce ve yaratıcılığın birleştirildiği çalışmalar hedef konumundadır. araştırma yapmanın temel kuralları ve gereksinimleri olan kaynak taraması, kütüphaneye kullanımı gibi hem bilgiye ulaşım yöntemleri hem de bilginin değerlendirilmesi yalnız kuramsal olarak değil, içinde yaşayarak öğrenmek için bu toplulukta yer almak başlangıçta önemli bir adımdır. Farklı disiplinlerde alınan eğitimi ortak bir konu üzerinde birleştirmek bu birlikteliğin veya topluluğun genel çalışma biçimidir.

Üniversitemizin bilimsel anlamdaki tek topluluğu olarak 1992 yılında faaliyetlerine başlayan toplulu-

ğumuz her yıl kendimizi yenileyerek; güncel araştırma konuları ele alınarak öğrencilerin bilimsel araştırma ortamına heveslendirilmesi amacıyla seminer çalışmaları yapmıştır. Faaliyetlerimizi sıralayacak olursak;

- Hafta sonları gösterilen video gösterileri; örneğin, "The Life Of An Experiment" isimli gösteri
- "Radyasyondan Korunma Yolları ve İnsan Üzerine Etkileri" konular konferans. Bu konferansın konuşmacısı, Fizik Müh. Bölümü'nden Yrd. Doç. Dr. Zihni Öztürk.

- Geniş katılımlı "Üniversitemizde Öğretim ve Bilim" konulu, sayın hocalarımızın konuşmacı olarak bulunduğu panel. Panelin konu başlıklarından, üniversitemizimizin toplumun bilimsel ve teknolojik ihtiyacını giderme açısından konumu, önemli soruları gündeme getirmiştir.

Bunların yanında, bizler için önem derecesi çok yüksek olan bir çalışmamız var: QUARK. Nisan 1993'te yayınladığımız bu dergi çalışmamızın en somut örneği sayılabilir. TÜBİTAK tarafından yayınlanan Doğa dergileri takip edilmektedir. TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi'nin abonelik kampanyalarına önderlik edilmektedir.

Bilim ve Teknik Dergisi Haziran sayısında yayınlanan, "Öğrenci Araştırma Toplulukları" yazısında da olduğu gibi, bizim de diğer topluluklar gibi en temel sorunumuz "öğrencilerin ilgisizliği."

Belirtilen faaliyetlerin hemen hepsinin temelinde bilim ve bilimsellik yer almaktadır. Bilimi oluşturan temel dayanak neden-sonuç ilişkisidir. Bu ilişkiyi üniversite öğrencileri olarak çözebilmek, bilimsel araştırmaların önemini ve güncelliğini benimsetebilmek amacıyla topluluğumuz kendi faaliyetleriyle; bilimsiz aydınlanamayacak dünyada "Bizde varız" demektedir.

Ali Savaş, Erkan Şener, Ali Ekber Ulusay

DNA'nın Öyküsü

James D. Watson'un kendi anılarını yazdığı, TÜBİTAK'ın Popüler Bilim Kitapları dizisinden, "İkili Sarmal, DNA Yapı Çözümünün Öyküsü" adlı kitapta, önsözü yazan Sir Lawrence Bragg'ın deyişiyle, "Watson ve Crick'in DNA'yı çözmemesi, tüm biyolojik sonuçları ile birlikte yüzyılımızın en büyük bilimsel olaylarından biridir". Bu başarı 1962 yılında Nobel ödülü ile değerlendirilmiş, proteinlerle birlikte kromozomları oluşturan, nesilden nesile kalıtılan bir dinamik molekülün açıklanması, can-

lılığı anlamaya yönelik pek çok çalışmanın temelini oluşturmuştur.

Ya tek bir insan korkunç bir sabır ve beyin gücüyle, ömrü boyunca fizik, kimya, biyolojinin temellerini öğrenecek, ölmeden önce belki, bir dünya sorununu çözebilecek ya da çok sayıda bilimadamı birbirlerine bildiklerini aktara aktara bir sonuca gidecekler. Bence dünyanın gizemlerini çözme yolunda bu mutlaka gerekli. Bu insani alışveriş, tüm kıskançlık, kırgınlık, sevinç ve heyecanıyla birlikte mutlaka gerekli. Ve Bilim, Watson'un kaydettiği gibi "Dışardan insanların sandığı şekilde, doğrudan mantıklı bir biçimde ilerlemiyor. Tam tersine bilimin ileriye, bazende geriye, doğru olan adımları çoğunlukla kişiliklerin ve kültürel geleneklerin rol oynadığı son derece insani olaylardır".

Fakat biz, hep büyük buluşların sahibi olan bilimadamlarını ulaşmaz, çok farklı insanlar olarak düşünür, belkide kendimizle hiçbir ortak yön bulamayız. Oysa, bir tatil, bir sevgili, güzel bir yemek, bir dost sohbeti, daha iyi bir ev gibi sıradan bir yaşamdaki güzellik ve kaygıları düşüklüklerine tanık olmak insana büyük bir keyif veriyor. Onlarla herhangi bir yaşam kesitinde ufak bir özdeşleşme bile insana güç sağlıyor. Hele insanlığın genetik havuzunun önemini kavramak, hiç bir düşüncenin beyinlerde kalmaması gerektiğine inanmak (belkide biyolog olmak) insana tatlı bir ayrıcalık veriyor.

James Watson, Francis Crick'le ilk kez Cambridge'de karşılaşmış ve DNA'nın proteinlerden daha önemli olduğu düşünen biriyile tanışmanın kendisi için bir şans olduğunu düşünmüştü. Francis ve eşinin politika ve din ile ilgileri yok gibi görünüyordu. Hatta din, Francis'e göre, geçmiş kuşaklara ait bir hata idi, günümüzde de sürdürülmesi gereksizdi. Bu ilgisizliğin nedeni belkide karanlığı unutmamak istedikleri savaştı. Times dergisinden çok, moda dergisi Vogue ilgisini çekiyordu. Kalıtsal özelliklerin bir bakteri hücresinden diğerine, atılmış DNA molekülleri ile geçtiği zaten önceden kanıtlanmıştı. Ama bu DNA'ların ne biçim bir yapıların olduğu nükleotidlerden oluşmaları dışında bilinmiyordu. Bu işe giriştiklerinde ellerinde sadece x-ışını kırınımı ile alınmış DNA resimleri vardı. Olayın özünde, DNA molekülündeki polinükleotid bağlarının sayısı hakkında karar vermek gizliydi. Tüm sorun, DNA ipliklerinin merkezi eksen etrafında döndükleri açı ve yan-çaptı. Belki de bir polinükleotid zinciri en güzel nasıl kıvrılır diye düşünseiler, çözüm daha kolay olabilecekti. Günleri modelleriyle oynamakla geçiyordu. Daha önce Linus Pauling, peptid bağının düz olduğu bilgisini bularak alfa sarmalını takır takır çözmüştü. DNA'nın birbirini izleyen nükleotidleri birarada tutan fosfodiester bağlarının çeşitli şekillerde bulunabileceğini gösteren bir sürü işaret vardı. Aslında Francis'in tez konusu, farklı yoğunluklarda tuz çözeltilerine atılan hemoglobin kristallerinin küçülme biçimleri idi. DNA kimyasındaki bazı garip düzensizlikler daha önce düşünülmüş, Chargaff tarafından pürin ve pirimidin bazlarının birbirine oranları çıkarılmıştı. Adenin moleküllerinin sayısı timin molekülüne, guaninde sitozine sayıları çok yakındı. Bundan sonra Francis, adenin ve timin yüzeylerinin birbirine yapışması gerektiğini anladı. Önceleri 4 baz arasındaki kimyasal farklılıkları bilmiyordu. Watson'unise bilimsel yaşamı "bakterilerin cinsel hayatları" ile başlamıştı. Fakat, artık her ikisi için de DNA molekülü daha cazip bir sorun olarak duruyordu. Watson ve Crick, Linus Pauling'in oğlu Peter'den zaman zaman babasının çalışmaları hakkında bilgi alıyorlar ve bu olgun bilimadamıyla DNA'yı çözme yarışında varolabileceklerini düşünüyorlardı. Pauling'in, saç proteini keratinde, alfa sarmalının kıvrılması



şemaları ile meşgul olması iyi bir haberdir. Daha sonra Peter, babasının çalıştığı DNA modelinin, şeker-fosfat iskeleti ortada olan üç zincirli bir sarmal olduğunu söyleyecekti. Watson, Linus'un bu modelinde fosfat gruplarının iyonlaşmamış olduğunu farketti. Her grubun bağlı bir hidrojen atomu vardı ve bu yüzden de elektrik yükü yoktu. Yani, Pauling'in nükleik asiti hiçte asit değildi. Üstelik yüksüz fosfat grupları modelin önemsiz bir ayrıntısı da değildi. Oysa Watson'un nükleik asit kimyası hakkında bilgisi, fosfat gruplarında bağlı H atomları bulunmadığını söylüyordu. O güne dek hiç kimse DNA'nın orta kuvvette bir asit olduğundan kuşkuya düşmemişti. Bu durumda Linus'un bazı temel kimya verilerini bile atlamış olmasından, büyük keyif duydu ve yarıştı halen varlığını düşünmeye başladı. Watson, düzgün bir polimer molekülü için en basit biçimin sarmal olduğuna inanıyordu. Ve, DNA'nın eksen boyunca her 34 Å'de bir kendini tekrarlayan bir sarmal olduğunu kanıtlayacak şekilde taslaklar çizmeye başladı. Bu arada Crick'de her ne kadar fizikçiye de biyolojide önemli şeylerin çiftler halinde ortaya çıkacağına inanmıştı. Bir yıldan fazladır bazılarını düzenli H bağları oluşturma olasılığını gözardı etmişlerdi. Başlangıçta, her bazda bir veya daha fazla H atomunun yer değiştirebildiğini görmeleri (tatomerik yer değiştirme) onları, belirli bir bazdaki tüm tatomerik biçimlerin aynı sıklıkla oluştuğu sonucuna götürmüştü. Oysa, bazların hepsi değilse bile büyük bölümü diğer bazlarla H bağları oluşturmuyordu ve bu H bağları çok düşük DNA konsantrasyonlarında da bulunmaktaydı. Bu da bağların, aynı molekül içindeki bazları birbirleriyle birleştirdiğine kuvvetle işaret ediyordu. Birde X-ışını kristalografisi sonucu vardı. Belki de sorunun özü bazlar arasındaki H bağlarını düzenleyen bir kuralda gizliydi. Benzer baz sıralanıyla birbiri etrafında dolaşan iki zincir raslantısal olamazdı. Böyle bir yapı, her moleküldeki zincirlerden birinin, daha önceki bir aşamada diğer zincirin yapımı için kalıp olarak görev yapmış olduğuna kuvvetle işaret ediyordu. Öyleyse, gen replikasyonu, genin iki benzer zincirin ayrışması ile başlamaktaydı. Daha sonra, bu şekilde ortaya çıkan iki ana kalıp üzerinde, bunlarla aynı olan iki yeni zincir yapılmakta ve böylelikle orijinal moleküle benzer iki DNA molekülü oluşmaktaydı.

Birkaç gün tek bir nükleotid içinde yer alan bütün atomların birbirine göre pozisyonlarını ölçebilmek için çekül ve cetvel kullanmakla geçti. Sarmal simetrisiye bağlı olarak bir nükleotiddeki atomların yeri, otomatik olarak başka pozisyonları da düzenleyecekti. Ertesi sabah Francis, atomik koordinatları okuyabilmek için, modeli temeli üzerinde sağlamlaştırmaya çalışıyordu. Sir Lawrence Bragg, modelin gen replikasyonuna işaret eden potansiyelini kavradıkça heyecanlanıyordu. O sırada kesin X-ışını verilerine sahip olmadıkları için, seçtikleri şeklin tamamen doğru olduğuna emin değillerdi. Hiç değilse, bir tane 2 zincirli, birbirini tamamlayan sarmalın stereo-kimyasal olarak mümkün olduğunu göstermek istiyorlardı. Bu kadar mükemmel bir yapının varolmak zorunda olduğunu söylüyorlardı.

Jerry Cambridge'de onlarla olmasaydı, Rossy'nin X-ışınları sonuçlarını değerlendirmeseler uzun bir süre benzer bazları bağlamakla uğraşıyor olabilirlerdi. Watson o sıralar sadece 25 yaşındaydı. Linus Pauling iki sarmalın haberini uzaktayken aldı. Gerçek ve samimi bir heyecan duymuştu. Kendi kendini tamamlayan bir DNA molekülünün çok açık biyolojik avantajları karşısında yarışı kaybettiğini kabul etmişti.

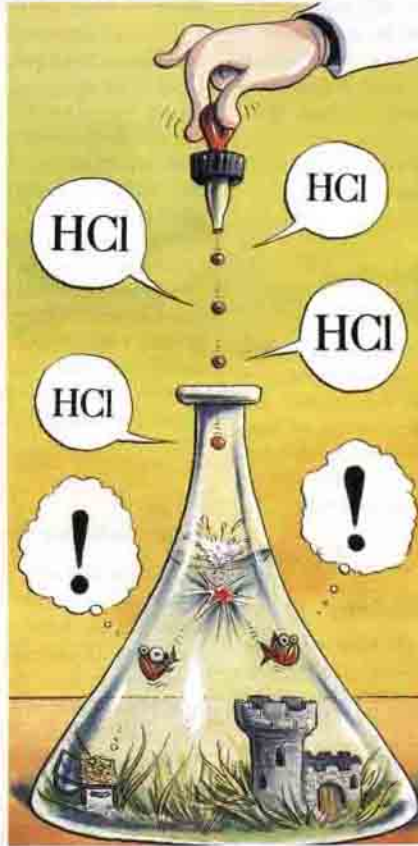
Nurdan Özer

H.Ü., Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Beytepe/Ankara

Klorla Gelen Tehlike

Klor, elementlerin periyodik sisteminde yedinci ana grupta yer alan halojenler ailesinden bir elementtir. Normal koşullarda hardal renkli bir gaz olan klor, havadan daha ağırdır. Çok hızlı reaksiyona girdiği için doğada saf olarak bulunmaz. Çoğunlukla alkali metalleri ile tuzlar oluşturur.

Klorun üretimi de kloralkali-elektrolizi yoluyla yapılmakta ve yan ürün olarak sodyumhidroksit ve hidrojen elde edilmektedir. Sanayileşmenin ilk yıllarında sodyumhidroksitin daha çok kullanım alanı bulunması klor fazlasının oluşmasına neden olmuş ve klor için değişik kullanım yerleri aranmış ve bulunmuştur. Günümüzde kullanılan yapıstıncıların, ağartıcıların, sebze/meyve koruyucu ilaçların, oto, tekstil ve elektronik sanayisinde kullanılan birçok plastik maddelerin üretiminde klor ve klorlu bileşiklerden yararlanılmaktadır. Hemen akla gelen ve çok yaygın olarak kullanılan plastikler PVC, poliüretan ve termoplastlardır. Halen 30 000 kadar maddenin üretiminde klor, direk veya dolaylı olarak rol oynamaktadır.



Günlük yaşamımızda vazgeçilmez olan yemek tuzu, sodyum ile klorun yaptığı bir bileşiktir. İşme sularının klorlandığı çoğunlukla bilinir. Yani az miktarlarda iyon olarak vücuda alınan klor, hayatın devamı için yararlı ve gereklidir. Ancak gaz halinde klor teneffüs edilirse ölüme sonuçlanabilen akciğer tahrişine neden olmaktadır. Birinci Dünya Savaşı'nda ilk olarak kullanılan ve kitlesel ölümlere neden olan, halk arasında hardal gazı olarak bilinen gaz klor dan başka birşey değildir.

