



ZAMANDA YOLCULUK

EINSTEIN görelilik kuramlarını ortaya atınca-ya kadar, zaman, fiziki koşulları ne olursa olsun herkes için aynı olan, mutlak ve üniversal bir olgu biçiminde tanımlanırdı. Özel görelilik kuramındaysa Einstein, iki olay arasında ölçülen aralığın, gözlemcinin nasıl hareket edeceğine bağlı olduğunu gösterdi. Özetle, ayrı yönde ve hızda hareket eden aynı iki olay arasın-

da farklı uzunlukta aralıklar algılayacaktır.

Bu etki genel olarak "ikizler paradoksu" ile açıklanır. Diyelim, Sally ve Sam ikiz kardeş. Sally, bir uzay gemisine biniyor, yakınlarda bir yıldızın çevresinden dolanıp tekrar Dünya'ya dönüyor. Gerçi bize en yakın yıldız 4 ışık yılı uzaklıkta; ama hesap kolay olsun diye yıldız yerinden alıp burnumuzun dibine, yarım ışık ışık yılı uzaklığa koyalım. Misal bu ya,

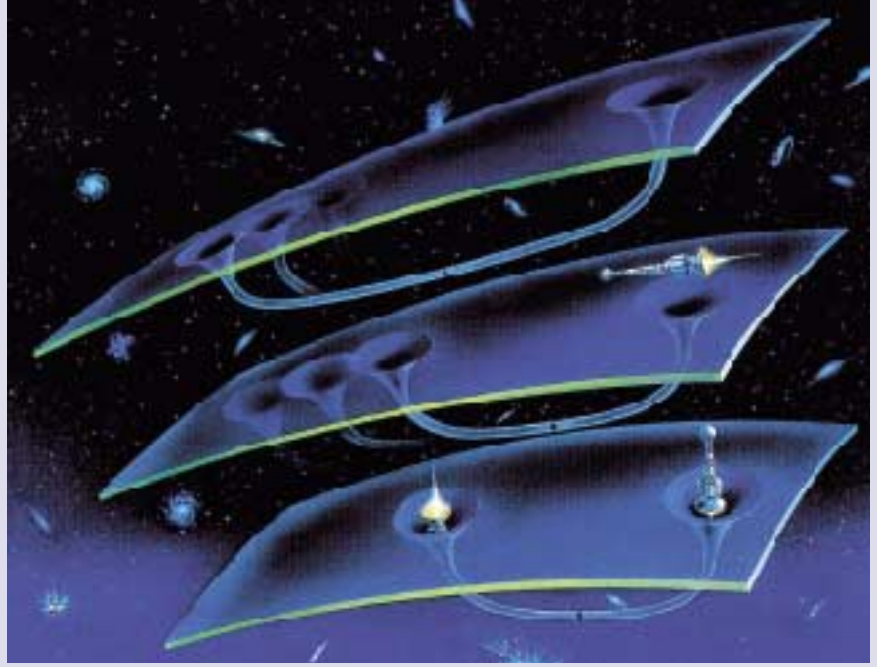
Sally'nin gemisi de ışık hızına yakın bir hızda gitsin. Sonuçta Sally'nin gemisi gidiş-geliş yolculuğu 1 yılın hemen üzerinde tamamlayacaktır. Ama uzay gemisinden indiğinde bir de bakacak, Dünya'da 10 yıl geçmiş. Yani, aynı gün doğdukları halde, kardeşi şimdi kendisinden 9 yıl daha yaşlı. Bu örnek, zamanda yolculuğun sınırlı bir biçimini gösteriyor. Sally, geleceğe dokuz yıllık bir sıçrama yapmış oluyor.

Ağırlaşan Zaman

İki gözlemci, birbirlerine göre hareket halinde olduklarında zamanın yayılması ya da genişlemesi denen etki ortaya çıkar. Gündelik yaşamımızda, bilim kurgunun standart malzemesi olan "zaman bükülmesi" gibi olaylar göremeyiz. Çünkü etki, ancak ışık hızına yakın hareketler söz konusu olduğunda kendini belli eder. Günümüzün uçak yolcularlarında bile ancak birkaç nanosaniye (saniyenin milyarda biri) ölçeğinde bir zaman genişlemesi olur.

