

## 9

### Zaman Oku

Daha önceki bölümlerde zamanın doğası hakkındaki görüşlerimizin yıllar geçtikçe nasıl değiştiğini gördük. 20. yüzyılın başına dek insanlar mutlak zamana inandı. Bu her olayın “zaman” denilen bir sayıyla özel olarak tanımlanabileceği ve iki olay arasındaki zaman aralığını iyi çalışan saatlerin hepsinin aynı göstereceği anlamına gelirdi. Ancak ışık hızının gözlemci hangi hızla hareket ederse etsin her gözlemciye aynı görüldüğünün keşfi görelilik kuramına yol açtı ve bu kuramda tek bir mutlak zaman olduğu fikri terk edildi. Bunun yerine her gözlemci yanında taşıdığı bir saatin kaydettiği kendi zaman ölçümüne sahipti: Farklı gözlemcilerin taşıdığı saatlerin mutlaka aynı sonucu vermesi gerekmiyordu. Dolayısıyla zaman onu ölçen gözlemciye göreli, daha kişisel bir kavram haline geliyordu.

Kütleçekim ile kuantum mekaniği birleştirilmeye çalışıldığında “sanal” zaman fikrinin devreye girmesi gerekti. Sanal zaman uzaydaki yönlerden ayırt edilemez. Kuzeye gidebiliyorsanız eğer, dönüp güneye de gidebilirsiniz;

benzer biçimde sanal zamanda da ileriye doğru gidebiliyorsanız ters dönüp geriye doğru da gidebilmeniz gerekir. Bu sanal zamanın ileri ve geri yönleri arasında önemli bir fark olamayacağı anlamına gelir. Öte yandan “gerçek” zamana baktığımızda hepimizin bildiği gibi ileri ve geri yönler arasında çok büyük bir fark vardır. Geçmiş ile gelecek arasındaki bu farklılık nereden kaynaklanmaktadır? Neden geçmişini hatırlar ama geleceğini hatırlamayız?

Bilimsel yasalar geçmiş ile gelecek arasında ayırım yapmaz. Daha kesin ifade edersek, daha önce açıkladığımız gibi, bilimsel yasalar C, P ve T olarak bilinen işlemlerin (veya simetrilerin) kombinasyonunda değişmeden aynı kalır. (C parçacıkları karşı-parçacıklarla değiştirir. P ayna görünümünü almaktır, sol ve sağ birbirleriyle değiştirilir. T ise bütün parçacıkların hareket yönünü ters çevirmektir: Bunun sonucunda hareket geriye doğru işler.) Normal bütün koşullar altında maddenin davranışına hükmeden bilimsel yasalar, C ve P işlemlerinin ikili kombinasyonunda kendi hallerinde değişmeden kalır. Diğer bir ifadeyle başka bir gezegendeki, bizim ayna görünümümüzü taşıyan ve madde yerine karşı-maddeden yapılmış canlılar için hayat tamamen aynı olacaktır.

Bilimsel yasalar C ve P işlemlerinin bileşiminde ve aynı zamanda C, P ve T bileşiminde değişmeden kalıyorsa, sadece T işlemi altında da değişmez olmak zorundadır. Yine de gündelik yaşamda gerçek zamanın ileri ve geri yönleri arasında çok büyük bir fark vardır. Masadan düşen ve yere çarptığında parçalara ayrılan bir su bardağı düşünün. Bu görüntüyü kaydederseniz kolaylıkla kaydın ileriye doğru mu, geriye doğru mu olduğunu söyleyebilirsiniz. Görüntüyü geriye doğru işletirseniz yerdeki parçaların birden toplanıp geriye sıçrayarak masadaki kırılmamış bardağı oluşturduğunu görürsünüz. Bu durumda filmin geriye doğru gösterildiğini söyleyebilirsiniz, çünkü

gündelik yaşamda asla bu türden bir davranış gözlemlenmez. Öyle olsaydı cam ve porselen üreticileri işlerini kaybederlerdi.