1984 yılında Hindistan'ın Bhopal şehrinde bir fabrikadan etrafa yayılan fosgen 3 000 kişinin ölümüne neden olmuştur. Birçok plastik maddenin üretiminde dolaylı olarak rol oynayan fosgen klor, oksijen ve karbondan oluşan bir moleküldür. Yine bir zamanlar çok kullanılan ve şimdi yasaklanmış olan DDT (Diklorodifeniltrikloretan) klorlu organik bir bi-

leşiktir. Soğutucularda kullanılan floroklorokarbon gazlarının ozon tabakasına zarar verdiği artık anlaşılmış ve bunların yerini alacak başka soğutucu maddeler bulunmuştur.

1976 yılında İtalya'nın Seveso şehrinde etrafa yayılan dioxin (tetraklorodibenzodioxin) literatüre Seveso zehiri olarak geçmiştir. 1986 yılında Basel'de klor içeren sebze/meyve ilacının Ren nehrine karışmasıyla binlerce bahçin telef olduğu basında yer almıştı. Geçen yıl Alman Hoechst firmasının başına büyük dentler açan kazanın nedeni de orto-nitroanisol adlı bir kimyasal maddenin farkedilmeden etrafı yayılmasıydı.

Sağlık açısından bazen yararlı bazen de zararlı olan klorun aşağıdaki tabloda bileşikleri ve etkileri verilmiştir.

Klor Bileşikleri

Cl₂
Cl
ClO
ClO₂
ClO₃
COCl₂
CH₂Cl₂
CCl₄
CCL₂
vinilklorit
dioxin

Sağlığa Etkisi

yoğun teneffüs edilirse öldürücü
az miktarlarda hayat için gerekli
tahriş edici
kana zarar verici, kuru halde partiyeleri
HCl ve CO oluşturur
HCl ve CO oluşturur, ikisi de zehirli
kanaciğere zararlı
kanaciğere zararlı
kanaciğere zararlı
kanaciğere, tahriş edici

Klor iyonu olarak zarsız iken havada binde beş klor gazının bulunması bile nefes yollarında ve akciğerde telafisi mümkün olmayan tahrişlere yol açmaktadır. Normal koşullarda insanın koku alma duyusu yukarıda sözü edilenler çok daha düşük konsantrasyonlardaki kloru farkedebilmektedir. Klor gazının yanı sıra klorun organik bileşenleri de çok zehirli etki gösterebilmektedir. Hatta dioxin için insanlığın kendi eliyle ürettiği en zehirli madde denmektedir. Dioxin yüksek sıcaklıklarda oluştuğu için bacası gazları ile etrafa yayılmaktadır. Bu nedenle çöp yakma tesislerinin önemli problemlerinden biridir. Üretilen klorun yaklaşık dörtte birinin kullandığı PVC üretimi için gerekli olan vinilklorit ise kanaciğere tahribata neden olmaktadır. Günlük hayatta kullanılan birçok maddenin üretiminde klorun kendisi veya katalizör olarak kullanılmaktadır. Bu üretimler sırasında olabilecek kazaların ne kadar korkunç sonuçlanabileceği yaşanan olaylarla görülmüştür. Bu nedenle kimya sanayisinde klorun yerini alabilecek başka maddeler bulma veya kloruz üretim yöntemleri geliştirme çabaları yoğunlaşmıştır. Bu arada poliüretan hammaddesi olan propilenoksidin sentezini kloruz gerçekleştirme yöntemleri bulunmuştur.

Klorun katalizör rolü üstlendiği reaksiyonlar içinde biyoteknik çözümler düşünülmektedir. Canlı yaşamında katalizör görevi yapan enzimlerin burada devreye sokulması mümkün olursa büyük bir başarı sağlanmış olacaktır. Hata o zaman tekrar kullanılabilir deterjanların üretilileceğinden söz edilmektedir. Küçük plastik parçacıklar üzerine yerleştirilmiş enzimler yıkama işleminden sonra atıksudan ayrılacak ve tekrar kullanılacaktır. Böylece atıksu temizleme işlemi de büyük ölçüde kolaylaşacaktır.

Görüldüğü gibi, insanlık yaşamını kolaylaştırmak için uğraşlar verirken bir yandan da kendini tehlikelere atmaktadır. Sanayileşmenin ilk yıllarında bu risklerle menin bir bedeli olarak görülmüş ve pek ciddiye alınmamıştır. Ancak üretimin artması ile birlikte kaza olduğunda ortaya çıkan zararların büyük boyutlara ulaşması insanlığı tekrar düşünmeye sevk etmiş ve yaşama zarar vermeyecek üretim yöntemleri ve üretime geri dönüşü kolay ürünler geliştirme çabaları içine sokmuştur.

Sonuç olarak kloruz kimya henüz mümkün görünmemekle beraber ileriye yönelik sevindirici adımlar atılmaktadır.

Suat Özkol

H.Ü. Maden Müh. Böl. Beytepe/Ankara

Satranç

Kahraman Olgaç - Cengiz Keleş - Ali İpek

26. Balkan Takımlar Satranç Şampiyonası

Şampiyona 11-17 Ekim tarihlerinde Bulgaristan'ın tatil ve sayfiye şehri Varna'da yapıldı. Yarışmaya Türkiye ile birlikte Bulgaristan, Romanya, Yunanistan, Arnavutluk'un yanı sıra Yugoslavya katıldı. Böylece savaşın bu yana Yugoslavya ile ilk dış teması Türk Milli Satranççıları yapmış oldu. Gelecek yıl diğer dört Balkan ülkesinin (Bosna-Hersek, Hırvatistan, Makedonya ve Slovenya) de katılımını bekliyoruz.

Aruk kökleşen Şampiyona uzun zamandır dört ayrı kategoride yapıyor ve ülkeler 6 A-Milli, 2 Bayan, 4 Genç ve 2 Genç Bayan, toplam 14 oyuncuyla temsil ediliyorlar. Turnuvanın dallara göre sıralamaları şöyle oldu:

Milli Takımlar: 1. Bulgaristan 18.5

puan 2. Yugoslavya 17.5 puan 3. Yunanistan 17 puan 4. Romanya 16 puan 5. Türkiye 11 puan 6. Arnavutluk 10 puan

Bayanlar: 1. Bulgaristan 8.5 puan 2. Yunanistan 7.5 puan 3. Yugoslavya 6.5 puan 4. Romanya 5 puan 5. Arnavutluk 1.5 puan 6. Türkiye 1 puan

Gençler: 1. Yugoslavya 14.5 puan 2. Bulgaristan 12.5 puan 3. Romanya 12 puan 4. Yunanistan 9.5 puan 5. Arnavutluk 7 puan 6. Türkiye 4.5 puan

Genç Bayanlar: 1. Bulgaristan 8 puan 2. Romanya 5.5 puan 3. Yugoslavya 5.5 puan 4. Yunanistan 5 puan 5. Türkiye 3 puan 6. Arnavutluk 3 puan

Türkiye'nin sonunculuktan kurtulmak için Arnavutluk ile mücadele ediyor olması Türk satranççıları açısından olumsuz fikirleri aklı getirebilir; fakat diğer dört ülke ve özellikle Bulgaristan ve Yugoslavya dünya satrancının ileri ülkeleri arasındadır.

Dünyanın en iyi 10 oyuncusu arasında olan 19. yaşındaki Veselin Topalov (2465) da turnuvada Bulgaristan'ın 1. masası olarak oynamış ve FM Can Arduman'la berabere kalmıştır. Bu denli kuvvetli bir turnuvada tecrübesiz oyuncularımızın bazı büyükustaları da yenerek 11 puan almaları, önceki yıllara göre önemli bir başarıdır. Bizim Büyükustamız Suat Atalık'ın da oynaması durumunda bu puanın daha çok olacağı gayet açıktır. Gelecek yıllarda 10 takımlı Balkan Şampiyonaları dünyanın en önemli ve kuvvetli takım turnuvalarından sayılacaktır.

Bu yılki Şampiyona, masa sıralamalarına göre büyüklerde FM Can Arduman, FM Hakan Han, FM Suat Soylu, Hakan Erdoğan, Selim Gürçan ve Ali İpek; bayanlarda WIM Nilüfer İpek ve Fatmanur Öney; gençlerde Emre Karadeniz, Ayhan Okçular, Kıvanç Haznedaroğlu ve Soyat Tuğlacı;

genç bayanlarda Burcu Can ve Aytuna Aynal ülkemizi temsil ederken, Yılmaz Başoğlu büyük takımların, Cengiz Keleş de genç takımların kaptanlıklarını yaptı. Bir önceki yıl şampiyonayı düzenlediğimiz için yarışmanın başhakkemi Türkiye'den İsmet Arvit'ti, ayrıca Ali Nihat Yazıcı da hakem değişimi anlaşmasına göre ülkemizi hakemlik alanında temsil etti.

Büyükler kategorisinde 3. masa oyuncumuz FM Suat Soylu ile 6. masa oyuncumuz Ali İpek 5 oyunda 2.5 puanla en başarılı skorlarımızı kaydettirler. Birinci masada sürpriz olarak IM İonescu, GM Topalov ve GM Kotronias'ı da yenerek 5 oyunda 4.5 puan aldı ve turnuvanın en başarılı oyuncusu oldu.

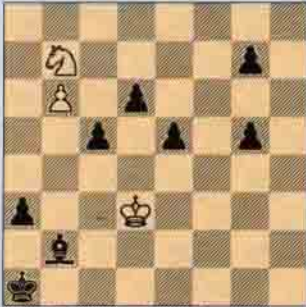
Musat, A - Dervishi, E [E18]
Balkan tı ROM-ALB b1, 1994
1.Af5 Af6 2.c4 e6 3.g3 b6 4.Fg2 Fb7 5.d4 Fc7
6.Ac3 d5 7.Ae5 0-0 8.0-0 Aa8 9.Va4 Vc8 10.Vc8 Kf6
11.Kd1 Kd8 12.Fc3 Ae4 13.Ae4 d4 14.f3 b6 15.Ag4

Unutulmayan Oyunlar

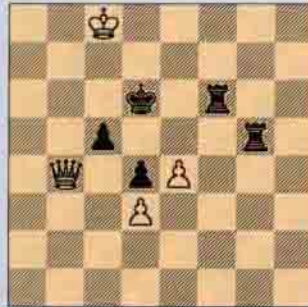
A. Anderssen - J. Dufresne Berlin 1852 Herdem Yeşil Parti



Ödül Kazanan Etüdler



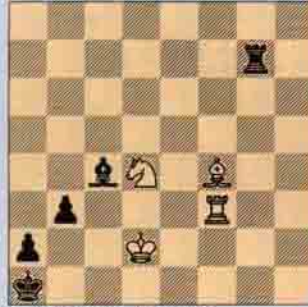
Etüd: I L. Maslanka Çekoslovakya 1958
1. Ödülü Beyaz oynar kazanır.



Etüd: II O. Strcek Roma 1967
1. Ödülü Beyaz oynar kazanır.

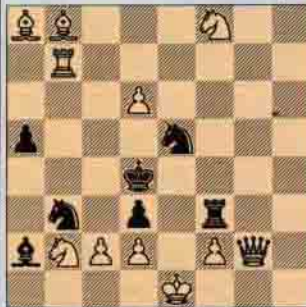


Etüd: III E. Dwizov SSCB 1966
1. Ödülü Beyaz oynar kazanır.



Etüd: IV M. Matos Roma 1981
1. Ödülü Beyaz oynar kazanır.

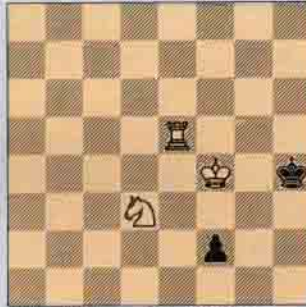
Ödül Kazanmış Problemler



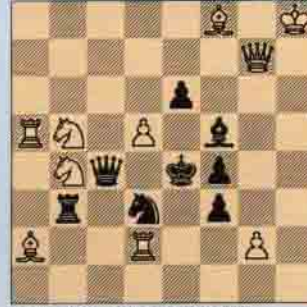
Problem: I L. Loschinski SSCB 1948 1. Ödülü
3 hamlede mat



Problem: II Godfrey Heathcote Londra 1970 1. Ödülü
3 hamlede mat



Problem: III W. Masmann Berlin 1936 1. Ödülü
4 hamlede mat



Problem: IV L. Loschinski SSCB 1946 1. Ödülü
3 hamlede mat

15.16.Ae5 Ff6 17.f4 Ab4 18.Ka1 Aa2 19.Ka1 Ab4 20.Ka7 Fe5 21.f5 Kb8 22.Kd2 Ke8 23.f2 Ac6 24.Ka3 Ka8 25.Ka8 Ka8 26.Ff4 Ab4 27.g4 f4 28.Se3 b5 29.Fe4 Fe4 30.Se4 b4 31.Kd1 Ka2 32.Kd2 Ad5 33.Fe3 h6 0-1

Haznedaroğlu, K - Stoyanovic, M [D02]
Balkan tr TUR-YUG b3, 1994

1.d4 d5 2.Af3 Af6 3.g3 c5 4.e3 e5 5.Fg2 Ac6 6.0-0 Fd6 7.Abd2 0-0 8.Ke1 cd4 9.cd4 b6 10.Ab3 Fa6 11.Ff4 Ke8 12.Ke1 Ae4 13.a3 Vb6 14.e3 h6 15.Abd2 Ad2 16.Ad2 e5 17.de5 Fe5 18.Va4 Fb2 19.Va6 Fe1 20.Ke1 Ae7 21.Ke8 Ke8 22.Va7 g5 23.Fe7 Ve3 24.Fb6 Vd2 25.Ve7 Ve2 26.Ff1 Vb7 27.Fd4 Ke1 28.Ve5 S8 29.Vb6 Se7 30.Vb2 Vd1 1-0

Ipek, A - Ermenkov, E [A28]
Balkan tr BUL-TUR b6, 1994

1.e4 Af6 2.Ae3 e5 3.Af3 Ae6 4.e3 Fe7 5.a3 0-0 6.b4 d6 7.Fe2 Ke8 8.0-0 Ff8 9.a3 Ae7 10.Fb2 Ag6 11.Ve2 e6 12.Ae4 d5 13.Af6 g6 14.e5 cd5 15.Ka1 Fd6 16.b3 Fe6 17.Kf1 Vd7 18.Ff1 a5 19.Fc3 Kcd8 20.Vb2 a4 21.Fd2 Kd8 22.Ke2 S8 23.Kb1 Kf8 24.Sb1 Ve7 25.Ka1 Vb8 26.Ve1 Vb6 27.Vd1 Ab4 28.e4 Kf5 29.Fg5 f5 30.Ab4 Vb4 31.f3 d4 32.Ve1 Vb6 1/2-1/2

Ionescu, C - Kotronias, V [A65]
Balkan tr ROM-GRE b1, 1994

1.d4 Af6 2.c4 g5 3.Ac3 Fg7 4.e4 d6 5.f3 0-0 6.Fg5 e5 7.d5 e6 8.Vd2 cd5 9.cd5 Fd7 10.Fd3 Aa1 11.Age2 h6 12.Ff6 Fh6 13.Vb6 h5 14.Ag3 e4 15.Fe2 Ac5 16.0-0 Ke8 17.Kf1 Ke8 18.Ad1 Va5 19.Af2 Ke5 20.Ff1 Vd8 21.Vd2 Vb8 22.Ka1 Kb8 23.b3 ch3 24.a3 b4 25.Va4 Ve7 26.Ad3 Ad1 27.Fd3 g5 28.Va7 Vb8 29.Ka1 Se7 30.Vd4 Sg6 31.Ke7 Vb8 32.Ka6 Vb8 33.Va7 Fb5 34.Fb5 Kb5 35.Kcd6 Ae8 36.Vd7 S7 37.Af5 Vb8 38.V7 1-0

