

# Zamanın Oku

*“Geçmiş, şimdi ve gelecek birer yanılsamadır; ancak vazgeçilmezdir.” Bu sözler, ünlü bilim adamı Einstein’a ait. Gerçekten de, zaman, bizim için vazgeçilemez bir olgudur. Zaman, sanki bizi doğumdan ölüme taşıyan, içinde yüzdüğümüz, akıp giden bir ırmak gibidir. Pek çoğumuz için, yaşamın karşı konulmaz bir parçasıdır. Ancak, Einstein’ın görellilik kuramını ortaya atmasıyla ve kuantum mekaniğindeki gelişmelerle birlikte, zamana bakış açımız da değişti. Şimdi, zamanın yönünün değişip değişmeyeceği, hatta onun gerçekten var olup olmadığı tartışılıyor.*

**D**UYULARIMIZ, içinde yaşadığımız evrenin üç boyutlu olduğunu söylüyor bize. Çünkü, çevremizdeki tüm cisimleri üç boyutlu görüyoruz. Ancak, özellikle kuramsal fizikteki gelişmeler, içinde yaşadığımız evrenin üç boyutla sınırlı olmadığını gösteriyor. 20. yüzyılın başlarında, Einstein’ın ortaya attığı genel görellilik kuramından sonra, matematikçiler kendilerini beş boyutlu bir evrende buldular. 1984 yılında, süpersicim

kuramı ortaya atıldıktan sonra bu boyutlara yenileri eklendi ve sayıları ona çıktı.

Üç boyuttan sonra, dördüncü boyut, yani zaman, ötekiler arasında en farklı duran, bizim için anlaşılması daha kolay olan boyuttur. Zaman boyutunu, bildiğimiz biçimiyle ele alalım önce. Günlük yaşamda, geçmiş, şimdi ve gelecek, tümüyle farklı anlamlar taşır. Geçmiş, geride kalmıştır, asla geri gelmez, değiştirilemez. Geçmişe ait bilgilerimiz, çoğunlukla anılardan, birtakım kayıtlardan kay-

naklanır. Geçmişin gerçek olup olmadığını pek düşünmeyiz. Belki de gerçek olan, yaşadığımız andır. Gelecekse, henüz gerçekleşmemiştir ve açıktır, her şey olabilir. Belki, gelecekte olabilecek bazı olayların yönünü aldığımız kararlarla belirleyebiliriz. Ama, başka etkenler, onun tümüyle farklı bir biçimde gelişmesine yol açabilir. Bunlar, hemen herkesin duyumsadığı şeyler. Ancak, bazı bilim adamları, özellikle de düşünürler, bu yaygın inancın yanlış olabileceğine değiniyorlar. Hatta,



bunlar arasında zamanın olmadığını öne sürenler bile var.

Genellikle, zamana iki ayrı bakış var. Bunlardan birincisi, onu basit bir koordinat olarak ele alıyor. Buna göre olaylar, bir cismin konumunu enlem ve boylamla tanımlar gibi gerçekleştiği anı da zaman koordinatında tanımlıyor. Öteki görüşse, zamana akıp giden; bir olay gerçekleştiğinde geleceği getiren bir olgu biçiminde algılıyor.

Eğer zamanın koordinat tanımı doğruysa, ortaya, akılları karıştıran pek çok soru işareti çıkıyor. Gerçekten sorun, Einstein'ın özel görelilik kuramıyla birlikte doğdu. Bu kuram, zamanın "kişiye özel", daha doğrusu, gözlemciye göre değiştiğini söylüyordu. Einstein, bir olayın, iki farklı ortamda bulunan gözlemciye göre farklı sürelerde gerçekleştiğini gösterdi. Daha sonra, bu olay, deneylerle de kanıtlandı. Özel görelilik kuramı, zamanın her yerde aynı biçimde akıp gittiği düşüncesinin doğru olmadığını gösterir. Aslında, günlük yaşamda karşılaştığımız olaylar, öylesine yavaş gerçekleşir ki, göreliliği yok saymak yanlış olmaz. Çünkü görelilik, ışık hızına yaklaştıkça belirginleşir.