Kırık bardakların kendi parçalarını yerden toplayıp birleşerek bütün halde yeniden masanın üstüne sıçramasını neden görmediğimiz sorusuna genelde verilen yanıt, bunun termodinamiğin ikinci yasası tarafından yasaklanmış olmasıdır. Buna göre kapalı bir sistemde düzensizlik veya entropi zamanla birlikte artar. Başka bir deyişle bir çeşit Murphy kuralıyla karşı karşıyayız: İşler hep kötü gitmeye eğilimlidir! Masadaki kırılmamış bardak bir yüksek düzen durumudur, yerdeki kırık bardaksa düzensizleşmiş bir durumdur. Geçmişteki masa üzerindeki bardaktan gelecekteki yerdeki kırık bardağa rahatlıkla gidilebilir, ama tersi geçerli değildir.

Düzensizliğin veya entropinin zamanla artışı, zaman oku dediğimiz, zamana yön vererek geçmişten geleceğe ayıran şeye bir örnektir. En az üç farklı zaman oku vardır. Birincisi termodinamik zaman oku, düzensizlik veya entropinin arttığı zaman yönüdür. Ayrıca psikolojik zaman oku vardır. Bu da zamanın geçtiğini hissettiğimiz yöndür, bu yönde geçmiş hatırlarız, ama geleceği hatırlamayız. Sonuncusuysa kozmolojik zaman okudur. Bu da evrenin küçülmediği aksine genişlediği zaman yönüdür.

Bu bölümdeki değerlendirmemde evrenin sınırsızlık koşulunun zayıf antropik ilkeyle birlikte her üç okun neden aynı yönü gösterdiğini açıklayabildiğini, dahası neden iyi tanımlanmış bir zaman okunun olması gerektiğini ele alacağım. Psikolojik okun termodinamik ok tarafından belirlenmesini ve bu iki okun her zaman aynı yönü göstermeleri gerekliliğini tartışacağım. Evrende sınırsızlık koşulu olduğunu varsayarsak iyi tanımlanmış termodinamik ve kozmolojik zaman oklarının da olmak zorunda olduğunu, ancak bunların evrenin bütün geçmi-

şi için aynı yönü göstermeyeceklerini göreceğiz. Ancak sadece aynı yönü gösterdiklerinde koşulların şu soruyu sorabilecek akıllı varlıkların gelişimi için uygun olduğunu ileri süreceğim: Düzensizlik neden evrenin genişlediği zamanın yönüyle aynı yönde artar?

Önce termodinamik zaman okunu ele alalım. Termodinamiğin ikinci yasası, düzensiz durumların sayısının düzenli durumlara göre her zaman çok daha fazla olması olgusundan kaynaklanır. Örneğin bir kutunun içerisindeki yapboz parçalarını düşünün. Parçaların tam bir resim oluşturacakları sadece bir diziliş vardır. Öte yandan parçaların düzensiz olduğu ve bir resim oluşturmadığı dizilişlerin sayısı çok daha fazladır.

Bir sistemin bu az sayıdaki düzenli durumdan birinde başladığını düşünelim. Zaman geçtikçe sistem bilimsel yasalar uyarınca evrilir ve durumu değişir. Daha ileri bir zamanda sistemin düzensiz bir durumda olması düzenli bir duruma göre daha olasıdır, çünkü düzensiz durumlar daha fazladır. Bu yüzden eğer sistem yüksek düzenli bir başlangıç koşuluna uyuyorsa düzensizlik zamanla artma eğiliminde olacaktır.

