ÇEVİRİ: TOLGA ESMER

ZAMANIN DÜZENİ

CARLO ROVELLI

Tellekt

Tellekt_10

Zamanın Düzeni, Carlo Rovelli

Çeviri: Tolga Esmer

L'ordine del tempo
İlk baskı çeviride kaynak alınan basım: Adelphi Edizioni S.P.A., 2017.
© 2017, Adelphi Edizioni S.P.A. Milano
© 2020, Can Sanat Yayınları A.Ş.
Bu kitabın ilk baskısı *L'ordine del tempo* adıyla 2017 yılında Adelphi Edizioni S.P.A. Milano tarafından yapılmıştır.
Tüm hakları saklıdır. Tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

1. baskı: Haziran 2020, İstanbul
Bu kitabın 1. baskısı 3000 adet yapılmıştır.

Yayına hazırlayan: Didem Bayındır
Editör: Nükhet Polat
Düzelti: Mert Tokur
Mizanpaj: Bahar Kuru Yerek

Kapak Tasarımı ve Uygulama: Bora Başkan
İç Kapak Görseli: Bora Başkan

Baskı ve cilt: Türkmenler Matbaacılık Reklam San. ve Tic. Ltd. Şti.
Maltepe Mah. Gümüşsuyu Cad. No: 16-18
Topkapı, İstanbul
Sertifika No: 43087

ISBN 978-605-80433-8-1

Tellekt
tellekt.com • bilgi@tellekt.com

Hayriye Caddesi No: 2, 34430 Galatasaray, İstanbul
Telefon: (0212) 252 56 75 / 252 59 88 / 252 59 89 Faks: (0212) 252 72 33
Sertifika No: 43514
Tellekt, Can Sanat Yayınları Yapım ve Dağıtım Ticaret ve Sanayi A.Ş.'nin markasıdır.

twitter.com/tellekt • facebook.com/tellekt • instagram.com/tellekt

ZAMANIN DÜZENİ

CARLO ROVELLI

ÇEVİRİ:
TOLGA ESMER

Tellekt

CARLO ROVELLI'nin Tellekt'teki diğer kitabı:

Fizik Üzerine Yedi Kısa Ders, 2020

CARLO ROVELLI, 1956'da Verona'da doğdu. Günümüzün öncü fizik kuramcıları arasında bulunan Rovelli, 1981'de Bologna Üniversitesi Fizik Bölümü'nden mezun oldu, 1986'da Padova Üniversitesi'nde doktora derecesini aldı. Doktora sonrası araştırma sürecinde Imperial College London (1986), Roma La Sapienza Üniversitesi (1987/88), Yale Üniversitesi (1987), Syracuse Üniversitesi (1989) ve Trieste SISSA'da çalışmalar yaptı. 1990-1999 yılları arasında Pittsburg Üniversitesi'nde öğretim üyesi, 1999-2000 yıllarında da profesör olarak görev yaptı. 2000'de Fransa'da Aix-Marseille Üniversitesi'ne geçti. Araştırma alanıyla ilgili seçkin kurumlardan çok sayıda ödüle layık görülen Rovelli, Lee Smolin'le birlikte *loop* (ilmek) kuantum kütle çekimi kuramını geliştirdi. Çok sayıda akademik yayınının yanı sıra 2011'de *Miletli Anaksimandros ya da Bilimsel Düşüncenin Doğuşu*'nu, 2014'te *Gerçeklik Göründüğü Gibi Değil: Nesnelerin Temel Yapısı*'nı yayımladı. Aynı yıl yayımlanan *Fizik Üzerine Yedi Kısa Ders*, 40'tan fazla dile çevrildi ve yaklaşık bir milyon okurla buluştu. Son olarak 2017'de *Zamanın Düzeni*'ni yayımlayan Rovelli, Aix-Marseille Üniversitesi'ne bağlı Fizik Kuramı Merkezi'nde çalışmalarını sürdürmektedir.

http://www.cpt.univ-mrs.fr/~rovelli/

TOLGA ESMER, 1966'da İstanbul'da doğdu. St. Joseph Lisesi'ni bitirdikten sonra bir yıl ABD'de kaldı. Boğaziçi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimini tamamladıktan sonra, Bocconi Üniversitesi'nde Uluslararası Ekonomi ve İşletme alanında yüksek lisans derecesi aldı. İtalya ve Türki-

ye'de yönetim danışmanlığı yaptı. Farklı üniversitelerde işletme alanında dersler verdi. Film yapımcılığı yaptı. Predrag Matvejeviç'in *Akdeniz'in Kitabı*'nı (1999), Umberto Eco'nun *Açık Yapıt*'ını (2016), Jonathan Wilson'ın *Kirli Yüzlü Melekler/Arjantin Futbol Tarihi*'ni (2017), Fernando Báez'in *Kitap Kıyımının Evrensel Tarihi*'ni (2018), David Lewis-Williams'ın *Mağaradaki Zihin*'ini (2019), Carlo Rovelli'nin *Fizik Üzerine Yedi Kısa Ders* (2017) ve *Gerçeklik, Göründüğü Gibi Değildir* (2018) kitaplarını dilimize kazandırdı.

İÇİNDEKİLER

HERHALDE GİZEMLERİN EN BÜYÜĞÜ ZAMANDIR 13

BİRİNCİ KISIM: ZAMANIN PARÇALANMASI

1. TEKLİĞİN YİTİRİLİŞİ 19

2. YÖNÜN YİTİRİLİŞİ 25

3. ŞİMDİNİN SONU 35

4. BAĞIMSIZLIĞIN YİTİRİLİŞİ 49

5 . ZAMAN KUANTUMLARI 63

İKİNCİ KISIM: ZAMANI OLMAYAN EVREN

6. EVREN NESNELERDEN DEĞİL, OLAYLARDAN MEYDANA GELİR 73

7. DİLBİLGİSİNİN YETERSİZLİĞİ 79

8. İLİŞKİ OLARAK DİNAMİK 87

ÜÇÜNCÜ KISIM: ZAMANIN KAYNAKLARI

9. ZAMAN BİLGİSİZLİKTİR 97

10. BAKIŞ AÇISI 105

11. ÖZEL BİR DURUMDAN ORTAYA ÇIKAN ŞEY NEDİR? 115

12. MADLEN KEKİNİN KOKUSU 123

13. ZAMANIN KAYNAKLARI 137

UYKUNUN KIZ KARDEŞİ 143

NOTLAR 149

DİZİN 161

Ernesto, Bilo ve Edoardo'ya

Bölüm başlarındaki dizeler Horatius'un, Giulio Galetto tarafından [Italyancaya] çevrilmiş ve keyifli bir kitapçık olarak *In questo breve cerchio* [Bu Kısa Ömürlü Çember İçinde] başlığıyla Paniere Yayınevi (Verona, 1980) tarafından yayımlanmış *Odes* [Odlar] başlıklı şiir kitaplarından alınmıştır.*

* Horatius'un söz konusu dizeleri Rovelli'nin metni temel alınarak çevrilmiştir. Daha eski bir çeviri için bkz. *Horatius (Horas): Ode'ler, Epod'lar, Hicviyeler, Nameler*, çev. Yakup Kadri Karaosmanoğlu, M.E.B., İstanbul, 1931. (Y.N.)

HERHALDE GİZEMLERİN EN BÜYÜĞÜ ZAMANDIR

"Şu an söylediğimiz sözleri de
hırsız zaman
alıp gitti bile,
hiçbir şey de geri dönmez." (I, 11)

Duruyorum ve hiçbir şey yapmıyorum. Hiçbir şey olmuyor. Hiçbir şey düşünmüyorum. Zamanın akışını dinliyorum.

Bu, yakından tanıdığımız, içli dışlı olduğumuz zamandır. Onun hırsızlığı bizi taşır. Saniyelerin, saatlerin, yılların hızla akışı bizi yaşama doğru fırlatır, sonra da hiçliğe doğru sürükler. Balıklar nasıl suda yaşıyorsa biz de zamanın içinde yaşarız. Varoluşumuz zaman içinde var olmaktır. Ağır, monoton müziği bizi besler, bize dünyanın kapılarını açar, bizi rahatsız eder, bizi korkutur, bizi yatıştırır. Evren, oluşunu zamanın sürüklemesiyle, zamanın düzenine göre açığa çıkarır.

Bu kozmik nehir, Hindu mitolojisinde dans eden Şiva'nın kutsal imgesiyle temsil edilir: Evrenin akışı onun dansıyla ayakta kalır; bu, zamanın akışıdır. Bu akıştan daha evrensel, daha açık ne olabilir?

Oysa işler bundan daha karmaşıktır. Gerçeklik genellikle göründüğünden farklıdır: Dünya düz görünür, oysa aslında bir küredir; Güneş gökyüzünde döner gibi görünür ama aslında biz döneriz. Zamanın yapısı da göründüğü gibi değildir: Bu evrensel, düzenli akıştan farklı bir şeydir. Bunu üniversitedeyken, büyük bir şaşkınlık-

la, fizik kitaplarında keşfettim. Zaman bize göründüğünden farklı işler.

Aynı kitaplarda zamanın gerçekten nasıl işlediğini hâlâ bilmediğimizi de keşfettim. Zamanın doğası gizemlerin belki de en büyüğü olmayı sürdürüyor. İlginç bağlantılar onu başka yanıtlanmamış gizemlere bağlar: zihnin doğası, evrenin kökeni, kara deliklerin yazgısı, yaşamın işleyişi gibi. Temel bir şey bizi dönüp dolaşıp zamanın doğasına geri götürür.

"Merak [veya hayret] etmek öğrenme isteğimizin kaynağıdır,"[1] zamanın bizim düşündüğümüz gibi olmadığını keşfetmek de bin bir yeni soru doğurur. Zamanın doğası bütün yaşamım boyunca kuramsal fizik araştırmalarımın odağında yer aldı. Sonraki sayfalarda zaman hakkında anladığımız şeyleri, onu daha iyi anlayabilmek için izlediğimiz yolları, henüz anlamadıklarımızı ve bu konuyla ilgili yürüttüğüm tahminlerimi anlatacağım.

Neden geleceği değil de geçmişi anımsarız? Biz mi zaman içinde var oluyoruz, yoksa zaman mı bizim içimizde var oluyor? Zamanın "akma"sı aslında ne anlama geliyor? Zamanı biz öznelerin doğasına bağlayan şey nedir?

Zamanın akışını dinlediğimde ne dinliyor olurum?

Kitap farklı uzunluklarda üç bölüme ayrılıyor. İlkinde modern fiziğin zaman hakkında öğrendiği şeyleri özetliyorum. Bu, avucunuzda bir kar tanesi tutmak gibidir: Araştırdıkça parmaklarımız arasında erir, sonunda yok olur. Zamanı genellikle, her şeyden bağımsız olarak, geçmişten geleceğe doğru düzgün bir biçimde akan, saatler tarafından ölçülen, basit ve temel bir şey olarak düşünürüz. Zamanın akışı süresince evrendeki olaylar sırayla birbirlerini izler: Geçmişteki olaylar, şimdiki olaylar, gelecekteki olaylar gibi; geçmiş sabittir, gelecek belirsizdir... Pek güzel – ne var ki bunların hepsinin yanlış olduğu ortaya çıkmıştır.

Zamanın tipik özelliklerinin, yaklaşık tahminler ve Dünya'nın düz olması veya Güneş'in onun çevresinde dönmesi gibi, bakış açımızın yarattığı yanılsamalar oldukları birer birer ortaya çıktı. Bilimin gelişmesi zaman kavramımızın yavaş yavaş dağılmasına yol açtı.

"Zaman" dediğimiz şey karmaşık bir yapılar, katmanlar[2] toplamıdır. Gitgide daha derinlemesine araştırılan zaman, her defasında bu katmanların bir parçasını teker teker yitirmiştir. Kitabın ilk bölümü zamanın bu dağılışının öyküsüdür.

İkinci bölüm, sonunda zamandan geriye ne kaldığını anlatıyor: Neredeyse zamansallıktan eser kalmamış, boş ve rüzgârlı bir manzara. Tuhaf ve yabancı bir dünya ama yine de bizim dünyamız... Sanki yalnızca karın, kayaların ve gökyüzünün olduğu bir dağ zirvesine ulaşmaya benziyor. Veya Ay'ın hareketsiz kumları üstünde maceraya atılan Armstrong ve Aldrin'in muhtemelen yaşadıklarına benzer bir şey... Kurak, berrak ve rahatsız edici bir güzellikle parıldayan temel bir dünya... Fizikteki çalışma konum olan kuantum kütle çekimi, bu olağandışı ve çok güzel manzarayı, zamanın olmadığı evreni anlama ve ona tutarlı bir anlam kazandırma çabasıdır.

Kitabın üçüncü bölümü en zor ama aynı zamanda en canlı ve bize en yakın olanı. Zamanın olmadığı bir dünyada yine de düzeniyle, geçmişin gelecekten farklı olmasıyla, tatlı akışıyla bizim tanıdığımız zamanı doğuran bir şey olmalı. Zamanımız bir şekilde çevremizde, bizim ölçeğimizde, bizim için ortaya çıkıyor olmalı.[3]

Bu, kitabın ilk bölümünde evrenin temel ilkelerinin izini sürerken yitirdiğimiz zamana doğru bir geriye dönüş yolculuğu olacak. Bir polisiye romandaki gibi, bu kez zamanı yaratan suçluyu aramaya çıkacağız. Zamanı oluşturan parçaları, gerçekliğin temel yapıları olarak değil, biz ölümlüler gibi hantal ve beceriksiz yaratıklar için işe yarayan yaklaşık bir tahmin, görüş açılarımızın, belki de ne olduğumuzun –belirleyici– yönleri olarak teker teker yeniden bulacağız. Çünkü sonuçta zamanın gizemi –herhalde– evrenle ilgili olmaktan çok, bizimle ilgilidir. Belki de suçlu, ilk ve en muhteşem polisiye sayılan Sophokles'in *Kral Oidipus*'undaki gibi dedektifin kendisidir.

Bu noktada kitap bazen berrak, bazen kafa karıştırıcı fikirlerle fokurdayan kızgın bir magmaya dönüşecek; beni izlerseniz, sizi henüz bilmediğimiz yıldızlarla dolu karanlık okyanusa varana dek, zaman hakkındaki bilgilerimizin ulaştığını sandığım noktaya kadar götürürüm.

BİRİNCİ KISIM

ZAMANIN PARÇALANMASI

TEKLİĞİN YİTİRİLİŞİ

"Sarar birbirlerine aşk dansları
ayın ışığıyla aydınlanmış
çok tatlı genç kızları
bu aydınlık gecelerde." (I,4)

Zamanın yavaşlaması

Basit bir olguyla başlayayım: Zaman dağda daha hızlı, ovada daha yavaş akar.