Bedini, E - Ökular, A [E87]
Balkan tr TUR-ALB b2, 1994

1.e4 Af6 2.Ae3 g6 3.e4 d6 4.d4 Fg7 5.f3 0-0 6.Fe3 e5 7.d5 Ab5 8.Vd2 Vh4 9.Ff2 Fe7 10.0-0 f5 11.e3 f5 12.g3 Ad7 13.Fd5 Ae5 14. Fe2 a6 15.Age2 h5 16.b4 Ad7 17.e5 de5 18.b5 Ae5 19.d6 cd6 20.Vd6 Vd6 21.Kd6 Ab7 22.Kh6 Af6 23.Ff5 Ff5 24.Kb7 Kc8 25.Sb2 Kf8 26.Fe3 Kd3 27.g4 Fg6 28.Fa7 e4 29.Fd4 ef3 30.Kg7 Se7 31.Af4 Kd2 32.Se1 Kc2 33.Sd1 K2c3 0-1

Gürkan, S - Pirani, L [C45]
Balkan tr TUR-ALB b5, 1994

1.e4 e5 2.Af3 Ae6 3.d4 ed4 4.Af3 F5 5.Fe3 Vb6 6.c3 d6 7.g3 Fd7 8.Fg2 Fe7 9.0-0 Af6 10.Ae6 Fe6 11.Fe5 de5 12.e4 Ad7 13.Fe6 b6 14.f4 0-0 15.Ad2 Kb8 16.Ae4 Ve6 17.b3 Ab6 18.f5 Vb6 19.Ve2 Ae4 20.b4 Kf8 21.Ka1 Kf8 22.Kd1 Vg5 23.Kd8 Vd8 24.Ka1 Vg5 25.e6 fe6 26.f6 Vb6 27.e7 g6 28.Vd2 Se7 29.Ve3 h5 30.Ve5 Vc3 31.Kf1 h4 32.V2 1-0

Miladinovic, I - Han, H [A45]
Balkan tr TUR-YUG b2, 1994

1.d4 Af6 2.Fg5 Ae4 3.h4 d5 4.Ad2 Ag5 5.hg5 g6 6.e3 Fg7 7.f4 h6 8.g6 h6 9.Kb6 Fb6 10.Ag3 c5 11.de3 Va5 12.Sf2 Ve5 13.Ab3 Vd6 14.Vd4 Ae6 15.Fb5 Fd7 16.Fe6 Vb6 17.Kh1 Ve2 18.Sg3 Ff8 19.Kb8 0-0-0 20.Va7 Ve7 21.Ae5 g5 22.Va8 1-0

Soylu, S - Ilincic, Z [B95]
Balkan tr TUR-YUG b3, 1994

1.e4 c5 2.Af3 d6 3.d4 cd4 4.Ad4 Af6 5.Ac3 a6 6.Fg5 e6 7.Vd3 h6 8.Fh4 Fe7 9.f4 g5 10.fg5 Ag1 11.Fg3 hg5 12.0-0 Ae5 13.Ve3 Vb6 14.Vd2 Abc6 15.Af3 Va5 16.Sb1 g4 17.Ae5 Ae5 18.Fe2 Fd7 19.Vd4 Kf8 20.Kh1 Fe6 21.Vf2 Kf7 22.Fh4 Fh4 23.Vh4 Sd7 24.Kd4 Ag6 25.Vf2 Kh6 26.Kd6 Se7 27.Kf1 Ae5 28.Vb6 Kgh7 29.Kcd5 ed5 30.Ve5 S6 31.cd5 Fe8 32.Fg4 Sd7 33.h3 Vb6 34.a4 f6 35.Vf4 Fd7 36.a5 Va5 37.Fd7 Kd7 38.Vb6 Kf8 39.g4 Vb6 40.Vf5 Kc7 41.Ae4 Ve3 42.d6 Kc4 43.Af6 Kd8 44.Vd3 Ve5 45.d7 Kf4 46.Vd6 Vg5 47.Ab7 1-0

Gürcan, S - Pavlovic, M [C45]
Balkan tr TUR-YUG b5, 1994

1.e4 e5 2.Af3 Ae6 3.d4 ed4 4.Ad4 Fe5 5.Fe3 Vb6 6.c3 Age7 7.Vd2 a6 8.Fe4 0-0 9.0-0 Fa7 10.Aa3 d6 11.F4 Ad4 12.Fd4 Fd4 13.Vd4 Vd4 14.cd4 e6 15.Ae2 b5 16.Fe2 e5 17.de5 de5 18.Kad1 Fb7 19.Kd7 Fe4 20.Ke7 Fe2 21.Kc1 Fe5 22.Ke5 Kf8 23.Ke8 Ke8 24.Fb5 ab5 25.Ff5 Kb8 26.Sf2 g6 27.Ke5 b4 28.Ke3 Ke8 29.Ke2 Se7 30.Se3 Ka8 31.Sd3 Ka2 32.Se4 h5 33.Sb4 Fe6 34.Sb3 Ka1 35.Se3 Fe5 36.g3 h4 37.g4 Ka7 38.b4 Ke7 39.Sd3 Sf4 40.b5 Ke1 41.Kb2 Se5 42.b6 Kc8 43.b7 Kb8 44.Se3 f5 45.Kb6 Sd5 46.Sf4 Se5 47.Kb2 Se6 48.h5 gh5 49.Sf5 Se7 50.Sg5 Kf8 51.Sf5 S8 52.h4 Kb8 53.Sg5 Kf8 54.Sf6 Kf4 55.h5 Kf4 56.Kb5 1-0

Petrov, M - Dumitrescu, D [B82]
Balkan tr BUL-ROM b3, 1994

1.e4 e5 2.Af3 d6 3.d4 cd4 4.Ad4 Af6 5.Ae3 e6 6.f4 Ae6 7.Af3 a6 8.Fd3 Ve7 9.0-0 Fe7 10.Ve1 b5 11.e5 Ad7 12.Vg3 0-0 13.f5 de5 14.Fh6 Fh6 15.Ae4 S8 16.Af6 gh6 17.Ah7 Kf8 18.Vh4 S7 19.f6 Kf6 20.Ag5 Se8 21.Fg6 Va7 22.Sb1 f6 23.Vb3 1-0

Zadrma, A - Drasko, M [C06]
Balkan tr ALB-YUG b1, 1994

1.e4 e6 2.d4 d5 3.Ad2 Fe7 4.Agf3 Af6 5.Fd3 e5 6.ed5 Vd5 7.de5 Abd7 8.Ab3 0-0 9.0-0 Ae5 10.Ae5 Ve5 11.Ve2 b6 12.Ae5 Fb3 13.Ke1 Kcd8 14.a3 Vd5 15.f4 Fe5 16.Sf1 Vd4 17.Fe3 Fe5 18.Ve3 Fe3 19.Ke3 Ad5 20.Kf3 Ke8 21.Ke1 Kf8 22.Kf2 Ke5 23.g3 b5 24.Kd2 a6 25.Sf2 g6 26.Fe4 Sg7 27.Ff3 Ke7 28.Ked1 Kcd8 29.c3 f6 30.Ag4 Sf7 31.Ae3 Ae3 32.Se3 Fe3 33.Sf3 Se7 34.Kd6 Kf7 35.Kb6 Ke3 36.Kdd6 Kd7 37.Ke6 S8 38.Kf6 1-0

Botsari, A - Voiska, M [E80]
Balkan tr GRE-BUL b1, 1994

1.d4 Af6 2.c4 g6 3.Ac3 Fg7 4.e4 d6 5.f3 e5 6.d5 Adf7 7.h4 f5 8.h5 Ff6 9.hg6 hg6 10.Kb8 Fh8 11.g3 f4 12.Vd2 Vg5 13.Vh2 Vg3 14.Vg3 fg3 15.Ab5 Sd8 16.Fh3 a6 17.Ac3 Af6 18.Fe8 Se8 19.Ah3 Abd7 20.Fe3 Af8 21.e5 de5 22.Fe5 A8h7 23.Kd1 g5 24.Se2 Sd7 25.d6 ed6 26.Kd6 Se7 27.Ke6 g4 28.fg4 Kf8 29.Sf3 Sd7 30.Ke7 Se6 31.b4 g2 32.Fe3 g1 33.Fg1 Ag5 34.Ag5 Kf5 35.Fe3 Kf8 1-0

Musat, A - Karadeniz, E [A33]
Balkan tr, ROM-TUR b1, 1994

1.Af3 e5 2.e4 Ae6 3.d4 cd4 4.Ad4 Af6 5.Ac3 e6 6.Adb5 d6 7.Ff4 e5 8.Fg5 a6 9.Ff6 gh6 10.Aa3 Fe6 11.e3 h5 12.Fe2 h4 13.Ff3 f5 14.Fd5 Fg7 15.Vd2 Ve7 16.0-0 Kf8 17.f4 e4 18.Ae2 Aa5 19.h5 Kf8 20.Ad4 Ae6 21.Ace2 Vd7 22.Fe6 be6 23.Ka1 1/2-1/2

Kosic, D - Nikolaidis, I [D03]
Balkan tr GRE-YUG b4, 1994

1.d4 d5 2.Af3 Af6 3.Fg5 g6 4.Abd2 Fg7 5.e3 0-0 6.c3 Abd7 7.Fe2 b6 8.0-0 Fb7 9.a4 e5 10.a5 Fe6 11.ab6 ab6 12.Vb3 Ve7 13.Ae5 Ae5 14.de5 Ae4 15.Ae4 de4 16.e6 f6 17.Ff4 Vb7 18.h4 f5 19.Kf1 Ka1 20.Ka1 b5 21.Ka5 e4 22.Va3 Ff6 23.Fg5 Se7 24.Ve5 Ka8 25.Ff6 S6 26.Fe4 1-0

Satranç Olimpiyatları (IX) XXIV. Malta 1980

82 ülkenin katıldığı Malta olimpiyatında Sovyetler Birliği (Karpov, Polugayevski, Tal, Geller, Balashov ve Kasparov) ve Macaristan (Portisch, Ribli, Sax, Csoma, Farago ve Pinter) eş puanla ilk iki dereceyi paylaştılar. Üçüncülüğü Yugoslavya (Ljubojevic, Ivkov, Parma, Karajica, Marjanovic ve Nikolic) kazandı. Türkiye (Ipek, Gümrükçüoğlu, Öney, Süer ve Pamuk) 47. oldu.

Kasparov, Gary - Speelman, Jonathan
Malta ol 1980
1.d4 Af6 2.e4 e6 3.Af3 b6 4.g3 Fa6 5.Abd2

Fb4 6.Vb5 Ac6 7.d5 Fd2 8.Fd2 Ae7 9.Fc3 Af5 10.Ad2 Ad6 11.f3 0-0 12.e4 ed5 13.cd5 Ff1 14.Kf1 a5 15.e5 a4 16.Ve2 Ve8 17.Sf2 Ad5 18.Vd3 Ve6 19.ed6 e6 20.Vd4 Vb6 21.h4 f5 22.f4 Kf6 23.Ka1 b5 24.Af3 Kd6 25.Ve5 Kf8 26.Ke2 Ke6 27.Ke6 Ve6 28.Ke1 Vb6 29.Fd4 Vg5 30.a3 Ka8 31.h5 Vh5 32.Vd6 V7 33.Ag5 Vh5 34.Vd7 Vh2 35.Sf5 Vh5 36.Sg2 Af4 37.Sg1 1-0

Roth - Kasparov, Gary
Malta ol 1980

1.e4 c5 2.Af3 e6 3.d4 cd4 4.Ad4 Ae6 5.Ae3 d6 6.Fe3 Af6 7.Fe4 a6 8.Ve2 Ve7 9.Fb3 Aa5 10.g4 b5 11.g5 Ad7 12.f4 b4 13.Aa4 Fb7 14.f5 e5 15.Af3 Ab3 16.cb3 Fe4 17.0-0 Vb7 18.Ad2 Fe6 19.Kf2 Vb5 20.Vb5 ab5 21.Ke1 Ke8 22.Ab6 Ab6 23.Fb6 Sd7 24.f6 Fd5 25.Ke8 Se8 26.Fa5 gh6 27.gf6 Kf8 28.Sf1 Kf4 29.Se2 Sd7 30.Af1 Ke4 31.Sd1 Fe6 32.Ag3 Kd4 33.Se2 d5 34.Af5 Ff5 35.Kf5 Se6 36.Kh5 h6 37.a4 ba3 38.ba3 S6 39.Fe3 Ke4 40.a4 ba4 41.ba4 Ka4 42.Fe5 Sg6 43.Kb3 Ka2 44.Sd1 S5 45.Fg3 0-0 1-0

Shamkovich, Leonid - Kasparov, Gary
Malta ol 1980

1.e4 Af6 2.Ae3 c5 3.Af3 e6 4.e3 Ae6 5.d4 d5 6.a3 cd4 7.ed4 Fe7 8.Fg5 0-0 9.Fd3 de4 10.Fe4 Ad5 11.Fe7 Ae7 12.Ad5 Ad5 13.0-0 b6 14.Va4 Af4 15.Ve6 Kb8 16.Ve4 Vb6 17.Fd3 Ad3 18.Vd3 Fb7 19.Ae5 Kf8 20.Kd1 Vg5 21.Vg3 Vg3 22.hg3 Kf8 23.Kd2 fe 24.Af3 Ke4 25.Kf1d1 h5 26.Af1 Fe4 27.f3 Ff5 28.Sf2 Kd5 29.Se3 g3 30.Ka1 Kb5 31.b4 Kd5 32.Ka2 Ke3 33.Se2 Fb1 34.Ka2 Fg6 35.Ae2 Kd7 36.Ka2 Ke4 37.h5 Sg7 38.Sf3 Kd5 39.Kf2 Fe8 40.Sf2 Kb5 41.Kb5 Ff5 42.d5 ed5 43.Ae3 Ke5 44.Ad5 Fe4 45.Ae3 Fe6 46.Ae4 Ka5 47.Kd3 Ff5 48.Se3 Ka4 49.Kc3 Fe4 50.f6 Sf7 51.Kd3 b5 52.Sf3 Se6 53.Se3 a6 54.Ke3 Ke4 55.Kd3 0-1

Kasparov, Gary - Ghitescu, Teodor
Malta ol 1980

1.d4 Af6 2.e4 e5 3.d5 d6 4.Ae3 g6 5.e4 Fg7 6.Fd3 0-0 7.Age2 e6 8.0-0 ed5 9.ed5 b6 10.Fg5 h6 11.Ff4 Fa6 12.Ag3 Fd3 13.Vd3 a6 14.Ka1 Ag4 15.h3 Ae5 16.Fe5 de5 17.a4 Ae6 18.Kb1 Vd6 1/2-1/2

Kasparov, Gary - Ligterink, Gert
Malta ol 1980

1.d4 Af6 2.e4 e6 3.Af3 b6 4.g3 Fb7 5.Fg2 Fe7 6.0-0 0-0 7.Ac3 Ae4 8.Fd2 Ff6 9.Kc1 e5 10.d5 ed5 11.ed5 Ad2 12.Ad2 d6 13.Ade4 Ke8 14.Vd2 a6 15.b4 Fe7 16.b5 c6 17.Vf4 Ve7 18.Aa4 Va5 19.Kb1 Fd5 20.Ab6 Fe4 21.Fe4 Ka7 22.Ae6 Ae6 23.Aa7 Aa7 24.Fd5 1-0

Kasparov, Gary - Marjanovic, Slavoljub
Malta ol 1980

1.d4 Af6 2.e4 e6 3.Af3 b6 4.g3 Fb7 5.Fg2 Fe7 6.0-0 0-0 7.d5 ed5 8.Ab4 e6 9.cd5 Ad5

Satranç

Kahraman Olgaç - Cengiz Keleş - Ali İpek

26. Balkan Takımlar Satranç Şampiyonası

Şampiyona 11-17 Ekim tarihlerinde Bulgaristan'ın tatil ve sayfiye şehri Varna'da yapıldı. Yarışmaya Türkiye ile birlikte Bulgaristan, Romanya, Yunanistan, Arnavutluk'un yanı sıra Yugoslavya katıldı. Böylece savaşın bu yana Yugoslavya ile ilk dış teması Türk Milli Satranççıları yapmış oldu. Gelecek yıl diğer dört Balkan ülkesinin (Bosna-Hersek, Hırvatistan, Makedonya ve Slovenya) de katılımını bekliyoruz.