Yapbozun parçalarının başlangıçta kutunun içerisinde bir resim oluşturacak şekilde düzenli olduğunu varsayalım. Kutuyu sallarsanız parçalar başka bir dizilişe geçer. Bu muhtemelen parçaların tam bir resim oluşturmadığı düzensiz bir diziliş olacaktır, bunun basit nedeni düzensiz dizilişlerin çok daha fazla olmasıdır. Bazı parça grupları yine resmin kimi kesitlerini oluşturuyor olabilir, ancak kutuyu ne kadar fazla sallarsanız bu grupların da bozularak parçaların herhangi bir resim kesiti dahi oluşturmadığı tamamen karmakarışık bir durum alması olasılığı yükselir. Dolayısıyla parçalar başlangıç durumu olarak yüksek düzen durumuna uyuyorsa, parçaların düzensizliği büyük olasılıkla zamanla artacaktır.

Ancak Tanrı'nın evrenin yüksek bir düzen durumunda sonlanmasına ve hangi durumda başladığının hiçbir önemi olmamasına karar verdiğini varsayalım. Erken zamanlarda evren muhtemelen düzensiz bir halde olacaktır. Bu, düzensizliğin zamanla *azalacağı* anlamına gelir. Bu durumda kırık bardakların parçalarının birleşip tekrar masa üstüne sıçradığını görürsünüz. Ancak bardakları gözlemleyen insanlar düzensizliğin zamanla azaldığı bir evrende yaşıyor olacaklar. Bu insanların veya insani varlıkların sahip olduğu psikolojik zaman oku da bu durumda geriye doğru olacaktır. Diğer bir ifadeyle geleceği hatırlayacaklar ama geçmişlerindeki olayları hatırlamayacaklar. Bardak kırıldığında onun masadaki halini hatırlayacaklar ama masadayken onun yerde olduğunu hatırlamayacaklar.

İnsan belleği üzerine konuşmak beynin işleyişini ayrıntılarıyla bilmediğimiz için de zordur. Ancak bilgisayar belleklerinin işleyişi hakkında her şeyi biliyoruz. Bu yüzden psikolojik zaman okunu bilgisayarlar özelinde ele alacağım. Bence bilgisayarlardaki zaman okunun insanlardakiyle aynı olduğunu varsaymak mantıklı olur. Aksi halde bir sonraki günün değerlerini hatırlayacak bir bilgisayar bütün borsaların ölüm fermanı olurdu! Bir bilgisayar belleği temelde iki durumdan birinde var olabilen öğeleri içeren bir alettir. Bunu bir abaküsle örneklendirebiliriz. En basit haliyle bir bilgisayar bir dizi tele veya kabloya sahiptir, her bir telin üzerinde iki konumdan birine yerleştirilebilecek bir dizi boncuk vardır. Bir şey bir bilgisayarın belleğine kaydedilmeden önce bellek her iki olası durum için de eşit olasılıklı düzensiz bir durumdadır. (Abaküs boncukları abaküs tellerinin üzerinde rastgele dağılmıştır.) Bellek hatırlanacak sistemle etkileşime geçtikten sonra sistemin durumuna göre kesinlikle ya bir durumda ya da diğer durumda olacaktır. (Her bir abaküs

boncuğu abaküs telinin ya solunda ya da sağında olacaktır.) Dolayısıyla bellek düzensiz bir durumdan düzenli bir duruma geçmiştir. Ancak belleğin doğru durumda olduğundan emin olmak için belli bir miktarda enerjinin kullanılması gerekir (boncuğu hareket ettirmek veya bilgisayara güç vermek için örneğin). Bu enerji ısı olarak harcanır ve evrendeki düzensizlik miktarını artırır. Düzensizlikteki bu artışın her zaman bellekteki düzenin artışından daha fazla olduğu kanıtlanabilir. Bu yüzden bilgisayarın soğutma fanından çıkarılan ısı, bir bilgisayar bir şeyi belleğine kaydettiğinde evrendeki toplam düzensizliğin halen arttığı anlamına gelir. Bilgisayarın geçmişi hatırladığı zamanın yönü ile düzensizliğin arttığı zamanın yönü aynıdır.