Fizikteki tüm başarılı denklemler, zamana göre simetriktir. Fizik yasaları, genellikle ileriye doğru akan zamanda ne kadar başarılı çalışıyorlarsa, ters yöne akan zamanda da o kadar başarılı çalışırlar. Gelecek ve geçmiş, olaya fizik açısından baktığımızda, tümüyle aynı temel üzerine oturmuş gibi görünür. Newton'un yasaları, fizik ve matematiğin en ünlü denklemlerinden Hamilton'un ve Maxwell'in denklemleri, Einstein'ın genel görelilik kuramı, Dirac'ın ve Schrödinger'in denklemleri, hepsi zamana göre simetriktir. Yani, zamanın okunu geri çevirebilseydik, herhangi bir sorun çıkmaz, hepsi başarıyla çalışırdı.

Eğer zamanın bir koordinat olduğunu kabul edersek, bu koordinatta neden iki yöne birden hareket edemeyelim? Bu zor bir soru. Aynı zamanda, kafa karıştırıcı. Çünkü, gerçek yaşamda, yerden göğe doğru yükselen yağmur damlacıklarına ya da kırık bir camın kendi kendine birleştiğine tanık olmuyoruz. Fizik-

çiler, zamanın yönünü anlatırken, "zamanın oku" deyimini kullanırlar. Bu, havada uçan bir ok değil, onun ne yöne gittiğini gösteren bir ok.

Peki, bu ok neden ters yönü göstermesin? Bu konuda aşmamız gereken bazı sorular var. Termodinamiğin ikinci yasası, yalıtılmış ortamlarda, ısının sıcaktan soğuğa akacağını söyler, öteki yöne değil. Sonuçta, sıcaklığın düzgün dağıldığı, termodinamik denge denen kararlı bir duruma gelir. Termodinamik denge aslında tam bir dağınıklık halidir.

Termodinamiği işin içine katarak, zamanın okunun yönünün neden hep ileri doğru görüldüğüne bakabiliriz. Kapalı bir odada, bir şişe parfümün kapağını açtığımızda, parfüm buharlaşır ve moleküller tüm odaya

bardağı oluşturduğunu; dökülen suyun toparlanıp, bardağı doldurduğunu; sonra da bardağın masadaki yerini aldığını görürdük. Bize her ne kadar garip gelse de bu olay da tümüyle fizik yasalarına uygun. Yine, parfümün odaya dağılması gerçekten tersinmez bir olay mı? Hava-parfüm karışımı içinde moleküller sürekli birbiriyle çarpışır. Bu, yani moleküllerin çarpışması tersinebilir bir olaydır. Filmi tersinden izlersek, bize fazla aykırı gelen bir şey görmeyiz. Bu, en azından molekül bazında, zamanın simet-



dağılır. Parfüm moleküllerinin bir araya gelerek şişede toplanmalarını bekleyemeyiz. Bu olayı, düzenli durumdan düzensizliğe doğru olan bir hareket olarak tanımlayabiliriz.

Bir başka düşünce deneyinde, bir masanın kenarında duran su dolu bir bardağı ele alalım. Bardağı ittiyerek yere düşmesine yol açarsak, büyük olasılıkla bardak kırılır; cam parçaları ve su her yana saçılır. Bu olayda, fizik yasalarına aykırı gelişen bir şey yok. Olayı tersinden izleme şansımız olsaydı (en azından olayı filme alıp tersine izlemekle bu olabilir) kırık cam parçalarının bir araya gelerek

rik olabileceğinin bir göstergesi.