Aradaki fark küçüktür ama bugün internetten birkaç bin euro'ya satın alınabilen hassas saatlerle ölçülebilir. Biraz alıştırmayla herkes zamanın yavaşlamasını gözlemleyebilir. Laboratuvarlarda kullanılan özel saatlerle, aralarında birkaç santimetre yükseklik farkı olan iki nokta arasındaki zaman yavaşlaması bile belirlenebilir: Yerdeki bir saat masanın üstünde bulunan bir saatten çok az daha yavaş işler.

Yavaşlayan yalnızca saatler değildir: Aşağılarda tüm süreçler daha yavaştır. İki arkadaş ayrılır, biri ovada, diğeri dağda yaşamaya gider. Yıllar sonra buluşurlar: Ovadaki daha az süre yaşamış, daha az yaşlanmıştır, guguklu saatinin sarkacı daha az salınmıştır, işlerini görmek için daha az zamanı olmuştur, bitkileri daha az büyümüştür, düşünceleri gelişmek için daha az zamana sahip olmuştur. Aşağıda, yukarıdan daha az zaman vardır.



Şaşırtıcı mı? Olabilir. Ama evren böyledir. Zaman bazı yerlerde daha yavaş, bazı yerlerde daha hızlı geçer.

Asıl şaşırtıcı olan, zamanın yavaşlamasını ölçecek saatlere sahip olmamızdan bir yüzyıl önce birinin bu olguyu anlamış olmasıdır: Einstein.

Görmeden önce anlamak bilimsel düşüncenin özüdür. Antik dönemde Anaksimandros, gökyüzünün ayaklarımızın altında da devam ettiğini gemiler Dünya'nın çevresini dolaşmadan önce anlamıştı. Modern çağın başlarında Copernicus Dünya'nın döndüğünü, Ay'ın üzerinden dönen Dünya'yı gören astronotlardan önce anlamıştı. Einstein da zamanın düzenli biçimde akmadığını, aradaki farkı ölçmeye yarayacak hassasiyete sahip saatler henüz geliştirilmeden anlamıştı.

Bunlara benzer adımlar atıldığında kesin doğru gibi görünen şeylerin önyargı olduğunu öğreniriz. Göğün aşağıda değil de –görünüşe göre– yukarıda olduğu apaçıktır, yoksa Dünya aşağı düşerdi. Dünya'nın –görünüşe göre– hareket etmediği çok açıktır, yoksa her şey birbirine girerdi. Zamanın –görünüşe göre– her yerde aynı hızda geçtiği gün gibi ortadadır... Çocuklar büyür ve dünyanın hiç de evin dört duvarı arasında göründüğü gibi olmadığını öğrenir; insanlık da genel olarak aynı şeyi yapar.

Einstein belki de hepimizin kütle çekimi kuvvetini incelerken sorduğu bir soruyu kendine sormuştu: Güneş ve Dünya birbirine

dokunmadan ve aralarında bir şey olmadan kütle çekimi kuvvetiyle birbirini nasıl "çeker"? Einstein akla yatkın bir yanıt aradı. Güneş ile Dünya'nın birbirini doğrudan çekmediklerini, her ikisinin de yavaş yavaş aralarında bulunan şeye uygun olarak davrandığını düşündü. Aralarında uzay ve zamandan başka bir şey olmadığına göre de Güneş ile Dünya'nın, suya batan bir cismin çevresindeki suyun yerini değiştirmesi gibi, çevrelerindeki uzay ve zamanı değiştirdiklerini hayal etti. Zamanın yapısındaki bu değişim de tüm cisimlerin hareketini etkileyerek onların birbirlerine doğru "düşmelerine" neden olur.[1]

"Zamanın yapısındaki değişim" ne anlama gelir? Yukarıda açıklanan zaman yavaşlaması anlamına gelir: Her cisim çevresindeki zamanı yavaşlatır. Dünya büyük bir kütledir ve kendisine yakın noktalardaki zamanı yavaşlatır. Ovada daha az, dağda daha çok yavaşlatır çünkü dağın tepesi Dünya'dan biraz daha uzaktır. Ovadaki arkadaş bu nedenle daha az yaşlanır.

Nesnelerin düşme nedeni zamandaki bu yavaşlamadır. Zamanın tekdüze ilerlediği yıldızlar arası boşlukta cisimler düşmez, düşmeden yüzerler. Oysa burada, yeryüzünde nesnelerin hareketi, kumsalda denize koştuğumuzda ayaklarımızın altındaki suyun direncinin yüzüstü dalgaların içine düşmemize neden olması gibi, doğal olarak zamanın daha yavaş geçtiği yere doğru yönelir. Nesneler aşağı doğru düşer çünkü aşağıda zaman Dünya tarafından yavaşlatılır.[2]

Kolayca gözlemlemesek bile, bu nedenle, zamanın yavaşlamasının yine de kayda değer ölçüde büyük etkileri vardır: Nesnelerin düşmesine neden olur, ayaklarımızı sıkıca yere bağlar. Ayaklarımızın yere bağlanmasının nedeni bütün bedenin doğal olarak zamanın yavaş aktığı yere doğru gitmesidir, zaman da ayaklarınız için başınızdan daha yavaş akar.

Tuhaf mı? Bu, günbatımında Güneş'in neşeyle alçalarak uzak bulutlar arasında kaybolduğunda, bir anda Güneş'in hareket etmediğini, Dünya'nın onun çevresinde döndüğünü anımsamamıza, bütün gezegenimizi zihnin çılgın gözleriyle görüp, bizim onunla birlikte ters yönde dönüp Güneş'ten uzaklaştığımızı algılamamız gibidir.

Bunlar, Paul McCartney'nin tepedeki delisinin gözleridir;[3] pek çok delinin gözleri gibi, bizim gündelik yaşamımızdaki uykulu gözlerimizle gördüklerimizden çok daha ötesini görürler.

On bin dans eden Şiva

Dünya'nın hiçbir şey üstünde durmadan uzayda yüzdüğünü anlayan, 26 yüzyıl önce yaşamış Yunan felsefeci Anaksimandros'a tutkulu bir ilgim vardır.[4] Anaksimandros'un fikirlerini, ondan söz eden başka yazarlardan öğreniyoruz ama yazılarından kalan küçük bir parça vardır, yalnızca bir tane:

> Şeyler gerekliliğe uygun olarak birbirlerine dönüşür
> ve zamanın düzenine göre
> birbirlerini yargılar.*

"Zamanın düzenine göre" (κατὰ τὴν τοῦ χρόνου τάξιν). Doğabilimlerinin doğduğu zamanlardan birinden geriye, bize gizemli yankıları olan bu muğlak sözlerden, "zamanın düzenine" yapılan çağrıdan başka bir şey kalmadı.

Astronomi ve fizik Anaksimandros'un gösterdiği yönde gelişti: Olayların *zamanın düzenine göre* nasıl meydana geldiklerini anlayarak. Antik Çağ astronomisi yıldızların *zaman içindeki* hareketlerini betimliyordu. Fizik denklemleri nesnelerin *zaman içinde* nasıl değiştiğini betimler. Dinamiğin temellerini oluşturan Newton denklemlerinden elektromanyetik olayları betimleyen Maxwell denklemlerine, kuantum olaylarının nasıl geliştiğini betimleyen Schrödinger denkleminden atom altı parçacıkların dinamiğini betimleyen kuantum alan kuramına, bildiğimiz bütün fizik, şeylerin "zamanın düzenine göre" nasıl değiştiğinin bilimidir.

Çok eskiden beri bu zamanı *t* harfiyle gösteririz (zaman Fran-

* Metnin bağlamına uygunluğu göz önünde tutularak yukarıdaki alıntı doğrudan Rovelli'nin kitabından çevrilmiştir. (Ç.N.)

sızca, İngilizce ve İspanyolcada "t" ile başlar ama Almanca, Arapça, Rusça veya Çincede böyle değildir). *t* neyi gösterir? Bir saatle ölçtüğümüz sayıyı simgeler. Denklemler şeylerin, bir saat tarafından ölçüldüğü şekliyle, geçen zaman içinde nasıl değiştiklerini söyler.

Ama yukarıda gördüğümüz gibi farklı saatler farklı zamanları gösteriyorsa, *t* neyi gösterir? Biri ovada diğeri dağda yaşayan iki arkadaş tekrar buluştuğunda kol saatleri farklı zamanları gösterir. İkisinden hangisi *t*'dir? Bir fizik laboratuvarındaki saatlerden biri masanın üstünde biri yerdeyse, iki saat farklı hızlarda ilerler: İkisinden hangisi zamanı gösterir? İki saat arasındaki faz farkı nasıl betimlenebilir? Yerdeki saatin, gerçek zamanı ölçen masanın üzerindeki saate göre geri kaldığını mı söylemeliyiz? Yoksa masa üstündeki saatin yerde ölçülen gerçek zamana göre ileri gittiğini mi?

Bu, anlamsız bir sorudur. Sterlinin mi dolar cinsinden değerinin, doların mı sterlin cinsinden değerinin daha doğru olduğunu merak etmeye benzer. Gerçek bir değer yoktur, *birbirlerine göre* değeri olan iki para birimi vardır. Daha doğru bir zaman yoktur. Gerçek ve farklı iki saatin gösterdiği, *birbirine göre* değişen iki zaman vardır. Hiçbiri diğerinden daha doğru değildir.

Hatta iki zaman yoktur, bir alay zaman vardır: Uzaydaki her nokta için farklı bir zaman. Tek bir zaman yoktur. Çok ama çok sayıda zaman vardır.

Belirli bir olayı ölçen belirli bir saatin gösterdiği zamana fizikte "öz zaman" denir. Her saatin kendi öz zamanı vardır. Meydana gelen her olayın bir öz zamanı, kendi ritmi vardır.

Einstein bize öz zamanların birbirlerine göre nasıl değiştiğini betimleyen denklemler öğretti. Bize iki zaman arasındaki farkın nasıl hesaplanacağını gösterdi.[5]

Tekil nicelik "zaman", parçalanarak farklı zamanların oluşturduğu bir örümcek ağına dönüşür. Evrendeki şeylerin zaman içinde nasıl değiştiğini betimlemeyiz; şeylerin yerel zaman içindeki, yerel zamanların da *birbirlerine göre* değişimlerini betimleriz. Evren bir

komutanın ritmine göre uygun adım giden bir manga asker gibi değildir. Birbirlerini etkileyen olaylar ağıdır.

Einstein'ın genel görelilik kuramı zamanı böyle betimler. Denklemlerinde bir tekil zaman yoktur, sayısız zaman vardır. İki saatin birbirinden ayrılması ve yeniden bir araya gelmesi gibi iki olay arasında geçen süre tekil değildir.[6] Fizik, şeylerin "zaman içinde" nasıl değiştiklerini betimlemez. Tersine, kendi zamanları içinde nasıl değiştiklerini ve "zamanlar"ın *birbirlerine göre* nasıl değiştiklerini tarif eder.*

Zaman ilk katmanını, teklik özelliğini yitirmiştir. Zamanın her noktada farklı bir ritmi, farklı bir ilerleyişi vardır. Evrendeki şeyler, farklı dansları ve farklı ritimleri birbirleriyle örer. Eğer evren dans eden Şiva'yla ayakta duruyorsa, bir Matisse tablosu gibi büyük bir ortak dansın parçası olan on bin Şiva var olmalı...

* Dilbilgisi notu. "Zaman" sözcüğü birbirlerine bağlı ama birbirlerinden farklı anlamlarda kullanılır. 1) "Zaman", olaylar silsilesine ilişkin genel olgudur ("Zaman tükenmez"); 2) "Zaman", bu silsilenin süre aralığını ("İlkbaharın çiçekli zamanında") veya 3) süresini gösterir ("Ne kadar zaman [süre] bekledin?"); 4) "Zaman", belirli bir anı da gösterebilir ("Şimdi göç zamanı"); 5) "Zaman", süreyi ölçen değişkeni gösterir ("İvme, hızın zamana göre türevidir"). Kitapta "zaman"ı, bu anlamların her birine karşılık gelecek biçimde gündelik dildeki gibi kullanıyorum. Kafanız karışırsa bu notu anımsayın. [Aksi belirtilmediği müddetçe dipnotlar yazara aittir.]

YÖNÜN YİTİRİLİŞİ

"Ağaçları bile duygulandıran
Orpheus'tan daha tatlı
çalsan bile lirini,
kan geri dönmez
bu beyhude gölgeye...
Kader acımasızdır
ama acısı azalır
dayanmayla,
mümkün değildir
geriye döndürmek hiçbir şeyi." (I, 24)

Ebedî akış nereden kaynaklanıyor?

Saatler dağda ve ovada farklı hızlarda akacaktır, peki ama temelde zaman konusunda bizi ilgilendiren şey bu mudur? Bir nehrin suları kıyı yakınlarında daha yavaş, nehrin ortasında daha hızlı akar ama her zaman akar. Zaman da zaten geçmişten geleceğe doğru akan bir şey değil midir? Bir önceki bölümde kafa patlattığım, *ne kadar* zaman geçtiğinin hassas ölçümünü, yani zamanı ölçen sayıları bir kenara bırakalım. Zamanın daha temel bir özelliği vardır: Geçmesi, akması, Rilke'nin *Duino Ağıtları*'nın ilkindeki *ebedî akış*:

Bengi akıntı
her iki ülkede çocuğunu, yaşlısını
birlikte sürükler, tümünün sesini bastırır.'

Geçmiş ile gelecek birbirinden farklıdır. Nedenler sonuçlardan önce gelir. Acı yaradan sonra gelir, önce değil. Bardak bin bir parçaya ayrılır da bin bir parça bardağı yeniden oluşturamaz. Değiştiremeyiz

geçmişi; vicdan azaplarımız, pişmanlıklarımız, mutluluk anılarımız olabilir. Oysa gelecek belirsizliktir, arzudur, kaygıdır, açık alandır, belki de yazgıdır. Onu yaşayabiliriz, seçimlerimizle biçimlendirebiliriz, çünkü henüz var olmuş değildir; her şey mümkündür... Zaman iki eşit yönü olan bir çizgi değildir; farklı uçları olan bir oktur:



Bizim için zamanın özünde zamanın akış hızından çok, bu vardır. Zamanın özü budur. Ateşini tenimizde hissettiğimiz bu kaymada, gelecek kaygısında, belleğin gizeminde yer alır; zamanın sırrı burada gizlenir, zamanı düşündüğümüzde söylemek istediğimiz şeyin anlamı, tam bu noktada doğar. Nedir bu akış? Evrenin kendini ifade etme biçimi içinde nerede yuvalanmıştır? Evrenin mekanizmalarının kıvrımları arasında, geçmişi ve onun var olmuş olmasını, gelecekten ve onun henüz var olmamasından ayıran nedir? Neden geçmiş gelecekten bu kadar farklıdır?