Bizim öznel zaman yönü hissimiz olan psikolojik zaman oku bu yüzden beynimizin içerisinde termodinamik zaman oku tarafından belirlenir. Tıpkı bilgisayarlar gibi bizler de şeyleri entropinin arttığı bir düzen içerisinde hatırlamak zorundayız. Bu termodinamiğin ikinci yasasını neredeyse tamamen önemsiz hale getirir. Düzensizlik zamanla artar çünkü biz zamanı düzensizliğin arttığı yönde ölçeriz. Kazanmanızın bundan daha kesin olduğu bir iddiaya giremezsiniz!

Öyleyse zamanın termodinamik okunun var olmasına ne gerek var? Başka şekilde ifade edersek, evren zamanın bir ucunda, bizim geçmiş dediğimiz uçta neden yüksek bir düzen durumunda olmalı? Neden bütün zamanlarda, her zaman tamamen bir düzensizlik durumunda olmasın? Aslına bakarsanız bu daha mümkün olabilir. Ayrıca acaba düzensizliğin arttığı zaman yönü neden evrenin genişlediği zaman yönüyle aynıdır?

Klasik genel görelilik kuramında evrenin nasıl başlamış olabileceği tahmin edilemez, çünkü bilinen bilimsel yasaların hepsi Büyük Patlama tekilliğinde çöker. Ev-

renin çok düz ve düzenli bir durumda başlamış olması mümkündür. Bu gözlemlediğimiz iyi tanımlanmış termodinamik ve kozmolojik zaman oklarına yol açmış olabilir. Ama evrenin çok topaklı ve düzensiz bir durumda başlamış olması da eşit derecede mümkündür. Bu durumda evren zaten tümüyle düzensizlik durumunda olur, dolayısıyla da düzensizlik zamanla artmaz. Ya sabit kalacaktır ve bu durumda iyi tanımlanmış termodinamik zaman oku olmayacaktır ya da azalacaktır ki bu durumda da termodinamik zaman oku kozmolojik okun aksi yönünü gösterecektir. Bu olasılıkların ikisi de gözlemlerimizle uyuşmamaktadır. Ancak daha önce belirttiğimiz gibi klasik genel görelilik kendi çöküşünü öngörür. Uzayzamanın bükülmesi büyük hale gelince kuantum kütleçekim etkileri önem kazanır ve klasik kuram evrenin iyi bir betimlemesi olma özelliğini yitirir. Evrenin nasıl başladığını anlamak için bir kuantum kütleçekim kuramının kullanılması gerekir.

Bir önceki bölümde gördüğümüz gibi bir kuantum kütleçekim kuramında da, evrenin durumunu belirlemek için yine evrenin olası geçmişlerinin uzayzamanın geçmişteki sınırında nasıl şekilleneceğini söyleyebilmek gerekir. Ne bilmediğimiz ve ne bilemeyeceğimizi betimlemenin zorluğundan kaçınmak ancak geçmişler sınırsızlık koşulunu sağlıyorsa mümkün olur: Uzamda sonludurlar, ancak sınırları, kenarları veya tekillikleri yoktur. Bu durumda zamanın başlangıcı uzayzamanın düzenli, düzgün bir noktası olur ve evren genişlemesine çok düzgün ve düzenli bir durumda başlayabilir. Bu, kuantum kuramının belirsizlik ilkesini ihlal edeceği için tamamen düzgün ve tekbiçimli olamaz. Parçacıkların yoğunluk ve hızlarında küçük dalgalanmalar olması gerekir. Ancak sınırsızlık koşulu, bu dalgalanmaların belirsizlik ilkesiyle uyum gereği olabilecek en küçük düzeyde olduklarına işaret eder.

