

GEÇMİŞ ZAMANLARA YOLCULUK MÜMKÜN MÜ?

Yard.Doç.Dr. Hanash GÜR*

Geçmişe yolculuk düşüncesi, fizikçiler dışında, hepimizin sağduyusuna ters geliyor. Fizikçiler, uzay-zamanda kestirme yollar bularak, bunlara, tırtılların, yüzeyden dolmamak için, toprakta açtıkları yollara benzediğinden, "tırtıl yolları" adını vermişlerdir. Böylece, acaba, uzay-zamanın "kıvrımları" (resimdeki uçağın izinin gölgesindeki gibi), arasından dümdüz gitmek (uçağın ucus yolu gibi); hatta, kendimizi geçmişteki yasantımızda bulmak mümkün olabilecek midir?

Matematiksel denklemlerin, her zaman sağduyu dışı soyutlamalarla sonuçlanacağı beklenebilir mi? Kuşkusuz, hayır. Ancak, bazı astrofizikçiler, birçok hesaplama sonra, Evren'de "tüneller" bulunabileceği ve böylece uzayda hemen hemen eşanlı olarak yolculuk yapılabileceği sonucuna vardılar; hatta, daha da ileri giderek, zamanda geriye dönebileceğini bile düşünmeye başladılar.

Böylece, eski bir buluş, yeniden gündeme gelmiş oluyor. Astrofizikçilerin ulaştıkları sonuç, Einstein'ın 1915'teki Genel Görelilik Kuramı denklemlerinin doğal uzantısını oluşturuyor. Günümüzde, he-

sapların yeniden ele alınarak geliştirilmesi ve "gerçek büyüklükler" in yer aldığı ilk deneylerin gerçekleştirilmesi ile, çok sayıda yayın yapıldı. Sonuçta ortaya çıkan imkâna, tırtılların, yüzeyden gitmemek için, toprağın altında açtıkları tünellere benzetilerek, "tırtıl yolu" adı verilmiştir.

Hayâl gücümüzü canlandıran bu imkânlar, özellikle fizikçilerin karşısına dev problemler çıkarıyor. Böylece, eşanlı yolculuklarla, uzayın iki noktası arasında, doğru çizgi ile geçenden daha kısa yollar bulunabileceği önceden varsayılmış oluyor. Başka deyişle, belki, fizik kuramlarının mutlak limitlerinden biri olmasına karşılık, ışık hızından (300.000 km/s'den) da daha hızlı gitmek mümkün olabilecektir. Zaman-

* Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Öğretim Üyesi.



mirası tüm canlılığı ile yaşamaktadır ve henüz tüm sırlarını açığa vurmamıştır". Acaba, yıldırım hızlı yolculukların sırrı, tırtıl yollarının arkasında mı gizlidir? Astrofizikçilerin böyle hipotezlere nasıl ulaştıklarını anlayabilmek için, 1905 yılına ve İsviçre'ye dönmek gerekiyor.

O yıl, Albert Einstein, "özel görelilik kuramı" adı ile anılan yeni bir kuram ileri sürdü. Bu parlak zekâ ürününün ana düşüncesi, hiçbir şeyin ışıktan daha hızlı gidemeyeceğiydi. Bunun deneysel doğrulanmaları birbiri arkasından geldi. Yalnız, fiziğin temel bir kuvveti olan kütleçekim kuvveti çevresel göreliliğe karşı çıkıyordu.

Isaac Newton'un 1687'de bulduğu kütleçekim kuvveti, kütleleri olan iki cismin karşılıklı olarak birbirleri üzerine uyguladıkları çekim kuvvetidir. Çekimin büyüklüğü, cisimler arasındaki uzaklığa bağlıdır. Bu demektir ki, iki cisimden biri konumunu değiştirirse, bunun öbürü üzerine uyguladığı kuvvet de eşanlı olarak değişir. Başka deyişle söylersek, kütleçekim etkileri ışık hızıyla bile değil, sonsuz hızla giderler. Karşılaştırmak istersek, güneş ışığının bize ulaşması için 8 dakika gerekirken, Güneş konumunu değiştirirse, kütleçekim etkileri Dünya üzerinde eşanlı olarak duyulacaktır. Acaba bu özel durum, ışık hızını mutlak aşılmaz bir üst sınır olarak alan kuramla nasıl bağdaştırılacaktır?