19. ve 20. yüzyıl fiziği bu sorularla karşı karşıya kaldı ve kendini, aslında pek de önemli olmayan, zamanın farklı yerlerde farklı hızlarda geçmesi durumundan daha beklenmedik ve rahatsız edici bir şey içinde buldu. Evrenin mekanizmalarını betimleyen temel yasalarda, geçmiş ile gelecek arasında –neden ile sonuç arasında, bellek ile umut arasında, pişmanlık ile niyet arasında– bir fark yoktur.

Isı

Her şey bir kralın öldürülmesiyle başladı. 16 Ocak 1793'te Paris'teki *Convention Nationale* [Ulusal Konvansiyon] XVI. Louis'nin idam edilmesini onaylar. Bilimin en derine inen köklerinden biri belki de isyandır, var olan düzeni kabullenmemektir.[2] İdam kararını verenler arasında Robespierre'in arkadaşı Lazare Carnot da vardır. La-

zare'ın, Akra'da Haçlılar tarafından yakalanıp esir alınan ve Birleşmiş Milletler genel merkezinin girişinde aşağıdaki aydınlık dizeleri yazan büyük İranlı şair Sadi Şirazi'ye büyük hayranlığı vardır:

> Bütün âdemoğulları bir bütünün parçasıdır,
> yaradılıştan aynıdır özleri.
> Zamanın koşulları o gövdenin bir parçasına acı verirse eğer
> diğer uzuvlar da hisseder acıyı.
> Başkalarının acısını hissetmiyorsan eğer
> sana insan demeleri uygun düşmez.

Bilimin en derin köklerinden bir başkası da muhtemelen şiirdir, görünür olanın ötesini görmeyi bilmektir. Carnot ilk oğluna Şirazi'nin anısına Sadi adını verir. Sadi Carnot böylece isyan ve şiirden doğar.

Genç Sadi, 19. yüzyılda nesneleri döndüren ateşi kullanarak dünyayı değiştirmeye başlayan buhar makinelerine büyük ilgi duyar. 1824'te bu makinelerin işleyişinin kuramsal temellerini anlamaya çalıştığı, çekici bir başlığı olan bir kitapçık yayımlar: *Réflexions sur la Puissance Motrice du Feu**. Bu inceleme yanlış fikirlerle doludur: Isıyı bir çağlayanın yukarıdan aşağıya düşerken enerji üretmesi gibi sıcak şeylerden soğuk şeylere "düşerek" enerji üreten bir tür sıvı, somut bir şey olarak hayal eder. Ama bu önemli bir fikir içermektedir: Buhar makineleri, sonuçta, ısı sıcaktan soğuğa geçtiği için çalışır.

Sadi'nin kitapçığı, şeytani bakışlı, Prusyalı ciddi bir profesörün, Rudolf Clausius'un eline geçer. Konunun özünü anlayan o olur ve ün kazanacak bir yasa ortaya koyar:



Çevredeki hiçbir şey değişmiyorsa, ısı soğuk bir kütleden sıcak bir kütleye *geçemez.*

* Ateşin Harekete Geçirme Gücü Hakkında Düşünceler. (Ç.N.)

Burada can alıcı nokta, düşen şeylerle arasındaki farktır: Bir top düşebilir ama kendiliğinden geri de dönebilir – örneğin geri sekebilir. Fakat ısı geri dönemez.

Clausius'un ortaya koyduğu bu yasa, fiziğin, geçmişi gelecekten ayıran *tek* genel yasasıdır.

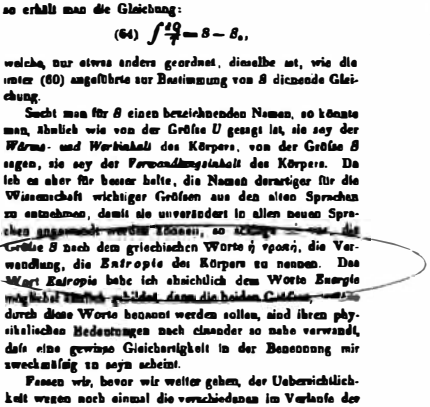
Başka hiçbir yasa bu ayrımı yapmaz: Ne Newton'ın mekanik dünyasının yasaları, ne Maxwell'in elektrik ve manyetizma denklemleri, ne Einstein'ın görelilik temelli kütle çekimine ait olanlar, ne Heisenberg, Schrödinger ve Dirac'in kuantum mekaniğininkiler, ne 20. yüzyıl fizikçilerinin temel parçacıklara ilişkin olanları... bu denklemlerden *hiçbiri* geçmiş ile gelecek arasında bir ayrım yapmaz.[3] Eğer bu denklemler bir olaylar dizisine izin veriyorsa, aynı dizinin zaman içinde tersine döndürülmüş haline de izin verir.[4] Doğanın temel denklemleri içinde[5] zaman oku *yalnızca* işin içinde ısı varsa ortaya çıkar.* Dolayısıyla zaman ile ısı arasındaki bağ çok temel özelliktedir: Geçmiş ile gelecek arasında bir farkın ortaya çıktığı her zaman, işin içinde ısı vardır. Tersten oynatıldığında saçma görünen tüm olaylarda ısınan bir şey vardır.

Yuvarlanan bir topu gösteren bir film seyrettiğimde filmin düz mü yoksa tersten mi oynatıldığını söyleyemem. Ama filmde top yavaşlayıp duruyorsa filmin düz gösterildiğini görürüm çünkü geriye doğru oynatıldığında mantıksız olaylar gösterecektir, kendi kendine harekete geçen bir top gibi. Topun yavaşlamasının ve durmasının nedeni, ısı üreten sürtünmedir. Yalnızca ısının olduğu yerde, geçmiş ile gelecek arasında bir ayrım vardır. Düşünceler geçmişten geleceğe doğru gelişir, ters yönde değil; aslında düşünmek de başımızda ısı üretir.

Clausius ısının bu tek yönde, tersinemez biçimde gitmesini ölçen niceliği ortaya koyar ve –kültürlü bir Alman olarak– ona Yunan-

* Doğrusunu söylemek gerekirse, zaman oku ısıya doğrudan bağlı olmayan ama ısıyla son derece belirleyici özellikler paylaşan olaylarda da görülür, örneğin elektrodinamikte gecikmeli potansiyeller kullanılırken. İleriki sayfalarda yazacaklarım bu olaylar için de geçerlidir. Tartışmayı, onu bütün alt vakalara bölerek ağırlaştırmamayı tercih ediyorum.

ca bir sözcükten alınma bir ad verir, entropi: "Önemli bilimsel niceliklerin adlarını antik dillerden almayı tercih ediyorum ki bütün yaşayan dillerde eşit olabilsinler. Bu nedenle bir cismin S niceliğini, Yunanca dönüşüm anlamına gelen ἡ τροπὴ sözcüğünden entropi olarak adlandırılmasını öneriyorum."[6]



so erhält man die Gleichung:

$$(64)\quad \int \frac{dQ}{T} = S - S_0,$$

welche, nur etwas anders geordnet, dieselbe ist, wie die unter (60) angeführte zur Bestimmung von S dienende Gleichung.

Sucht man für S einen bezeichnenden Namen, so könnte man, ähnlich wie von der Größe U gesagt ist, sie sey der *Wärme- und Werthinhalt* des Körpers, von der Größe S sagen, sie sey der *Verwandlungsinhalt* des Körpers. Da ich es aber für besser halte, die Namen derartiger für die Wissenschaft wichtiger Größen aus den alten Sprachen zu entnehmen, damit sie unverändert in allen neuen Sprachen angewandt werden können, so schlage ich vor, die Größe S nach dem griechischen Worte ἡ τροπή, die Verwandlung, die *Entropie* des Körpers zu nennen. Das Wort *Entropie* habe ich absichtlich dem Worte *Energie* möglichst ähnlich gebildet, denn die beiden Größen, welche durch diese Worte benannt werden sollen, sind ihren physikalischen Bedeutungen nach einander so nahe verwandt, daß eine gewisse Gleichartigkeit in der Benennung mir zweckmäßig zu seyn scheint.

Fassen wir, bevor wir weiter gehen, der Uebersichtlichkeit wegen noch einmal die verschiedenen im Verlaufe der

Clausius'un "entropi" kavramını ve adını ilk kez ortaya koyduğu makalesinin sayfası. Denklem bir cismin entropisinin değişiminin ($S—S_0$) matematiksel tanımıdır: T sıcaklığındaki cisimden çıkan ısı miktarlarının toplamı (integrali) olarak ifade edilir.

Clausius'un entropisi S harfiyle gösterilen, yalıtılmış, kapalı bir süreç içinde artan veya aynı kalan ama *hiçbir zaman azalmayan*, ölçülebilir ve hesaplanabilir bir niceliktir.[7] Azalmadığını göstermek için şöyle yazılır:

$$\Delta S \geq 0$$

Şöyle okunur: "Delta S her zaman 0'a eşit veya 0'dan büyüktür"; buna "termodinamiğin ikinci yasası" denir (birincisi enerjinin korunumudur). İçeriğinin özü ısının yalnızca sıcak cisimlerden soğuk cisimlere geçmesi, tersinin hiçbir zaman mümkün olmamasıdır.

Denklem için özür dilerim; kitaptaki tek denklem bu. Bu, zaman okunun denklemidir; zaman hakkındaki bu kitabımda bu denklemi eklemesem olmazdı.

Bu denklem, temel fiziğin geçmiş ile gelecek arasındaki farkı

tanımlayan tek denklemdir. Zamanın akışından söz eden biricik denklem. Bu alışılmadık denklemin içinde koca bir dünya gizlidir.

Bunu ortaya çıkaran, bir saat ustasının torunu, trajik ve romantik kişilik, talihsiz ve sevimli bir Avusturyalı olacaktı: Ludwig Boltzmann.

Bulanıklaşma



$\Delta S \geq 0$ denkleminin ardında neyin gizli olduğunu görmeye başlayarak bizi doğanın derinlemesine anlaşılmasına doğru en baş döndürücü dalışlardan birine fırlatan kişi Ludwig Boltzmann'dır.

Ludwig Graz, Heidelberg, Berlin, Viyana ve sonra yine Graz'ta çalışır. Kendinden söz ederken, bu istikrarsızlığın karnavalın son salısı doğmuş olmasından kaynaklandığını söyler. Bu yarı şaka yarı ciddi bir ifadedir, çünkü karakteri gerçekten de istikrarsızdır. Yufka yüreğiyle coşku ile depresyon arasında salınıp durur. Kısa boylu, sağlam yapılı, siyah kıvırcık saçları ve bir Taliban sakalı vardır, kız arkadaşı ona "benim tatlı şişkom" dermiş. Zaman okunun talihsiz kahramanı işte bu Ludwig'tir.

Sadi Carnot ısının bir madde, bir sıvı olduğunu düşünüyordu. Ama yanılıyordu. Isı, moleküllerin mikroskobik ölçekteki çalkantısıdır. Sıcak bir çay, moleküllerin çok çalkantılı olduğu bir çaydır. Soğuk bir çay, moleküllerin az çalkantılı olduğu bir çaydır. Daha soğuk olan bir buz parçasında moleküller daha da durağandır.

19. yüzyılın sonlarında pek çok kişi atomların ve moleküllerin gerçekten var olduğuna hâlâ inanmıyordu; Ludwig bunların gerçekliğinden emindi ve bu uğurda savaştı. Atomların gerçekliğinden kuşku duyanlara sert eleştirileri efsaneleşmişti. Kuantum mekaniğinin

genç aslanlarından biri yıllar sonra, "Biz gençler, hepimiz yürekten onun tarafındaydık," diyecekti.[8] Viyana'daki bir konferans sırasında bu ateşli tartışmaların birinde, tanınmış bir fizikçi[9] Ludwig'e karşı çıkarak maddenin yasalarının zamanın yönünü kestiremediği için bilimsel materyalizmin öldüğünü savundu – fizikçiler de abuk sabuk şeyler söyleyebilir.

Copernicus'un gözleri, batan güneşe bakarken Dünya'nın döndüğünü gördü. Boltzmann'ın gözleri hareketsiz bir bardak suya bakarken çılgınca *hareket eden* atomlar ve moleküller gördü.

Bir bardaktaki suyu biz, astronotların Dünya'yı Ay'dan gördükleri gibi görürüz: Sakin mavi bir ışıltı olarak. Dünyanın canlı hareketliliğinin, bitkilerin ve hayvanların, aşkların ve ümitsizliklerin hiçbiri Ay'dan görülmez. Yalnızca hareli mavi miskettir görülen. Bir bardak suyun yansımaları içinde benzer biçimde –dünya üstünde yaşayan insanlardan çok daha fazla sayıda olan– sayısız molekülün kargaşa içindeki etkinliği bulunur.

Bu çalkantı her şeyi birbirine karıştırır. Moleküllerin bir bölümü hareketsizse, diğerlerinin çılgınca hareketiyle sürüklenerek onlar da harekete geçer: Çalkantı yayılır, moleküller çarpışır ve birbirlerini iter. Soğuk şeyler sıcak şeylerle temas ettiklerinde bu nedenle ısınırlar: Molekülleri sıcak olanlarla çarpışarak harekete geçer, yani ısınırlar.

Isıl çalkantı bir deste oyun kâğıdının sürekli karıştırılması gibidir: Kartlar sıralıysa karıştırma eylemi onları düzensiz kılar. Böylece ısı sıcaktan soğuğa geçer, tersi söz konusu değildir: Isının sıcaktan soğuğa geçmesinde karışma ve her şeyin doğal düzensizliği etkendir.

Bunu anlayan Ludwig Boltzmann oldu. Geçmiş ile gelecek arasındaki fark, hareketin temel yasalarında bulunmaz, doğanın derin düzeni içinde de yer almaz. Durumları adım adım daha az özgün, daha az özel durumlar olmaya iten, bu doğal düzensizleşmedir.

Bu çok parlak bir sezgiydi ve doğruydu. Ama geçmiş ile gelecek arasındaki farkın kökenini aydınlığa kavuşturuyor mu? Hayır. Yalnızca soruyu değiştiriyor. Soru artık şöyle oluyor: Şeyler neden za-

manın bir yönünde –geçmiş dediğimiz yönde– düzenliydi? Evrenin büyük oyun kâğıdı destesi geçmişte neden düzenliydi? Entropi neden geçmişte düşüktü?