Aruk kökleşen Şampiyona uzun zamandır dört ayrı kategoride yapılıyor ve ülkeler 6 A-Milli, 2 Bayan, 4 Genç ve 2 Genç Bayan, toplam 14 oyuncuyla temsil ediliyorlar. Turnuvanın dallara göre sıralamaları şöyle oldu:

Milli Takımlar: 1. Bulgaristan 18.5

puan 2. Yugoslavya 17.5 puan 3. Yunanistan 17 puan 4. Romanya 16 puan 5. Türkiye 11 puan 6. Arnavutluk 10 puan

Bayanlar: 1. Bulgaristan 8.5 puan 2. Yunanistan 7.5 puan 3. Yugoslavya 6.5 puan 4. Romanya 5 puan 5. Arnavutluk 1.5 puan 6. Türkiye 1 puan

Gençler: 1. Yugoslavya 14.5 puan 2. Bulgaristan 12.5 puan 3. Romanya 12 puan 4. Yunanistan 9.5 puan 5. Arnavutluk 7 puan 6. Türkiye 4.5 puan

Genç Bayanlar: 1. Bulgaristan 8 puan 2. Romanya 5.5 puan 3. Yugoslavya 5.5 puan 4. Yunanistan 5 puan 5. Türkiye 3 puan 6. Arnavutluk 3 puan

Türkiye'nin sonunculuktan kurtulmak için Arnavutluk ile mücadele ediyor olması Türk satranççıları açısından olumsuz fikirleri aklı getirebilir; fakat diğer dört ülke ve özellikle Bulgaristan ve Yugoslavya dünya satrancının ileri ülkeleri arasındadır.

Dünyanın en iyi 10 oyuncusu arasında olan 19. yaşındaki Veselin Topalov (2465) da turnuvada Bulgaristan'ın 1. masası olarak oynamış ve FM Can Arduman'la berabere kalmıştır. Bu denli kuvvetli bir turnuvada tecrübesiz oyuncularımızın bazı büyükustaları da yenerek 11 puan almaları, önceki yıllara göre önemli bir başarıdır. Bizim Büyükustamız Suat Atalık'ın da oynaması durumunda bu puanın daha çok olacağı gayet açıktır. Gelecek yıllarda 10 takımlı Balkan Şampiyonaları dünyanın en önemli ve kuvvetli takım turnuvalarından sayılacaktır.

Bu yılki Şampiyona, masa sıralamalarına göre büyüklerde FM Can Arduman, FM Hakan Han, FM Suat Soylu, Hakan Erdoğan, Selim Gürçan ve Ali İpek; bayanlarda WIM Nilüfer İpek ve Fatmanur Öney; gençlerde Emre Karadeniz, Ayhan Okçular, Kıvanç Haznedaroğlu ve Soyat Tuğlacı;

genç bayanlarda Burcu Can ve Aytuna Aynal ülkemizi temsil ederken, Yılmaz Başoğlu büyük takımların, Cengiz Keleş de genç takımların kaptanlıklarını yaptı. Bir önceki yıl şampiyonayı düzenlediğimiz için yarışmanın başhakkemi Türkiye'den İsmet Arvit'ti, ayrıca Ali Nihat Yazıcı da hakem değişimi anlaşmasına göre ülkemizi hakemlik alanında temsil etti.

Büyükler kategorisinde 3. masa oyuncumuz FM Suat Soylu ile 6. masa oyuncumuz Ali İpek 5 oyunda 2.5 puanla en başarılı skorlarımızı kaydettiriler. Birinci masada sürpriz olarak IM İonescu, GM Topalov ve GM Kotronias'ı da yenerek 5 oyunda 4.5 puan aldı ve turnuvanın en başarılı oyuncusu oldu.

Musat, A - Dervishi, E [E18]
Balkan t1 ROM-ALB b1, 1994
1.Af3 Af6 2.c4 e6 3.g3 b6 4.Fg2 Fb7 5.d4 Fc7
6.Ac3 d5 7.Ae5 0-0 8.0-0 Aa8 9.Va4 Vc8 10.Vc8 Kf6
11.Kd1 Kd8 12.Fc3 Ae4 13.Ae4 d4 14.f3 b6 15.Ag4

Unutulmayan Oyunlar

A. Anderssen - J. Dufresne Berlin 1852 Herdem Yeşil Parti



2.Af3 Ac6



4.b4 Fb4



6.d4 ed4



8.Vb3 Vf6



10.Ke1 Ag7



12.Vb5 Kb8



14.Abd2 Fb7



16.Fd3 Vh5



18.af6 Kg8



20.Ke7 Ae7

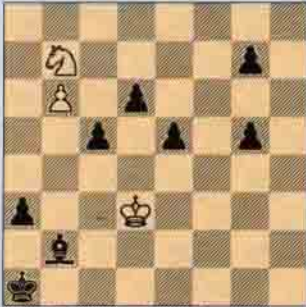


22.Ff5 Şe8

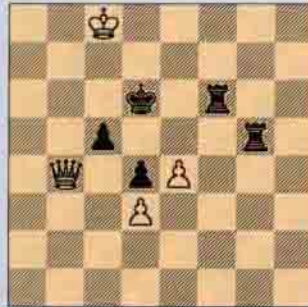


24.Fe7 mat

Ödül Kazanan Etüdler



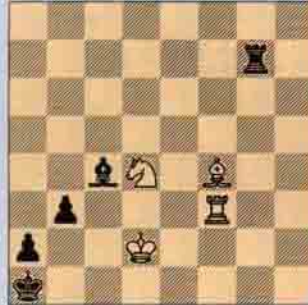
Etüd: I L. Maslanka Çekoslovakya 1958
1. Ödülü Beyaz oynar kazanır.



Etüd: II O. Strcek Roma 1967
1. Ödülü Beyaz oynar kazanır.



Etüd: III E. Dwizov SSCB 1966
1. Ödülü Beyaz oynar kazanır.



Etüd: IV M. Matos Roma 1981
1. Ödülü Beyaz oynar kazanır.

f5 16.Ae5 f6 17.f4 Ab4 18.Ka1 Aa2 19.Ka1 Ab4 20.Ka7 Fe5 21.f5 Kb8 22.Kd2 Ke8 23.f2 Ac6 24.Ka3 Ka8 25.Ka8 Ka8 26.Ff4 Ab4 27.g4 f4 28.Se3 b5 29.Fe4 Fe4 30.Se4 b4 31.Kd1 Ka2 32.Kd2 Ad5 33.Fe3 h6 0-1

Haznedaroğlu, K - Stoyanovic, M [D02]
Balkan tr TUR-YUG b3, 1994

1.d4 d5 2.Af3 Af6 3.g3 c5 4.e3 e5 5.Fg2 Ac6 6.0-0 Fd6 7.Abd2 0-0 8.Ke1 cd4 9.cd4 b6 10.Ab3 Fa6 11.Ff4 Ke8 12.Ke1 Ae4 13.a3 Vb6 14.e3 h6 15.Abd2 Ad2 16.Ad2 e5 17.de5 Fe5 18.Va4 Fb2 19.Va6 Fe1 20.Ke1 Ae7 21.Ke8 Ke8 22.Va7 g5 23.Fe7 Ve3 24.Fb6 Vd2 25.Ve7 Ve2 26.Ff1 Vb7 27.Fd4 Ke1 28.Ve5 S8 29.Vb6 Se7 30.Vb2 Vd1 1-0

Ipek, A - Ermenkov, E [A28]
Balkan tr BUL-TUR b6, 1994

1.e4 Af6 2.Ae3 e5 3.Af3 Ae6 4.e3 Fe7 5.a3 0-0 6.b4 d6 7.Fe2 Ke8 8.0-0 Ff8 9.a3 Ae7 10.Fb2 Ag6 11.Ve2 c6 12.Ae4 d5 13.Af6 g6 14.e5 cd5 15.Ka1 Fd6 16.b3 Fe6 17.Kf1 Vd7 18.Ff1 a5 19.Fc3 Kcd8 20.Vb2 a4 21.Fd2 Kd8 22.Ke2 S8 23.Kb1 Kf8 24.Sb1 Ve7 25.Ka1 Vb8 26.Ve1 Vb6 27.Vd1 Ab4 28.e4 Kf5 29.Fg5 f5 30.Ab4 Vb4 31.f3 d4 32.Ve1 Vb6 1/2-1/2

Ionescu, C - Kotronias, V [A65]
Balkan tr ROM-GRE b1, 1994

1.d4 Af6 2.c4 g5 3.Ac3 Fg7 4.e4 d6 5.f3 0-0 6.Fg5 e5 7.d5 e6 8.Vd2 cd5 9.cd5 Fd7 10.Fd3 Aa1 11.Age2 h6 12.Ff6 Fh6 13.Vb6 h5 14.Ag3 e4 15.Fe2 Ac5 16.0-0 Ke8 17.Kf1 Ke8 18.Ad1 Va5 19.Af2 Ke5 20.Ff1 Vd8 21.Vd2 Vb8 22.Ka1 Kb8 23.b3 ch3 24.a3 b4 25.Va4 Ve7 26.Ad3 Ad1 27.Fd3 g5 28.Va7 Vb8 29.Ka1 Sg7 30.Vd4 Sg6 31.Ke7 Vb8 32.Ka6 Vb8 33.Va7 Fb5 34.Fb5 Kb5 35.Kcd6 Ae8 36.Vd7 S7 37.Af5 Vb8 38.V7 1-0

Bedini, E - Ökular, A [E87]
Balkan tr TUR-ALB b2, 1994

1.e4 Af6 2.Ae3 g6 3.e4 d6 4.d4 Fg7 5.f3 0-0 6.Fe3 e5 7.d5 Ab5 8.Vd2 Vb4 9.Ff2 Fe7 10.0-0 f5 11.e3 g5 12.g3 Ad7 13.Fd5 Ae5 14. Fe2 a6 15.Age2 h5 16.b4 Ad7 17.e5 de5 18.b5 Ae5 19.d6 cd6 20.Vd6 Vd6 21.Kd6 Ab7 22.Kb6 Af6 23.Ff5 Ff5 24.Kb7 Kc8 25.Sb2 Kf8 26.Fe3 Kd3 27.g4 Fg6 28.Fa7 e4 29.Fd4 ef3 30.Kg7 Sg7 31.Af4 Kd2 32.Se1 Kc2 33.Sd1 K2c3 0-1

Gürkan, S - Pirani, L [C45]
Balkan tr TUR-ALB b5, 1994

1.e4 e5 2.Af3 Ae6 3.d4 ed4 4.Af4 Fc5 5.Fe3 Vb6 6.c3 d6 7.g3 Fd7 8.Fg2 Fe7 9.0-0 Af6 10.Ae6 Fe6 11.Fe5 de5 12.e4 Ad7 13.Fe6 b6 14.f4 0-0 15.Ad2 Kb8 16.Ae4 Ve6 17.b3 Ab6 18.f5 Vb6 19.Ve2 Ae4 20.b4 Kf8 21.Ka1 Kf8 22.Kd1 Vg5 23.Kd8 Vd8 24.Ka1 Vg5 25.e6 fe6 26.f6 Vb6 27.e7 g6 28.Vd2 Sg7 29.Ve3 h5 30.Ve5 Vc3 31.Kf1 h4 32.V2 1-0

Miladinovic, I - Han, H [A45]
Balkan tr TUR-YUG b2, 1994

1.d4 Af6 2.Fg5 Ae4 3.h4 d5 4.Ad2 Ag5 5.hg5 g6 6.e3 Fg7 7.f4 h6 8.g6 Kf6 9.Kb6 Fb6 10.Ag3 c5 11.de5 Va5 12.Sf2 Ve5 13.Ab3 Vd6 14.Vd4 Ae6 15.Fb5 Fd7 16.Fe6 Vb6 17.Kh1 Ve2 18.Sg3 Ff8 19.Kb8 0-0-0 20.Va7 Ve7 21.Ae5 g5 22.Va8 1-0

Soylu, S - Ilincic, Z [B95]
Balkan tr TUR-YUG b3, 1994

1.e4 c5 2.Af3 d6 3.d4 cd4 4.Ad4 Af6 5.Ac3 a6 6.Fg5 e6 7.Vd3 h6 8.Fh4 Fe7 9.f4 g5 10.fg5 Ag1 11.Fg3 hg5 12.0-0 Ae5 13.Ve3 Vb6 14.Vd2 Abc6 15.Af3 Va5 16.Sb1 g4 17.Ae5 Ae5 18.Fe2 Fd7 19.Vd4 Kf8 20.Kh1 Fc6 21.Vf2 Kf7 22.Fh4 Fh4 23.Vb4 Sd7 24.Kd4 Ag6 25.Vf2 Kb6 26.Kd6 Se7 27.Kf1 Ae5 28.Vb6 Kf7 29.Kd6 ed5 30.Ve5 S6 31.cd5 Fe8 32.Fg4 Sd7 33.h3 Vb6 34.a4 f6 35.Vf4 Fd7 36.a5 Va5 37.Fd7 Kd7 38.Vb6 Kf8 39.g4 Vb6 40.Vf5 Kc7 41.Ae4 Ve3 42.d6 Kc4 43.Af6 Kd8 44.Vd3 Ve5 45.d7 Kf4 46.Vd6 Vg5 47.Ab7 1-0

Gürcan, S - Pavlovic, M [C45]
Balkan tr TUR-YUG b5, 1994

1.e4 e5 2.Af3 Ae6 3.d4 ed4 4.Ad4 Fc5 5.Fe3 Vb6 6.c3 Age7 7.Vd2 a6 8.Fe4 0-0 9.0-0 Fa7 10.Aa3 d6 11.F4 Ad4 12.Fd4 Fd4 13.Vd4 Vd4 14.cd4 e6 15.Ae2 b5 16.Fe2 e5 17.de5 de5 18.Kad1 Fb7 19.Kd7 Fe4 20.Ke7 Fe2 21.Kc1 Fe5 22.Ke5 Kf8 23.Ke8 Ke8 24.Fb5 ab5 25. Kf5 Kb8 26.Sf2 g6 27.Ke5 b4 28.Ke3 Ke8 29.Ke2 Sg7 30.Se3 Ka8 31.Sd3 Ka2 32.Se4 h5 33.Sb4 Fe6 34.Sb3 Ka1 35.Se3 Fe5 36.g3 h4 37.g4 Ka7 38.b4 Ke7 39.Sd3 S4 40.b5 Ke1 41.Kb2 Se5 42.b6 Kc8 43.b7 Kb8 44.Se3 f5 45.Kb6 Sd5 46.Sf4 Se5 47.Kb2 Se6 48.h5 gh5 49.Sf5 Se7 50.Sg5 Kf8 51.Sf5 S8 52.h4 Kb8 53.Sg5 Kf8 54.Sf6 Kf4 55.h5 Kf4 56.Kb5 1-0

