

BİLİMKURGUDAN FIRLAMA GERÇEK

ZAMANDA YOLCULUK

Zaman, bizi doğumdan ölüme taşıyan, kendimizi akışına kaptırdığımız bir ırmak gibidir. Algıladığımız biçimiyle, geçmişten geleceğe doğru akan, bir şekilde hissettiğimiz ya da varlığını bildiğimiz bir şey zaman. Peki zamanın, gerçekten yaşamın karşı konulamaz bir parçası olduğu gerçeğini kabul etmeli miyiz? Yoksa onu yavaşlatabilir miyiz? Daha da önemlisi, geleceğe ya da geçmişe gidebilir miyiz? Zamanda yolculuğa çıkabilir miyiz?

Bir zaman makinesine atlayıp geçmişe giderek bir şeyleri değiştirmeyi kim istemez? Zamanda yolculuk, bilimkurgunun alışık olduğumuz temalarından biri. Bir zamanlar bilimkurguda var olan, ancak günümüzde yaşama geçmiş olan birçok olgu gibi, zaman makinesi de bir gün gerçek olabilecek mi?

“Zaman Makinesi” (The Time Machine), H.G. Wells’in ilk romanıydı. Wells, bu romanı 1885’te kaleme aldığından bu yana “zamanda yolculuk”, bilimkurgunun temel öğelerinden biri haline geldi. Bundan sonra, zamanda yolculuk düşüncesi bilimkurgu roman ve senaryo yazarlarının yanı sıra, biliminsanlarının da gündemine oturdu.

Wells, sanatıyla İngiliz edebiyatının önemli yazarlarından biri olmakla kalmayıp, bilimsel yaklaşımlarıyla da zama-

nındaki biliminsanlarından bile geniş düşünüyordu. Wells, Einstein evreni uzay-zaman olarak dört boyutlu olarak ele almamız gerektiğini söylemeden 10 yıl önce, zamanı dördüncü boyut olarak ele alma düşüncesini öne sürmüştü.

Bir zaman makinesine atlayıp istediğimiz zamana gidebileceğimiz günler pek yakında görünmese de, bir şekilde zamanda yolculuk yapmak mümkün görünüyor. Hatta, günümüzde bile bunu farkında olmadan yapıyoruz. Örneğin, havayoluyla sürekli yolculuk yapanlar, yerde duranlara göre biraz daha yavaş yaşlanıyorlar. Şimdilik, Wells’in zaman makinesindeki gibi, bir kolu çekip geçmişe gitmek söz konusu değil. Ancak biliminsanları, geçmişe yolculuk yapmanın başka yolları olduğunu öne sürüyorlar.

Zamanın Oku

Newton, matematik ve fizikte, kuşkusuz çağının en önemli biliminsanlarından biriydi. Ne var ki, onun zamanında ve sonrasındaki iki yüzyıl boyunca, zamanda yolculuk kavramı hiç gündeme gelmedi. Newton, başyapıtı Principia’da, zamanla ilgili şöyle bir tanımlama yapıyor: “Kesin, gerçek ve matematiksel bir olgu olan zaman, doğası gereği, dışarıdan etkilenmeksizin, değişmeden akar.” Gerçekten de böyle mi?

Duyularımız, içinde yaşadığımız evrenin üç boyutlu olduğunu söylüyor. Gördüğümüz, hissettiğimiz tüm cisimler üç boyutlu. Kuramsal fizikteki gelişmelerse evrenin üç boyutla sınırlı olmadığını gösteriyor. 20. yüzyılın başla-

rında, Einstein'ın ortaya attığı genel görelilik kuramından sonra, boyutların sayısı artmaya başladı. Günümüzde, birçok ciddi kuram, 10'dan fazla boyut biliniyor. Zaman, alışkın olduğumuz üç boyut dışında, bizim için anlaşılması en kolay olanı. Günlük yaşamdan edindiğimiz deneyimler sayesinde geçmiş, şimdi ve geleceğin tanımını yapabiliyoruz. Geçmiş, geride kalmıştır; asla geri gelmez ve değiştirilemez. Şimdi, zaten yaşadığımız andır; yaşandığı andan hemen sonra geçmiş olur. Gelecekse henüz gerçekleşmemiştir; gelecekte her şey olabilir. Gelecekte olabileceklerin bir bölümünü önceden kestirebiliriz. Bazı olayların yönünü, geçmişte ya da şimdi aldığımız kararlarla, yaptıklarımızla değiştirebiliriz.