Gerçekten dramatik zaman genişlemelerini izleyebilmek için günlük deneyimlerimizin çok ötesine bakmamız gerekir. Büyük parçacık hızlandırıcı makinelerde elektrik yüklü atomaltı parçacıklar, dev süperiletken mıknatısların yardımıyla ışık hızına yakın hızlara kadar çıkarılabilir. Bazı parçacıkların, örneğin, elektronun daha ağır bir türü olan müonun bir iç saati olduğu söylenebilir. Çünkü bunlar çok kesin bir yarılanma ömrü çerçevesinde bozunurlar. Ama hızlandırıcılar içinde ışık hızına yakın giden müonların bozunmasının, filmlerdeki yavaş çekilmiş sahnelere gibi ağırlaştığı gözleniyor. İşte Einstein'ın kuramının doğruluğuna yeni bir kanıt. Bazı kozmik ışınlar da olağanüstü zaman kaymaları yaşıyor. Yüksek enerjili bu parçacıkların hızı, ışığın hızına öylesine yaklaşıyor ki, bunların açısından bakıldığında gökadamızı boydan boya geçmeleri birkaç dakika alıyor. Oysa Dünya'nın referans çerçevesinde bu süre onbinlerce yıl gibi görünüyor. Eğer zaman genişlemesi olmasaydı, bu parçacıklar Dünya'ya ulaşamazdı.

Hız, zamanda ileriye atlamamın bir yolu. Ötekiyse, kütleçekimi. Genel göre-



lilik kuramında Einstein, kütleçekiminin zamanı yavaşlatacağını öngörmüştü. Bu durumda, eğer yeterince duyarlı gözlem yapabilecek donanımda olsaydık, evimizin çatısındaki bir saatin, Dünya'nın merkezine daha yakın olan (dolayısıyla kütleçekimini daha güçlü duyan) bodrumdaki bir saate göre daha hızlı çalıştığını farkedecektik. Bu durumda saatlerin uzayda, yere göre daha da hızlı gideceği kesin. Tabii bunu bizim kendi duyumlarımızla algılamamız olanaksız. Ancak duyarlı saatler kullanılarak yapılan deneylerde bu etki ölçülmüş bulunuyor.

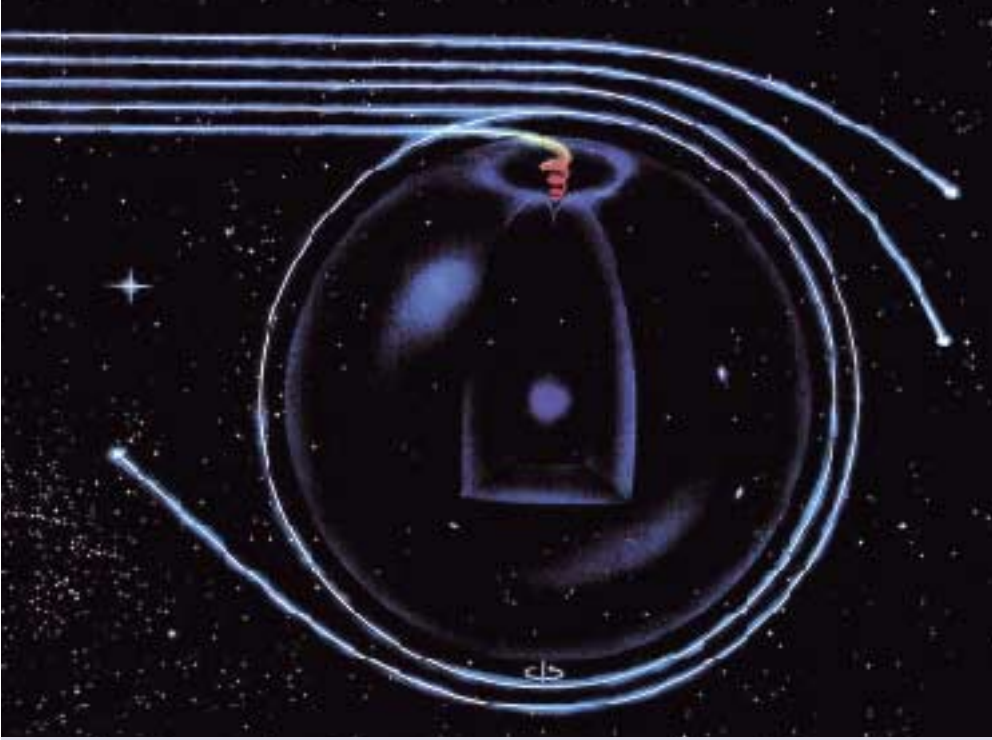
Bir nötron yıldızının yüzeyinde kütleçekimi öylesine güçlüdür ki, zaman, Dünya'da ölçülen zamana göre %30 yavaşlar. Eğer nötron yıldızından Dünya'ya bakılabilecek olsa, Dünya'daki olayların akışı, bir video filminin hızla ileriye sarılışında olduğu gibi görünür-

dü. Bir karadeliğe ise zamanın bükülmesinin son noktası. Karadeliğin olay ufkunun yüzeyinde zaman, Dünya'ya göre durmuş olarak görünür. Anlamı şu: Karadeliğin yakınlarındasınız ve içine düşmek üzeresiniz. Siz olay ufkunun yüzeyine varıncaya kadar evrenin sonuza kadar olan geleceği gözlerinizin önünden geçecektir. Bu durumda, olay ufkunun içindeki bölge, dışarıdaki evren açısından zamanın sonunun da ötesinde olacaktır. Hadi olmaz, olur yapalım ve bir astronotu (muazzam kütleçekimiyle paramparça olmadan) karadeliğin hemen yakınına kadar götürüp sağ salim geri getirelim. Pardon, nereye getirelim dedik? Astronot geriye gelmez ki. O şimdi geleceğin çok uzak bir yerlerinde!