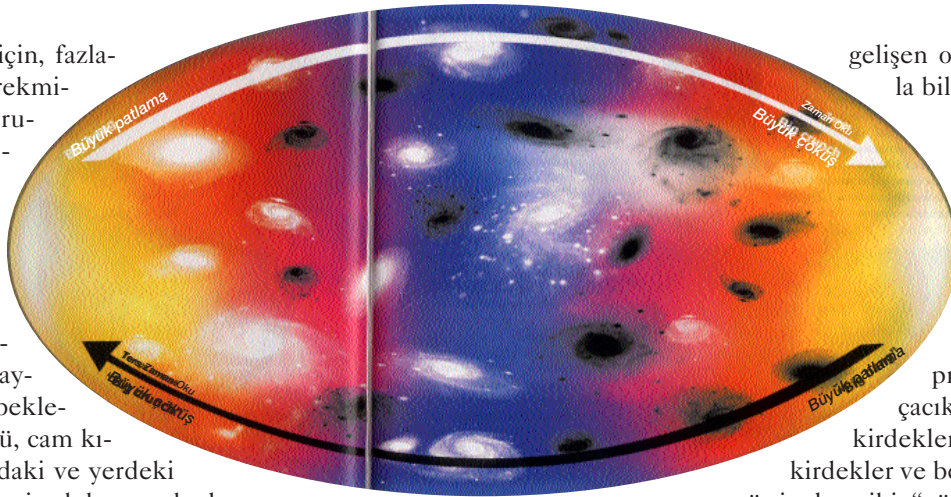
Bardağın masadan yere düşmesi ve onu izleyen olaylar bize garip gelmez. Bu, günlük yaşamda pek çoğumuzun karşılaştığı bir olaydır. Bizi asıl düşündüren, biraz önce tersinden izlediğimiz film gerçek olsaydı, bardağın toparlanıp masaya çıkabilmesi için gereken enerji olabilir. Burada da termodinamiğin birinci yasası aklı geliyor: Acaba enerji korunuyor mu? Bardağın, yere düşerek parçalanması sırasında ortaya çıkan enerji, onun tekrar bir araya gelerek masaya sıçraması için gereken enerjiye denktir. Yani, böyle bir olayı ter-

sine çevirmek için, fazladan enerji gerekmiyor; enerji korunuyor. Bu durumda, bu olayın da zamanda tersinir olabileceği anlaşılabilir.

Günlük yaşamda, böyle olayların olmasını bekleyemeyiz. Çünkü, cam kırıklarındaki, sudaki ve yerdeki atomların hareketi çok karmaşık olacaktır. Herbiri bir tarafa gideceği için tıpatıp aynı yolu tersine izleyerek yeniden buluşmaları, ancak bir mucize eseri gerçekleşebilir. Günlük yaşantımızda gördüklerimiz, bu tür olayları da içerseydi, bu olayları yadırgamayacaktık. Zaman, şimdikininki tersi yönde ilerliyor olurdu.

Şimdi, olaya bir de neden-sonuç ilişkisi yönünden bakalım. Yaşadığımız dünyada, nedenler sonuçlardan önce gelir. Bir başka deyişle, sistemde yaptığımız değişiklik (bardağı yere düşürmemiz gibi), onun daha düzensiz bir duruma (bardağın parçalanması, suyun her yana saçılması gibi) doğru bir gelişim göstermesine yol açar. İşte bu gelişim, yani düzenden düzensizliğe doğru ilerleme, *entropi* kavramıyla ifade edilir. Genel bir tanımlamayla, entropi açıkça görünen düzensizliğin ölçümüdür. Buna göre, yere düşüp kırılan bir bardak, masada duran bir bardağa göre daha yüksek entropiye sahiptir. Benzer biçimde, şekerli kahvenin entropisi, kahvenin içinde erimemiş şekerden daha yüksektir. Aslında, termodinamiğin ikinci yasası, bir umutsuzluk mesajı verir gibi. Çünkü, ona göre, sistemin düzeni, zorunlu olarak sürekli bozulmaktadır.