Zamana iki farklı biçimde bakabiliriz. Bir cisim nasıl eni, boyu ve yüksekliğiyle tanımlıyorsa, zamanı da bir koordinat olarak düşünebiliriz. Ya da, akıp giden, gerçekleştiğinde geleceği getiren bir olgu gibi de düşünebiliriz.

Zamanı bir koordinat olarak düşündüğümüzde, işler karışıyor. Örneğin, Einstein'ın görelilik kuramı zamanın "kişiye özel" olduğunu öne sürüyor. Zaman, gözlemciye göre farklı algılanabiliyor; iki farklı ortamda bulunan farklı gözlemciler için farklı hızlarla akabiliyor. Özel ve genel görelilik kısaca, zamanın her koşulda aynı biçimde aktığı izleniminin yanlış olduğunu gösteriyor.

Bir de zamanın "oku" meselesi var. Zamanın geçmişten geleceğe doğru aktığı açıkça ortada. Ne var ki fizik yasaları, zamana göre simetrik. Yani, bu yasalar ileriye doğru akan zamanda nasıl çalışıyorlarsa, geriye doğru akan zamanda da aynı şekilde çalışıyorlar. Newton'un yasaları, fizik ve matematiğin en ünlü denklemleri olan Maxwell ve Hamilton'un denklemleri, Einstein'ın genel görelilik kuramı, modern fizikte Dirac'ın ve Schrödinger'in denklemleri hep zamana göre simetrik. Yani, zamanın okunu ters yön gösterecek biçimde geri çevirebilseydik, hepsi çalışırdı.

Zaman bir koordinatsa, neden iki yönde birden hareket edemeyelim? Günlük yaşama uyarlayınca, çok aykırı geliyor. Yerden göğe doğru yükselen yağmur damlaları, kırık cam parçalarının birleşerek bardak oluşturması. Bunlar, ancak bir filmi tersine doğru



Karadelikler çok daha iyi birer zaman makineleri olabilirler. Uzak gezinizi, bir karadeliğin olay ufkunun yakınına sürerek, zamanı istediğiniz oranda yavaşlatabilirsiniz. Ama, bu tür ikili sistemlerde bulunan karadeliklere yaklaşmak tehlikelidir. Çünkü, karadeliğin çekimiyle aşırı hızlanan madde çok güçlü ışınlar yapar.

izlediğimizde görebileceğimiz şeyler.

Yine fizik yasalarına dönecek olursak, bu durumu tanımlayan bir yasa var: Termodinamiğin ikinci yasası. Bu yasa, yalıtılmış ortamlarda, ısının her zaman sıcaktan soğuğa doğru akacağını söyler. Yine bu yasanın gereklerinden biri olan, evrende gerçekleşen her olayın düzenden düzensizliğe doğru gitmesi, "entropi" adlı bir niceliğin sürekli artması olarak ifade ediliyor. Entropi, düzensizliğin bir ölçümü. Buna göre, masada duran bir bardak, yere düşmüş ve kırılmış olan bir bardağa göre daha düşük bir entropiye sahiptir. Entropi, bir bakıma umutsuzluk mesajı verir gibidir. Çünkü, sistemin düzeni geri dönülmez olarak, sürekli bozulma eğilimindedir.

Entropi, zamanın okunun neden her zaman ileriye gösterdiğini açıklıyor. Bardak, masadan yere düştüğünde, kırılan bardağın parçaları odaya dağılır. Bu durumu yadırgamayız, çünkü günlük yaşamda pek çoğumuz benzer bir olayla karşılaşmışızdır ve sonuçları hep aynı olmuştur. Zaman tersine işleseydi, cam parçalarının toplanıp, birbiriyle kaynaşıp bardak oluşturduktan sonra masaya sıçradığını görürdük. Aslında, bunda fizik yasalarına aykırı bir durum yok. Belki aklımıza şu takılabilir: Bu bardağın oluşmasını sağlayan enerji nereden geliyor? Bunu da termodinamiğin birinci yasası açıklıyor: Enerji korunuyor. Bardak yere düşüp kırıldığında ortaya çıkan enerji, onu yeniden birleştirip masaya zıpla-

ması için gereken enerjiye denktir.

Her ne kadar matematiksel ve fiziksel olarak, zamanın tersine işlemesi olası görünse de, gözlediğimiz kadarıyla yaşadığımız evrende, zamanın işleyişi simetrik değil. Bizim evrenimizde, yaşam termodinamik dengeye dayanıyor. Bu nedenle zaman simetrisi olan bir evreni gözleme ve onun içinde yaşama olasılığımız yok gibi görünüyor.