Düşük entropi düzeyinde *başlayan* bir olayı gözlemlediğimizde, entropinin neden arttığı açıktır: Çünkü karıştırılan her şey düzensizleşir. Ama evrende, çevremizde gözlemlediğimiz olaylar neden düşük entropi düzeyinden *başlamış* olsun ki?

Konunun can alıcı noktasına geliyoruz. Bir destenin ilk 26 kartının hepsi kırmızı, sonraki 26'sının tümü siyahsa, kartların dizilişinin "özel" olduğunu söyleriz. Diziliş düzenlidir. Bu düzen deste karıştırılınca bozulur. Bu "düşük entropili" bir diziliştir. Bu diziliş, eğer kartların –kırmızı ya da siyah– renklerine bakıyorsak özel bir diziliştir. Ama renkleri göz önüne aldığım için özeldir. Bir başka diziliş de ilk 26 kart yalnızca kupa veya maça olduğu için özel olacaktır. Ya da tek sayılı kartlar veya en yıpranmış olanlar ya da üç gün öncesindekilerle aynı 26 kart... veya herhangi başka bir özellikteki dizilim. Dikkatlice düşünecek olursak, *her diziliş özeldir*: *Tüm* ayrıntılarını göz önünde tutacak olursam her diziliş kendine özgüdür, çünkü herhangi bir diziliş onu biricik kılan bir niteliğe sahiptir. Tıpkı her çocuğun, annesi için biricik ve özel olması gibi.

Bazı dizilişlerin diğerlerinden daha özel olması (örneğin 26 kırmızı karttan sonra 26 siyah kartın gelmesi) yalnızca kendimi kartların az sayıda özelliğine (örneğin renklerine) bakmakla sınırlarsam bir anlamı olur. Tüm kartları birbirlerinden ayırırsam tüm dizilişler eşdeğerdir; bir diğerinden daha çok veya daha az özel dizilişler olmaz.[10] "Özellik" kavramı yalnızca evreni bulanık, yaklaşık olarak gördüğüm anda doğar.

Boltzmann entropinin doğayı bulanık şekilde betimlediğimiz için var olduğunu göstermişti. Entropinin tam olarak bizim bulanık görüşümüzün ayırt edemediği *kaç* farklı düzenlenme biçimi olduğunu sayan nicelik olduğunu kanıtladı. Isı, entropi ve geçmişte entropinin daha düşük olması, doğanın yaklaşık, istatistiksel betimlenmesine ait kavramlardır.

Öyleyse geçmiş ile gelecek arasındaki fark, sonuçta bu bulanık-

lığa mı bağlıdır? Doğanın tüm ayrıntılarını, mikroskobik ölçekte tam olarak kesin durumunu göz önünde tutabilseydim, zamanın akışının karakteristik özellikleri yok olur muydu?

Evet. Şeylerin mikroskobik durumlarını gözlemlediğimde geçmiş ile gelecek arasındaki fark ortadan kalkar. Evrenin geleceği, örneğin, şimdiki durumu tarafından belirlenir, tıpkı geçmiş gibi.[11] Sık sık nedenlerin sonuçlardan önce geldiğini söyleriz, oysa şeylerin temel dilbilgisinde "neden" ile "sonuç" arasında bir ayrım yoktur.[12] Fizik yasaları dediğimiz şeylerle temsil edilen ve farklı zamanlardaki olayları birbirlerine bağlayan, geçmiş ile gelecek arasında simetrik düzenler vardır *

Boltzmann'ın çalışmalarından doğan rahatsız edici sonuç budur: Geçmiş ile gelecek arasındaki fark, bizim doğayı bulanık biçimde görmemizle ilişkilidir. Bu, bizi dehşete düşüren bir sonuçtur: Benim bu kadar canlı, temel, varoluşsal duygum –zamanın akışı– doğayı en ince ayrıntısına kadar algılamayışıma mı bağlıdır? Miyopluğum nedeniyle meydana gelen bir hata mıdır? Milyarlarca molekülün dansını görebilseydim ve dikkate alabilseydim, gelecek gerçekten de geçmiş "gibi" olur muydu? Geçmiş hakkında, gelecek hakkındakilere eşit bilgi –ya da bilgisizlik– sahibi olabilir miyim? Tamam, doğa hakkındaki sezgilerimiz genellikle hatalıdır. Ama doğa sezgilerimizden *bu kadar* da farklı olabilir mi?

Tüm bunlar bizim alışılagelmiş zaman anlayışımızın temeline dinamit koyar. Dünyanın hareketinin keşfedilmesi karşısında yaşanana benzer bir kuşku yaratır. Ama dünyanın hareketi gibi burada da kanıtlar çok güçlüdür: Zamanın akışını simgeleyen tüm olaylar, evrenin geçmişindeki "özel" bir duruma indirgenir, bakış açımızın bulanıklığına bağlı bir "özel" olma durumuna.

Mesele, sıcak bir bardak çayın içindeki soğuk bir kaşığın başına gelenlerin benim görüşümün bulanık ya da berrak oluşuna bağlı olması değildir. Kaşığın ve moleküllerinin başına gelenler şüphesiz onu nasıl gördüğüme bağlı değildir. Olacak olan olur, o kadar. Asıl mesele ısıya, sıcaklığa, ısının çaydan kaşığa geçmesine ilişkin betimlemelerin aslında olan bitenlere yönelik bulanık bir görüntüden türüyor olmasıdır; geçmiş ile gelecek arasındaki çarpıcı fark da ancak bu bulanık görüntü içinde ortaya çıkar.

Daha sonra bu bulanıklığın ve onun evrenin başlangıçtaki garip olasılığına nasıl bağlı olduğunun gizemine ayrıntılı olarak bakmayı deneyeceğim. Bu noktada, entropinin –Boltzmann'ın anladığı gibi– bizim bulanık evren görüşümüzün ayırt edemediği mikroskobik durumların sayısından başka bir şey olmadığını söylemekle yetineyim.

Tam da bunu ifade eden denklem[13] Boltzmann'ın Viyana'daki mezarında, onu, benim hiç gerçekçi bulmadığım şekilde ciddi ve asık suratlı gösteren bir mermer büstün üzerine kazınmıştır. Mezarı ziyaret eden ve onun önünde durup düşünceye dalan genç fizik öğrencilerinin sayısı az değildir. Hatta bazen bazı yaşlı fizik profesörlerinin de...



Zaman bir başka önemli parçasını daha yitirmiştir: Özündeki geçmiş-gelecek farkını. Boltzmann zamanın akışının özünde hiçbir şey olmadığını anlamıştı. Yalnızca geçmişteki bir anda evrenin gizemli olasılıksızlığının bulanık bir yansıması olduğunu...

Rilke'nin ağıtındaki *ebedî akışın* kaynağı yalnızca budur.

Daha 25 yaşında üniversitede profesör olmuş, başarısının zirvesindeyken imparatorun sarayına kabul edilmiş, fikirlerini anlamayan akademi dünyasının büyük bölümü tarafından acımasızca eleştirilmiş, hep coşku ile depresyon arasında gidip gelmiş "tatlı sevgili şişko" Ludwig Boltzmann kendini asarak yaşamına son verecekti.

Karısı ve oğlu Adriyatik'te yüzerken, Trieste yakınlarındaki Duino'da...

Birkaç yıl sonra Rilke'nin ağıtını yazacağı Duino'da...

3

ŞİMDİNİN SONU

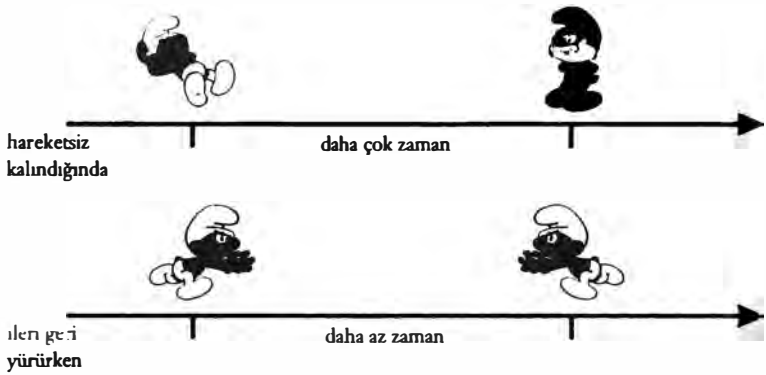
"Açılır
bu rüzgârına
ilkbaharın
kapalı soğuğu durgun
mevsimin,
gemiler de denize geri döner.
Artık taçlar örmeliyiz
ve süslemeliyiz başımızı onlarla." (I, 4)

Zamanı yavaşlatan şeylerden biri de hızdır

Einstein zamanın kütlelerce yavaşlatıldığını anlamadan on yıl önce[1], hız tarafından yavaşlatıldığını anlamıştı.[2] Bu buluşun sonucu bizim zaman sezgimiz açısından en yıkıcı olanıdır.

Olgunun kendisi aslında basittir: Birinci bölümdeki iki arkadaşı dağa ve ovaya göndermek yerine, birinden hareketsiz kalmasını, diğerinden de ileri geri yürümesini isteyelim. Yürüyen arkadaş için zaman daha yavaş geçer.

İki arkadaş önceki gibi farklı süreler deneyimler: Hareket eden daha az yaşlanır, saati daha az bir zaman süresini gösterir, düşünmek için daha az zamanı olur, yanında götürdüğü bitki daha geç filizlenir vb. Hareket eden herkes için zaman daha yavaş geçer.



Bu küçük etkinin hissedilebilir olabilmesi için çok hızlı hareket etmek gerekir. İlk kez 1970'lerde, jet uçaklarına yerleştirilen hassas saatlerle ölçülmüştür.[3] Uçaktaki saat, yerdeki benzerine göre geri kalır. Günümüzde zamanın hız nedeniyle yavaşlaması pek çok fizik deneyiyle doğrudan gözlemlenir.

Bu örnekte de Einstein zamanın yavaşlayabileceğini olayın gözlemlenmesinden önce anlamıştı. 25 yaşında, elektromanyetizmayı araştırırken... Aslında hiç de karmaşık bir çıkarım değildi: Elektrik ve manyetizma Maxwell denklemleriyle iyi betimlenmiştir. Bu denklemler bildiğimiz zaman değişkeni *t*yi içerir ama ilginç bir özellikleri vardır: Belirli bir hızda hareket ediyorsan, *t´* denen başka bir değişkene "zaman" adını vermediğin sürece, Maxwell denklemleri *senin için* artık doğru değildir (yani senin ölçtüğün şeyi betimlemezler).[4] Matematikçiler Maxwell denklemlerindeki bu garipliğin farkına varmıştı[5] ama ne anlama geldiğini kimse bilmiyordu. Einstein ise anladı: *t* hareketsiz duran benim için olan zamandır, benimle birlikte sabit olan olayların olma ritmidir; *t´* "senin zamanın"dır: Seninle birlikte hareket halindeyken meydana gelen olayların ritmidir. *t* benim hareketsiz saatimin ölçtüğü zamandır, *t´* senin hareket halindeki saatinin ölçtüğü zaman. Daha önce hiç kimse zamanın durmakta olan bir saat için hareket halinde olan bir saatten farklı olabileceğini hayal etmemişti. Einstein bunu elektromanyetizma denklemleri içinde okudu; onları ciddiye almıştı.[6]

Dolayısıyla, hareket halindeki bir nesne hareketsiz nesneden daha az bir süre deneyimler: Saat daha az saniye ilerler, bir bitki daha az büyür, bir genç daha az rüya görür. Hareket halindeki bir nesne için' zaman kısalır. Yalnızca farklı yerler için ortak bir zaman olmamakla kalmaz, aynı yerde de ortak bir zaman yoktur. Bir süre ancak belirli bir rotası olan bir şeyin hareketiyle ilişkilendirilebilir. "Öz zaman" yalnızca nerede olunduğuna, kütlelere yakın mı veya uzak mı olunduğuna göre değil, aynı zamanda hareketimizin hızına da bağlıdır.

Olgunun kendisi zaten garip. Ama olağanüstü olan, onun sonuçları. Şimdi sıkı durun, uçuşa geçiyoruz.

"Şimdi" hiçbir anlam ifade etmez

Uzak bir yerde *şimdi* ne oluyor? Örneğin kız kardeşimin, kısa süre önce keşfedilen, bizden yaklaşık dört ışık yılı uzaklıktaki bir yıldızın yörüngesindeki Proxima b gezegenine gitmiş olduğunu düşünelim. Soru şu: Proxima b'deki kız kardeşim *şu anda* ne yapıyor?

Doğru yanıt, sorunun anlamsız olduğudur. Tıpkı, Venedik'teyken şöyle sormaya benzer: "Burada, Pekin'de ne var?" Anlamsızdır çünkü "burada" diyorsam ve Venedik'teysem, Pekin'de değil, Venedik'te olan bir yerden söz ediyor olurum.

Kız kardeşimin *şimdi* ne yaptığını sorduğumda, yanıt genellikle kolaydır: Ona bakarım. Eğer uzaktaysa ona telefon edip sorarım. Ama dikkat edin: Kız kardeşime bakıyorsam, ondan benim gözlerime ulaşan ışığı alırım. Işığın ulaşması zaman alır, diyelim ki birkaç nanosaniye, yani saniyenin milyarda biri kadar; bu nedenle onun *şu anda* ne yaptığını görmem, bir nanosaniye önce ne yaptığını görmüş olurum. Eğer New York'taysa, ona telefon ettiğimde sesinin New York'tan bana ulaşması birkaç milisaniye sürer, dolayısıyla kız kardeşimin en fazla birkaç milisaniye önce ne yapıyor olduğunu bilebilirim. Pek önemsiz.

Ama eğer kız kardeşim Proxima b'deyse, ışığın oradan buraya ulaşması dört yıl sürer. Bu nedenle kız kardeşime bir teleskopla bak-

tığımda veya onunla bir radyo bağlantısıyla iletişim kurduğumda, onun dört yıl önce ne yaptığını bilirim, şimdi ne yaptığını değil. "Proxima b'deki şimdi" kesinlikle teleskopta gördüğüm veya telsizden gelen sesiyle duyduğumla aynı an değildir.

Belki kız kardeşimin *şimdi* yaptığı şeyin onu teleskopta görmemden dört yıl sonra yaptığı şey olduğunu söyleyebilir miyim? Hayır, işe yaramaz: Onu görmemden dört yıl sonra, kendi zamanı içinde, on dünya yılı sonra dünyaya geri dönmüş olabilir. Dolayısıyla kesinlikle bu da *şimdi* değil.