Evrenin, büyük patlamayla ortaya çıktığı kuramı, hemen hemen tüm bilim adamlarınca kabul görüyor. Bu kuram ger-



gelişen olayları ayrıntısıyla biliyoruz.

Bu hesaplamaların sonuçlarına göre, evrenin her yanına düzgünce yayılan madde, ışık (fotonlar), elektronlar ve protonlar, alfa parçacıkları (helyum çekirdekleri), başka tür çekirdekler ve belki çok miktarda nötrinolar gibi "görünmez" ve varlıklarını pek az hissettiren parçacıklardan oluşmuştur. Bu maddenin bileşenleri, özellikle de elektron ve protonlar, bir araya gelerek, yıldızları oluşturan gazı (özellikle hidrojeni) büyük patlamadan yaklaşık yüz milyon yıl sonra ürettiler.

çekten doğruysa, zaman da büyük patlamayla ortaya çıkmış olmalı. Büyük patlama, çok yüksek bir enerji biçiminde ortaya çıkmıştı. Bu enerjinin ışımasının kalıntılarını evrende hâlâ mikrodalga ışıması olarak gözleyebiliyoruz.

Büyük patlamayı, bildiğimiz anlamda bir patlama olarak; yani, maddenin bir noktadan, daha önce var olan uzaya fıskırması gibi ele almamız gerekiyor. Çünkü, uzayın kendisi bu patlamayla oluşmuş. Yani, bir merkez noktası yok. Dolayısıyla da, patlama sırasında ortaya çıkan madde, tüm evreni aynı anda doldurdu.

Evren, ilk zamanlarında son derece sıcaktı. Bugün, birtakım hesaplamalar sayesinde, büyük patlamayı izleyen saniyenin on binde birinden yaklaşık üç dakika sonrasına kadar

Termodinamiğin ikinci yasası bize zamanın okunun yönünün düzenden düzensizliğe doğru olduğunu söylese de evrene baktığımızda bunun tersini görüyoruz. Ortada bir çelişki var. Yani, ok, sanki düzensizlikten düzen yönüne doğru. Bu nasıl olabilir? Burada, işin içine bir başka etken giriyor: kütleçekimi. Yukarıda, ikinci yasadaki söz ederken atladığımız önemli bir nokta var. O da bu yasanın işleyebilmesi için sistemin yalıtılmış olmasının gereği. Madde, ısı ve ışımaya, sistemin birer yapıtaşı. Ancak, sistemi yalıtılmak için kütleçekimi de bu sistemin içine katılmalı.