Bu durum, zamanı durdurup, filmi tersine gösterir gibi, olayları tersine yaşayarak zamanda yolculuk yapamayacağımızı gösteriyor. Ancak, eldeki olanaklarla bile zamanı yavaşlatabiliriz ve bunu kullanarak, biraz da hile yaparak zamanda yolculuğun mümkün olabileceğini biliyoruz.

Einstein'dan Sonra...

Zamanın tanımı Einstein'la değişti. Einstein, zamanın sanıldığı gibi tersine, göreliliği öne sürdü. 1905'te, özel görelilik kuramının sonucu olarak iki varsayımda bulundu: Bunlardan birincisi, fizik yasalarının sabit hızla hareket eden her gözlemci için aynı olduğunu; ikincisi, yine aynı koşullarda, ışık hızının her gözlemci için aynı olduğunu söylüyordu. Bu koşulların aynı anda sağlanabilmesi için, zamanın farklı gözlemciler için farklı hızlarla akabilmesi gerekir. Bunun etkilerini günümüzde ölçüyoruz. Örneğin, Atlantik-aşırı bir uçak yolculuğu yaptıktan sonra uçaktan indiğimizde, geride bıraktıklarımıza göre 10 nanosaniye

(saniyenin 100 milyonda biri) kadar gençleşmiş oluruz.

Bu kadar küçük değişimler, yaşamımızda fark edilir bir değişime yol açmaz. Bir uçak yerine bir uzaygemisine binmiş olsaydık ve ışık hızına yakın bir hızla birkaç yıl yol almış olsaydık, eve döndüğümüzde, onlarca yıl geçmiş olacaktı. Böylece, yalnızca başka bir yıldız sistemine gidip gelmekle kalmayacak, zamanda onlarca yıl öteye yolculuk yapmış olacaktık.

Bu geleceğe yolculuk senaryosu çılgınca görünse de, bu durum hem kuramsal olarak, hem de deneylerle kanıtlanabiliyor. 1971'de, özel görelilik kuramını denemek isteyen Joe Hafele (Washington Üniversitesi) ve Richard Keating (ABD Donanma Gözlemevi), Donanma Gözlemevi'nden dört atom

saatini ödünç aldılar ve bu saatlerle Dünya çevresinde uçak yolculukları yaptırıldılar. Uçaklar, ışık hızının milyonda birinden bile yavaş oldukları halde, gözlemevindeki saatlere göre biraz geri kalmışlardı. Bu geri kalmanın miktarı, tam da özel görelilik kuramının söylediği kadardı.

"Müon" adı verilen atomaltı parçacıklarla yapılan deneyler, bundan daha iyi kanıt sunuyor. Bu parçacıklar, laboratuvarında saniyenin yalnızca birkaç milyonda biri kadar süreyle bozulmadan kalabiliyorlar. Gezegenimizin atmosferindeki moleküllerle çarpışan yüksek enerjili parçacıkların etkisiyle, ışık hızına yakın hızlarla ilerleyen müonlar oluşur. Eğer müonlar bu süreçte bozunsalardı, bir kilometre ancak yol alabilirlerdi. Ancak, yaklaşık

20 km'yi bozulmadan kat ederek yüzüne kadar ulaşabilen, müonlar gözlenebiliyor.

Einstein ve Kütleçekimi

Hız, nasıl geleceğe yolculuk yöntemlerinden biriye, kütleçekimi de bir başkası. Einstein, özel görelilik kuramını ortaya attıktan on yıl sonra, genel görelilik kuramını geliştirdi. Bu kuramı her yönde ele alarak, kütleçekiminin uzay-zamanda eğriliğe yol açtığını gösterdi. Bu, kütleçekimi arttıkça, zamanın yavaşladığını söylüyordu. Böylece, genel görelilik de bize zaman yolculuğu için başka bir araç sunuyordu: şiddetli kütleçekimi.

Özel görelilik çeşitli deneylerle nasıl kanıtlanabiliyor ve sonuçları da na-

Dede Paradoksu

Zamanda yolculuk yaparken, karşımıza çıkabilecek en büyük sorunlardan biri de neden-sonuç ilişkisi. Neden, sonuçtan sonra gelebilir mi? Bunun en iyi örneklerinden biri, dede paradoksudur.

Geçmişe, dedenizin gençlik dönemi ne yolculuk yaptığınızı düşünün. Babannenizle henüz tanışmadan onu kazayla öldürürseniz ne olur? Bu durumda babanız hiç doğmamış olacak; elbette siz de öyle. Siz hiç var olmadysanız, geçmişe giderek nasıl dedenizin ölümüne yol açmış olabilirsiniz?