Başım Dönüyor!

Zamanda ileri gittik; peki geriye gitmeye ne dersiniz? Bu iş biraz daha sorunlu. 1948 yılında Princeton Üniversitesi İleri Araştırmalar Enstitüsü'nden matematikçi Kurt Gödel, Einstein'ın kütleçekim alanı denklemlerine, eksen etrafında dönen bir evren tanımlayan bir çözüm getirdi. Evrenin dönüşü ışığı (ve dolayısıyla cisimler arasındaki nedensellik bağlarını da) birlikte sürükleyecekti. Dolayısıyla maddi bir cisimde, ışık hızını aşmaya gerek kalmaksızın uzayda (dolayısıyla da zamanda) kapalı bir halka çizecekti. Tabii Gödel'in çözümü, bir matematiksel acıplık olarak bir kenara atıldı. Zaten evrenin bir bütün ola-





Çemberde

Kurtdeliğinden geçilebilmesi için, delikte Thorne'un egzotik olarak tanımladığı maddeden bulunması gerekiyor. Bu, büyük kütleli bir sistemin kendi ağırlığı altında çökerek bir karadelik oluşturma yolundaki doğal eğilimi dengelemek için gerekli. "Kütleçekimsel itim" negatif enerji ya da negatif basınçla oluşturulabilir. Belli kuantum sistemlerinde negatif-enerji durumları var olabiliyor ve bu da Thorne'un istediği egzotik maddenin fizik yalarınca dışlanmadığını gösteriyor. Ancak sorun, bir kurtdeliğini kararlı hale getirmeye yetebilecek miktarda itici maddeyi bir araya toplayabilmek.

Thorne ve arkadaşları, bir kurtdeliğinin oluşturulabilmesi halinde bunun kısa sürede bir zaman makinesine dönüştürülebileceğini de anladılar. Bir kurt deliğinden geçen bir astronot evrenin başka bir yerinden çıkmakla kalmıyor, isterse zaman içinde de farklı bir yere, geleceğe ya da geçmişe ulaşabiliyordu.

Kurtdeliğini zamanda yolculuğa göre ayarlamak isteyince yapılacak şey, ağızlarından birini bir uzay gemisiyle çekerek bir nötron yıldızının yüzeyinin yakınlarına kadar getirmek. Nötron yıldızının güçlü kütleçekimi kurtdeliğinin girişi yakınlarında zamanı yavaşlatacak ve böylece giriş ve çıkış arasındaki zaman farkı giderek birikecek. Bundan sonra her iki ağız da uzayda uygun bir yere sabitlendiğinde bu zaman farkı da sabitlenmiş olacak.

Diyelim, kurtdeliğinin iki ağızı arasındaki zaman farkı 10 yıl olsun. Kurtdeliğinden bir yönde geçen astronot, geleceğe 10 yıllık bir sıçrama yapmış olacak; buna karşılık öteki uçtan giren astronot da geriye doğru 10 yıl atlayacak. Böylece ikinci astronot eğer başladığı yere bildik uzaydan hızlı bir şekilde dönerse, daha yolculuğuna çıkmadan önce evine geri dönmüş olacak. Özetlenecek olursa, uzayda kapalı bir çember, zamanda da bir çember haline gelebilir. Tek sınırlama, astronotun ilk yapıldığı tarihten daha geride bir zamana gidememesi.

Tabii kurtdelikli bir zaman makinesi yapma projesinin en çetrefil sorunu, kurtdeliğinin kendisini yapmak. Ancak bir olasılık, uzayda Büyük Pat-

lak döndüğünü gösteren herhangi bir gözlem de yok. Gene de Gödel'in modeli, zamanda geriye gitmenin görelilik kuramınca yasaklanmadığını ortaya koydu. Aslında Einstein da kuramının bazı durumlarda geçmişe yolculuğa izin verdiği düşüncesinden rahatsızlık duyduğunu ifade etmişti.