Petrov, M - Dumitrescu, D [B82]
Balkan tr BUL-ROM b3, 1994

1.e4 e5 2.Af3 d6 3.d4 cd4 4.Ad4 Af6 5.Ae3 e6 6.f4 Ae6 7.Af3 a6 8.Fd3 Ve7 9.0-0 Fe7 10.Ve1 b5 11.e5 Ad7 12.Vg3 0-0 13.f5 de5 14.Fh6 Fh6 15.Ae4 S8 16.Af6 gh6 17.Ab7 Kf8 18.Vb4 S7 19.b6 Kf6 20.Ag5 Sg8 21.Fg6 Va7 22.Sb1 f6 23.Vb3 1-0

Zadrma, A - Drasko, M [C06]
Balkan tr ALB-YUG b1, 1994

1.e4 e6 2.d4 d5 3.Ad2 Fe7 4.Agf3 Af6 5.Fd3 e5 6.ed5 Vd5 7.de5 Ad7 8.Ab3 0-0 9.0-0 Ae5 10.Ae5 Ve5 11.Ve2 b6 12.Ae5 Fb3 13.Ke1 Ka8 14.a3 Vd5 15.f4 Fe5 16.Sf1 Vd4 17.Fc3 Ke5 18.Ve3 Fe3 19.Ke3 Ad5 20.Kf3 Ke8 21.Ke1 Kf8 22.Kf2 Ke5 23.g3 b5 24.Kd2 a6 25.Sf2 g6 26.Fe4 Sg7 27.Ff3 Ke7 28.Ked1 Kdc8 29.c3 f6 30.Ag4 S7 31.Ae3 Ae3 32.Se3 Fe3 33.Sf3 Se7 34.Kd6 Kf7 35.Kb6 Ke3 36.Kdd6 Kd7 37.Ke6 S8 38.Kf6 1-0

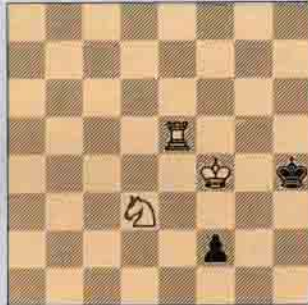
Ödül Kazanmış Problemler



Problem: I L. Loschinski SSCB 1948 1. Ödülü
3 hamlede mat



Problem: II Godfrey Heathcote Londra 1970 1. Ödülü
3 hamlede mat



Problem: III W. Masmann Berlin 1936 1. Ödülü
4 hamlede mat



Problem: IV L. Loschinski SSCB 1946 1. Ödülü
3 hamlede mat

Botsari, A - Voiska, M [E80]
Balkan tr GRE-BUL b1, 1994

1.d4 Af6 2.c4 g6 3.Ac3 Fg7 4.e4 d6 5.f3 e5 6.d5 Adf7 7.h4 f5 8.h5 Ff6 9.hg6 hg6 10.Kb8 Fh8 11.g3 f4 12.Vd2 Vg5 13.Vh2 Vg3 14.Vg3 fg3 15.Ab5 Sd8 16.Fh3 a6 17.Ac3 Af6 18.Fe8 Se8 19.Ah3 Abd7 20.Fe3 Af8 21.e5 de5 22.Fe5 A8h7 23.Kd1 g5 24.Se2 Sd7 25.d6 ed6 26.Kd6 Se7 27.Ke6 g4 28.fg4 Kf8 29.Sf3 Sd7 30.Ke7 Se6 31.b4 g2 32.Fe3 g1 33.Fg1 Ag5 34.Ag5 Kf5 35.Fe3 Kf8 1-0

Musat, A - Karadeniz, E [A33]
Balkan tr, ROM-TUR b1, 1994

1.Af3 e5 2.e4 Ae6 3.d4 ed4 4.Ad4 Af6 5.Ac3 e6 6.Adb5 d6 7.Ff4 e5 8.Fg5 a6 9.Ff6 gh6 10.Aa3 Fe6 11.e3 h5 12.Fe2 h4 13.Ff3 f5 14.Fd5 Fg7 15.Vd2 Ve7 16.0-0 Kf8 17.f4 e4 18.Ae2 Aa5 19.h5 Kf8 20.Ad4 Ae6 21.Ace2 Vd7 22.Fe6 be6 23.Ka1 1/2-1/2

Kosic, D - Nikolaidis, I [D03]
Balkan tr GRE-YUG b4, 1994

1.d4 d5 2.Af3 Af6 3.Fg5 g6 4.Abd2 Fg7 5.e3 0-0 6.c3 Abd7 7.Fe2 b6 8.0-0 Fb7 9.a4 e5 10.a5 Fe6 11.ab6 ab6 12.Vb3 Ve7 13.Ae5 Ae5 14.de5 Ae4 15.Ae4 de4 16.e6 f6 17.Ff4 Vb7 18.h4 f5 19.Kf1 Ka1 20.Ka1 b5 21.Ka5 e4 22.Va3 Ff6 23.Fg5 Sg7 24.Ve5 Ka8 25.Ff6 S6 26.Fe4 1-0

Satranç Olimpiyatları (IX) XXIV. Malta 1980

82 ülkenin katıldığı Malta olimpiyatında Sovyetler Birliği (Karpov, Polugayevski, Tal, Geller, Balashov ve Kasparov) ve Macaristan (Portisch, Ribli, Sax, Csom, Farago ve Pinter) eş puanla ilk iki dereceyi paylaştılar. Üçüncülüğü Yugoslavya (Ljubojevic, Ivkov, Parma, Karajica, Marjanovic ve Nikolic) kazandı. Türkiye (Ipek, Gümrükçüoğlu, Öney, Süer ve Pamuk) 47. oldu.

Kasparov, Gary - Speelman, Jonathan
Malta ol 1980
1.d4 Af6 2.e4 e6 3.Af3 b6 4.g3 Fa6 5.Abd2

Fb4 6.Vb5 Ac6 7.d5 Fd2 8.Fd2 Ae7 9.Fc3 Af5 10.Ad2 Ad6 11.f3 0-0 12.e4 ed5 13.cd5 Ff1 14.Kf1 a5 15.e5 a4 16.Ve2 Ve8 17.Sf2 Ad5 18.Vd3 Ve6 19.ed6 e6 20.Vd4 Vb6 21.h4 f5 22.f4 Kf6 23.Ka1 b5 24.Af3 Kd6 25.Ve5 Kf8 26.Ke2 Ke6 27.Ke6 Ve6 28.Ke1 Vb6 29.Fd4 Vg5 30.a3 Ka8 31.h5 Vh5 32.Vd6 V7 33.Ag5 Vh5 34.Vd7 Vh2 35.Sf5 Vh5 36.Sg2 Af4 37.Sg1 1-0

Roth - Kasparov, Gary
Malta ol 1980

1.e4 c5 2.Af3 e6 3.d4 ed4 4.Ad4 Ae6 5.Ae3 d6 6.Fe3 Af6 7.Fe4 a6 8.Ve2 Ve7 9.Fb3 Aa5 10.g4 b5 11.g5 Ad7 12.f4 b4 13.Aa4 Fb7 14.f5 e5 15.Af3 Ab5 16.eb3 Fe4 17.0-0 Vb7 18.Ad2 Fe6 19.Kf2 Vb5 20.Vb5 ab5 21.Ke1 Ke8 22.Ab6 Ab6 23.Fb6 Sd7 24.f6 Fd5 25.Kc8 Se8 26.Fa5 gh6 27.gf6 Kf8 28.Sf1 Kf4 29.Se2 Sd7 30.Af1 Ke4 31.Sd1 Fe6 32.Ag3 Kd4 33.Se2 d5 34.Af5 Ff5 35.Kf5 Se6 36.Kh5 h6 37.a4 ba3 38.ba3 S6 39.Fe3 Ke4 40.a4 ba4 41.ba4 Ka4 42.Fe5 Sg6 43.Kb3 Ka2 44.Sd1 S5 45.Fg3 0-0 1-0

Shamkovich, Leonid - Kasparov, Gary
Malta ol 1980

1.e4 Af6 2.Ae3 c5 3.Af3 e6 4.e3 Ae6 5.d4 d5 6.a3 ed4 7.ed4 Fe7 8.Fg5 0-0 9.Fd3 de4 10.Fe4 Ad5 11.Fe7 Ae7 12.Ad5 Ad5 13.0-0 b6 14.Va4 Af4 15.Ve6 Kb8 16.Ve4 Vb6 17.Fd3 Ad3 18.Vd3 Fb7 19.Ae5 Kf8 20.Kd1 Vg5 21.Vg3 Vg3 22.hg3 Kf8 23.Kd2 fe 24.Af3 Ke4 25.Kf1d1 h5 26.Af1 Fe4 27.f3 Ff5 28.Sf2 Kd5 29.Se3 g5 30.Ka1 Kb5 31.b4 Kd5 32.Ka2 Ke3 33.Se2 Fb1 34.Ka2 Fg6 35.Ae2 Kd7 36.Ka2 Ke4 37.h5 Sg7 38.Sf3 Kd5 39.Kh2 Fe8 40.Sf2 Kb5 41.Kb5 Ff5 42.d5 ed5 43.Ae3 Ke5 44.Ad5 Fe4 45.Ae3 Fe6 46.Ae4 Ka5 47.Kd3 Ff5 48.Se3 Ka4 49.Kc3 Fe4 50.f64 S7 51.Kd3 b5 52.Sf3 Se6 53.Se3 a6 54.Ke3 Ke4 55.Kd3 0-1

Kasparov, Gary - Ghitescu, Teodor
Malta ol 1980

1.d4 Af6 2.e4 e5 3.d5 d6 4.Ae3 g6 5.e4 Fg7 6.Fd3 0-0 7.Age2 e6 8.0-0 ed5 9.ed5 b6 10.Fg5 h6 11.Ff4 Fa6 12.Ag3 Fd3 13.Vd3 a6 14.Ka1 Ag4 15.h3 Ae5 16.Fe5 de5 17.a4 Ae6 18.Kb1 Vd6 1/2-1/2

Kasparov, Gary - Ligterink, Gert
Malta ol 1980

1.d4 Af6 2.e4 e6 3.Af3 b6 4.g3 Fb7 5.Fg2 Fe7 6.0-0 0-0 7.Ac3 Ae4 8.Fd2 Ff6 9.Kc1 e5 10.d5 ed5 11.ed5 Ad2 12.Ad2 d6 13.Ade4 Ke8 14.Vd2 a6 15.b4 Fe7 16.b5 c6 17.Vf4 Ve7 18.Aa4 Va5 19.Kb1 Fd5 20.Ab6 Fe4 21.Fe4 Ka7 22.Ae6 Ae6 23.Aa7 Aa7 24.Fd5 1-0

Kasparov, Gary - Marjanovic, Slavoljub
Malta ol 1980
1.d4 Af6 2.e4 e6 3.Af3 b6 4.g3 Fb7 5.Fg2 Fe7 6.0-0 0-0 7.d5 ed5 8.Ab4 e6 9.cd5 Ad5

Kombinezon Okulu



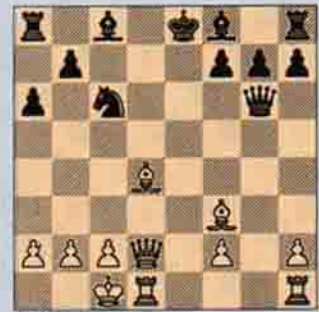
I. Beyaz oynar kazanır.



II. Beyaz oynar kazanır.



III. Beyaz oynar kazanır.



IV. Beyaz oynar kazanır.



V. Beyaz oynar kazanır.



VI. Beyaz oynar kazanır.



VII. Beyaz oynar kazanır.



VIII. Beyaz oynar kazanır.

10.Af5 Ac7 11.Ac3 d5 12.e4 Ff6 13.ed5 cd5 14.Ff4 Ab6 15.Kel Vd7 16.Fh3 Sh8 17.Ae4 Fb2 18.Ag5 Vc6 19.Ae7 Vb6 20.Ah7 Vd4 21.Vh5 g6 22.Vb4 Fa1 23.Af6 (1-0)

Kasparov, Gary - Petrusson, Margreir
Malta ol 1980
1.d4 d5 2.e4 e6 3.Af3 Af6 4.Ac3 de4 5.e4 b5 6.e5 Ad5 7.a4 c6 8.ab5 Ac3 9.b3 cb5 10.Ag5 Fb7 11.Vh5 Vd7 12.Fe2 h6 13.Ff3 Ac6 14.0-0 Ad8 15.Ae4 a5 16.Fg5 Fd5 17.Kf1 Ae6 18.Fb4 Ka7 19.Vg4 Kb7 20.Ad6 Fd6 21.Fd5 Fe7 22.Fe4 g6 23.Ff6 Sh8 24.Vf3 Ad8 25.d5 ed5 26.Fd5 Vd5 27.Vc3 Kd7 28.Kad1 Ff6 29.cfe6 Ae6 30.Fe4 Kd1 31.Ff5 Kel 32.Ve1 g5 33.Ve5 Sg8 34.Vg5 (1-0)

Csom, Istvan - Kasparov, Gary
Malta ol 1980
1.Af3 Af6 2.e4 g6 3.g3 Fg7 4.Fg2 0-0 5.0-0 d6 6.Ac3 e5 7.d4 Abd7 8.h3 c6 9.e4 Vb6 10.de5 Ae5 11.Ae5 de5 12.Ve2 Ah5 13.Fc3 Vc7 14.Ve2 Fe6 15.Kf1 Kf8 16.Aa4 Kd1 17.Kd1 Kd8 18.b3 Kd1 19.Vd1 Ff8 20.Vd2 Af6 21.Ac5 Fe8 22.Vc3 Ad7 23.Ad7 (1/2)

Georgiev, Kiril - Kasparov, Gary
Malta ol 1980
1.e4 c5 2.Af3 d6 3.d4 cd4 4.Ad4 Af6 5.Ac3 a6 6.Fg5 e6 7.f4 Vc7 8.Vf3 b5 9.0-0-0 b4 10.e5 Fb7 11.Acb5 ab5 12.Fb5 Af6 13.Ae6 fe6 14.Vb3 Sg7 15.f5 Fe4 16.f6 Sg8 17.Vb3 Fe2 18.Vc2 Vc2 19.Sc2 Ae5 20.e7 Fe7 21.Fe7 Abc6 22.Fd6 Ka5 23.Kd5 Kb5 24.Kb5 Ad4 25.Sb1

Ab5 26.Fe5 Sg7 27.Kel Sc6 28.Ke5 Ad6 29.Sc2 Kf8 30.Fd4 Kf1 31.Ke5 Sd7 32.Fe5 Sc6 33.Fb4 Kf2 34.Sc1 Ab7 35.Kg5 g6 36.a3 Ke2 37.Sb1 Kf2 38.Sa2 Ad8 39.Ke5 Sd7 40.Kd5 Ac6 41.Fc3 Kg2 42.Kd7 Sb6 43.Kh7 Sb5 44.Sb3 Kg4 45.Kd7 Kh4 46.Kd2 Kh3 47.Kg2 Ad4 48.Sa2 Af5 49.Fe5 Ke3 50.Fb8 Ke6 51.Kg4 Ae7 52.Fg3 Ae6 53.a4 Sc5 54.Sa3 Kf6 55.b3 Sd5 56.Kg5 Sc4 57.Ke5 Ke6 58.a5 Sd3 59.b4 Ad4 60.Fe5 Af3 61.Fb2 Ad2 62.Kc3 Sc2 63.Sa4 (1-0)