Fizikçiler, bu çelişkidenden sıyrılmak için birkaç kural öneriyorlar. Birincisi, zaman yolcuları geçmişle etkileşime giremezler. Geçmişe giden yolcular, onu izleyebilir, ancak etkide bulunamazlar.

Kopenhag Üniversitesi'nden Igor Novikov ve Caltech'ten Kip Thorne ve çalışma arkadaşları, bir başka çıkar yol bulmuşlar. Novikov'un kararlılık varsayımına göre, fizik kendiliğinden kararlıdır ve paradokslara izin vermez. Bu görüşe göre, geçmişe gidebilir, geçmişle etkileşimde bulunabilir; ancak, paradoks yaratamazsınız. Yani, dedenizle yemeğe çıkabilir; ancak onu öldüremezsiniz.

Cambridge Üniversitesi'nden ünlü fizikçi Stephen Hawking, bu düşünceyi bir adım daha ileri götürerek, "Kronoloji Koruma Varsayımı"ni öne sür-



dü. Hawking'e göre, büyük ölçekli nesnelerin zamanda yolculuk etmesini engelleyen ve henüz keşfetmediğimiz fizik yasaları var.

Geçmişe yolculuk etmeye hevesli çoğunluğun arkasında daha sağlam dayanaklar var. Fiziğin ayrılmaz parçalarından biri olan ve moleküllerin, atomların ve atomaltı parçacıkların davranışını açıklayan kuantum mekaniği bu konuda iyimser. Heisenberg'in "belirsizlik kuramı" bunda önemli rol oynuyor. Belirsizlik kuramına göre, bir gözlemci, bir parçacığın hem konumunu hem de momentumunu (hızla kütle nin çarpımı) aynı anda ölçemez.

İşte bu nedenle, kuantum mekaniğindeki denklemler, parçacığı nerede bulabileceğinizi, yalnızca olasılık olarak söyleyebilirler.

Bu, zaman yolculuğuna uyarlandığında, ortaya ilginç bir sonuç çıkıyor. Bir karar verildiğinde ya da yeni bir gözlem yapıldığında, evren dallanıyor. Eğer bu doğruysa, bir zaman yolcusu geçmişe gidip kazayla dedesinin ölümüne yol açabilir. Bu sırada oluşan başka bir evrende dede yaşayarak zaman yolcusunun annesine ve kendisine hayat vermiş olur. Böylece, gelecekte başka bir evrende yaşıyor olursunuz.

İkizler Paradoksu

Geleceğe yolculuğun en kolay yöntemlerinden biri, hızlı giden bir roketle atlayıp biraz gezdikten sonra geri dönmek gibi görünüyor. Eğer uzay geminiz yeterince hızlıysa, sizi ışık hızına yaklaştırabiliyorsa, görelilik kuramı sizin Dünya'da kalan ikizinize göre daha yavaş yaşlanacağınızı söylüyor. Bir başka deyişle, Dünya'da kalan ikiz, sizin saatinizin daha yavaş çalıştığını görüyor.

Söz konusu görelilik olduğundan, size göre de Dünya'daki ikiziniz aynı hızla uzaklaşıyor. Siz de onun saatinin sizinkinden aynı oranda yavaş çalıştığını görüyorsunuz. Yani, o da size göre daha yavaş yaşlanıyor gibi görünüyor. İşte burada çelişki ortaya çıkıyor. İkizlerden birinin haklı, ötekini haksız olması gerekir.

Burada dikkat edilmesi gereken bir şey var: Dünya'daki ikiziniz, konumunu değiştirmiyor. O nedenle, yaptığı gözlemlerde hata olması pek mümkün değil. Roketle giden ikize baktığımızda, yolculuğun büyük bölümünü sabit hızla aldığından, kendinin



durduğunu, Dünya'nın ondan hızla uzaklaştığını düşünebilir. Bu her ne kadar doğru bir gözlem olsa da, hesaba katılması gereken bir etken var: ivme. Roketteki ikizin, ışık hızına yakın bir hızla ulaşabilmek için, roketini hızlandırması gerekiyor. Bu sırada ortaya çıkan ivme, kütleçekimine benzer bir etki yaratıyor. Üstelik, bu yavaşlama ve hızlanmalar hem Dünya'dan kalkışta ve inişte, hem de gittiği yerde yavaşlayıp durup, ardından da Dünya'ya doğru hızlandığı sırada gerçekleşiyor.