Daha sonra, geçmişe yolculuğa izin veren başka kuramlar da ortaya çıktı. Örneğin, 1974 yılında Tulane Üniversitesi'nden Frank Tipler, kendi eksenini etrafında ışık hızına yakın hızda dönen ağır ve sonsuz uzunlukta bir silindirin, gene ışığı silindir çevresinde bir halka oluşturacak biçimde döndürerek astronotların kendi geçmişlerini ziyaret etmelerine olanak sağlayacağını hesapladı. 1991 yılında da Princeton Üniversitesi'nden Richard Gott, Büyük Patlama'nın ilk anlarında ortaya çıktığı düşünülen yapılar olan kozmik sicimlerinde geçmişe yolculuk için benzer sonuçlar sağlayacağını hesapladı.

Ancak bir zaman makinesi için, "kurtdeliği" kavramına dayanan en gerçekçi senaryo, 1980'li yılların ortalarında oluşturuldu.

Bilimkurgunun klişe malzemesi kurt delikleri, uzayda çok uzak iki noktayı birbirine bağlayan kestirme yollar ola-

rak kavramlaştırılıyor. Olası bir kurtdeliğinin içine atladınız mı, gökadanın öteki ucundan çıkmanız an meselesi!

Genel göreliliğe göre kütleçekimi yalnızca zamanı değil, uzayı da büktüğünden kurtdeliği kavramı Einstein'ın kuramıyla da çelişmiyor. Kuram, uzayda iki noktanın alternatif olarak biri yola, biri de tünele benzetilebilecek alternatif geçitlerle birleştirilebilmesine izin veriyor. Matematikçilerin dilinde bu, "çoklu bağlanmış" bir uzay. Nasıl bir tepenin altından geçen tünel, üzerinden geçen yoldan daha kısa olabiliyorsa, bir kurt deliği de bildiğimiz uzaydan geçen tanıdık yoldan daha kısa olabilir. Kurtdeliği, Carl Sagan tarafından 1985 yılında yazdığı *Contact* adlı romanda (Türkçe'ye *Mesaj* adıyla çevrildi) bir bilimkurgu aracı olarak kullanılmıştı. Sagan'ın isteği üzerine kuramsal fizikçi Kip Thorne ve arkadaşları kurtdeliklerinin bilinen fizik yasalarıyla tutarlı olup olmadığını incelediler. Thorne ve ekibinin çıkış noktası, kurtdeliğinin muazzam bir kütleyle sahip olması, dolayısıyla da bir kara deliği andırması gerektiğiydi. Ancak, karadeliğin içine giren herşeyin kaybolduğu tek bir kapısı varken, kurtdeliğinin bir girişi, bir de çıkışı olacaktı.

Günümüzdeki Zaman Yolculukları

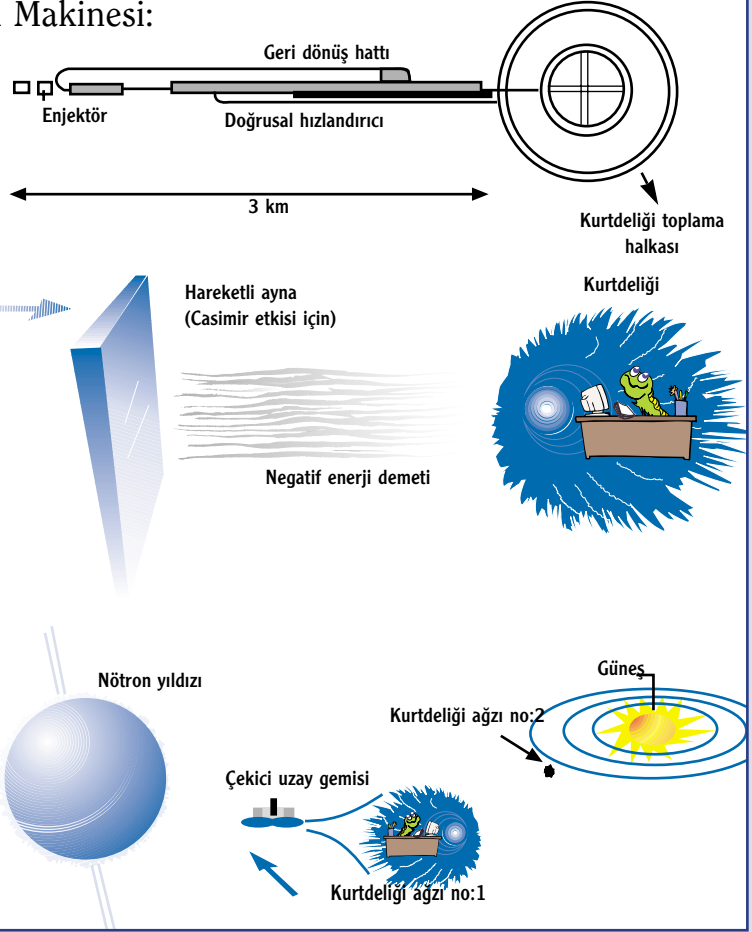
Sistem	Özellik	Toplam zaman gecikmesi
Uçak yolculuğu	Saatte 920 km hızla 8 saat	10 nanosaniye (Durağan nesnelere göre)
Nükleer denizaltıyla gezi	300 m derinlikte 6 ay süreyle	500 nanosaniye (Deniz yüzeyine kıyasla)
Kozmik ışın nötronu	30 ¹⁸ elektronvolt	Ortalama ömür 15 dakikadan 30.000 yıla çıkıyor.
Nötron yıldızı	Kırmızıya kayma 0,2	Zaman aralıkları %20 genişliyor. (Derin uzaya kıyasla)