Einstein'ın, bu ikileme bir çözüm bulabilmesi için, 1915 yılını beklemek gerekmiştir: "Genel Görelilik Kuramı" adı verilen bu çözüme göre, uzay, eskiden düşünüldüğü gibi, "düz" olmayıp, uzaydaki kütle ve enerji dağılımı nedeniyle bozulmuş ve "eğrilmiş"tir. Öyleyse üç boyutlu uzayımız, dördüncü boyutta eğrilmiştir; boru biçiminde sınırlı bir kâğıdın (iki boyutlu uzayın), üçüncü boyutta eğrilmiş olması gibi. Yalnız, o zamanlar bu yeni kuramın sonuçları hesaplanamıyordu. Çünkü, uzay ve zaman, mutlak anlamlarını yitirmeksizin, yeni bir kavramda bir araya gelmişlerdi: Uzay-zaman. Bu birleşmenin, geometri anlayışımıza getirdiği değişiklik, hem nicel, hem de niteldi. Niceldi; çünkü artık, uzayın ve zamanın eğriliğini hesaba katmak gerekiyordu; örneğin, bir üçgenin iç açılarının toplamının 180° olması gerekmiyordu ve bazı durumlarda, paralel doğrular keşşebilirdi. Niteldi; çünkü iki noktayı, aralarında uzay-zamansal bir bağlantısı olmayan tümüyle farklı yollarla ("tırtıl yolları" ile) birbirlerine bağlamak mümkündü.

"Farklı yollar" deyimini iyi kavrayabilmek için, İngiliz astrofizikçi Stephen Hawking'in, son kitabı **Zamanın Kısa Bir Öyküsü**'nde verdiği örneği göz önüne almak gerekir. Engebeli bir yüzey üzerinde uçan bir uçağı düşünelim. Uçağın gökyüzündeki yolu, üç boyutlu uzayda doğru bir çizgi iken, gölgesi, iki boyutlu uzayda (yerde), engebenin fonksiyonu olarak, eğri bir yol izler.

daki yer değiştirmelere gelince, bunlar, fiziğin en keskin paradokslarından birini oluşturmaktadır.

Sözünü ettiğimiz görünür çelişiklere karşılık, matematiksel sonuçlar da yanibaşımızdadır. Bazı araştırmacılar, herhangi bir düşünüş yanlışlığı olduğunu varsayarak, kuramsal küreye başvurmaktalardır; öbürleri ise, çeşitli deneyler yapmaya girişmekte ve ilk anlamlı sonuçların alınmasını beklemektedirler.

Aslında, Genel Görelilik Kuramı sonuçlarının, yalnız başına açıklanması ve doğrulanması gerçek bir anlayış devrimi getirmekle kalmayıp, kuramın zenginliği de ortaya yeni sürprizler çıkarabilecektir. Fransız astrofizikçi Thibault Damour diyor ki, "Einstein'ın

KESTİRME YOLLARIN FİZİK VE ASTRONOMİDEKİ YERİ

Gezegemimiz Dünya da, dört boyutlu uzayda (üçü klâsik boyutlar, dördüncüsü zaman), Güneş çevresinde düz bir yörünge izler. Oysa, gözlemlediğimiz haliyle, üç boyutlu uzayda eğri bir yörünge (eliptik) üzerinde hareket etmektedir. Demek ki, tırtıl yolları, başka bir boyutta daha kestirme bir yoldan gitmemizi sağlamaktadır.

Böyle kestirme yolların varlığı, 1916 yılından beri ileri sürülüyordu; ancak 1936'da, Einstein, Rosen ile birlikte, kendi kuramının matematiksel denklemlerini yeniden ele alarak, farklı iki yeri birleştiren ve Einstein-Rosen köprüsü adı ile anılan bir köprü düşüncesine ulaştılar.