İşte burada, genel görelilik devreye giriyor. Roketteki ikizin gözünden ba-

kacak olursak, olaylar özetle şöyle gelişiyor: Yolculuğun sabit hızlı bölümünde, Dünya'daki ikizi ona göre daha yavaş yaşlanıyor. İvmeli hareket sırasında, bunun tersi oluyor; kendisi daha yavaş yaşlanıyor. Yolculuk sona erdiğinde, roketteki ikiz, Dünya'da bıraktığı kardeşinin kendisinden daha yaşlı olduğunu görüyor.

Genel görelilik hesaba katıldığında, ortada bir çelişki kalmıyor. İvmeli hareketin yol açtığı zaman yavaşlaması, sabit hızla gidişin yol açtığı zaman yavaşlamasına baskın geliyor. Genel görelilik, burada bir bakıma özel göreliliğin açığını kapatmış oluyor.

sıl gözlemlenebiliyorsa, genel göreliliğin etkileri de yeryüzünde gözlemlenebilir. Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS), her biri birer atom saati taşıyan 24 uydudan oluşan bir sistem. Bu uydular, yeryüzünden yaklaşık 23.000 km yukarıda dolanıyorlar. Bir GPS alıcısı, uyduların gönderdiği sinyallerin bize ne kadar sürede ulaştığını ölçerek uyduya olan uzaklığımızı belirliyor.

Küresel Konumlandırma Sistemi'nde, göreliliğin iki türü de işbaşında. Özel görelilik, uydulardaki saatlerin yeryüzündekilere göre daha yavaş çalıştığını söyler. Çünkü, uydular yeryüzüne göre belli bir hızla sahiptir. Genel göreliliğin etkisiyle tersinedir. Gezegenimizden kaynaklanan kütleçekim kuvvetinin şiddeti, yörüngede, yerdekine göre düşüktür. Bu nedenle de uydulardaki atom saatleri, yerdeki gözlemcilere göre, olduğundan daha hızlı çalışıyor gibi görünür. Sistemin duyarlı çalışabilmesi için, bu iki etken de hesaba katılır.

Genel göreliliğin zaman üzerindeki etkisi, kütleçekim alanının şiddetiyle orantılıdır. Birkaç km çapında olması

na karşın, birkaç güneş kütleğine sahip olan bir nötron yıldızına gidebilseydik, buradaki zamanın yeryüzündekine göre dörtte bir oranda daha yavaş aktığına tanık olurduk.

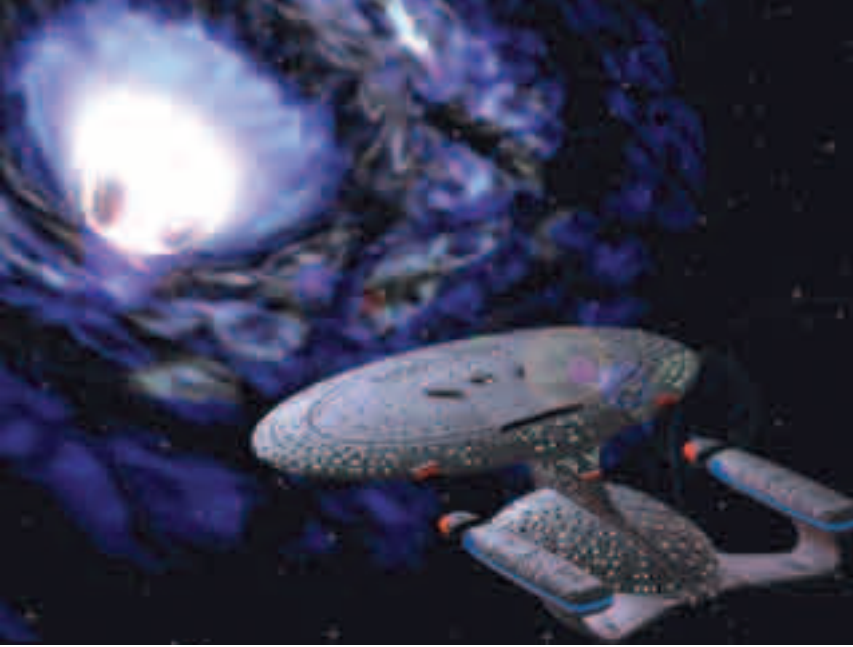
Karadelikler çok daha iyi birer zaman makineleri olabilirler. Uzay geminizi, bir karadelinin olay ufkunun yakınına sürerek, zamanı istediğiniz oranda yavaşlatabilirsiniz. Olay ufkunu, karadeliliği çepeçevre saran bir bölge olarak düşünebiliriz. İçine düşen hiçbir şey kaçamaz. Olay ufkundaki kütleçekimi, ancak ışık hızıyla giden - ki bu mümkün değildir - bir cismin kaçabilmesine olanak tanır. Olay ufkunu geçilmediyse, ışık hızından daha hızlı hareket edilemeyeceğinden buradan kaçmak olanaksız olur. Zaman, olay ufkunda durur. Olay ufkunun adı da buradan geliyor: Uzaktaki bir gözlemci, olay ufkunda olanları durmuş olarak görür.