Ya da şunu deneyelim: Kız kardeşim on yıl önce, Proxima b'ye giderken zamanın kaydını tutmak için yanına bir takvim almış olsa, onun için *şimdinin* on yıl saydıktan sonraki zaman olduğunu düşünebilir miyim? Hayır, bu da işe yaramaz: Gidişinden onun zamanıyla on yıl geçtikten sonra, o buraya dönmüş olabilir, burada da 20 yıl geçmiş olabilir. Öyleyse Proxima b'de *şimdi* ne zamandır?

Işin gerçeği, bu sorudan vazgeçmek gerekir.[8] Proxima b'de şimdi ve burada şu âna karşılık gelen hiçbir özel an yoktur.

Sevgili okuyucu, biraz mola ver ve bu sonucun düşüncelerin tarafından sindirilmesine izin ver. Bana göre bu, bütün çağdaş fiziğin vardığı en akıl almaz sonuçtur.

Proxima b'deki kız kardeşimin yaşamının hangi ânının *şimdi*'ye karşılık geldiğini merak etmenin hiçbir anlamı yoktur. Bu hangi futbol takımının basketbol şampiyonasını kazandığını, bir kırlangıcın ne kadar para kazandığını veya bir müzik notasının ağırlığının ne olduğunu sormaya benzer. Bunlar mantıksız sorulardır çünkü futbol takımları basketbol değil, futbol oynar, kırlangıçlar para kazanmakla ilgilenmez, seslerin de bir ağırlığı yoktur. Basketbol şampiyonaları basketbol takımlarıyla ilgilidir, futbol takımlarıyla değil. Para kazanmak kırlangıçlarla değil, toplumumuzdaki insanlarla ilgilidir. "Şimdi" kavramı yakındaki şeylerle ilgilidir, uzaktaki şeyler için değil.

Bizim "şimdi"miz bütün evrene uygulanmaz. Çevremizdeki bir kabarcık gibidir.

Bu kabarcık nereye kadar uzanır? Bu, zamanı ne kadar hassas belirlediğimize bağlıdır. Nanosaniye ölçeğindeyse yalnızca birkaç metre olarak tanımlanır, milisaniye ölçeğindeyse artık kilometrelerle tanımlanır. Biz insanlar zar zor saniyenin onda birini ayırt edebiliriz ve rahatlıkla tüm gezegenimizi, şimdiki zamandan herkes için ortak bir anmışçasına söz ettiğimiz tek bir kabarcık gibi görebiliriz. Daha ötesini değil.

Daha ötede geçmişimiz (görebildiğimizden önce olmuş olan olaylar) vardır. Geleceğimiz (burayı ve şimdiyi görebileceğimiz andan sonra olacak olaylar) vardır. Ama bu ikisi arasında ne geçmiş ne de gelecek olan bir zaman aralığı vardır ve bu aralığın da bir süresi vardır: Mars'ta 15 dakika, Proxima b'de sekiz yıl, Andromeda Gökadası'nda milyonlarca yıl. Bu, uzatılmış şimdidir.[9] Einstein'ın belki de en büyük ve en tuhaf buluşu...

Evrenin her yerinde iyi tanımlanmış bir *şimdinin* var olduğu düşüncesi, bu nedenle bir yanılsama, deneyimimizden kaynaklanan, kurallara aykırı bir tahmindir.[10] Bu, gökkuşağının ormana değdiği nokta gibidir: Onu gördüğümüzü sanırız ama bakmaya gittiğimizde orada yoktur.

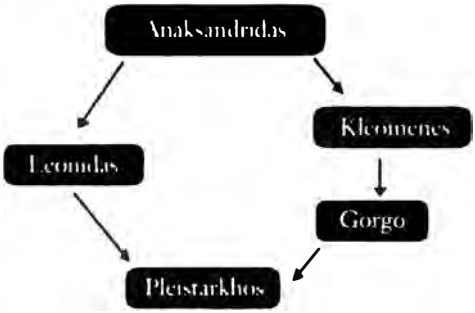
Gezegenler arası uzayda, "Bu iki taş 'aynı yükseklik'te midir?" diye soracak olsam, doğru yanıt şöyle olur: "Bu, anlamsız bir sorudur çünkü evrende tek bir 'aynı yükseklik' kavramı yoktur." Biri dünyada, diğeri Proxima b'deki bu iki olay "aynı an"da mı gerçekleşiyor diye sorsam, doğru yanıt şöyle olur: "Bu anlamsız bir sorudur çünkü evrende 'aynı an' olarak tanımlanan bir şey yoktur."

"Evrenin şimdiki zamanı" hiçbir anlam ifade etmez.

Şimdinin olmadığı zamansal yapı

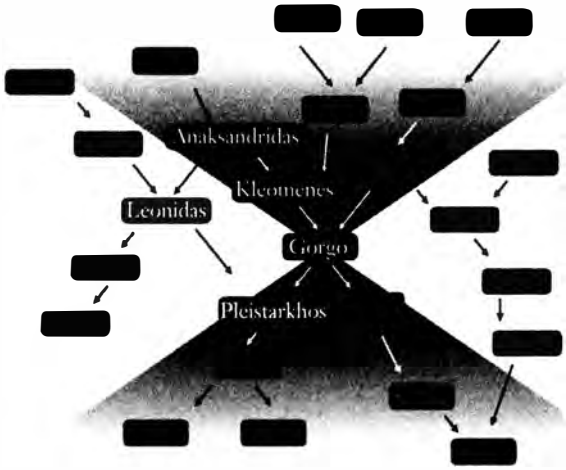
Gorgo, bir Yunan'ın Pers'ten gönderdiği balmumu kaplı bir tabletin üzerindeki gizli bir mesajın içeriğini anlayarak Yunanistan'ı kurtaran kadındır: Mesaj, Yunanları Perslerin saldırısına karşı uyarıyordu. Gorgo'nun Pleistarkhos adında bir oğlu vardı. Bu

çocuğun babası, Sparta kralı, Thermopylae Savaşı kahramanı ve aynı zamanda Gorgo'nun babası Kleomenes'in kardeşi yani amcası Leonidas'tı. Leonidas'la kim "aynı kuşak"tandır? Oğulun annesi Gorgo mu, yoksa aynı babanın oğlu olan Kleomenes mi? Aşağıda benim gibi bu soyağacını anlamakta zorlananlar için küçük bir şema var.



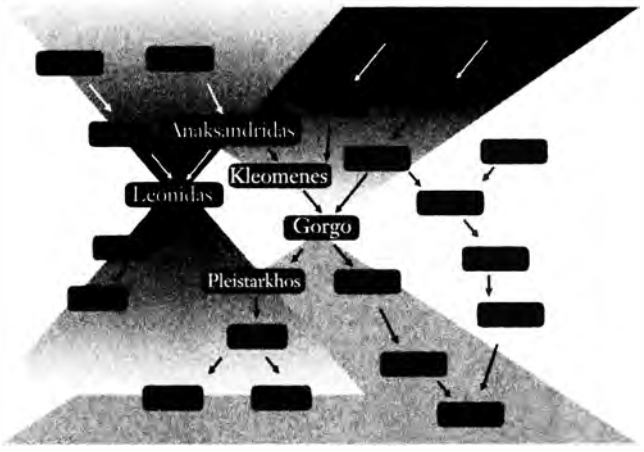
Kuşaklar ile görelilik kuramının ortaya çıkardığı evrenin zamansal yapısı arasında bir benzerlik var: Kleomenes'in mi, yoksa Gorgo'nun mu Leonidas'la "aynı kuşak"tan olduğunu sormanın bir anlamı yoktur çünkü "aynı kuşak" diye belirli tek" bir kavram yoktur. Leonidas ile erkek kardeşinin, aynı babaya sahip oldukları için "aynı kuşak"tan olduklarını, Leonidas ile karısının da ortak bir oğulları olduğu için "aynı kuşak" tan olduklarını söylersek, o zaman bu "aynı kuşak"ta hem Gorgo hem de babası bulunacaktır! Evlatlık ilişkisi insanlar arasında bir düzen kurar (Leonidas, Gorgo ve Kleomenes, Anaksandridas'tan sonra, Pleistarkhos'tan önce gelir...) ama insanların *hepsi* arasında bir düzen kurmaz: Leonidas ile Gorgo birbirinden ne daha önce ne daha sonradır.

Matematikçiler evlatlık ilişkisi tarafından belirlenen düzene "kısmi sıralama" adını verir. Bir kısmi sıralama bazı öğeler arasında *öncelik* ve *sonralık* ilişkisi kurar ama hepsi arasında değil. İnsanlar evlatlık ilişkisiyle "kısmen sıralı" ("tam sıralamalı" olmayan) bir küme oluşturur. Evlatlık ilişkisi bir sıralama belirler (evlatlardan *önce*, atalardan *sonra*) ama herkes arasında değil. Bu sıralamanın nasıl oluştuğunu görmek için Gorgo'nun aşağıdaki gibi bir soyağacını düşünmek yeterlidir:



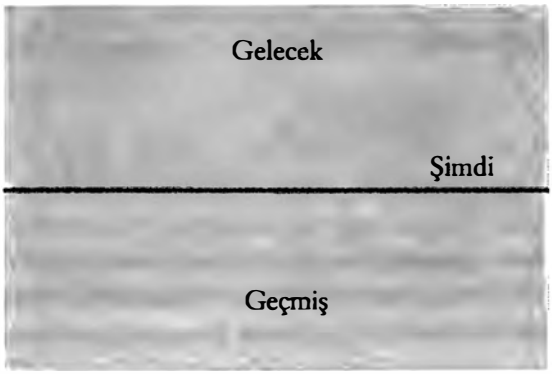
Atalarının olduğu bir "geçmiş" konisi ve soyundan gelenlerin olduğu bir "gelecek" konisi vardır. Atası ve soyu olmayan insanlar bu koniler dışında kalır.

Her insanın kendine ait geçmiş atalar konisi ve gelecek soylar konisi vardır. Leonidas ve Gorgo'nun atalar ve soylar konisi aşağıda yan yana gösterilmiştir:

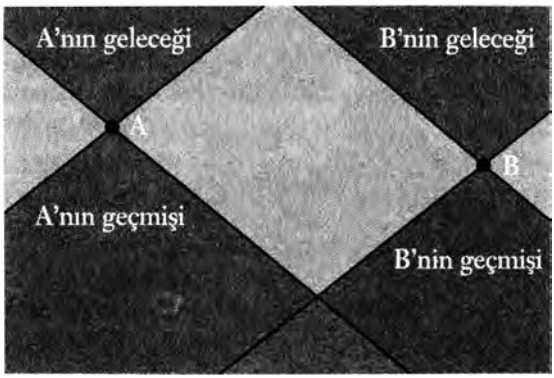


Evrenin zamansal yapısı da buna çok benzer. O da konilerden oluşur. "Zamansal olarak önce gelme" ilişkisi konilerle oluşturulmuş kısmi sıralı bir bağıntıdır.[12] Özel görelilik kuramı, evrenin zamansal yapısının soy ilişkisi gibi olduğunun keşfidir: Evrendeki olaylar arasında tam olmayan, kısmi bir sıralama tanımlar. Uzatılmış şimdi, ne geçmiş ne gelecek olan olayların kümesidir: İnsanlar gibi ne atamız ne de soyumuz olanlar vardır.

Evrendeki tüm olayları ve aralarındaki zamansal ilişkiyi temsil etmek istersek, bunu artık geçmiş, şimdi ve gelecek arasında şöyle bir ayrımla yapamayız:

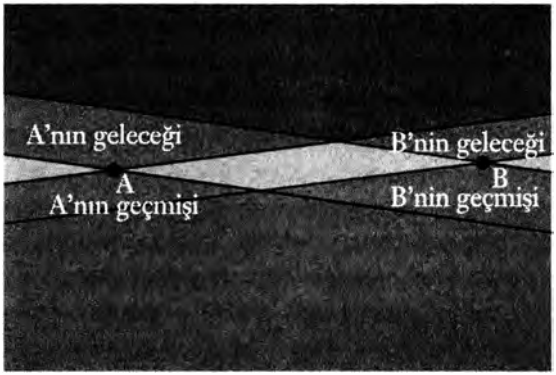


Bunun yerine her olayın üstüne ve altına onun gelecek ve geçmiş olaylar konisini yerleştirmemiz gerekir:



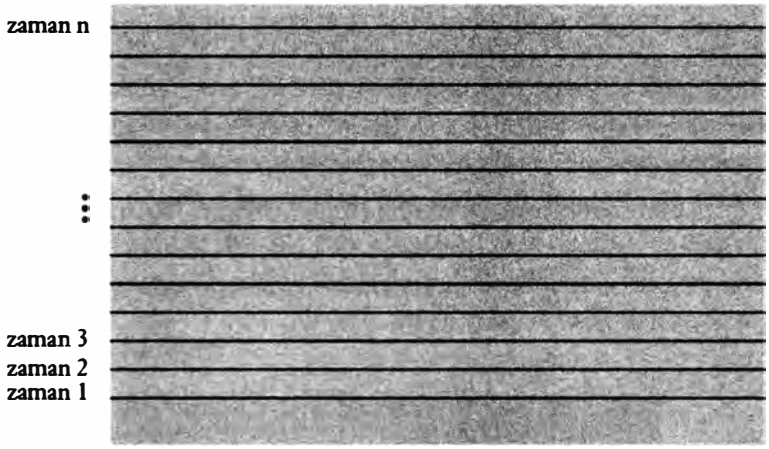
(Fizikçilerin –nedendir bilmem– geleceği, soyağaçlarının tersine, üstte göstermek gibi bir alışkanlıkları vardır). Her olayın geçmişi, geleceği ve ne geçmiş ne gelecek olan bir evren parçası vardır, tıpkı her insanın atalara, soyundan gelenlere ve ne ata ne soy olan insanlara sahip olması gibi.

Işık bu konileri sınırlayan eğik çizgiler boyunca ilerler. Konilere bu nedenle "ışık konileri" denir. Bu eğik çizgileri, bir önceki çizimdeki gibi, 45 derecelik bir açıyla çizmek âdettendir ama şöyle daha yatay çizmek daha gerçekçi olur:

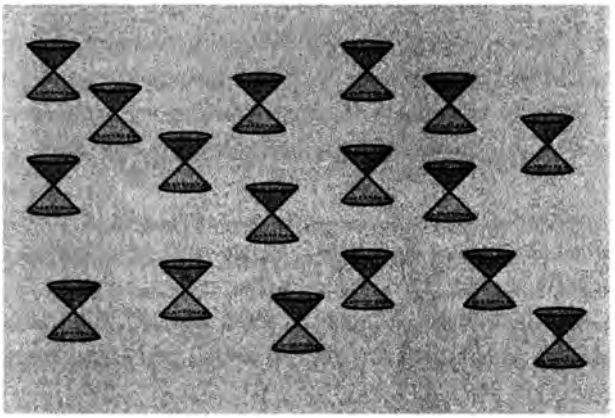


Çünkü alıştığımız ölçeklerde, geçmişimizi geleceğimizden ayıran uzatılmış zaman çok kısadır (birkaç nanosaniye) ve neredeyse algılanamaz; bu nedenle çok ince yatay bir çizgi oluşturacak biçimde "ezilir" ki biz de buna, herhangi bir nitelendirme eklemeden genellikle zaman deriz.