Bu kuramı yeniden ele alan John Wheeler, 1950'li yılların sonunda, ilk kez, Evren'de de "köprüler" bulunabileceğini düşündü; bu köprülere de, kestirme yol kavramını vurgulamak için, "tırtıl yolları" adını verdi. Bu olaylar, Evren'de, uzayın çok eğri olduğu bölgelerde, Einstein-Rosen köprüleri ya da kara delikler olarak ortaya çıkarlar.

Tırtıl yolları ile ilgilenenler, yalnızca gökbilimciler değildir. Olay, astrofizikten, yani makroskopik düzeyden temel parçacıklar fiziğine, mikroskopik düzeye dek yaygındır. Başlıca, temel parçacıklar boyutlarında uygulanan kuantum mekaniğinin gelişmesi, tırtıl yolları konusunu mikroskopik düzeye indirerek, ona, yepyeni bir açıklama kazandırmıştır. Böylece, bazı fizikçiler, Einstein denklemlerinin sonuçlarını sonsuz küçükler dünyasına uygulamışlar ve umut verici sonuçlar elde etmişlerdir. Onlara göre, atomaltı düzeyde, tırtıl yolları sürekli ortaya çıkıp, yok olmaktadır. Bu bolluğun bulunduğu özel yere, **kuantum boşluğu** adı verilmiştir; aslında yanlış bir ad konulmuş gibidir; çünkü parçacık fizikçilerinin çalışmaları göstermiştir ki, mikroskopik boyutlardaki boş-

luk, kararsız durumların, özellikle de uzayın farklı biçimlerinin (farklı eğriliklerdeki) ya da matematikçilerin dili ile, "farklı topolojiler" in bir kaynaşmasıdır. Bu boyutlardaki uzayın eğrilmeleri, tırtıl yollarını oluşturacak olan çok tekil noktaların doğmasına neden olur.

Öyleyse, zamanı geri döndürme makinesi var demektir; ancak, sonsuz küçükler dünyasında... Yapılmış olan hesaplamalara göre, bu tırtıl yollarının ömürleri sonsuz küçüktür ve boyutları, ancak, 10^{-33} cm basamağındaki parçacıkların geçişine izin verecek büyüklüktedir. Bu durumda, uzayda ve zamanda yolculuk düşüncesini bir yana bırakmak mı gerekecektir?