Bilinen birçok karadelik, ikili sistemlerde bulunuyor. Bunun nedeni, ikiliden birinin yaşamının sonunda çökerek karadelige dönüşmesi ve eşinden madde çalması. Bir karadelige

madde akışı olduğunda, karadelinin içine düşen madde, onun çevresinde dönerek hızlanır ve ışık hızına yaklaşan madde güçlü ışımaya yapmaya başlar. Bu şekilde, orada bir karadelik olduğunu anlayabiliriz. Karadelinin çevresindeki bu ışımaya, çok yüksek enerjili bir ışınım türü olan X-ışınımıdır ve herhangi bir canlı bu ışınımaya dayanamaz. İyi birer zaman makineleri olsalar da, bu nedenle bir karadelinin yanına bu kadar yaklaşmak pek tavsiye edilen bir şey değil!

Her karadelik bu şekilde ışımaya yapmaz. Ancak, bir karadelinin olay ufkuna yaklaştığımızda, ayaklarımızdaki kütleçekimi, başımızdakinden çok daha büyük olur. Tek parça kalabildiğimizi varsayarsak, bu büyük kütleçekimi farkı, bir spagetti gibi uzamamıza yol açardı.

Bir zaman yolcusu için, en iyi zaman makinesi, süperkütleli bir karadelik olabilir. Bu canavarlar, genelde gökadalarnın merkezlerinde bulunurlar. Bu karadeliklerin kütlesi, milyarlarca güneş kütlelerini, olay ufkuyasa Güneş Sistemi'nin çapını bulabilir. Çapı çok



Kurtdelikleri, uzay-zamanda kestirme yollar oluşturuyorlar ve uzak noktaları birbirine bağlıyorlar. Bu sayede, bir kurtdeliğinden geçerek, çok kısa bir sürede, bir yerden başka bir yere gidilebilir.

büyük olduğundan, buraya giden bir astronotun ayaklarıyla başı arasındaki kütleçekimi farkı daha küçük olur ve astronot parçalanmadan olay ufkuna yaklaşabilir. Ancak, bir zaman yolcusu, olay ufkunu geçmeyi pek de istemeyebilir. Eğer astronot, karadeliğin içinden geçmeyi başarsa, kendini tümüyle farklı bir evrende bulabilir.

Geçmiş Yolculuk

Şimdilik, zamanda yolculuk, geleceğe yapılabilen bir yolculuk gibi görünüyor. Bir gün astronotlar, gerçekten de çok hızlı uzay gemileriyle yolculuk yaparak ya da bir nötron yıldızının yakınından uçarak zamanın onlar için çok daha yavaş akmasını sağlayabilirler. Böylece, geleceğe yolculuk yapmış olurlar.

Geleceğe yolculuk olası görünse de pek çoğumuzun isteği geçmişe yolculuk etmek olacaktır kuşkusuz. Zaman da ters yöne hareket etmek, ileri hareket etmekten çok daha karmaşık bir durum. Avusturyalı matematikçi Kurt Gödel, geçmişe yolculuğun mümkün olabileceğini daha 1949'da söylemişti. Einstein'ın da bir dönem çalıştığı Princeton Gelişmiş Araştırma Enstitüsü'nde çalışan Gödel, genel göreliliğin yasalarına dayanarak, dönen bir evren düşledi. Kuramsal olarak, böyle bir evrende yolculuk eden bir astronot, geçmişine gidebiliyordu. Gödel'in bu keş-

fi, geçmişe yolculuğu gerçekçi yapmaya yetmedi. Çünkü elimizde, evrenin dönmekte olduğuna ilişkin bir veri bulunmuyor. Hatta, gözlemler evrenin dönmediğini gösteriyor. Yine de, Gödel'in keşfinin önemli bir yanı vardı: geçmişe yolculuğu olanaklı kılıyordu.

1974'te, fizikçi Frank Tipler (Tulane Üniversitesi, ABD) ışık hızına yakın bir hızla dönen ve sonsuz uzunluktaki bir silindirin de aynı işlevi görebileceğini kanıtladı. Bu çemberin çevresinde dolanan astronotlar, geçmişlerine gidebiliyorlardı. Ne var ki, bunun bir zaman makinesine dönüştürülmesi olanaksız. Çünkü, sonsuz uzunlukta bir nesne yapmak mümkün değil.