Evren, boyutları çok büyük bir üs düzeyinde artan üssel veya "şişen" bir genişleme dönemiyle başlamış olabilir. Bu genişleme esnasında yoğunluk dalgalanmaları başlangıçta küçük kalmış sonradan büyümeye başlamıştır. Yoğunluğun ortalamadan biraz daha yüksek olduğu bölgelerde genişleme fazladan kütlelerin kütleçekimsel çekiciliği tarafından yavaşlatılır. En sonunda bu tür bölgelerde genişleme durur ve bu bölgeler çökerek galaksileri, yıldızları ve bizim gibi varlıkları oluştururlar. Evren düzgün ve düzenli bir durumda başlamış ve zaman geçtikçe topaklı ve düzensiz olmuş olsa gerektir. Bu da termodinamik zaman okunun varlığını açıklar.

Peki evren genişlemeyi keser ve büzüşmeye başlarsa ne olur? Termodinamik ok tersine döner ve düzensizlik zamanla azalmaya mı başlar? Bu durum, genişlemeden büzüşme evresine geçişte hayatta kalmayı başarmış insanlar için her türden bilimkurgusal olasılığı sunar. Yerdeki kırılmış bardak parçalarının kendiliğinden toparlanıp bütün halde yeniden masa üstüne sıçradığını görebilecekler mi? Yarınki hisse senetleri fiyatlarını hatırlayıp borsada servet yapabilecekler mi? Evren en az bir on milyar yıl daha küçülmeye başlamayacak şekilde yeniden çöktüğünde ne olacağından kaygı duymak biraz akademik kaçabilir. Ama ne olacağını bulmanın daha çabuk bir yolu vardır: Bir kara deliğin içine atlamak. Bir yıldızın bir kara delik oluşturmak üzere çöküşü, tüm evrenin çöküşü sonrasında evrelere benzer. Evrenin büzüşme aşamasında düzensizlik azalacaksa eğer, bunun bir kara deliğin içerisinde de azalmasını bekleyebiliriz. Dolayısıyla belki de bir kara deliğe düşmüş astronot, rulet oyununda parasını koymadan önce topun nerede duracağını hatırlayarak kazanabilme yetisi kazanır. (Ancak ne yazık ki daha oynayamadan spagettiye dönüşecektir. Kara deliğin olay ufğunun arkasına hapsolacağı için ne bizi termodi-



namik okun ters dönmesinden haberdar edebilecek ne de kazancını bankaya yatırabilecektir.)

Başlangıçta ben evren yeniden çöktüğünde düzensizliğin azalacağı inancındaydım. Bunun nedeni evrenin yeniden küçük hale geldiğinde düzgün ve düzenli bir duruma dönmesi gerektiğini düşünmemdi. Bu küçülme evresinin, genişleme evresinin zaman açısından tersi gibi olacağı anlamına gelir. Küçülme evresindeki insanlar hayatlarını tersten yaşarlar: Evren küçüldükçe gençleşir ve doğmadan önce ölürler.

Bu fikir çekicidir, çünkü genişleme ile büzüşme evreleri arasında şık bir simetri olduğu anlamına gelir. Ancak bunu evren hakkındaki diğer fikirlerden bağımsız olarak kendi başına uygulayamayız. Soru şudur: Bu sınırsızlık koşulu gereğince mi böyledir veya bu koşulla uyumsuz mudur? Söylediğim gibi, en başta sınırsızlık koşulunun büzüşme aşamasında gerçekten düzensizliğin azalmasını beraberinde getirdiğini düşündüm. Beni kısmen yanlışla sürükleyen dünya yüzeyiyle kurduğum benzetme oldu. Evrenin başlangıcını kuzey kutbu olarak alırsanız bu durumda evrenin sonu başlangıca benzer olur, tıpkı güney kutbunun kuzey kutbuna benzerliği gibi. Ancak kuzey kutbu ve güney kutbu sadece sanal zamanda evrenin başlangıcı ve sonuna karşılık gelir. Gerçek zamanda başlangıç ve son birbirinden çok farklı olabilir. Hatamın bir nedeni de yaptığım basit evren modelinde çökme evresinin genişleme evresinin zamanda tersi gibi gözükmesiydi. Ancak Penn State Üniversitesinden meslektaşım Don Page sınırsızlık koşulunun büzüşme evresinin genişleme evresinin zamanda tersi olmasını gerektirmediğine dikkat çekti. Dahası öğrencilerimden biri, Raymond Laflamme biraz daha karmaşık bir modelde evrenin çöküşünün genişlemeden çok farklı olduğunu buldu. Bir hata yaptığımın farkına vardım: Sınırsızlık koşulu aslında düzen-