Üç (zorlu) Adımda Kurtdelikli Zaman Makinesi:

1 - Bir Kurtdeliği Bul ya da Oluştur: Kurtdeliği uzayda iki farklı yeri birleştiren bir tünel. Büyük Patlama kalıntısı büyük kurtdelikleri derin uzayda doğal olarak bulunabilir. Yoksa, atomaltı ölçekte kurtdelikleriyle yetinmek zorunda kalacağız. Bunlardan kimisi doğal ve her yerde ortaya çıkıp kayboluyorlar. Kimisi de yapay; yandaki şekildeki gibi parçacık hızlandırıcılarında üretilenlerdir. Bu küçük kurtdeliklerinin boyutlarının kullanılabilir ölçülere çıkarılması gerekecek. Bunun için de Büyük Patlama'dan hemen sonra uzayın şişmesine yol açan enerji alanları (skalalar alan) kullanılabilir.

2 - Kurtdeliğini Kararlı Kıl: Casimir etkisi gibi kuantum mekaniğin araçlarıyla üretilen negatif enerji yüklenmesi bir sinyal ya da nesnenin kurtdeliğinden güvenli biçimde geçmesini sağlayacaktır. Negatif enerji kurtdeliğinin sonsuz ya da sonsuza yakın yoğunlukta bir noktaya çökme eğilimini dengeler; bir başka deyişle karadelik haline gelmesini önler.

3 - Kurtdeliğini Çek: Yüksek teknolojiye bir uzay gemisi kurtdeliğinin ağızlarını ayırır. Ağızlardan biri, güçlü bir kütleçekim alanına sahip çok yoğun bir nötron yıldızının yüzeyine yaklaştırılır. Güçlü kütleçekimi yakın ağız çevresinde zamanın daha yavaş geçmesini sağlar. Öteki ağızdaysa zaman daha hızlı geçtiğinden, ağızlar yalnızca uzayda değil, zamanda da ayrılmış olur.



lama ürünü olan bu gibi yapıların bir örüntü oluşturması. Eğer bunlar varsa, çok ileri bir uygarlık da bunlardan birini ele geçirebilir. Ya da kurtdelikleri, Planck uzunluğu denem çok küçük ölçeklerde bir atom çekirdeğinin

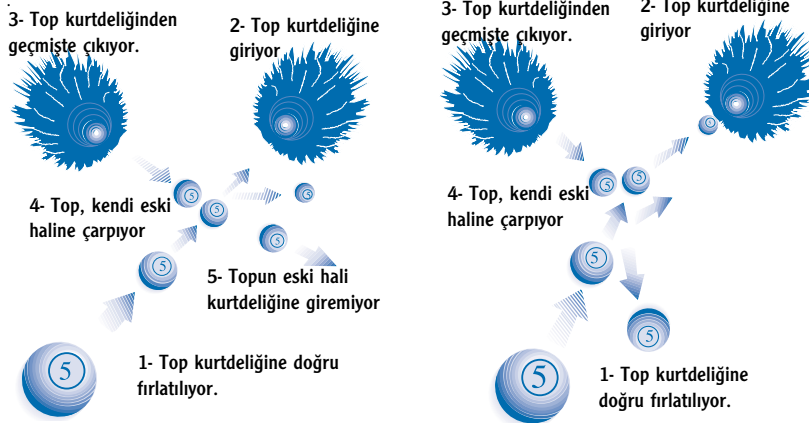
10^{-20} 'si boyutlarında var olabilir. İlke olarak da böylesine bir mini kurtdeliği bir enerji atmosferiyle kararlı hale getirilebilir ve daha sonra da "bir biçimde" kullanılabilir boyutlara çıkarılabilir.

Sansür!