Kurtdelikleri

Geçmişe yolculuk için, bir başka düşünce daha çok ümit veriyor. 1935'te, Einstein ve çalışma arkadaşı Nathan Rosen, genel göreliliğin, uzay-zamanda "köprüler" oluşturulabilmesine izin verdiğini fark ettiler. "Einstein-Rosen köprüsü" adını alan bu uzay-zaman tünelleri, günümüzde "kurtdeliği" olarak adlandırılıyor. Bu tüneller, uzay-zamanda kestirme yollar oluşturuyorlar ve uzak noktaları birbirine bağlıyorlar. Bu sayede, bir kurtdeliğinden geçerek, çok kısa bir sürede, bir yerden başka bir yere gidilebiliyor. Öyle ki, normal yoldan giden ışık bile, bu uzaklığı zaman yolcusu kadar çabuk kat edemiyor.

yor.

Kurtdeliklerinin pek de kullanımı kolay zaman makineleri olduğunu söyleyemeyiz. Kuramcılar, kurtdeliklerinin karadeliğe dönüşmeden önce yalnızca bir an için var olabileceklerini öne sürüyorlar. Ancak, bir "bilimkurgu" öyküsü gibi olsa da, kurtdeliklerinin varlıklarını korumalarının bir yolu olduğunu düşünenler de var.

1980'lerde Carl Sagan, Contact (Mesaj) adlı romanını yazmaya başladı. Romanda, romanın kahramanı olan Ellie Arroway, Vega yıldızının yakınından bir sinyal alır. Bu sinyaldeki şifreli mesaj, onu gökadanın derinliklerinde bir gezegene götürecek bir makinenin yapım kılavuzunu içerir. Sagan, romanı yazarken, Ellie'nin yeryüzündeki bir karadeliğe düşüp ve Vega yakınında bir gezegende geri çıkabileceğini düşünür. Sagan, bunun gerçeğe uygun olup olmadığını öğrenmek için, Caltech'te (California Teknoloji Enstitüsü) karadelik uzmanı olan arkadaşı Kip Thorne'a başvurur. Thorne, bunun için bir karadelik değil, kurtdeliği kullanmanın daha uygun olacağını düşünür.

Ne var ki, kurtdeliğinin de kendine özgü sorunları vardır. Temel sorun, kurtdeliğinin çökerek kapanma eğilimidir. Thorne ve arkadaşları, bunun nasıl önlenebileceğini bulmak için çalışırlar. Bunun ancak, çökmeyi engelleyecek derecede şiddetli, dışa basıncı yapabilecek bir etkiyle sağlanabileceğini bulurlar. Bir nötron yıldızının çökmesini durdurabilecek kadar basıncı üretebilen ve "egzotik madde" olarak adlandırılan madde türü, belki bunu başarabilir. Bu madde, var mı yok mu şimdilik bilinmiyor. Ancak, varlığı fizik yasalarına ters düşmüyor.

Zaman Makinesi Nasıl Yapılır?

Thorne ve arkadaşları, kurtdelikleriyle uğraşırken, bunlardan bir zaman makinesi yapılabileceğini keşfettiler. Buradaki hüner, kurtdeliğinin bir ucunu geleceğe çıkan bir yere koyabilmektir. Örneğin, büyük bir asteroidi kurtdeliğinin bir ucunun yakınına getirmek işe yarayabilir. Kütleçekimi, ikisini bir arada tutarken, asteroidi ışık hızına yakın bir hızla ulaştırmak gerekiyor. Kurtde-



liğinin bu ucundaki saat, öteki ağzındaki göre çok daha yavaş akıyor olacaktır. İstedığınız zaman aralığını elde edene kadar, hareketi sürdürebilirsiniz. Çekip götürdüğünüz ağız, sonra da geri getirebilirsiniz. Zaman makinesiniz hazır. Kurtdeliğinin bir ağzından girip, ötekiden çıktığınızda zamanda 10 yıl geri, tersini yaptığımızda ileri gidersiniz.

Hız yerine kütleçekimini kullanmak isterseniz, çok yoğun ve kütleli bir gökcsimi işinizi görür. Bir nötron yıldızı, bunun için biçilmiş kaftandır. Kurtdeliğinin bir ucunu nötron yıldızının yanına getirip, gereksinim duyduğunuz zaman farkını yaratana kadar bekletebilirsiniz. Ardından, bu ucu ötekinin yanına getirip zaman makinesini yapmış olursunuz. Bunu yapabilecek düzeyde uzay teknolojisine sahip olduğunuza göre, artık uzay geminize atlayıp geleceğe ve geçmişe yolculuk yapabilirsiniz.