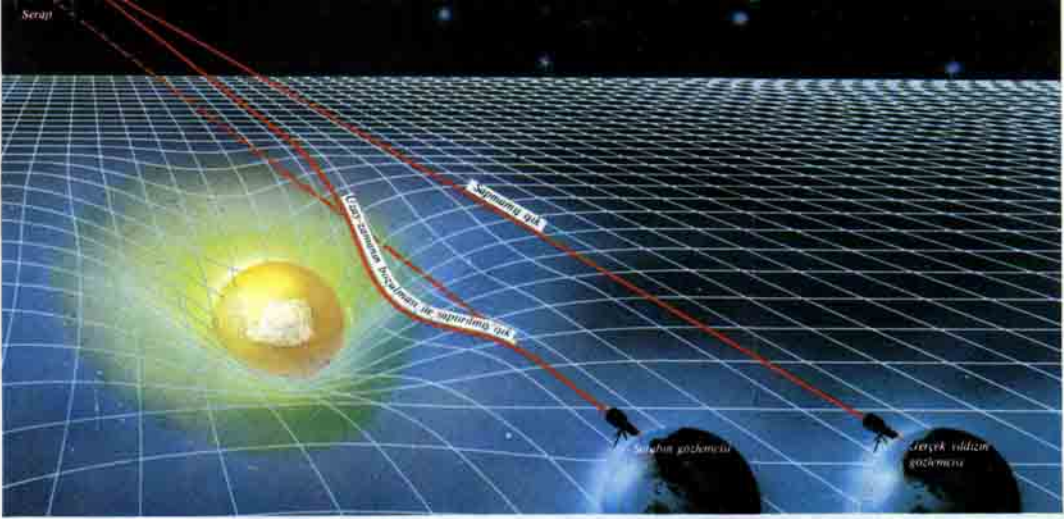
Henüz değil; çünkü Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nden Kip Thorne'un çok yakınlarında ileri sürdüğüne göre, belli koşullarda, tırtıl yolları oluşturabilip, makroskopik boyutlarda da kullanılabilmeye yetecek sürede açık tutulabilecektir. Yalnız, bir zorluğun üstesinden gelmek gerekecektir; o da, negatif enerji üretmek ve onu korumaktır. Bir de, buradaki negatif enerjiyi, karşıt-madde ile karıştırmamak gerekir; çünkü karşıt-maddenin, bildiğimiz madde gibi bir kütlesi vardır. Böylece, örneğin madde ve karşıt-madde birbirlerine raslaştırıldıkları zaman, önceden var olan, önemli bir miktarda enerji açığa çıkar ($E = mc^2$ bağıntısına uyarak). Oysa Kip Thorne'un ileri sürdüğü negatif enerji, toplu (globale) enerjinin sıfır olduğu kararlı duruma ulaşmak üzere pozitif enerjiyi yok eder: Fizikçiler, bu dengeye **kuantum boşluğu** adını vermişlerdir. Ancak yukarıda da gördüğümüz gibi sürekli kaynaşan bu "boşluk" un dengesi, her zaman kararlı değildir ve bazı koşullarda, toplu enerji negatif olabilir (negatif enerji miktarı, pozitif enerjiden çok olursa).

Matematikçilerin kolayca tasarladıkları bu imkanı, somut olarak göz önünde canlandırmak zordur. Örneğin, bir kaptan, içine konulandan fazla sıvı çıkarabilmek gibi! Bu durum, "en az miktarda bir sı-



UZAY-ZAMAN KAVRAMI : Uzayın ve zamanın bir "eğrilik"inin bulunması gerektiğinden, geometri anlayışımız tümüyle altüst olmuştur. Değişiklik, hem nitel, hem niceldir. Nitelidir; çünkü uzay-zamandaki iki nokta, "tırtıl yolları" diye anılan ve bildiğimizden çok farklı yollarla birbirlerine bağlanabilir. Dünya'dan,

uzak bir gökadamaya gitmek için, geleneksel üç boyutlu uzayımızda birkaç bin yıl sürecek (ışık hızıyla bile gidilse, birkaç on yıl sürer) bir yol almak yerine (oklu gösterilen), bir tırtıl yolundan gidilerek, gökadamaya eşanlık olarak ulaşılabilir.



vının var olması" ile, tırtıl yollarının, sonsuza dek meydana getirilip yok edilebileceği biçiminde açıklanabilir.

Kuantum boşluğunun özel koşullarını, makroskopik düzeyde de elde edebilmek mümkün görünmektedir. Kip Thorne'un çalışmalarına göre, boşluk, aralarında belli bir uzaklık bulunan iki metal yaprak arasında oluşturulacaktır. Bu yapraklar (deney gerektirdiği için, küresel biçimde seçilmişlerdir) arasındaki toplu enerji, negatif olabilecek ve miktarca da tırtıl yollarını ortaya çıkarıp, onların uzun süre var olmalarına yetebilecektir. Bunlar, bugün için, belki biraz düş gibidir.

Uzayda aşırı-hızlı yolculuklar, tırtıl yollarının ilk ve tasarlanması en kolay uygulamalarından biridir. Günümüzde, Güneş Sistemi içindeki gezegenlere bile gidip gelmek birçok yıl, hatta on yıllar almaktadır. Oysa, tırtıl yolları ile, Güneş Sistemi dışına yapılacak yolculuklar bile, hemen hemen anında gerçekleştirilebilecektir. Tek sorun, gidilecek noktayı iyi seçmeye kalmaktadır!...