Hadi, mühendislik problemlerinin üstesinden geldik diyelim. Peki, karşı karşıya kalabileceğimiz, bir nedensel paradokslar dizisini ne yapacağız? Örneğin, gene bilimkurgu filminden bir anektod. Zaman yolcusu, geçmişe ulaşmış annesini, henüz genç bir kızken öldürüyor. Eğer kız ölürse, bu zaman yolcusunun annesi olmayacak. Bu durumda zaman yolcusu da hiç doğmamış olduğundan nasıl geri gidip annesini öldürecek?

Bu türden paradokslar, zaman yolcusu geçmişe değiştirmek gibi aslında olanaksız bir işe kalktıkça her zaman ortaya çıkacak. Ancak bu, bir kimsenin geçmişin bir parçası olmasına engel değil. Diyelim yolcumuz geçmişe gitti ve bir kızı öldürülmekten kurtardı; bu kızda büyüyüp evlenir ve yolcumuzun annesi olur. Bu durumda ilinti silsilesi artık kendi içinde tutarlı ve herhangi bir çelişki yok. Demek ki, sebep-sonuç ilişkilerinde tutarlılık gereği, bir zaman yolcusunun ne yapıp ne yapamayacağına sınırlar getirebilir, ancak, zaman yolculuğunu olanaksız kılmaz.

Tüm Paradoksların Anası



Meşhur "Anne Paradoxu", İnsanlar ya da nesnelere (robotlar gibi), zamanda geçmişe yolculuk yapıp geçmişe değiştirdiklerinde ortaya çıkar. Daha basit bir türü bilardo toplarıyla gösterilir. Bir top kurtdelikli zaman makinesinden geçer. Öteki uçtan çıktığında kendi eski haline çarpıp ve onun kurtdeliğine girmesine engel olur.

Pardoksun Çözümü: Şu basit gerçeğin fark edilmesinden yola çıkar: Top mantıken tutarsız ve fizik kanunlarına aykırı bir şey yapamaz. Yani kurtdeliğinden, kendi geçişini engelleyecek bir biçimde geçemez. Ancak, pekçok farklı biçimde geçmesine de hiçbir şey engel olamaz.

Zamanda yolculuk, çelişki- den kaçınsa bile, gene de garip- likleri tümüyle ortadan kaldırı- yor değil. Zamanda yolculuk ya- pan birinin geleceğe doğru bir yıl sıçrayarak , bir derginin o ta- rihteki sayısında bir matematik problemini okuduğunu, ayrıntı- ları not ettiğini, sonra da kendi zamanına dönerek teoremi bir öğrenciye öğrettiğini, öğrenci- nin de bunu derginin o tarihteki sayısında yazdığını düşünün. Bu durumda şu soru ortaya çı- kıyor: Teorem konusundaki bil- gi nereden geldi? Açık ki, za- man yolcusundan gelmedi. Çünkü kendisi yazılmış teoremi yalnızca okuyup not etti. Öğrenciden de gelmedi; çünkü o da yolcudan öğ- rendi. Bilgi, mantığa aykırı olarak hiç- bir yerden gelmemiş görünüyor.

Zamanda yolculuğun garip sonuçla- rı, bazı bilimadamlarının bu düşüncüyü baştan reddetmelerine yol açıyor. Cambridge Üniversitesi'nden Stephen W. Hawking, neden-sonuç çemberleri- ni yasaklayan bir "kronoloji koruma varsayımı" önermiş bulunuyor. Ancak



görelilik kuramı bu tür çemberlere izin verdiğinden, kronolojinin korunması, işe müdahale ederek geçmişe yolculu- ğu önleyecek bir başka faktörün varlığı- nı gerektiriyor. Bu faktör ne olabilir? Önerilen çözümlerden bir tanesi, kuan- tum süreçlerinin imdada yetişmesi. Bir zaman makinesinin varlığı, parçacıkların kendi geçmişlerine dönmelerine izin verir. Yapılan hesaplar, ortaya çıkan çalkantının giderek kendini güçlendire-

ceğini ve sonunda kurtdeliğini yok edecek, kontrolden çıkması büyük bir enerji çıkışına yol aç- cağını ortaya koyuyor.

Kronolojinin korunması, hâlâ bir varsayım; dolayısıyla da, za- manda yolculuk hâlâ bir olasılık. Olasılıkların ortadan kalkıp kesin bir yanıtısa, kuantum mekaniğiyle genel göreliliğin, bir başka de- yişle atomaltı ölçekte etki eden üç kuvvetle, kozmolojik ölçüde etkili kütleçekim kuramının, sü- persicim ya da uzantısı olan M- kuramı gibi bütüncül bir kuram altında birleşmesiyle ortaya çıkabi- lir. Belki de inşasına başlanmış olan yeni kuşak parçacık hızlan- dırıcıları, atomaltı düzeyde kurtdelikleri oluşturabilecek ve bunlar da parçacık- lara zaman içinde bir tur attırabilecek. Bu, herhalde H.G. Wells'in düş ürünü zaman makinesinden bir hayli farklı olacak. Ancak, fiziki gerçeklik konu- sunda zihnimizdeki resmi olağanüstü değiştireceği kesin.