Kısaca: Ortak bir şimdiki zaman yoktur, uzay-zamanın zamansal yapısı, şöyle bir katmanlaşma değildir:



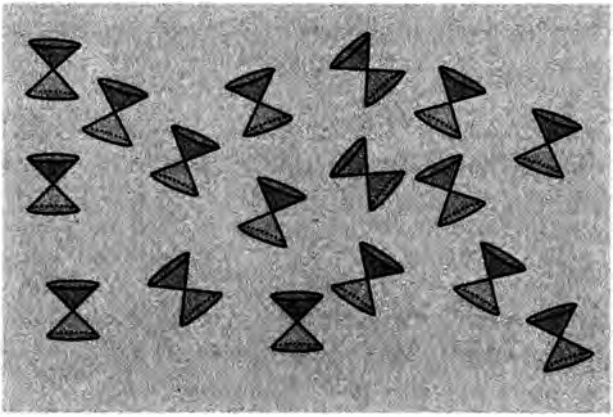
Daha çok tüm ışık konilerinin oluşturduğu yapıdır:



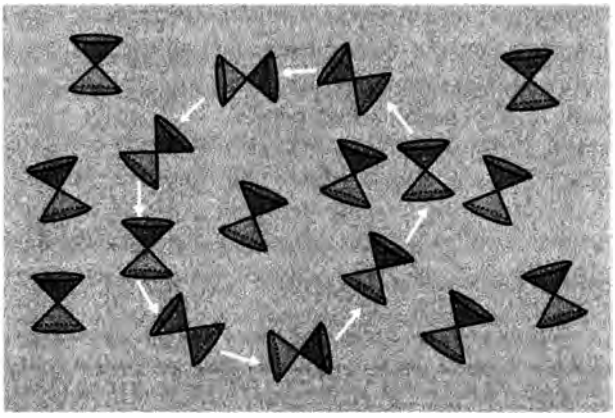
Uzay-zamanın Einstein'ın 25 yaşındayken anladığı yapısı budur.

On yıl sonra zamanın farklı yerlerde farklı hızlarda aktığını anlar. Bundan da uzay-zamanın aslında yukarıdaki çizimdeki gibi dü-

zenli olmadığı ve biçiminin bozulabileceği sonucu çıkar. Daha çok şöyle:

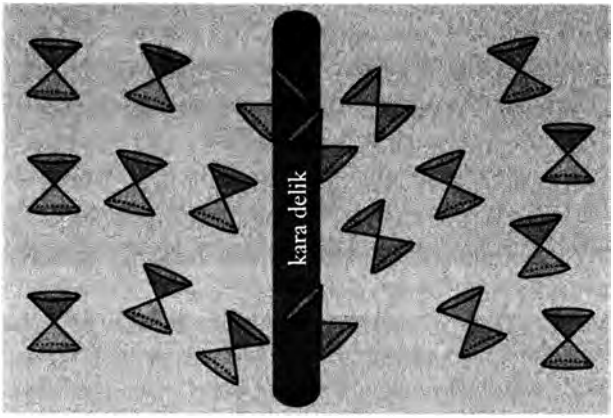


Örneğin bir kütle çekimi dalgası geçtiğinde, küçük ışık konileri, rüzgâr altındaki buğday başakları gibi hep birlikte sağa sola salınır. Işık konilerinin yapısı, hep geleceğe doğru ilerleyerek uzay-zamanda aynı noktaya dönülebilecek bir biçim alabilir, şöyle:



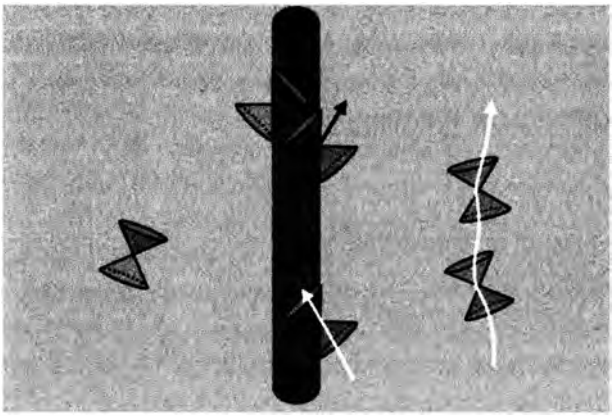
Öyle ki sürekli olarak geleceğe doğru giderek başlangıçtaki olaya geri dönülebilir.*[13] Bunu ilk fark eden 20. yüzyılın büyük mantıkçısı ve Einstein'ın son arkadaşı Kurt Gödel oldu – yaşlılıklarında Princeton yollarında birlikte dolaşırlarmış.

Bir kara deliğin yakınlarında tüm ışık konileri deliğe doğru şöyle eğilir:[14]



Çünkü kara delik kendi ("ufuk" denen) sınırı üstünde zamanı o kadar yavaşlatır ki zaman durur. Dikkatle bakarsanız, kara deliğin yüzeyi konilerin kenarlarına paraleldir. Bu nedenle bir kara delikten çıkmak için (aşağıdaki resimdeki siyah rota gibi) gelecek yerine şimdiki zamana doğru hareket etmek gerekir!

* Geleceğin sonunda geçmişe geri döndüğü "kapalı zamansal eğriler" bir zaman yolcusunun doğmadan önceki zamana dönüp annesini öldürmeye gidebileceğini düşünenleri dehşete düşüren şeylerdir. Oysa kapalı zamansal eğrilerin var olmasında veya geçmişe yolculuğun mümkün olmasında hiçbir mantık çelişkisi yoktur; geleceğin özgürlüğü hakkındaki bulanık fantezilerimizle işleri karmaşıklaştıran biziz.



Bu da olanaksızdır. Nesneler, resimdeki beyaz rotalar gibi, yalnızca geleceğe doğru hareket eder. Bir kara delik işte budur: Işık konilerinin bir ufuk çizgisi çekecek biçimde içeri doğru eğilmesi; gelecekte uzayın bir bölgesini içindeki her şeye kapatır. Bundan başka bir şey değildir. Kara delikleri meydana getiren şey şimdiki zamanın bu ilginç yerel özelliğidir.

"Evrenin şimdisi"nin var olmadığını öğrenmemizin üstünden yüz yıldan fazla geçti. Ama yine de aklımızı karıştırmaya devam ediyor, bunu kavramak bize hâlâ zor geliyor. Ara sıra bir fizikçi isyan eder ve bunun doğru olmadığını söylemeyi dener.[15] Felsefeciler şimdinin ortadan kalkması konusunda tartışmaya devam ediyor. Günümüzde bu konuyla ilgili pek çok konferans düzenleniyor.

Eğer şimdinin bir anlamı yoksa, o zaman evrende "var olan" şey nedir? "Var olan", "şimdi" olan değil midir? Evrenin *şu anda* belirli bir biçimde var olduğu ve her şeyin zamanla değiştiği düşüncesi artık tümüyle işe yaramaz hale gelmiştir.

4

BAĞIMSIZLIĞIN YİTİRİLİŞİ

"Ve o dalgada
hepimiz denizde seferde olacağız,
toprağın meyveleriyle
beslenen hepimiz." (II, 14)

Hiçbir şey olmadığında ne olur?

Zaman deneyimimizin olağanüstü ve büyülü bir biçimde genişlemesi için birkaç mikrogram LSD yeterlidir.[1] "Sonsuzluk ne kadar sürer?" diye sorar Alice; "Bazen yalnızca bir saniye," diye yanıtlar Beyaz Tavşan. Her şeyin sonsuza dek donup kalmış gibi göründüğü, ancak sadece birkaç saniye süren düşler vardır.[2] Kişisel deneyimimizde zaman esnektir. Saatler dakikalar gibi uçar gider de dakikalar o kadar kasvetli biçimde ağır geçer ki yüzyıllar geçmiş gibi gelir. Zaman bir yandan da dinle yapılandırılmıştır: Paskalya Büyük Perhiz'den sonradır, Büyük Perhiz de Noel'den sonra; Ramazan hilalin görülmesiyle başlar, Ramazan Bayramı'yla sona erer. Öte yandan ekmeğin kutsandığı o kutsal an gibi her mistik deneyim, inananları zamanın dışına fırlatarak sonsuzlukla buluşturur. Einstein bize doğru olmadığını söyleyene dek zamanın her yerde aynı hızda geçmesi gerektiği fikri nereden aklımıza geldi yahu? Zamanın her yerde hep eşit aktığı düşüncesi kesinlikle bizim zamanı doğrudan deneyimlememizden kaynaklanmıyor. Bunu nereden öğrendik?

Zamanı yüzyıllardır günlere *böleriz*. "Zaman" [*tempo*, *time*, *temps*, *tiempo*] sözcüğü Hint-Avrupa dil ailesindeki "bölmek" anlamına gelen bir kökten gelir: *Di* veya *dai*. Yüzyıllardır günü saatlere böleriz.[3] Ama bu yüzyılların büyük bölümünde saatler yazın daha uzun, kışın daha kısaydı çünkü 12 saat zamanı gündoğumu ile günbatımı arasında bölüyordu: Matta Incil'indeki bağcı kıssasında[4] okuduğumuz gibi, mevsimden bağımsız olarak birinci saat güneşin doğuşu, on ikinci saat de güneşin batışıydı. (Bugün dediğimiz gibi) yazın güneşin doğuşu ile batışı arasında kıştan "daha çok zaman" geçer, yazın saatler daha uzun, kışın daha kısaydı...

Güneş saatleri, kum saatleri ve su saatleri Akdeniz çevresinde ve Çin'de, daha antik dönemlerde de vardı ama yaşamımızın düzenlenmesinde saatlerin bugün oynadığı rolü oynamıyorlardı. Avrupa'da insanların yaşamı ancak 13. yüzyıla doğru mekanik saatlerle düzenlenmeye başlar. Kentler ve köyler kiliselerini inşa eder, kilisenin yanına da çan kulesini; kuledeki saat de ortak etkinlikler için gerekli ritmi verir.

Zaman yavaş yavaş meleklerin elinden kayıp matematikçilerin eline geçer: Strasbourg Katedrali'nde biri bir meleğin (1200'lerden kalma eski güneş saatleri biçiminde) diğeri bir matematikçinin üstündeki (1400'lerin sonuna ait) iki güneş saati bunu çok iyi gösterir.





Saatlerin yararı, hepsinin aynı zamanı göstermesidir. Ama bu düşünce de sandığımızdan daha yenidir. Yüzyıllar boyunca atla, yaya olarak veya at arabasıyla yolculuk edildiği sürece saatleri bir yerle diğer bir yer arasında eşzamanlı kılmak için herhangi bir neden yoktu. Aslında böyle *yapmamak* için iyi bir neden vardı: Öğle [gün ortası] tanım gereği güneşin en yüksek noktaya ulaştığı zamandır. Her kentin ve köyün güneşin en yüksek noktaya ulaştığı zamanı belirleyen bir güneş saati vardı, bu da çan kulesinin herkesin görebildiği saatinin ayarlanmasını sağlıyordu. Güneş en yüksek noktaya Lecce'de, Venedik'te, Floransa'da veya Torino'da aynı zamanda ulaşmaz çünkü güneş doğudan batıya doğru hareket eder. Öğle vakti önce Venedik'e gelir, Torino'yaysa oldukça geç, Venedik'teki saatler de yüzyıllarca Torino'dakilerden yarım saat kadar ileriydi. Her köyün kendine özel bir "saat"i vardı. Paris Tren Garı, yolculara bir incelik olarak kentin geri kalanından biraz daha geri kalan bir saat kullanırdı.[5]

19. yüzyılda telgraf kullanılmaya başlanır, trenler yaygınlaşır ve hızlanır ve saatleri bir kentten diğerine eşzamanlı kılmak önemli hale gelmeye başlar. Her istasyon diğerlerinden farklı bir saat kullanırsa tren tarifelerini düzenlemek çok zor olur. Saatleri standart hale getirmeyi deneyen ilk ülke ABD'dir. İlk öneri tüm dünya için evrensel bir saat belirleme yönünde olur. Örneğin Londra'da gün ortası saat 12.00'ye karşılık geldiği için bu saate "saat 12.00" demeyi önerirler, böylece öğle Londra'da saat 12.00'de, New York'ta ise 18.00 sularında olur. Öneri beğenilmez çünkü insanlar yerel saatlerine bağlıdır. Dünyayı "saat" dilimlerine ayırıp saatleri de yalnızca bu dilimler içinde standartlaştırma düşüncesiyle 1883'te bir uzlaşmaya varılır. Böylece saat 12.00 ile yerel öğle zamanı arasında en fazla yarım saat fark olur. Öneri dünyanın geri kalanında yavaş yavaş kabul edilir ve farklı kentlerdeki saatler eşzamanlı olmaya başlar.[6]

Genç Einstein'ın üniversitede görev almadan önce Isviçre Patent Bürosu'nda, başka şeylerin yanı sıra tam da tren istasyonları arasında saatlerin senkronizasyonuna ait patentlerle ilgilenmesi bir rastlantı olamaz! Saatleri eşzamanlı hale getirmenin sonuçta çözümsüz bir problem olduğu aklına muhtemelen orada gelmişti.

Bir başka deyişle insanların saatlerin eşlenmesi konusunda an-

laşması ile Einstein'ın bunu kesin olarak yapmanın olanaksız olduğunu anlaması arasında yalnızca birkaç yıl geçmişti.

Saatlerden önce binlerce yıl boyunca zamanı ölçmemizin tek doğal yolu gündüz-gece döngüsüydü. Gündüz-gece döngüsü hayvanların ve bitkilerin de yaşamlarını düzenler. Gündelik ritimler canlılar dünyasının her yerinde yaygındır. Yaşam için gereklidirler ve bana öyle geliyor ki dünya üstünde yaşamın başlamasında çok önemli bir rol oynamış olabilirler: Bir mekanizmayı harekete geçirebilmek için bir salınım gereklidir. Canlı organizmalar farklı türlerde saatlerle doludur: Birbirleriyle az çok uyum içinde çalışan moleküler, sinirsel, kimyasal, hormonsal saatler gibi...' Tekil hücrelerin temel biyokimyasında bile 24 saatlik bir ritim tutturan kimyasal mekanizmalar vardır.