Giardelli, Sergio - Kasparov, Gary
Malta ol 1980
1.e4 e6 2.Af3 g6 3.g3 Fg7 4.Fg2 Af6 5.0-0 0-0 6.Ac3 d5 7.ed5 cd5 8.d3 Ac6 9.Vb3 d4 10.Ah5 a6 11.Aa3 b5 12.Ff4 Fe6 13.Vd1 Ke8 14.Vd2 Fd5 15.Kf1 Ad7 16.Ae2 e5 17.Fh6 Ve7 18.Fg7 Sg7 19.e3 d3 20.Ae3 Fd3 21.FD Ad3 22.Fg2 Ae5 23.Kel h5 24.Ka1 Kf8 25.Kc3 Vb6 26.Ac2 b4 27.Ab4 e4 28.Vc3 a5 29.Ae2 Ad3 30.Kc8 Kc8 31.Vd4 Vd4 32.Ad4 Ae1 (0-1)

Hansen, Curt - Kasparov, Gary
Malta ol 1980
1.e4 e6 2.d3 d5 3.Ad2 c5 4.Agf3 Ae6 5.g3 Af6 6.Fg2 Fe7 7.0-0 b6 8.Kel Fb7 9.e5 Ad7 10.h4 Vc7 11.Ve2 h6 12.Af1 0-0-0 13.Ah2 Kd8 14.Ag4 Af8 15.Ff4 g5 16.hg5 hg5 17.Fd2 Kh5 18.e3 Ag6 19.b4 e4 20.d4 Kgh8 21.a4 a6 22.Vd1 Ah8 23.b5 Ad7 24.Ve2 a5 25.Sf1 Vd8 26.Sc2 Vg8 27.Sd1 Af4 28.Ff1 Kh1 29.Sc1 Kf1 30.Kf1 Ad3 31.Sb1 Vg6 32.Ae1 Ve4 33.Ad3 (1/2)

Ödül Kazanmış

Erüdlarin Çözümleri

Erüdl I çözümü: 1.Sc2 g4 (1.e4

2.Ac3) 2.Aa5! g3 3.Ab3 Sc2 4.Ac1

Fc1 5.b7! g2 6.b8V Fb2 7.Vg8 Sd1

8.Vg7 kazanır (yedü tan bir tazy-
m yakalayamadı)

Erüdl II çözümü: 1.e5! Sc5

(1..Ke5 2.Vb6 Sc7 3.Vc7 Sc6

4.Vd7 mat) 2.Vc5 Sf4 1.Vd4 Sf3

4.Ve4 mat.

Erüdl III çözümü: 1.f7 S8 2.e6

Ad6 3.Ad5! Vd5 4.Fg7 Sc7 5.Fb8!

Sc6 6.Fb8 mat.

Erüdl IV çözümü: 1.Ae2 be2

2.Kf1 Ff1 3.Sc1-Ke7 4.Fd2 Ke7

5.Fb8! Ke8! 6.Fe7 Ke6 7.Ff8 Kg6

8.Fc5 Kg6 9.Fa3 kazanır.

Kombinezon Okulu

Çözümler

Çözüm I: 1.Vb6! g6 2.Af6

Sh8 3.Kg8 mat (Dünhaupt-
NN, 1935)

Çözüm II: 1.Ke5 Vc5 2.Ag5!

Vd5 3.Ae7 Sh8 4.Vh7! Sh7

5.Kh1 Vh5 6.Kh5 mat.

Çözüm III: 1.Vh8! Sh8 2.Kf8

Sh7 3.Ag5 Sh6 4.Af7 Sh7

5.Kh8 mat (Papa-Herland,
1937)

Çözüm IV: 1.Ff6! Vf6

2.Kh1 Fe7 3.Fc6 Sg8 4.Vd8!

Fd8 5.Ke8 mat (Nimzowich-
Alapin, 1912)

Çözüm V: 1.Fd5! Sd5 2.Vg8

Ve6 3.Va8 Sc4 4.Va2 mat

(Sokobolev-Symelin, 1936)

Çözüm VI: 1.Vb8 Sg7 2.Fh6!

Sh6 3.Vf8 Sh5 4.g4 Sh4 5.Vh6

mat (Gotti-Carlos, 1936)

Çözüm VII: 1.Ke8 Sh7

2.Kh8! Sh8 3.Vh6 Sg8 4.Vg7

mat (Heinicke-Wüstenhöfer,
1926)

Çözüm VIII: 1.Vd8 Sg7

2.Kg5! hg5 3.h6 Sh6 4.Vh8

Kh7 5.Vh7 mat.

Ödül kazanmış

problemlerin çözümleri

Problem I:

1.Vg5 (2.Ae6 Sd5 3.Ke7 tehlikeli ile)

1.Ac5 2.e3 Sd5 3.Kb5 mat

1.Kf8 2.Kb4 Sc5 3.Ad3 mat

1.Ae6 2.e3 Sc4 3.Ke7 mat

Problem II:

1.Ad2

1.Ag5 2.Fe1 Ke6 3.Ab3 mat

1.Sc5 2.Vf5 S5 3.Fe4 mat

1.Ke5 2.Af3 Sc5 3.Ae3 mat

1.Ac5 2.Vb2 Sd5 3.Af4 mat

Problem III:

1.Ae1

1.fe1V 2.Kel Sh3 3.Ke2 Sh4

4.Kh2 mat

1.JfV 2.Af3 Vb3 3.Sb3 Sh3 4.Kb5 mat

1.AfA 2.Af3 Sh3 3.Kg5 Ad2 4.Kg3

mat

Problem IV

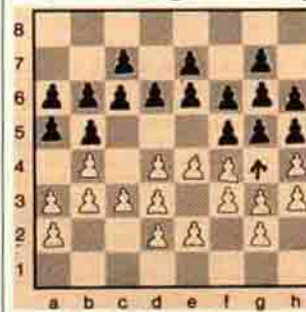
1.Ae2

1.Kb4 2.gf3 Sd5 3.Ab4 mat

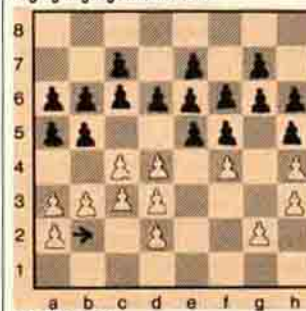
1.Sd5 2.Vb7 Vc6 3.Ab6 mat

Türk Daması

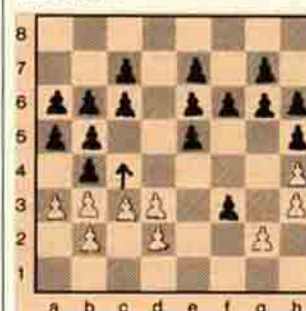
“Rumoğlu” Açmazı



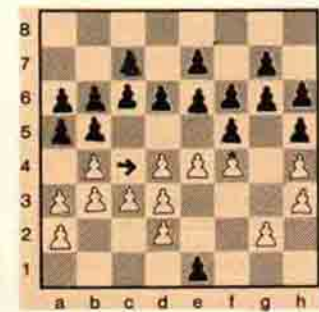
1.g3-g4 g5xg4xf3xe2 = e1D



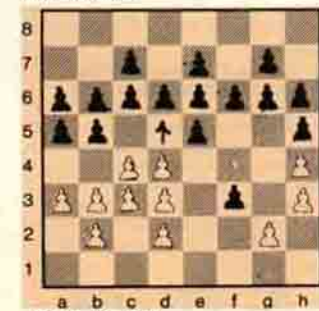
3.a2-b2 f5xf4



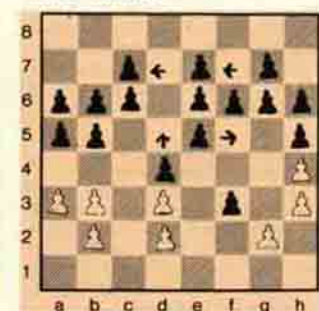
5.c3-c4 b4xc4



2.b4-c4 e1Dxe4



4.d4-d5 d6xd5xc4



6.d3xd4xe5xf6xe7xc7 kazanır.

Falsecard

"Falsecard" Türkçeye "sahte kart" veya "yalan kart" olarak çevrilebilir, ama gerçekte ne ifade ettiği aşağıdaki oyunlar izlendiğinde çok daha iyi anlaşılacaktır.

G/Yok	AKT4 ♥96 ♦AKQJ3 ♣AQ4	K	Q97 ♥KT732 ♦9862 ♣2
♥J2 ♥J84 ♥75 ♣JT9765	B	D	G
	♥A8653 ♥AQ5 ♥T4 ♣K83		

Batı	Kuzey	Doğu	Güney
-	-	-	1♣
P	3♦	P	3NT
P	4♠	P	5♠
P	6♠	P.	

6♠'in batırı yok, ama gelişmeleri dikkatle izlersek bu kontrata batan deklaraları hatalı bulmak pek de içimizden gelmeyebilir. Deklaran ♣J'yi elden ♣K ile kazanır ve yere doğru küçük ♠ oynayıp ♠K'yı koyar; Doğu bu löveye ♠Q verir! Şimdi deklaran Doğuda ♠Q'nin tek olduğunu düşünmeden edemez ve Batıdaki ♠J97'ye önlem almak üzere küçük ♦ ile ele geçip ♠T'luya doğru küçük ♠ oynar (siz olsaydınız nasıl devam ederiniz?). Batı ♠J'yi kazanıp ♣ oynayıncı Doğu çakar ve 6♠ bir batır. ♠Q bir "falsecard" idi. [Fransa'nın uluslararası ustalarından George Theron (Doğu) tarafından savunulmuş olan bu el, bir Fransa ikili şampiyonasında gelmiştir.]

D/K-G	♠T ♥J87 ♦AKJT8 ♣T954	K	Q87 ♥KT953 ♦962 ♣82
♥J9532 ♥64 ♥Q75 ♣AQ7	B	D	G
	♥AK64 ♥AQ2 ♥43 ♣KJ63		

Batı	Kuzey	Doğu	Güney
-	-	P	1NT
P	3NT	P.	

Batı 3NT'ye ♠3 (4. büyük) atak eder, yerden ♠T, Doğudan Q. Deklaran bu löveyi bağışlar, Doğunun ♠devamını ♠A ile alır (Batı ♠5 verir, sanki 4 tane ♠'ten atak etmiş gibi) ve kü-

çük ♦ oynayıp yerden ♦T ile löveyi kazanır. Şimdi ♣T çevirip boşlar, Batı ♣T'liyu (♣Q ile almak yerine) ♠A ile alır ve ♠J oynar. Deklaran bu ♠'i ♠K ile kazanır ve ♦ empasını tekrarlayarak yere geçer. Şimdi deklaran 9 löve (2♠, 1♥, 5♦ ve 1♣) sayabiliyor; ama ikili turnuva oynuyor, alacağı her fazla löve son derece önemli ve gözüktüğü kadarıyla ♣Q Doğuda. Deklaran ♦'ları çeker ve ♣ empasını tekrarlar (siz olsaydınız ne yapardınız?). Batı ♣Q ile löveyi kazanıp iki de sağ ♠ çekince 3NT bir batır. ♠A bir "falsecard" idi. Bu arada, yerden çekilen ♦'lara Doğunun elindeki hiç bir işe yaramaz gibi gözükken küçük ♠'i atmamış olmasını takdir etmek elde değil, aksi halde bu elin buraya yazılması pek bir anlam taşımazdı. [Bu el 1988'de ABD - Des Moines'te bir bölgesel (regional) ikili turnuvada oynanmış ve Glen (Batı) ve Nancy Meeden (Doğu) tarafından savunulmuştur.]

B/K-G	♠AK2 ♥K632 ♦QT653 ♣K	K	7653 ♥J854 ♦KJ ♣T76
♥94 ♥T97 ♥A8 ♣AQJ842	B	D	G
	♠QJT8 ♥AQ ♦9742 ♣953		

Amatörler İçin

Defans	♠AK4 ♥J5 ♦T765 ♣A753	K	JT8 ♥T42 ♦KJ82 ♣JT4
♥9763 ♥K73 ♦A94 ♣982	B	D	G
	♠Q63 ♥AQ986 ♦Q3 ♣KQ6		

Batı	Kuzey	Doğu	Güney
-	-	-	1♥
P	2NT	P	3NT
P.			

Doğu 3NT'ye ♠J atak eder, deklaran ilk löveyi ♠A ile kazanır ve ♥J oynayıp (Doğudan ♥2) yerden küçük verir. Batı nasıl savunmalı? Batı ♥K ile löveyi hemen kazanmalı, eğer bu löve bağışlanırsa deklaran ♥ empasını tekrarlamaya gerek kalmadan kolayca 9 löve toplayabilir. ♥K'yı kazanıp ♦ oynamak kontratı batırabilmenin tek yolu gibi gözüküyor (tabi eğer batırı varsa). Peki hangi ♦'yu oynamalı? ♦'ların bloke kalmasını engellemek için ♦9'lu oynamak gerekiyor. Eğer tüm dağılıma baksarsak bunun sebebinin daha iyi görebiliriz.

Batı	Kuzey	Doğu	Güney
2♣	D	P	3♠
P	4♠	P.	

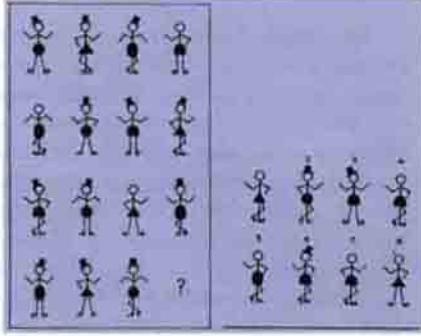
Batı (Pedro Paulo Assumpcao-Brezilya) 2♣ açıp, güzel ♣ rengi ve 11-14 puan gösterdikten sonra Kuzey-Güney 4♠'e gelir. Atak: ♥T. Deklaran ♥'ü elden ♥A ile kazanır ve kozları çekmeden önce ♦ oynaması gerektiğini görerek, hemen elden küçük ♦ oynar; Batıdan ♦A, Doğudan ♦K! Evet, Doğuda oturan Rio de Janeiro'lu uluslararası usta Gabriel Chagas ortağının ♦A'nın altına ♦K'yı atar. Deklaran Batının ♥ dönüşünü ♥Q ile kazanır, 4 tur koz çekerek dışardaki kozları bitirir ve ♦J'ye empas atar. Chagas ♦J ile löveyi kazanınca ♣ oynar ve 4♠ üç batır. ♦K bir "falsecard" idi. Aslında deklarana anlayış göstermemek elde değil, ama ortada deklaranın işkillenmesi gereken bir durumun olduğunu da not etmek gerekir; eğer Doğunun ♦K'sı "falsecard" değil de "truecard" olsaydı, yani gerçekten tek olsaydı, Batı ortağına iki kere ♦ çakası (♠A da Batıda olmalı) vererek kontratı batırabileceğini göremez miydi? [Bu el 1980 Dünya Takım Olimpiyatı'nda Türkiye ve Brezilya arasında oynanan maçta gelmiş ve B. Jay ve Steve Becker tarafından yayınlanmıştır.]

Defans	♠AKT3 ♥543 ♦QT7 ♣K72	K	Q98 ♥Q987 ♦J65 ♣AQ4
♥AKT3 ♥543 ♦QT7 ♣K72	B	D	G

Batı	Kuzey	Doğu	Güney
-	1♠	P	2NT
P	3♥	P	4♥
P.			