Paul Davies "How To Build A Time Machine"
Scientific American, Eylül 2002

Çeviri: Raşit Gürdilek

Zamanın Birimleri

Bir Attosaniye (saniyenin milyarda birinin milyarda bir- ri): Bilimadamların saat tutabildiği en hızlı olaylar, attosaniye- ler içinde gerçekleşir. Araştırmacılar, yüksek hızda gelişmiş lazer- ler kullanarak, yalnızca 250 attosaniye süren ışık atımları yarat- tılar. Bu zaman aralığı düşünemeyecek kadar kısa görünse de, olası en kısa süre olduğu kabul edilen Planck zamanıyla (10-43 saniye) karşılaştırıldığında yüzyıl gibidir.

Bir Femtosaniye (saniyenin milyarda birinin milyonda bir): Bir moleküldeki bir atomun tek bir titreşimi genellikle 10-100 femtosaniyede gerçekleşir. Hızlı kimyasal reaksiyonların bile tamamlaması yüzlerce femtosaniye sürer. Işğın retina- daki pig- mentlerle etkileşimi -görmemizi sağlayan süreç- yaklaşık 200 femtosaniye sürer.

Pikosaniye (saniyenin milyarda birinin binde bir): En hızlı transistörler pikosaniyeler içinde çalışır. Yüksek enerjili gaz pedallarında yaratılan, ender bulunan bir atomaltı parçacık türü olan "dip kuarklar"ın ömrü, bir pikosaniyedir. Su molekülleri ara- sındaki hidrojen bağının oda sıcaklığındaki ortalama ömrü, üç pi- kosaniyedir.

Bir Nanosaniye (saniyenin milyarda bir): Boşlukta par- layan bir ışık ışını, bir nanosaniyede yalnızca 30 santimetre yol alır. Kişisel bilgisayarların içindeki mikroislemciler, iki sayıyı to- plamak gibi tek bir komutu gerçekleştirmek için genellikle 2-4 na- nosaniyeye gereksinim duyar. "K meson" adlı az bulunan bir baş- ka atomaltı parçacık türünün ömrü, 12 nanosaniyedir.

Bir Mikrosaniye (saniyenin milyonda bir): Işık ışınları, bir mikrosaniyede 300 metre (yaklaşık üç futbol sahasının uzun- luğuna kadar) yol alır. Ses dalgaları deniz seviyesinde bir mikrosa- niyede milimetrenin üçte biri kadar yol alır. Yüksek hızlı bir ticari stroboskopun çakması, yaklaşık bir mikrosaniye sürer. Bir di- namit çubuğu, fitili yandıktan yaklaşık 24 mikrosaniye sonra pat- lar.

Bir Milisaniye (saniyenin binde bir): Normal bir fotoğraf makinesindeki en kısa pozlama süresi. Karasinekler üç milisani- yede bir kanat çırpar; balinalarında beş milisaniyede bir. Ayın Dünya çevresindeki dönüş hızı, yörüngesi genişledikçe her yıl iki

milisaniye yavaşlar. Bilgisayarbilimlerinde 10 milisaniyelik zaman aralığı "an" (İngilizce'de "jiffy") olarak bilinir.

Saniyenin Ona Bir: Masallarda sözü edilen, "göz açıp ka- payınca kadar" geçen süre. İnsan kulağı, yankıyı sesin kendi- sinden ayırdetmek için saniyenin onda birine gereksinim duyar. Güneş sisteminin dışına gönderilen Voyager 1 uzay aracı, saniye- nin onda birinde Güneş'ten iki kilometre uzaklaşıyor. Sinekkuşla- rı, saniyenin onda birinde kanatlarını yedi kez çırpar. Standart la- notasına ayarlı bir diyapozom, saniyenin onda birinde dört kez tit- reşir.

Bir Saniye: Sağlıklı bir insanın bir kalp atımı bir saniye ka- dar sürer. ABD'de, her saniyede ortalama 350 dilim pizza tüke- tiliyor. Dünya, Güneş'in çevresindeki yörüngesinde saniyede 30 kilometre ilerliyor. Geçen her saniyede Güneş, galaksidedeki zorlu yolculuğunda 274 kilometre daha yol alıyor. Bir saniye, ayışığı- nın yeryüzüne gelmesi için yeterli bir süre değil; ayışığının bizle- re ulaşması 1,3 saniye sürüyor. Bir saniyenin, günün 24'te biri- nin, 60'ta birinin, 60'ta biri olduğunu hepimiz biliriz. Ancak bi- lim adamları saniyeyi başka türlü tanımlıyorlar: Bir saniye, Cesi- um 133 atomunun ürettiği belli bir tür ışımının 9.192.631.770 devrine eşittir.