Gündelik ritim bizim zaman kavramımızın temel kaynaklarından biridir: Geceden sonra gündüz gelir, gündüzden sonra gece. Bu koca saatin vuruşlarını sayarız, günleri sayarız. İnsanlığın antik dönemlerdeki bilgi dağarcığı içinde zaman, her şeyden önce günlerin sayılmasıdır.

Sonra, günlerden başka yıllar, mevsimler, ayın döngüleri, bir sarkacın salınımı, bir kum saatinin kaç kez çevrildiği de sayılmıştır. Zamanı geleneksel olarak böyle düşünegeldik: Şeylerin nasıl değiştiğini saymaktı zaman.

Zamanın ne olduğu problemini merak eden ilk kişi olarak bildiğimiz Aristoteles şu sonuca varmıştır: Zaman değişimin ölçülmesidir. Şeyler sürekli olarak değişir; bu değişimin ölçülmesine, hesabının tutulmasına "zaman" deriz.

Aristoteles'in düşüncesinin temeli sağlamdır: Zaman, "ne zaman?" sorusunu sorduğumuzda işaret ettiğimiz şeydir. "Ne kadar *süre* sonra döneceksin?", "Ne zaman döneceksin?" demektir. "Ne zaman?" sorusunun yanıtı, olan bir şeye göndermede bulunur. "Üç güne kadar dönerim," gidiş ve geliş arasında güneşin gökte üç tur atacağı anlamına gelir. Bu kadar basit.

O halde, hiçbir şey değişmezse, hiçbir şey hareket etmezse, zaman geçmez mi?

Aristoteles öyle olduğuna inanıyordu. Hiçbir şey değişmiyorsa, zaman geçmez; çünkü zaman kendimizi değişen şeylere göre, günlerin sayılmasına göre konumlandırma yöntemimizdir. Zaman değişimin ölçüsüdür:[8] Hiçbir şey değişmiyorsa zaman yoktur.

Peki ya sessizlik içinde akışını dinlediğim zamana ne demeli? Aristoteles *Fizik*'te "Karanlıksa ve bedensel bir etkilenime uğramıyorsak bile ruhta bir devinim olduğunda hemen belli bir zaman da geçti diye düşünüyoruz," diye yazar.[9] Başka bir deyişle, içimizde aktığını algıladığımız zaman da bir hareketin ölçüsüdür, içimizdeki bir hareketin... Hiçbir şey hareket etmiyorsa zaman yoktur çünkü zaman hareketin bıraktığı izden başka bir şey değildir.

Newton ise tam tersini varsayar.

Herkesin bildiği zamanı tanımlamadığını ifade ettiği başyapıtı *Principia*'da söyle yazar: "Yalnızca belirtmem gerek ki, sıradan insanlar [*the vulgar*] bu nicelikleri duyulur nesnelerle ilişkilerinden başka hiçbir kavram altında tasarlamazlar. Ve buradan belli önyargılar doğar ki, bunları gidermek için onları saltık ve göreli, gerçek ve görünürde, matematiksel ve sıradan olarak ayırt etmek uygun olacaktır [*absolutas & relativas, veras & aparentes, mathematices & vulgares*]. Saltık, gerçek ve matematiksel zaman [*tempus absolutum, verum & mathematicum*], kendiliğinden ve kendi doğasından, dışsal herhangi bir şey ile ilişkili olmaksızın eşitlikle akar [*aequabiliter fluit*] ve bir başka adla süre olarak adlandırılır: Göreli, görünürde ve sıradan zaman ise sürenin devim aracılığıyla duyulur ve dışsal (ister doğru ister biçimdeş olmayan olsun) bir ölçüsüdür ki genellikle gerçek zamanın yerine kullanılır; örneğin bir saat, bir gün, bir ay, bir yıl gibi."[10]

Başka bir deyişle, Newton, Aristoteles'in (göreli, görünürde ve sıradan) zamanının varlığını kabul eder. Ama bunun yanı sıra bir *başka* zamanın da var olması gerektiğini ileri sürer: "Gerçek", ne olursa olsun geçen ve nesnelerden ve olaylardan bağımsız bir zamanın... Her şey hareketsiz dursa, hatta ruhumuzun hareketleri donup kalsa bile bu zaman, Newton'a göre şaşmaz ve değişmez biçimde akmaya devam edecektir: Bu, "gerçek" zamandır. Aristoteles'in yazdığının tam tersi...

"Gerçek" zaman, der Newton, doğrudan erişilebilir değildir, ona yalnızca hesapla dolaylı olarak erişilebilir. Günlerle ölçülenle aynı şey değildir çünkü, "doğal günler, her ne kadar genel kabul olarak eşit görülse ve bir zaman ölçüsü olarak kullansa bile, aslında eşit değildir: Gökbilimciler bu eşitsizliği, gökcisimlerinin hareketlerini daha hassas biçimde hesaplarken düzeltir."[11]

Kim haklı? Aristoteles mi, Newton mı? İnsanlık tarihinin gelmiş geçmiş en zeki ve en derin doğa araştırmacılarından ikisi, bize zaman için iki zıt düşünme biçimi öneriyor. İki dev bizi karşıt yönlere çekiyor.[12]



Aristoteles:
Zaman yalnızca
değişimin ölçüsüdür.



Newton:
Hiçbir şey değişmediğinde
bile akan bir zaman vardır.

Zaman, Aristoteles'in öne sürdüğü gibi, yalnızca şeylerin nasıl değiştiğini ölçme yöntemi midir, yoksa her şeyden bağımsız, kendiliğinden akan mutlak bir zamanın var olduğunu mu düşünmeliyiz? Doğru soru şu: Bu iki görüşten hangisi bizim doğayı anlamımıza daha çok yardım ediyor? Bu iki kavramsal tasarımdan hangisi daha etkili?

Birkaç yüzyıl mantık Newton'ın tarafını tutarmış gibi görünür. Newton'ın, şeylerden bağımsız bir zamana dayanan tasarımı, müthiş iyi işleyen modern fiziğin inşa edilmesini sağladı. Bu düşünce de zamanın tekdüze ve değişmeden akan bir varlık olduğunu varsayar. Newton nesnelerin *zaman içinde* nasıl hareket ettiklerini tanımlayan

denklemler yazar: Bu denklemler *t* harfini yani zamanı içerir.[13] Bu harf neyi gösterir? Yazın daha uzun, kışın daha kısa saatleri tarafından belirlenen *t* zamanını mı? Elbette hayır. Newton'ın *değişen nesnelerden veya hareket eden nesnelerden bağımsız* aktığını varsaydığı "mutlak, gerçek ve matematiksel" zamanı gösterir.

Newton için saatler, hiçbir zaman kesin biçimde olmasa da, zamanın bu eşit ve tekdüze akışını izlemeye çalışan aletlerdir. Newton bu "saltık, gerçek ve matematiksel" zamanın algılanabilir olmadığını yazar. Onu olayların düzenliliğinden yola çıkarak, hesapla ve dikkatle ortaya çıkarmak gerekir. Newton'ın zamanı algılarımızın bir bulgusu değildir; zarif bir düşünsel yapıdır. Kültürlü okuyucum, Newton'ın nesnelerden bağımsız zamanının varlığı sana basit ve doğal geliyorsa bunun nedeni onunla okulda karşılaşmış olmandır. Ve yavaş yavaş hepimizin düşünce biçimi haline gelmiş olmasıdır. Bütün dünyaya okul kitaplarından sızmış ve ortak zaman anlayışımız olup çıkmıştır. Onu sezgimizin bir parçası haline getirmiştir. Oysa *bugün* bize doğalmış gibi gelen, nesnelerden ve onların hareketlerinden bağımsız tekdüze bir zamanın varlığı insanlık için kadim ve doğal bir sezgi değildir. Newton'ın bir düşüncesidir.

Felsefecilerin büyük bölümü aslında bu fikre olumsuz tepki verdi; Leibniz'in, zamanın yalnızca bir olaylar sırası olduğu ve bağımsız bir varlık olarak var olmadığı yönündeki geleneksel tezi savunan şiddetli tepkisi hâlâ ünlüdür. Bir şehir efsanesine göre, adı bazen hâlâ "t" harfiyle (Leibnitz olarak) yazılan Leibniz, zamanın, *t*'nin var olmadığı inancının bir göstergesi olarak adından "t" harfini kasten kaldırmış.[14]

Newton'a dek, insanlık için zaman, şeylerin nasıl değiştiğini saymak için bir yöntemdi. Ondan önce kimse şeylerden bağımsız bir zamanın var olabileceğini düşünmemişti. Sezgilerinizin ve düşüncelerinizin "doğal" olduğunu sanmayın; çoğu kez bizden önceki yürekli düşünürlerin fikirlerinin bir ürünüdürler.

Öyleyse Aristoteles ve Newton gibi iki dev arasından gerçekten haklı olan Newton mıydı? Newton'ın ortaya koyduğu, var olduğuna bütün dünyayı inandırdığı, denklemlerinde bu kadar iyi işlev gören ve algıladığımız zaman olmayan bu zaman tam olarak nedir?

Bu iki dev arasından sıyrılmak, hem de onları tuhaf bir biçimde uzlaştırmak için bir üçüncü dev gerekliydi. Ama ona geçmeden önce uzay hakkında kısa bir ara not.

Hiçbir şeyin olmadığı yerde ne vardır?

Zamanın iki yorumu (Aristoteles'in öne sürdüğü gibi, olaylara göre "ne zaman?" sorusunun ölçümü veya Newton'ın öne sürdüğü gibi, hiçbir şey olmadığında bile akan varlık) uzay için de tekrarlanabilir.

Zaman, "Ne zaman?" sorusunu sorduğumuzda söz ettiğimiz şeydir. Uzay, "Nerede?" diye sorduğumuzda söz ettiğimiz şeydir. "Colosseum nerede?" diye sorarsam bir yanıt "Roma'da" olur. "Neredesin?" diye sorarsam, bir yanıt "Evimde" olabilir. "Herhangi bir şey nerede?" sorusuna yanıt vermek o şeyin *çevresinde* ne olduğunu gösterir. O şeyin yakınlarında neler vardır? "Sahra Çölü'ndeyim" dersem etrafımın kum tepeleriyle çevrili olduğunu düşünürsünüz.

Aristoteles "uzay" veya "yer" kavramlarının ne anlama geldiğini dikkatle ve derinlemesine tartışan ve ona kesin bir tanım veren ilk kişidir: Bir şeyin yeri o şeyin çevresinde olan şeydir.[15]

Newton zaman konusunda olduğu gibi bu konuda da farklı bir biçimde düşünmeyi önerir. Aristoteles'in, bir şeyin çevresindekileri sıralamak olarak tanımladığı uzayı "göreli, görünürde ve sıradan" olarak adlandırır. Hiçbir şey olmadığında bile var olan mekânın kendisini "saltık, gerçek ve matematiksel" olarak adlandırır.

Aristoteles ile Newton arasındaki fark çok belirgindir. Newton'a göre iki şey arasında "boş uzay" da olabilir. Aristoteles'e göre "boş uzay" bir saçmalıktır çünkü uzay yalnızca nesnelerin düzenidir. Nesneler, onların uzantıları ve aralarındaki temaslar olmadıkça uzay da var olmaz. Newton nesnelerin, onları kaldırsak bile var olmaya devam eden bir "uzay"da yer aldıklarını düşünür. Aristoteles'e göre "boş uzay" anlamsızdır çünkü iki şey birbirine değmiyorsa aralarında başka bir şey vardır, bir şey varsa bu şey de bir şeydir, dolayısıyla bir şey vardır: "Hiçbir şey"in olmaması mümkün değildir.

Bana gelince, uzayı düşünmenin her iki yolunun da gündelik deneyimimizden kaynaklanmasını ilginç buluyorum. Aradaki fark, yaşadığımız dünyanın gülünç bir kazası nedeniyle var: Varlığını zar zor hissettiğimiz havanın hafifliği. Şöyle diyebiliriz: Bir masa, bir sandalye, bir dolmakalem ve tavanı görüyorum, benimle masa arasında *hiçbir şey yok*. Veya bu şeylerden biri ile diğerleri arasında *hava var* da diyebiliriz. Bir bardağın havayla dolu olduğunu söylemek için "bu bardak boş" deriz. Bu nedenle çevremizdeki dünyayı, yalnızca şuraya buraya dağılmış bazı nesnelerin olduğu "neredeyse boş" veya bunun yerine havayla "tamamen dolu" olarak düşünebiliriz. Sonuçta Aristoteles de Newton da derin metafiziğe dalmış değil; yalnızca, çevremizdeki dünyayı görmenin bu iki farklı sezgisel ve zekice kullanılan yolunu, havayı az ya da çok hesaba katarak ve bunları mekânın tanımlarına dönüştürerek kullanıyorlar.

Her zaman sınıf birincisi olan Aristoteles son derece titiz olmak istiyor: Bardağın boş olduğunu söylemiyor, havayla dolu olduğunu söylüyor. Deneyimimizde hiçbir zaman "hiçbir şeyin, havanın bile olmadığı" bir yer olmadığını belirtiyor. Nesnelerin hareketini betimlemek için yapılandırılması gereken kavramsal tasarımın etkili olmasına kesinlikten daha çok önem veren Newton ise havayı değil cisimleri düşünüyor. Sonuçta havanın düşen bir taş üzerinde çok küçük bir etkisi varmış gibi görünür; var olmadığını hayal edebiliriz.

Zaman gibi Newton'ın "bir kaba benzeyen uzay"ı da bize doğalmış gibi gelebilir ama Newton düşüncesinin devasa etkisiyle yaygınlaşan yeni bir fikirdir. Bize bugün sezgisel gelen şey geçmişin bilimsel ve felsefi değerlendirilmesinin sonucudur.

Newton'ın "boş uzay" fikri, Torricelli bir şişeden hava boşaltılabildiğini gösterdiğinde bir kanıt bulmuş gibi görünür. Ama kısa süre sonra şişenin içinde yine de çok sayıda fiziksel varlık kaldığı keşfedilir: Elektrik alanları, manyetik alanlar ve kuantum parçacıklarının sürekli kaynaşması. "Saltık, gerçek ve matematiksel", şekilsiz bir uzay dışında hiçbir fiziksel varlığın olmadığı tam bir boşluğun varlığı, fiziğine temel olması için Newton'ın sunduğu parlak bir kuramsal düşüncedir, deneysel bir kanıta dayanmaz. Dâhice bir savdır bu, belki de en büyük bilimcilerden birinin derin bir sezgisidir ama

nesnelerin gerçekliğine uyar mı? Newton uzayı gerçekten var mı? Varsa gerçekten şekilsiz midir? Hiçbir şeyin olmadığı bir yer var olabilir mi?