Zamanda yolculuğu tasarlamak ve düzenlemek daha da zordur. Einstein'ın denklemlerine ve deneylerle de doğrulandığına göre, büyük hızlarla gidildiğinde, zamanın daha yavaş geçtiğini hatırlayalım; başka deyişle, zaman, görelî bir kavramdır. Ne mutlak zaman, ne de evrensel saat yoktur.

Burada, biraz da, "Langevin paradoksu"na ya da "ikizler paradoksu"na değinmemiz gerekiyor; bu olay şöyle açıklanabilir: İkizlerden biri büyük hızla bir yıldızlararası yolculuğa çıkarken, öbürü Dünya üzerinde kalsın. Yolcu, iki yıllık bir geziden sonra, Dünya'ya döndüğünde, Dünya'daki kardeşinin kendinden 48 yaş daha yaşlandığını görsün. Demek ki, iki kardeşin her birinin, ayrı kaldıkları sürede ayrı birer saatleri varsa, yolcunun 48 saat geri kalmış olacaktır. Ancak, unutmayalım ki, bu çok tanınan paradoks, büyük hızla giden bireyin, kalan insanlara göre daha yavaş yaşamasını sağlar; yoksa, kendisine

UZAYIN EĞRİLİĞİNİN KANITLANMASI : *İki farklı noktadan gözlemlendiğinde, bazı yıldızlar gökyüzünde iki farklı konumda bulunuyorlarmış gibi görünür. Aslında gerçek yıldız, yalnız bu iki konumdan birinde yer alır. Öbürü, bir seraptır: Yıldız ile gözlemci arasında, başka bir yıldız varsa, bu yıldızın kendini çevreleyen uzay-zamanda oluşturduğu eğrilik, gözlenen yıldızdan gelen ışığı saptırır. Ayrıca, aradaki yıldızın kütlesi ne kadar büyükse, eğrilik de o ölçüde büyük olur.*

göre, yolculuk yapsa da, yapmasa da bir saniye fazla yaşayamaz.

Ayrıca, yolcu ikizimiz, asla zamanda geriye dönemeyiz. Zamanda geriye dönebilmek için, zorunlu olarak, bir tırtıl yolundan geçmesi gerekecektir. Zamanda geriye yolculuğu iyi anlayabilmek için, uçlarından biri Dünya üzerinde, öbürü Dünya'ya yakın küçük bir gezegen üzerinde bulunan bir tırtıl yolu düşünelim. Bu küçük gezegen, yeni doğmuş bir bebekle Evren'de bir yolculuğa çıksın. Tırtıl yolunun bebeği taşıyan ucu, Dünya üzerinde kalan ucundan daha yavaş yaşlanacaktır (ikizler örneğindeki gibi). Gezegenin 50 yıllık bir yolculuğu sonunda, Dünya 200 yıl yaşlanmış olsun. Böylece, tırtıl yolunun iki ucu arasında 150 yıllık bir zaman farkı bulunacaktır. Şimdi, küçük gezegende, 50 yaşına gelmiş olan yolcunun, Dünya'ya dönmek için tırtıl yolunu kullanmaya karar verdiğini düşünelim. Tırtıl yolu özdeş iki zamanı birleştirdiğinden, birdenbire Dünya'ya döndüğünde de, 50 yaşında olur. Oysa Dünya, küçük gezegenin yolculuğa çıkışından başlayarak, 200 yıl yaşlanmıştı. Demek ki, gezegende insan, yeryüzü zamanına göre, 150 yıl kazanmıştır; ancak, Dünya'yı geçmiş zamanlarında değil, 200 yıl ilerisinde yakalamıştır.

Böyle sonsuz sayıda, bilim-kurgu türüne benzeyen ve Einstein denklemlerinin sonuçlarına dayanan yolculuk öyküleri düşünülebilir. Günümüzde, tırtıl yollar bilim çevrelerinde de ilgiyle araştırılmaktadır. Stephen Hawking'in Fransa ziyareti sırasında, Paris-Meudon Gözlemevi'ndeki 3 Mart 1989 tarihli konferansı da bu konuya ayrılmıştı. □