Bir Dakika: Yeni doğmuş bir bebeğin beyni, dakikada 1-2 miligram büyür. Bir sıvıfarenin kalbi, bir dakikada 1000 kez çır- par. İnsanlar bir dakikada ortalama olarak 150 sözcük konuşabi- lir, 250 sözcük okuyabilirler. Güneş ışınlarının yeryüzüne yakla- şık sekiz dakikada gelir. Mars gezegeni Dünya'ya en yakın konu- mundayken, gezegenin yüzeyinden yansıyan ışık, yaklaşık dört dakikada yeryüzüne ulaşır.

Bir Saat: Üreme hücrelerinin bölünmesi, genellikle bir saat sürer. ABD'deki Yellowstone Ulusal Parkı'ndaki Old Faithful gay- zeri, ortalama olarak bir saat 16 dakikada bir patlar. Güneş sis- temindeki en uzak gezegen Plüton'un ışığı, beş saat 20 dakika- da yeryüzüne gelir.

Bir Gün: Dünya'nın kendi çevresinde dönme süresi olan gün, insanlar için belki de en "doğal" zaman birimi. Şimdilik 23 saat, 56 dakika 4,1 saniye olan bu süre, Ay'ın kütleçekimi

ve başka etkilere bağlı olarak artıyor. İnsan kalbi, bir günde yaklaşık 100.000 kez çarpar; bu sırada akciğerlerimiz 11.000 litre hava solur. Bebek bir mavi balına, bir günde yaklaşık 90 kilo alır.

Bir Yıl: Dünya, Güneş çevresindeki dönüşünü bir yılda ta- mamlar; bu sürede kendi çevresinde 365,25 kez döner. Her yıl, yeryüzündeki okyanusların düzeyi 1-2,5 milimetre artıyor; Kuzey Amerika karaparçası Avrupa'dan yaklaşık 3 santimetre uzaklaşı- yor. Bize en yakın yıldız Proxima Centauri'nin ışığı, 4,3 yılda Dünya'ya geliyor. Okyanuslardaki yüzey akıntılarının yerküreyi dolaşmaları da yaklaşık bu kadar sürüyor.

Bir Yüzyıl: Her yüzyılda Ay, Dünya'dan 3,8 metre uzakla- şıyor. Standart CD'ler ve CD-ROM'ların bir yüzyıl bozulmadan kalabileceği sanılıyor. Bebeklerin 100 yaşına kadar yaşamak için 26'da bir şansları var; öte yandan dev kaplumbağalar 177 yaşına kadar yaşayabilirler. En gelişmiş teknolojiyle üretilmiş ya- zılabilir CD'ler 200 yıldan fazla dayanabilir.

Bir Milyon Yıl: Işık hızında giden bir uzay gemisi, bir mil- yon yılda, 2,3 milyon ışık yılı uzaklıktaki Andromeda galaksisi- ne yaptığı yolculuğu henüz yaralamamış olurdu. Güneş'ten mil- yonlarca kez daha parlak, en büyük yıldızlar olan mavi süperdev- lerin ömürleri yaklaşık bir milyon yıldır. Yeryüzündeki tektonik levhaların hareketi nedeniyle, bir milyon yıl sonra Los Angeles kenti, kuzey-kuzeybatı yönünde, şimdiki konumundan 40 kilo- metre öteye sürüklenmiş olacak.

Bir Milyar Yıl: Dünyamız ilk oluştuğunda, yeryüzünün so- ğuması, okyanusların oluşumu, tek hücreli yaşamın ortaya çık- ması ve karbondioksit bakımından zengin atmosferinin oksijen bakımından zengin bir atmosfere dönüşmesi için bir milyon yıl gerekti. Bir milyon yılda Güneş, galaksinin merkezi çevresinde- ki yörüngesini dört kez dolandı. Evren 12-14 milyar yaşında ol- duğundan, bir milyar yıldan daha büyük zaman birimleri pek sık kullanılmaz. Ancak, evrenbilimciler, evrenin büyük bir olasılıkla, son yıldız öldükten çok sonra (günümüzden 100 trilyon yıl sonra), son karadelik de buharlaşana kadar (10.100 yıl sonra), sonsuza dek kalamayacağına sürdüreceğini düşünüyorlar. Gelecek, aramızda geçen geçmişin izlerinden çok daha ötelecektir.

David Labrador, "From instantaneous to eternal".
Scientific American, Eylül 2002.

Çeviri: Aslı Zülal