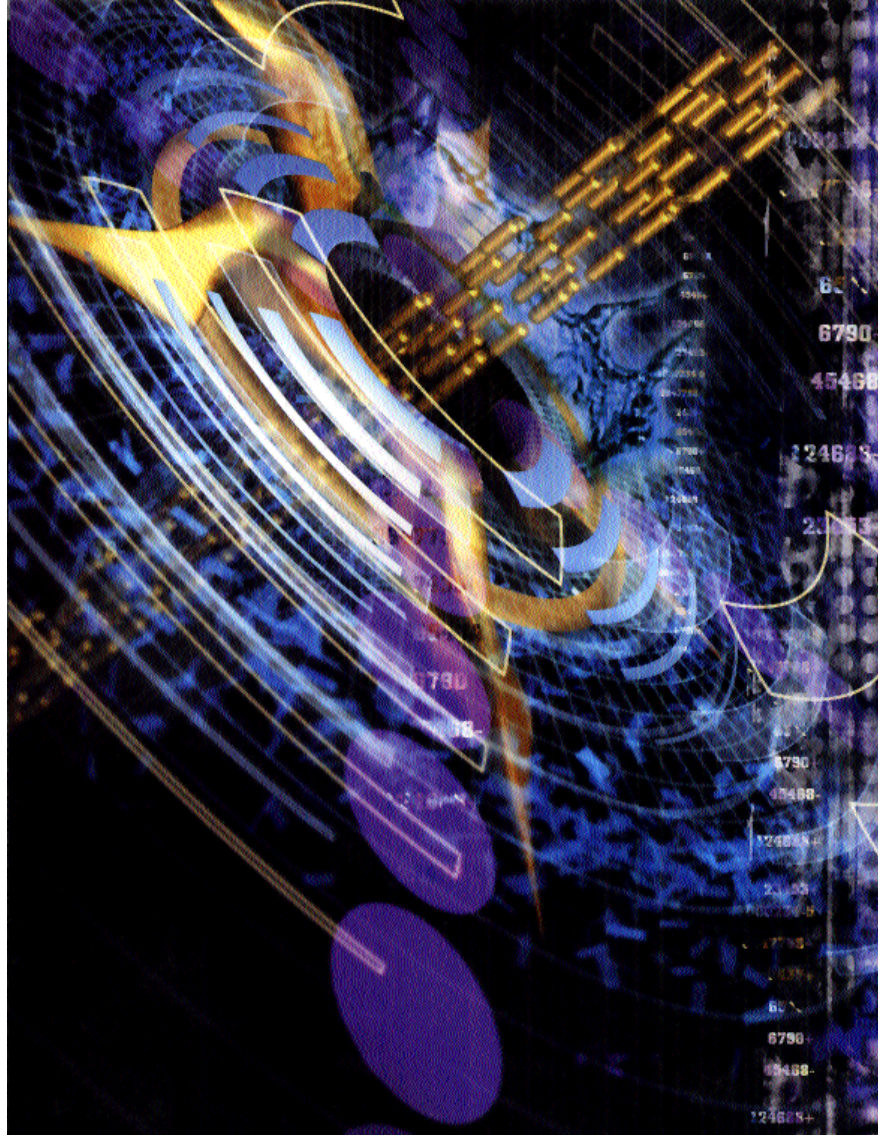
Parfüm şişesinin kapağını açarak kapalı bir odada yaptığımız deneyde, kütleçekiminin parçacıklar üzerinde ihmal edilebilir bir etkisi vardı. Bu nedenle, laboratuvar ortamında kütleçekimini hasaba katmayabiliriz. (Aslında, yeterince bekleyseydik, parfümü oluşturan moleküllerin zamanla yere çökeceğini görürdük.) Ancak, çok daha büyük sistemleri düşündüğümüzde, örneğin evreni, kütleçekimi kaçınılmaz bir gerçektir. Maddeyi birbirine çe-



kerek bir araya getirir ve topaklanmalara yol açar. Bu topaklanmanın en uç noktası kara deliklerdir. Bir kara deliğe termodinamik açıdan baktarsak, onun mutlak bir denge durumunda olduğunu söyleyebiliriz. Yani parfüm şişesinden dağılan moleküllerin tersine, burada kütleçekimi devrede olduğundan, madde bir araya gelerek denge durumuna ulaşır. Bu noktada, laboratuvar ortamının tersine, madde evrende var olduğundan bu yana onu etkisi altında tutan kütleçekimi, sorunlara çare oluyor. Normal bir gaz için, artan entropi, gazın düzgün dağılmasını sağlama eğilimindedir. Kütleçekimi olan (ya da hesaba katılan) cisimlerden oluşan bir sistemde bunun tersi geçerlidir. Madde, kütleçekimiyle bir araya geldikçe, sistemin entropisi yükselir. Olabilecek en yüksek entropiyse, karadeliklerdedir.

Kütleçekimini termodinamikle "evlendirme" ve denklemlere dökme, en iyi fizikçileri bile zorluyor. Ancak, bu olaylara düzen ve düzensizlik yönünden değil de, "bilgi" yönünden baktığımızda, işin içinden çıkmak daha kolay oluyor. Düzensiz bir sistemi anlatabilmek için, ondan az da olsa bilgi alabilmemiz gerekir. Örneğin, bir fanusun içindeki gazın sıcaklığı ve hacmi, onun termodinamik özelliklerini anlatır. Ancak, bu gaz düzgün dağılmamışsa, yani bir takım sıcak ve soğuk bölgelere sahipse, çok daha fazla "anlatılacak şeyi" olur. Dengeye ulaştığındaysa, bu bilgi geri dönülmez biçimde yok olur.