sizliğin büzüşme sırasında artmaya devam edeceğine işaret ediyordu. Evren yeniden büzüşmeye başladığında ya da bir kara deliğin içerisinde termodinamik ve psikolojik zaman okları tersine dönmeyecekti.

Buna benzer bir hata yaptığınızı bulduğunuzda siz ne yaparsınız? Bazı insanlar yanlış olduklarını asla kabul etmez ve görüşlerini desteklemek için yeni ve genellikle birbirleriyle tutarsız çeşitli gerekçeler bulmaya devam ederler: Eddington'un kara delik kuramına karşı çıkarırken yaptığı gibi. Başka bazıları da en baştan beri aslında yanlış görüşü hiç savunmadıklarını veya savunmuşlarsa da bunun sadece tutarsızlığı göstermek için olduğunu iddia ederler. Bana yazılı olarak yanlış yaptığınızı itiraf etmek çok daha iyi ve daha az karışık geliyor. Bu tutumun iyi bir örneğini Einstein sergiledi ve evrenin durağan bir modelini oluşturmak isterken öne sürdüğü kozmolojik sabiti yaşamının en büyük hatası olarak tanımladı.

Zaman okuna dönersek geride şu soru kaldı: Niçin termodinamik ve kozmolojik okların aynı yönü gösterdiğini gözlüyoruz? Başka sözlerle ifade edersek, düzensizlik evrenin genişlediği zamanla neden aynı zaman yönünde artıyor? Sınırsızlık önermesinin işaret ediyor gözüktüğü üzere eğer evrenin genişleyip ardından tekrar büzüşeceğine inanılıyorsa, bu bizim neden büzüşme evresinde değil de genişleme evresinde olmamız gerektiği sorusuna da dönüşür.

Buna zayıf antropik ilke temelinde cevap verilebilir. Büzüşme evresindeki koşullar "düzensizlik neden evrenin genişlediği zamanla aynı zaman yönünde artmaktadır?" sorusunu sorabilecek akıllı varlıkların varoluşu için uygun olmazdı. Sınırsızlık koşulunun öngördüğü evrenin erken evrelerindeki şişmesi, evrenin yeniden çökmekten ucu ucuna kaçınacak kritik hıza çok yakın bir biçimde genişlemek zorunda olduğu ve çok uzun bir süre boyunca

tekrar çökmeyeceği anlamına gelir. O zamana dek bütün yıldızlar yanmış bitmiş ve içlerindeki proton ve nötronlar büyük olasılıkla ışık parçacıkları ve ışınımına bozunmuş olacaktır. Evren neredeyse tamamen bir düzensizlik durumunda olacaktır. Güçlü termodinamik zaman oku olmayacaktır. Evren zaten neredeyse tamamen bir düzensizlik durumunda olacağı için düzensizlik fazla artmayacaktır. Ancak güçlü bir termodinamik ok akıllı yaşamın sürmesi için gereklidir. İnsanların hayatta kalmak için düzenli bir enerji formu olan yiyecekleri tüketmesi ve bunu düzensiz bir enerji formu olan ısıya çevirmesi gerekir. Bu yüzden akıllı yaşam evrenin büzüştüğü aşamada var olamaz. Termodinamik ve kozmolojik zaman oklarının aynı yönü gösterdiğini gözlememizin açıklaması budur. Bunun nedeni, evrenin genişlemesinin düzensizliğin artmasına sebep olması değildir. Bunun nedeni, sınırsızlık koşulunun düzensizliğin artmasına ve sadece genişleme evresinde koşulların akıllı yaşam için uygun olmasına sebep olmasıdır.