Kuzey 4♥ oynuyor, atak: ♠4; deklaran yerden ♠8 oynar. Batı nasıl savunmalı?

Dikkatometre



Soru işareti yerine sağdaki hangi şekil gelmelidir?

Zeno Paradoksu

Hızı değişmeyen bir koşucu, koşacağı k metrenin $1/2$ 'sini $1/2$ dakikada, $1/4$ 'ünü bundan sonraki $1/4$ dakikada, $1/8$ 'ini bundan sonraki $1/8$ dakikada... koşacağını söylüyor. Bu yarışçı yarış ne kadar zaman sonra biter? (Burada $t = 1/2$ olduğundan ve $n \rightarrow \infty$ için $t = 0$ olduğundan eski Yunan matematikçisi Zeno bu koşucunun koşusunun hiç bitmeyeceğini ileri sürmüştü. Sonsuz serilerin bulunmasıyla bu paradoks çözüldü.)

Top İle Zeno Paradoksu

Bir lastik top 1. sıçrayışı 1 saniyede 1 m'ye, 2. sıçrayışı $1/2$ saniyede $1/2$ m'ye, 3. sıçrayışı $1/4$ saniyede $1/4$ m'ye... yaparsa ve bu böyle devam ederse bu top yerde hareketsiz hale gelinceye kadar ne kadar zaman geçer, bu sırada top toplam ne kadar yol gitmiştir ve kaç kere sıçramıştır? Paradoks nerededir? Top her sıçramada renk değiştirip bir kırmızı, bir mavi olsa durduğu zaman rengi ne olur?

Sonsuzu

Tanıyor musunuz?

- A) Çift sayıları içeren küme mi, hem çift hem tek sayıları içeren küme mi daha büyüktür?
B) AB gibi sınırlı bir doğru parçası üzerindeki noktaların sayısı mı daha fazladır, bütün gerçek sayıların sayısı mı?
C) 1 mm uzunlukta bir doğru parçası üzerinde mi, 1 m' alan olan bir kare içinde mi, yoksa 1 km' hacminde bir küp içinde mi daha fazla

sayıda nokta vardır?

- D) Sıfır ile bir arasındaki bütün gerçek sayıların (tam sayılar ve rasyonel sayılar) sayısı mı büyüktür, bütün pozitif gerçek sayıların sayısı mı?
E) Bir doğru parçasında mı (iki ucu sınırlı doğru), bir ucu sınırlı, bir ucu sınırsız bir doğru da mı yoksa iki ucu sınırsız bir doğru da mı daha çok sayıda nokta vardır?
F) Bir doğru üzerinde-

ki iki nokta arasında kaç nokta vardır?

- G) Sonsuz - 5 ne yapar?

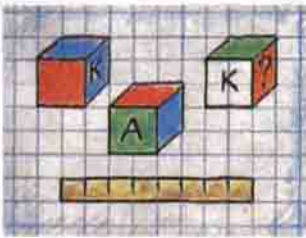
Tristam Paradoksu

Tristam Shandy 24 saat çalışarak ancak 12 saatlik hayatını yazabildiğini gördü. Buna göre sonsuz yıl yaşasa bile hayatının ancak yarısını yazabilecekti. Bu doğru mu?

Berber Paradoksu

Bir berber "yalnız kendini traş etmeyenleri traş ederim" diyor. Kendini traş etmeli mi?

Küpün Köşegeni



Elinizde yalnız cetvel ve bir birinin aynı üç adet küp var. Hiç hesap yapmadan, sayı yazmadan ve tabii küpü kesip bozmadan cetvelle küpün büyük köşegenini ölçünüz (ön alt sol köşe arka üst sağ köşe arasında).

Tek Heceli Paradoksu

Monosillabik (tek heceli) kelimesi tek heceli değil; polisillabik (çok heceli) kelimesi ise çok heceli. Kendi anlamına uymayan kelimelere heterolojik diyelim. "Eğer X kelimesi, X değilse X kelimesi

heterolojiktir" demiş olduk. Şimdi X olarak heterolojik kelimesini seçelim: Heterolojik kelimesi heterolojik değilse heterolojiktir. Şunun gibi:

Birşey, birşey değilse birşeydir. Ne dersiniz? Heterolojik kelimesi heterolojik mi?

Süleyman Dedenin Yaşı



Süleyman Dede torununun torunu Zülfeye'den 100 yıl daha yaşlı. İkisinin yaşlarının çarpımı 1989. Zülfeye kaç yaşında?

Kral Arthur'un Altınları

Kral Arthur 12 altın satın alır. Fakat bir bilge kulağına fısıldar: "Kuyumcuya güvenme. Satmış her 12 altından biri sahtedir. Sahte altın diğerlerinden ya daha ağır veya daha hafiftir. Bu dıştan belli olmaz." Kral kuyumcuyu çağırır ve ona şöyle der: "Seni cellâda verecektim. Fakat sana son bir şans vermeye karar verdim. İşte iki kefeli bir terazi. Ağırlıklar yok.

Altını altınla tartarak 3 tartışta bana sahte altını bul, yoksa kafanın altında gövden kalmaz sefil kul." (Dikkat! Çözerken de kafanız elden gidebilir, çok zordur.) Burada Kral Arthur'un verdiği güzel ve düşündür-

rücü bir öğüdü de ekleyelim: "Altını altınla tartınız".

Tavşanlı Kutu Paradoksu

Bir kutunun her iki ucunda birer delik var. Kutunun içinde bir tavşan bulunuyor. Tavşan A deliğinden başını çıkarmış durumda. Tam 1 dakika sonra tavşan B deliğinden başını çıkarıyor, $1/2$ dakika sonra yine A deliğinden başını çıkarıyor, $1/4$ dakika sonra B deliğinden... vb. Bu hareket ne zaman biter ve bittiğinde tavşanın başı hangi delikte olacaktır.

İki Arkadaş ve Şarap

İki arkadaşın elinde 8 litre şarapla dolu bir kap, 3 ve 5 litrelik boş kaplar var. Şarabı $4 + 4$ litre şeklinde iki eşit parçaya bölüntüz.

Kare Sayılar

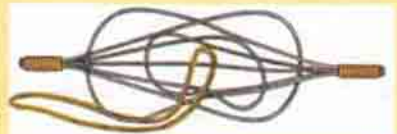
Monte Carlo kumarhanesinde şöyle bir yazı vardı: "Buyrun bir sayı çekiniz". [Sayılar şunlardı: 1001111, 1002222, 1003333, 1004444, 1005555, 1006666, 1007777, 1008888, 1009999]. Çektiğiniz sayının kare olup olmadığını 15 saniyede bilerseniz 1000 frank kazanırsınız. Bilemezseniz 500 frank verirsiniz." Oynayanlar tabii ki sayıları bilmiyorlardı. Şimdi siz biliyorsunuz. Bu oyuna girer miydiniz?

2000 Halkalı Zincir

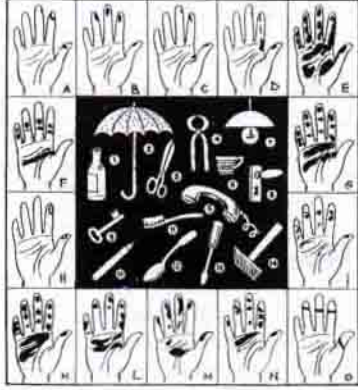
Elinizde 2000 halkalı bir altın zincir var. Bir evi 2000 günlüğüne kiralediniz. Ev sahibine hergün 1 altın halka vermeye söz verdiniz. Bunu yapabilmek için zinciri en az kaç parçaya ayırmak gerekir?

İlmik İçinde İlmik

Avrupa'da oyuncakçılarda satılan bu tel ilmikleri kendiniz de hazırlayabilirsiniz. Aşağıda sarı ip, kesilmeden çıkarmak şeklinde tel ilmiklerin içine geçmiştir. İstenecek, ipi kesmeden ve telleri kırmadan ip halkayı tellerden kurtarıp serbestleştirmezdiniz. Bu işi ne sürede yaptığınıza bakarak size puan verilmektedir. 1 saat dahiyane; 5 saat - mükemmel; 3 gün - iyi; 10 gün - şöylebyle; 15 gün - zayıf.



Kim Neyi Tuttu?



Ellerdeki lekelerle bakarak kimin neyi tuttuğunu tahmin edin.

1- Şişe, 2- Şemsiye, 3- Makas, 4- Kerpeten, 5- Telefon ahizesi, 6- Çay fincanı, 7- Ampul, 8- Kapı tokmağı, 9- Anahtar, 10- Kalem, 11- Diş fırçası, 12- Kaşık, 13- Torna, 14- Çekiç.

Temel Reis'in Hamsileri

Temel Reis üç çeşit hamsi satıyordu; küçük, orta ve iri. Balıkların fiyatları iki basamaklı sayıydı.

Temel Reis bu iki basamağın ortasına bir sıfır koyayım dedi; fakat sonuçtan kendi de korktu; çünkü bunu yapınca fiyatlar küçük için 6, orta için 7 ve büyük için 9 kat artmıştı.

Bu üç çeşit balığın, ortasına sıfır konmadan önceki fiyatları neydi? (Ortasına sıfır koymak şöyle olmaktadır; Örneğin 29'u alalım, ortasına sıfır konunca bu sayı 209 olur).

Ardışık Dört Sayı

Ardışık dört sayının çarpımına 1 eklenince daima kare elde

9'u 20 Geçiyor



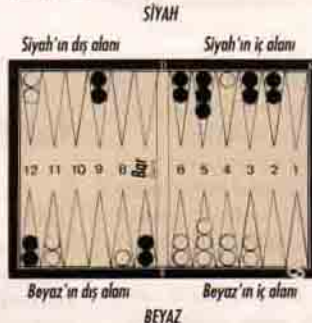
Saat 9'u 20 geçte akrep ile yelkovan arasında kaç derecelik açı vardır?

Tavla

Taktik Prensipler

Ara İstasyonlar (Röle)

Tavla pulların yer değiştirmesi, Beyaz ve Siyah'ın kendi iç alanlarına doğru ilerlemesi veya en uzak pulların (Beyaz için N1 ve N2, Siyah için B1 ve B2) ara istasyonlara (Beyaz için N12; Siyah için B12) getirilerek düşmanla temasın kesilmesi olarak düşünülebilir. Tabii ki böyle bir taktik ancak KAÇAK OYUN için uygundur; eğer GERİ OYUN (backgame) stratejisine geçilmişse bu taktik uygulanmaz. Demek ki düşmanla bir an önce teması kesmek istiyorsanız, savaş alanında en az 2 pul içeren birkaç tane ara istasyonunuz olmalıdır; geride kalmış pullarınızı ancak ara istasyonlar sayesinde kurtabilirsiniz. O halde eğer stratejiniz GERİ OYUN değilse, beyazsanız N12'de, siyahsanız B12'de en az 2 pul bırakarak geri kalmış taşlarınızı bu ara istasyonlar üzerinden kaçırmalısınız.

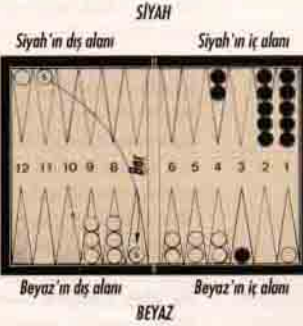


Şekil 1: Beyaz 5-2 oynar

Şimdi Şekil 1'e bakalım. Beyazın ve Siyahın göz sayımları eşit; fakat Beyazın N4'de çekilmiş bir piyonu var. Beyaz 5-2 atıyor. N4'deki taş hâlâ hapis. Beyaz N12-B8 ve N12-B11 oynarsa hata etmiş olur; çünkü N12'deki ara istasyonunu yok etmiştir; N4'deki beyaz taş şimdi kendi kuvvetlerine ulaşabilmek için daha uzun bir yol gitmek zorundadır. Ayrıca Siyahın gelecek zarda N4'deki beyaz taşı kırma olasılığı büyüktür (siyah bu taşı kırabilecek 27 farklı zar atabilir, bunlardan ikisi (5-1 ve 1-5) N4'ü üzerinde kapı olarak kırar. Siyah N4'ü kıramasa bile N4'deki taş, yolu üzerindeki N9, B12 ve B7 engellerini aşabilmek zorundadır. En iyi taktik beyazın N12'de iki pul bırakarak B8-B1 oynamasıdır. Böylece açık verme sırası Siyah'a gelir. Siyah N4'deki taşı üzerinde kapı almadan kıramasa bir hayli büyük bir risk almış olur; çünkü kırılırsa zor durumda düşecektir (Beyaz'ın iç alanında yalnız B1 ve B2 boş).

Kapı Yapıcı Tek (İzole) Pullar

Tavla sık sık hatırlanması gereken bir kural şudur; kırılmayan açık kapı sonraki zarda kapıya çevrilebilir. Bu demektir ki uygun bir yerde bıraktığınız bir açığı, rakibiniz onu kıramazsa, bir sonraki zarda kapıya çevirebilirsiniz. Demek ki açık vermenin hem kötü (kırılmak), hem de iyi (kapı almak) yanları vardır.



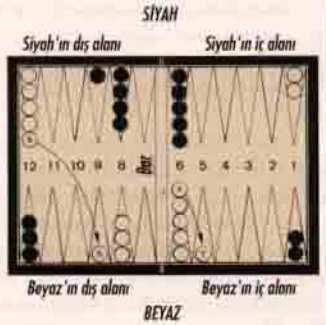
Şekil 2: Beyaz 4-3 oynar

Şimdi Şekil 2'ye bakalım. Siyah 2 taş aldıktan sonra Beyaz'ın geri oyununun kurbanı olmuş, kırılmış ve B3'de yarı hapis olduğundan taşların N1 ve N2'ye yığılmıştır. Beyaz 4-3 atar. Beyazın B6-B3 oynayarak Siyah'ı kırmaması anlamsızdır. Beyaz şu iki oyundan birini oynamalıdır: 1- N12 ve N11'deki pullarla B10'da kapı almak. Bu durumda Siyah'ın dışarı çıkabilme olasılığı 5/36'dır (çıkış zarları 4-4, 5-4 ve 6-4). 2- Beyaz N11 - B7 oynar. B7'deki beyaz taşı KAPİ YAPICI (constructeur) denir. B7'deki taş tabii ki aynı zamanda bir açıktır. Fakat Siyah'ın 4 atarak B7'yi kırma olasılığı 11/36'dır (6-4, 5-4, 4-4, 3-4, 2-4, 1-4, 4-6, 4-5, 4-3, 4-2 ve 4-1, toplam 11 olasılık. İki zar 36 türlü atılabilir; o halde $p = 11/36$); bir diğer deyişle 25/36 (yaklaşık %70) olasılıkla B7 kırılmayacaktır. Bu risk göze alınabilir). a) B7 Siyah tarafından kırılmazsa, Beyaz bir sonraki zarda B7'deki tek pul üzerine ikinci bir pul getirilerek kapı alır ve muhtemelen oyunu kazanır (B4-B9 arası kapı örmüştür). b) Siyah 4-1 veya 4-2 atarsa B7'yi kırar, fakat kaçamaz; şimdi N12, B9 ve B8'deki Beyaz pulların ateşi altındadır. Beyaz vur kaç yaparak veya B7'de kapı alarak Siyah taşı kırabilir. c) Siyah 4-3, 4-4 veya 4-5 atarsa hem B7'yi kırar, hem de hapisten çıkar; fakat kırdığı pulun ve N12'deki beyaz pulun ateşi altındadır. d) Siyah 6-2 atarsa Beyaz'ın hem B7, hem de B12'deki pullarını kırar ve zaten hakkı olan oyunu alır.