Bir cisim, kara deliğe dönüşürse, dışarıya hemen hemen hiç bilgi sızdırmaz. Kara deliğin kütleçekim kuvveti o kadar fazladır ki, ışık bile ondan kaçamaz. Karadelinin olay ufkunu geçen hiçbir şey ışıktan hızlı hareket edemeyeceği için, onun içinde yutulur. Doğal olarak da karadelik hakkında herhangi bir bilgi de ondan dışarı çıkamaz. Bu, dışarıdaki bir gözlemciye göre, olayların geri dönülemez olduğu anlamına gelir. O halde, olaya geniş bir açıdan bakacak olursak, karadelikler de termodinamiğin yasalarına uyarlar. Aradaki bir fark, kütleçekimi işin içinde olduğunda, denge, dağılır değil, topaklaşarak sağlanır. Ama, sonuçta, bir denge durumu ortaya çıkar.



Evrenin kütleçekimi sayesinde topaklaşarak denge durumuna doğru ilerlediği ortada. Ancak, bu yine de evrenin nasıl olup da her bakımdan dengeli bir durumdan ortaya çıktığı pek anlaşılabilir değil. Oluşturulan evren modellerine göre, şu an genişlemekte olan evren, içerdiği madde miktarına bağlı olarak, ya sonsuza değin genişleyecek, ya da kütle galip gelirse genişlemesi duracak ve yeniden çökmeye başlayacak. Eldeki son verilere göre büyük olasılıkla çökme gerçekleşmeyecek. Yine de, evren bir gün çökmeye başlarsa zamanın okunun yönü ne olacak?

1960'larda, Thomas Gold'un öne sürdüğüne göre, eğer evren çökmeye başlarsa, okun yönü tersine dönecek. Isı, soğuktan sıcağa akacak, yağmur damlaları yerden göğe yükselecek, insanlar gençleşecek. Bu, benimsenmesi zor bir durum. Bu durumda, insanlar her şeyi yaşamış olarak doğacaklar, hiçbir şey onlara yabancı gelmeyecek. Çok karışık bir durum söz konusu.

Birkaç yıl önce, California Üniversitesi'nden Murray Gell-Mann'ın

açıklaması daha tatmin edici nitelikte. Gell-Mann, gözlenen evrenin simetrik olmadığını öne sürüyor ve bunu açıklamak için de kuantum kuramından yararlanıyor. Kuantum fiziğine göre, evrenin herhangi bir durumu pek çok farklı biçimde evrimleşebilir. Bu olasılıklardan bir bölümüne göre evren düzgün bir biçimde ortaya çıkıp, içindeki madde topaklanabilir; ötekilere göre ise farklı biçimlerde evrimleşebilir. Birkaç olasılığa göre de düzgün bir yapıyla oluşan evrendeki madde topaklanabilir; daha sonra çökmeye başlayarak yeniden düzgün bir yapı kazanabilir. Yani, simetrik bir evren ortaya çıkması da olası. Ancak, bu olasılıklardan sadece birkaçı canlılar tarafından anlaşılabilir. Yaşam, termodinamik dengesizliğe dayanır. Bu nedenle, zaman simetrisi olan bir evreni gözleme şansımız pek fazla değil gibi görünüyor.

Alp Akoğlu

#### Kaynaklar

- Barbour, J., Timeless, New Scientist, 16 Ekim 1999
- Davies, P., Time's Arrow, New Scientist, 1 Kasım 1997
- Walker, G., Here Comes Hypertime, New Scientist, 1 Kasım 1997
- Penrose, R., Çev: Dereli, T., Krallın Yeni Usu III / Us Nerede, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, 1997