Özetleyecek olursak, bilimsel yasalar zamanın ileri ve geri yönleri arasında bir ayrım yapmaz. Ancak geçmiş gelecekte ayıran en az üç zaman oku vardır. Bunlar düzensizliğin arttığı zamanın yönünü gösteren termodinamik ok, geleceği değil geçmiş hatırladığımız zamanın yönünü gösteren psikolojik ok ve evrenin büzüşmediği, genişlediği zamanın yönünü gösteren kozmolojik oktur. Psikolojik okun esasen termodinamik okla aynı olduğunu, dolayısıyla bu ikisinin her zaman aynı yönü işaret ettiğini gösterdim. Evrenin sınırsızlık koşulu önermesi, iyi tanımlanmış bir termodinamik zaman okunun varlığını öngörür, çünkü evren düz ve düzenli bir durumda başlamak zorundadır. Bu termodinamik okun kozmolojik okla uyuştuğunu gözlememizin nedeni de akıllı varlıkların sadece genişleme evresinde var olabilmeleridir. Büzüşme

evresi güçlü termodinamik zaman okuna sahip olmadığı için uygun olmayacaktır.

İnsan türünün evreni anlamada gösterdiği ilerleme, artan ölçüde düzensiz bir evrende küçük bir düzen köşesi kurmuştur. Bu kitaptaki her sözcüğü hatırlasaydınız hafızanız yaklaşık iki milyon bilgi parçasını kaydetmiş olurdu: Beyninizdeki düzen yaklaşık iki milyon birim artmış olurdu. Ancak bu kitabı okurken yiyecek formundaki en az bin kalori düzenli enerjiyi, ısı yayma ve ter yoluyla çevrenizdeki havaya kaybettiğiniz ısı formundaki düzensiz enerjiye çevirmiş olacaksınız. Bu evrenin düzensizliğini yaklaşık yirmi milyon milyon milyon birim (veya beyninizdeki düzen artışının yaklaşık on milyon milyon katı) arttıracaktır ve bu sadece bu kitaptaki *her şeyi* hatırlarsanız olacaktır. Bir sonraki bölümdeyse bendeniz evrendeki her şeyi kapsayacak tam bir birleşik kuram oluşturmak için insanların nasıl kısmi kuramları birbirleriyle uyumlulaştırmaya çalıştıklarını açıklayarak etrafımızdaki düzeni biraz daha arttırmayı deneyeceğim.

## 10

### Solucan Delikleri ve Zaman Yolculuğu

Bir önceki bölümde zamanı niçin ileriye doğru akarken gördüğümüzü, düzensizliğin neden arttığını ve neden geleceği değil de geçmişi hatırladığımızı ele aldık. Zaman ya bir yöne ya da diğer yöne gidilebilen düz demiryolu raylarına benziyordu.

Peki ya bu demiryolu rayı, bir trenin ilerlemeye devam ederken ardında bıraktığı bir istasyona geri gelebileceği kavis ve kollara sahip olsaydı? Başka bir ifadeyle, birisinin geleceğe veya geçmişe yolculuk yapması mümkün olabilir mi?

H. G. Wells *Zaman Makinesi [The Time Machine]* kitabında diğer sayısız bilimkurgu yazarı gibi bu türden olasılıkların keşfine çıktı. Bilimkurgunun denizaltılar, aya yolculuk gibi birçok fikri daha sonra bilimin gerçeği haline geldi. Acaba zaman yolculuğu konusunda da umudumuzu koruyabilir miyiz?

Fizik yasalarının gerçekten insanların zamanda yolculuk etmesine izin verebileceğine ilişkin ilk belirti 1949 yılında Kurt Gödel genel göreliliğin olanak verdiği yeni bir