Rakibin olasılıklarını artırma

Rakibin olasılıklarını artırma pek açık olmayan bir kavramdır. Bunu somut bir örnekle açıklayalım. Diyelim ki Veli bey piyangoda 500 milyon lira çıkıyor, Veli beyin bunu harcamak için 3 planı vardır: İyi bir otomobil almak veya bir arsa almak veya oturduğu kendi evini yenileştirmek. Diyelim ki Veli bey sizin rakibiniz; onun iyiliğini istemiyorsunuz. Yakında enflasyon olacağını da işittiniz. Veli beyin kafasına, bu 3 olasılığı ek olarak 4. bir olasılık sokuyorsunuz: "Ben olsam kızımı evlendirir ve damadına bir dükkân alırdım" diyorsunuz. Onu inandırıyor sunuz; o da ilk 3 olasılığı unutup dediğinizi yapmaya karar veriyor; fakat kızının yaşı henüz küçük olduğundan 2 yıl daha beklemesi gerekiyor. Bu sırada enflasyon geliyor, para pul oluyor; Veli bey bu 4 alternatiften de vazgeçmek zorunda kalıyor.

Şimdi rakibin olasılıklarını artırarak onu kendisi için en yararlı olabilecek planlarından vazgeçirme taktikini görelim. Diyelim ki rakibiniz bir 5 atabilirse kendisi için çok yararlı olacak şu 3 yoldan birini seçecek: 1) Bir açığı kırarak 2) Bir açığı kapatmak 3) Önemli bir kapı almak. Siz bu olasılıkların hiçbirine engel olamıyorsunuz. O zaman yine 5 zarıyla oynatabilecek yeni bir olasılık yaratıyorsunuz, örneğin rakibinizin 5'le vurabileceği bir kapı yapıcı açık (constructeur) veriyorsunuz. Rakibiniz zarları atıp bir 5 getiriyor. Şimdi ilk 3 olasılıktan birini uygularsa (bunları zaten engelliyordunuz), kırılmadığınız takdirde açığınızı kapayıp kapı alabilirsiniz. Kapı yapıcı taşınızı kıramsa ilk 3 tehlikeden kurtulmuş olursunuz. Eğer rakibiniz 5 atamazsa şöyle ya da böyle kazanılıp çıkarsınız: hem tehditler gerçekleştirilmiştir, hemde siz kapı yapıcı bir taş kazanmışınız. Tabii rakibiniz 5-5 atarsa 5 kere düşünmeniz gerekir; çünkü hem onun ilk 3 tehdidinden biri gerçekleşir, hem de kapı yapıcı taşınız kırılır.



Şekil 3: Beyaz 4-1 oynar

Bunu Şekil 3'deki örnekle görelim; Siyah 5-4'le başlamış ve B12-N9 ve B12-N8 oynamış. Beyaz zar atсын ve 4-1 gelmiş olsun. Normalde bu durumda beyaz N1-N2 ve N12-B9 oynar. Fakat şimdi Beyaz şöyle oynamalıdır: B6-B5 (T) ve N12-B9 (S). Böylece Şekil 4'deki durum elde edilir. Siyahın 4 atacağını varsayalım. a) Siyah B12-N9 ile N9 kapısını alır. Fakat Beyaz da bir sonraki zarda 31/36 olasılıkla B5 kapısını alacaktır. b) Siyah B5'i kırabilir; fakat bu durumda N9 kapısını alamaz. c) Siyah 4 atamazsa Beyaz son derece kuvvetli bir duruma geçer.



Şekil 4: Beyaz 4-1 oynamıştır.

Ödüllü Bulmaca

Cuma Öner

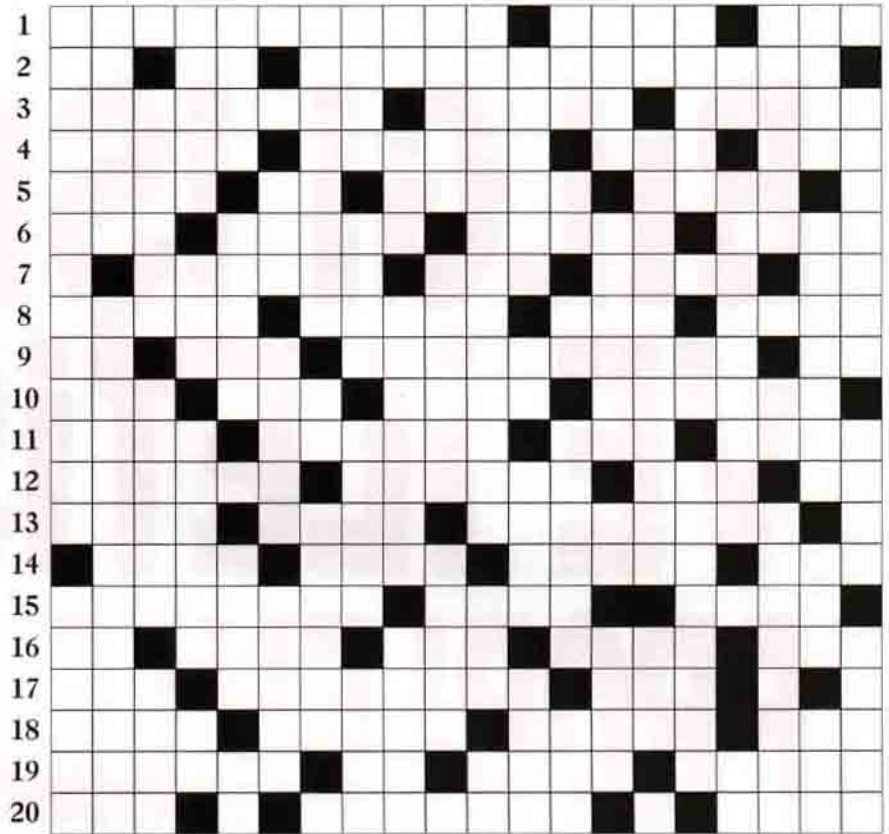
Soldan Sağa

1- XII. yüzyılda yaşamış olan, "Hikmet" adlı yapıtıyla da tanınan, 1993 yılında çeşitli etkinliklerle anılan, kendi adını taşıyan tarikatı da kuran, Türk tasavvuf şairi... Halay türü bir halk oyunu... Türk halk müziğinde üflemeli bir çalgı. 2- Eski Mısır'da güneş tanrısı... Lavrensiyum'un simgesi... Parfümeri ve ilaç sanayinde yaygın olarak kullanılan bir asit. 3- Karşı cinsin kılığına girmiş eşcinsel... Pas, boya gibi şeyleri çıkarmak için kullanılan çelik araç... Gedik, yankı. 4- "Şimdi, şu anda" anlamında kullanılan bir söz... XIX. yüzyılda yaşamış ve asıl adı "Hüseyin Firaki" olan halk ozanına verilen ad... Çingenelerin oluşturduğu üç gruptan biri... Kendisini başkasının emrine bırakan, boyun eğen. 5- Çare, çıkar yol... Brezilya'nın uluslararası trafik işareti... Türlü işlerde kullanılan bir tür demir halka... Gidilen yol üzerinde olmayan. 6- "Nazım Hikmet'in" soyadı... Eski dilde kadeh, içki bardağı... Müslüman kadınların yüzlerine örttükları yaşmak... Bir tiyatro oyuncusunun, izleyicilerin duyacağı şekilde konuşması. 7- Aşifte, ahlaksız, hafifmeşrep kadın... Yağmur suyunun biriktiği çukur yer... Güzel ve acımasız kadın tipi... Lantan'ın simgesi. 8- Amazon bölgesinde bataklık sık orman... Brezilya'da bir kent... Mezar... Takimada. 9- Kuzu sesi... Baş çoban, yaşlı olgun hayvan... "Şans Müziği, Yalnızlığın Keşfi, Ay Sarayı" gibi yapıtları dilimize de çevrilen günümüz 1947 doğumlu Amerikalı yazar... Bir nota. 10- Pokerde her oyuncu tarafından ortaya konulan para... Telli bir çalgı... Slav halklarında "prens, kral" anlamında kullanılan bir sözcük... Dinç, güçlü kuvvetli. 11- Üzerine yapı yapılmak için ayrılmış yer... Amerika'da bir kent... Sık gözlü ağ... Deride görülen bir tür hastalık. 12- Afrika'da bir ülke... İran'da devrim muhafızına verilen ad... Defa, kere... Utanç duyma. 13- Alevi- Bektaşilerin dinsel bir nazım türü olan nefes'e verdiği ad... Bir süs taşı... Amonyak kokulu, suyla her oranda karışabilen, yoğunluğu düşük bir sıvı. 14- Yüz... Yoğurt ve süt çalkalamaya yarayan küçük yayık... Şık, lüks ve gösterişli giyim tarzı... Tanımda kullanılan azotlu gübre. 15- Filikaların ve sandalların üzerine açılan tenteleri girmek için teknenin başına ve kuyuna dikilen kısa gönderlerden her biri... Panik... Olay, hadise. 16- Tavlada bir sayı... Bir Asya ülkesinin başkenti... Eski Mezopotamya halklarının gök tanrısı... 1572-1635 yılları arasında yaşamış ve asıl adı "Ömer" olan Türk şairi... Kayak. 17- Müzikte "Perdelik" in eşanlamlısı... Antil denizinde bir ada... Lisan. 18- Amerika'da bir göl... Birdenbire, hemencecik... XIX. yüzyılda yaşamış Türk halk şairi... Bir kuruluşumuzu simgeleyen harfler. 19- "İskelet" in eşanlamlısı... Sodyumun simgesi... Portekiz'de bir kent... Fal. 20- Tanrı tanımaz... XV. yüzyılda kullanılmış telli bir saz... Kü-kürtün simgesi... Utanç verici, çok çirkin.

Yukarıdan Aşağıya

1- "Asılmışlar Balosu, Şaşkınlar, Vadide Uyuyan Adam, Bir Kuran Kadınlar ve Sarhoş Gemi" gibi eserler veren 1854-1891 yılları arasında yaşamış olan Fransız şairi... Ciltilikte yaprakları elle katlamakta kullanılan tahta ya da kemikten sap. 2- Dikişi gizlemek için ayakkabının taban kösesine açılan yankı... "Yeni- İzlenimcilik" akımının öncüsü olup, 1859-1891 yılları arasında yaşamış ünlü Fransız ressamı. 3- Antalya'nın bir ilçesi... Mikali kumtaşı... "Mercan-

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20



Adı Soyadı :
Adres :

köşk"e halk arasında verilen ad. 4- Yılanbalığının yavrusuna verilen ad... Eskrimde bir karşılaşma türü... İstanbul'da bulunan ünlü zindan... Mısır'ın plaka işareti. 5- Bir kara taşı... Hint destanlarında kullanılan bir çeşit beyit... Bir el işini gerçekleştirmek için özel olarak yapılmış nesne... Bir kürk hayvanı. 6- Eski dilde kanat... Tokat'ın bir ilçesi... Terkerlek parmağı. 7- Macaristan'da, Tuna kıyısında bir kent... İtalya'da bir ırmak... Porselen yapımında kullanılan bir çeşit beyaz ve gevrek kil. 8- Diğer, başka... Çiftlik uşağı... Münih Olimpiyatları'nda yedi altın madalya alan Amerikalı sporcunun soyadı... Kristof Kolomb'un yönettiği gemilerden biri. 9- Yabancı... Kaplarda su nedeniyle oluşan tortu... Halk dilinde ağaçkakana verilen ad... Ödenti. 10- Yıkık, harap...

Köyceğiz yakınlarında ünlü antik kent... Güreşte bir oyun. 11- 1942 yılında doğmuş "Eva Luna, Aşkta ve Gülgeden, Ruhlar Evi" gibi romanları dilimize de çevrilmiş olan Şili'li kadın yazarın adı ve soyadı... İskambilde bir kağıt... File şeklinde örgü. 12- Vücutta görülen küçük, pembe kabartılar... Seyrek, ender... Düşüncesizce her işe atılan... Argoda sevgili, dost. 13- Yiğit, kahraman... Notada durak işareti... Kenar süsü... İzleyicilerin oturduğu basamaklı yer... Bir şeyin en yüksek ve sıvri noktası. 14- Bir şeyi benzerlerinden ayıran özellik... Bankacılıkta "görünce" anlamına gelen terim... Lityumun sim-

gesi... 1904-1972 yılları arasında yaşamış Türk yazarı "Hasan Ali"nin soyadı. 15- İlave... "Aydınlığa Uyanmak, Kıyamet Günü Gözlemcileri" gibi eserleri de veren ve 1927 yılında doğmuş olan Kıbrıslı Türk şair ve yazarın adı soyadı... İri bir hayvan. 16- İri ve gelişigüzel kırılmış tahıl... Konut... İlk İslam imparatorluğunu kuran arap hanedanı. 17- Nazi Hücum Kırastı... Üçüncü kişilerin cinsel yaşamlarını gözetleyip, fotoğrafı alan gazetecilere verilen ad... Karı kocanın her biri. 18- Umud bağlanan yer... Japon lirik dramı... Depreşme. 19- İtalya'da bir yanardağ... Balık avlamakta ya da yük taşımakta kullanılan büyük kayık... Yazı yazmak için tabaklanmış ceylan derisi... Gizli düşmanlık, garez. 20- Bir üzüm çeşidi... Müzikte yay... İskambilde bir kağıt.

Kasım Ayı Ödüllü Bulmaca Yanıtı

Ekim sayısında çıkan Ödüllü Bulmacayı doğru yanıtlayıp, çekiliş sonu kitap kazanırlar:
Kezban Öksüz/Elaçlı
Y. Alper Kılıç/Kayseri
Kudret Tanrıoğlu/Ankara
Tibet Akbulut/İzmir
Zöhre Çiftçi/Ankara
Yüksel Coşkun/Diyarbakır
Rıza Kapanoğlu/Ankara
Cengiz Tanrıhan/Samsun
Omca Gürsöz/S. Urfa
Murat Baydoğan/İstanbul
Nevin Altar/Eskişehir
N. Uygur Suen/Edirne
Orhan Eren/Bartın
Petek Kozaman/Bursa
Ömer Öztürk/Konya

1 ARTHUR MILLER GEDELEÇ
2 LAMİ SEBA OBA DEBİ E
3 TN SUZINAK SAMİ RAMİN
4 ATA Lİ RİK HARA B OLE
5 NİVO SARASATE FENNEK
6 EYALET ÜLES ORUNİT
7 REN MARS KIR ALTO İS
8 B TORNADO LİPİT KASE
9 UCA AST FA ER ANILIN
10 LA EH ASİ MİLASYON Mİ
11 AVAL KNO SOS GAM AR T
12 KRAKAYA KLE M ÖVEÇ
13 LU OKAPİ ARABİ KA OM
14 KASARA ONOMATOPE EZA
15 OCE S VİPİT TA E ÖZÜT
16 ROK KAFES HOS KELİME
17 OZER ARIZA ENAM KSR
18 ÇAG OKAYAMA LAB ET
19 LEPI SKA ARUBA ARAKLA
20 USA RE TELATIN REVAL

Bulmacayı doğru yanıtlayıp, TÜBİTAK, Bilim ve Teknik Dergisi, Ödüllü Bulmaca, Atatürk Bulvarı No: 221 06100 Kavaklıdere / ANKARA adresine gönderenler arasında çekilecek kura sonucu kazanan 15 kişiye "Popüler Bilim Kitapları Dizisi"nin bir kitabı gönderilecektir.