Kurtdeliği zaman makinesi, geçmişe yolculuğu olanaklı kılıyor. Ne var ki, makinenin yapıldığı tarihten öncesi-

ne gitmeniz olanaksız. Bu, Stephen Hawking'in neden günümüzde de zaman yolcularını görmediğimiz sorusunun yanıtı olabilir. Eğer ilk zaman makinesi 2050 yılında yapılırsa, o zamana kadar herhangi bir zaman yolcusu görmeyeceğimizi söyleyebiliriz.

Thorne ve çalışma arkadaşları, kurtdeliğiyle ilgili düşüncelerini, 1988'de yayımladılar. Bunun üzerine 1991'de, yıldız fizikçisi Richard Gott, kozmik sicimlerden yararlanan bir zaman makinesi buldu. Kozmik sicimler, Büyük Patlama'dan artakalan, ince ve yüksek yoğunluğa sahip madde sicimleridir. Gerçi, bu sicimlerin varlığı şimdilik kâğıt üzerinde; henüz herhangi bir kozmik sicim gözlenemedi. Ancak, bazı evrenbilimciler bunların varlığına inanıyorlar. Kozmik sicimler, evreni baştan sona kat eden, sonsuz uzunlukta ve çok büyük kütlede cisimler. Bunlar, bir atomdan daha ince olmalarına karşın, yakınlarından geçen cisimlere çok güçlü kütleçekimi uygularlar.

Gott'un zaman makinesi, birbirine paralel ve sonsuz uzunlukta iki sicim-

den oluşuyor. Bu iki sicim, birbirine göre ters yönde hareket ediyorlar. Bu sicimlerle birlikte hareket eden ya da çevresinde dolanan bir uzay gemisi, zamanda yolculuk yapmış oluyor. Ne var ki, bu sicimlerin geçekten var olduklarına ilişkin bir kanıt bulunmuyor.

Ronald Mallett'in buluşu, ayakları yere basan türden. 2000 yılında açıkladığı düşüncesine göre, onun zaman makinesi laboratuvarında inşa edilebiliyor. Mallett, Einstein'ın kütle ve enerjinin birbirine dönüştürülebilir olduğunu söyleyen kuramından yola çıkarak, ışığın enerjisinden kütleçekim alanı oluşturulabileceğini öne sürdü. Mallett, halka biçiminde bir lazer kullanarak, geçmişe yolculuğu olanaklı kılacak kadar şiddetli bir kütleçekim alanı oluşturulabileceğine inanıyor.

Mallett, bu düşüncesini gerçekleştirebilmek için, hem "büyük" hem de "küçük" düşünüyor. Mallett, yeterli kaynak bulabilirse, zaman makinesinin ilk örneğini yapmayı ve bununla bir nötronu geçmişe göndermeyi düşünüyor. Eğer bunun yapılabileceğini gösterirse, geriye kalanın, yani gerçek bir zaman makinesi inşa etmenin, mühendislik probleminde başka bir şey olmadığını söylüyor.

Çelişkiler Dünyası

Zamanda yolculuk, fizik yasalarına göre mümkün görünse de birtakım çok garip sonuçları var. Günlük yaşamda sonuç, nedenden her zaman sonra gelir. Ancak zamanda geriye gitmek, bunun tersinin de olabileceğini gerektirir. Bu, en belirgin biçimde, "dede paradoksu" ortaya çıkıyor. Neyse ki, şimdilik kimse zaman makinesini kısa süre içinde yapabilecek gibi görünmüyor.

Sözü geçen makineler, H.G. Wells'in zaman makinesine hiç benzemiyor. Anlaşılan o ki, bir zaman makinesi yapabilmek için, insanoğlunun çok yüksek bir uygarlık düzeyine ulaşması gerekiyor.

Alp Akoğlu

Kaynaklar
Davies P., "How To Build A Time Machine", Scientific American, Eylül 2002
Dereci T., "Zamanda Yolculuk", Bilim ve Teknik, Ekim 1995
Michio, K., "A User's Guide to Time Travel", Wired, Ağustos 2003
Talcott, R., "Is Time On Our Side?", Astronomy, Şubat 2006
Turgut, S., "Genel Görelilik", Bilim ve Teknik, Mart 2005
http://www.lifesci.sussex.ac.uk/home/John_Gribbin/timetrav.htm