Soru, zaman konusundaki benzerinin ikizidir: Newton'ın, hiçbir şey olmadığında da akan, "mutlak, gerçek ve matematiksel" zamanı diye bir şey var mıdır? Varsa evrendeki diğer her şeyden tamamen başka bir şey midir? Bunlardan bu kadar bağımsız mıdır?

Bu soruların hepsinin yanıtı, iki devin görünürde zıt görüşlerinin beklenmedik bir sentezinde bulunur. Bunu başarmak için dansa üçüncü bir devin katılması gerekiyordu.*

Üç devin dansı

Aristoteles'in zamanı ile Newton'ın zamanı arasındaki sentez Einstein'ın fikirlerinin en değerlisidir.

Yanıt, evet, Newton'ın somut maddelerin ötesinde evrende var olduğunu sezdiği, zaman ve uzay gerçekten vardır. Gerçektirler. Zaman ve uzay gerçek şeylerdir. Ama hiç de Newton'ın düşündüğü gibi mutlak, olaylardan bağımsız ve evrendeki diğer maddelerden farklı değildirler. Onları evrenin tarihinin üstüne çizildiği bir Newton tuvali olarak düşünebiliriz. Ne var ki bu tuval evrendeki diğer şeyleri, taşı, ışığı, havayı meydana getirenle aynı özden yapılmıştır.

Fizikçiler, en azından bugünkü bilgilerimiz ışığında, evrenin fiziksel gerçekliğinin örgüsünü oluşturan şeylere "alanlar" der. Bazen egzotik adlar alırlar; "Dirac" alanları masaları ve yıldızları meydana getiren dokumadır. "Elektromanyetik" alan ışığı oluşturan, aynı zamanda elektrik motorlarını döndüren ve pusulanın iğnesini

* Bilim tarihini, nesillerin uzun ve zorlu çabaları yerine yalnızca birkaç dâhice zihnin fikirlerinin sonucuymuş gibi anlatığım yönünde eleştiriler aldım. Haklı bir eleştiri, ben de gerekli zorlu çabayı göstermiş ve göstermekte olan nesillerden özür dilerim. Tek özrüm bilimin ne ayrıntılı ne de metodolojik bir çözümlemesini yaptığım olur. Yalnızca temel adımları bir araya getiriyorum. Sistina Şapeli'ni yapmak için sayısız ressam ve zanaatkar atölyesinin ağır teknik, kültürel ve sanatsal gelişmeler göstermesi gerekiyordu. Ama sonuçta Sistina Şapeli'nin ressamı Michelangelo'dur.

kuzeye doğru döndüren güçlerin kaynağı da olan örgüdür. Ama bir de "kütle çekimi" alanı vardır: Kütle çekimi kuvvetinin kaynağı budur, bununla birlikte üstüne evrenin geri kalanının tablosunun yapıldığı Newton zaman ve uzayını dokuyan tuvaldir de. Saatler onun boyutlarını ölçen mekanizmalardır. Cetveller de boyutlarının bir başka yönünü ölçen madde parçalarıdır.

Uzay-zaman kütle çekimi alanıdır (tersi de doğrudur). Newton'ın sezinlediği gibi, madde olmadan da kendiliğinden var olan bir şeydir. Ama –Newton'ın düşündüğü gibi– evrenin geri kalanındaki diğer şeylerden farklı bir varlık değildir, diğerleri gibi bir alandır. Evren, bir tuval üstündeki bir desenden çok, kütle çekimi alanının yalnızca birini oluşturduğu üst üste binmiş tuvallerden, katmanlardan meydana gelir. Diğerleri gibi o da ne mutlaktır ne tek biçimlidir ne de sabittir; eğilip bükülür, gerilir, başka alanları iter ve çeker. Denklemler tüm alanların birbirleri üstündeki etkilerini betimler, uzay-zaman da o alanlardan biridir.*

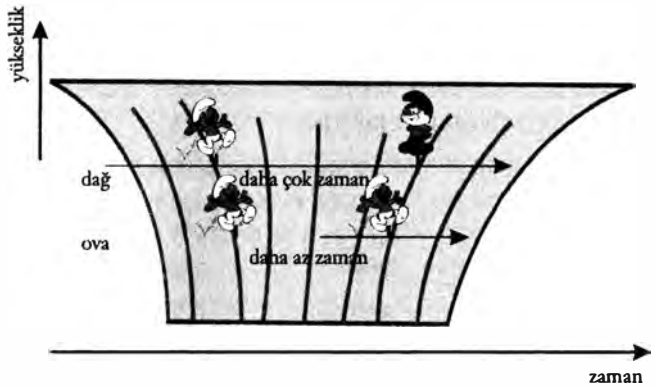
Kütle çekimi alanı düz bir yüzey gibi pürüzsüz ve düz olabilir; Newton'ın betimlediği şey de budur. Bir metreyle ölçersek, çocukken okulda öğrendiğimiz Eukleides geometrisini buluruz. Ama bu alan aynı zamanda dalgalanabilir de, işte bunlar kütle çekimi dalgalarıdır. Yoğunlaşabilir ve seyrelebilir.

1. bölümde söz ettiğim, kütlelerin yakınında yavaşlayan saatleri anımsıyor musunuz? Yavaşlarlar çünkü orada, tam doğru bir ifadeyle, "daha az" kütle çekimi alanı vardır. Orada daha az zaman vardır.

Einstein bu sonuca ulaşmak için uzun bir yol kat etti; bu yol 1915'te alan denklemlerinin yazılmasıyla sona ermedi, Einstein bunun fiziksel anlamını kavramak için dolambaçlı çabalarına devam etti, bu da onun defalarca fikir değiştirmesine neden oldu. Einstein'ın katası, özellikle madde söz konusu olmadığında çözümler olduğu ve kütle çekimi alanlarının gerçek olup olmadıkları konusunda karışıktı. Nihai netliğe ancak son makalelerinde, özellikle de *Relativity: The Special and General Theory* (Methuen, Londra, 1954) adlı kitabının beşinci baskısına eklenen "Relativity and the Problem of Space" başlıklı ekinde ulaştı. Bu ek http://www.relativitybook.com/resources/Einstein_space.html bağlantısından okunabilir. Telif sorunları nedeniyle bu ek, kitabın çoğu baskısında yer almaz. Daha geniş kapsamlı bir tartışma benim *Quantum Gravity* (Cambridge, Cambridge University Press, 2004) başlıklı kitabımın 2. bölümünde bulunabilir.

Kütle çekiminin meydana getirdiği tuval uzayıp kısalabilen büyük bir esnek levha gibidir. Gerilmesi ve bükülmesi, kütle çekiminin, nesnelerin düşmesinin nedenidir ve onu Newton'ın eski kütle çekimi kuramından daha iyi açıklar.

1. bölümde daha yüksekte nasıl aşağıdan daha çok zaman geçtiğini gösteren resmi yeniden düşünün, ama resmin çizildiği kâğıdın esnek olduğunu hayal edin; dağlardaki zamanın gerçekten uzatılmış olacağı şekilde kâğıdı çekiştirdiğinizi düşünün. Uzayı (düşey eksende yükseklik) ve zamanı (yatay eksende) temsil eden aşağıdaki resme benzer bir şey elde edeceksiniz; ama artık dağdaki "daha uzun" zaman gerçekten daha büyük bir uzunluğa karşılık gelir.



Bu resim, fizikçilerin "eğri" uzay-zaman dedikleri şeyi gösterir. "Eğri"dir çünkü biçimi çarpıtılmıştır; uzaklıklar esnek levha çekildiğinde olduğu gibi uzar ve kısalır. Önceki bölümde bulunan resimlerdeki ışık konileri bu nedenle eğilir.

Sonuç olarak zaman, uzayın geometrisiyle birlikte örülmüş karmaşık bir geometrinin parçası olur. Bu, Einstein'ın, Aristoteles'in zaman düşüncesi ile Newton'ınki arasında bulduğu sentezdir. Einstein müthiş dâhice bir çözümle Aristoteles ile Newton'ın *her ikisinin de* haklı olduğunu anlar. Newton, hareket ettiklerini ve değiştiklerini gördüğümüz basit şeylerin ötesinde bir şeyin var olduğunu sezmekte haklıdır. Newton'ın gerçek ve matematiksel zamanı vardır, gerçek

bir varlıktır: Bu zaman kütle çekimi alanıdır, esnek levhadır, resimdeki eğri uzay-zamandır. Ama bu zamanın nesnelerden bağımsız olduğunu, düzenli, hiçbir şeyden etkilenmeden, her şeyden bağımsız biçimde aktığını varsayarken yanılır.

Aristoteles "ne zaman" ve "nerede" sorularının yalnızca herhangi bir şeye göre yerimizin ve zamanımızın belirlenmesi olduğunu söylemekte haklıdır. Ama bu şey yalnızca Einstein'ın uzay-zamansal varlığı olan alan olabilir. Çünkü Aristoteles'in, doğru olarak, saptayabildiğimizi gözlemlediği diğerleri gibi o da dinamik ve somut bir varlıktır.

Tüm bunlar mükemmel bir tutarlılık içindedir, Einstein'ın kütle çekimi alanının biçim bozulmalarını ve saatler ile cetveller üstündeki etkilerini betimleyen denklemleri de bir yüzyıldan beri tekrar tekrar doğrulanmıştır. Ama bizim zaman kavramımız bir parçasını daha yitirmiş olur: Evrenin geri kalanından bağımsız olma niteliğini.

Düşünce dünyasının bu devlerinin –Aristoteles, Newton ve Einstein'ın– üçlü dansı zamanı ve mekânı daha derinden anlamamızı sağlamıştır: Gerçekliğin bir yapısı vardır, o da kütle çekimi alanıdır; fiziğin geri kalanından ayrı değildir, evrenin üstünde aktığı bir zemin değildir; evrenin büyük dansının, diğerlerine benzer bir unsurudur; diğer öğelerle etkileşim içine girerek metreler ve saatler dediğimiz şeylerin ve tüm fiziksel olayların ritmini belirler.

Oysa başarı her zaman kısa ömürlüdür. Einstein kütle çekimi alanı denklemlerini 1915'te yazar ve bir yıl bile geçmeden, 1916'da uzayın ve zamanın doğası üstüne söylenecek son sözün bu olamayacağını gören yine kendi olur; çünkü kuantum mekaniği diye bir şey vardır. Tüm fiziksel şeyler gibi kütle çekimi alanı da kuantum özelliklerine sahip olmalıdır.

ZAMAN KUANTUMLARI

"Evde
yıllanmış bir şarap testisi var,
dokuz yıllık.
Bahçede, Phullis,
taç örmek için defne var
bolca da sarmaşık...
Seni davet ediyorum kutlamaya
bu nisan ortası gününü,
benim için bir bayram,
neredeyse kendi doğumumdan bile kutlu." (IV, 11)

Görelilik fiziğinin şimdiye kadar anlattığım garip doğası kuantumları, uzayın ve zamanın kuantum özelliklerini göz önünde tuttuğumuzda bize daha da yabancılaşır.

Bunları araştıran disipline "kuantum kütle çekimi" denir, benim de araştırma alanımdır.[1] Henüz bilim dünyasınca genel kabul gören ve deneylerle doğrulanmış bir kütle çekimi kuramı yoktur. Benim bilim yaşamım büyük ölçüde bu soruna olası bir çözüm getirmeye katkı yapmaya adanmıştır: *Loop* kuantum kütle çekimi veya ilmek kuramı. Herkes bu çözümden emin değildir. Sicim kuramını araştıran arkadaşlar örneğin, farklı yollar izler, kimin haklı olduğu konusundaki kavga da tüm şiddetiyle sürmektedir. Olabilir, bilim ateşli tartışmalar sayesinde de gelişir; er geç hangi kuramın doğru olduğu ortaya çıkar, belki çok da uzun sürmez.

Bununla birlikte zamanın doğası hakkında fikir ayrılıkları son yıllarda azaldı, birçok sonuç da pek çokları için oldukça açık hale geldi. Açıklığa kavuşan şey, genel göreliliğin önceki bölümde açıklanan zaman çerçevesinden geriye kalanların da, kuantumlar hesaba katıldığında yok olduğudur.

Evrensel zaman sayısız öz zamana parçalanmıştır ama kuantumları göz önünde tutarsak bu zamanların her birinin "dalgalandığı"nı, bir buluttaki gibi dağınık olduklarını ve yalnızca belirli değerler alabileceklerini kabul etmemiz gerekir. Artık önceki bölümlerde anlatılan uzay-zaman levhasını meydana getiremezler.

Kuantum mekaniğinin ortaya çıkardığı üç temel buluş vardır: Taneciklilik, belirsizlik ve fiziksel değişkenlerin göreli olma özellikleri. Bunların her biri zaman kavramımızdan geriye kalan az sayıda şeyi biraz daha yıkar. Hepsine teker teker göz atalım.

Taneciklilik

Bir saat tarafından ölçülen zaman "kuantumlaşmıştır", yani yalnızca belli değerler alabilir, başkalarını alamaz. Zaman, sürekli olmak yerine tanecikliymiş gibidir.

Taneciklilik kuantum mekaniğinin tipik sonucudur, kuram da adını buradan alır: "Kuantumlar" temel taneciklerdir. Tüm olaylar için bir en küçük ölçek vardır.[2] Kütle çekimi alanı için bunun adı "Planck ölçeği"dir. En küçük zaman birimine "Planck zamanı" denir. Değeri görelilik, kütle çekimi ve kuantum mekaniğine bağlı olayları tanımlayan sabitler birleştirilerek kolayca kestirilebilir.[3] Bu sabitler bu zamanı 10^{-44} saniye olarak belirler: Bir saniyenin milyarda birinin milyarda birinin milyarda birinin milyarda birinin yüz milyonda biri. Bu Planck zamanıdır: Bu kısacık zaman düzeylerinde zaman üstünde kuantum etkileri görülmeye başlar.

Planck zamanı çok kısadır, bugün herhangi gerçek bir saatin ölçebileceğinden çok daha küçüktür. O kadar küçüktür ki "aşağı"da, o minicik ölçeklerde zaman kavramının artık geçerli olmaması şaşırtıcı olmaz. Neden hâlâ geçerli olması gereksin ki? Hiçbir şey her zaman ve her yerde geçerli değildir. Er ya da geç ama daima tamamen yeni bir şeyle karşılaşırız.

Zamanın "kuantumlaşma"sı neredeyse hiçbir t değerinin var *olmadığı* sonucuna işaret eder. Hayal edilebilecek en hassas saatle bir zaman aralığının süresini ölçebilseydik, ölçülen sürenin yalnızca

kendine özgü belirli özel değerler aldığını bulmamız gerekirdi. Sürenin sürekli olduğunu düşünemeyiz. Onu kesintili olarak düşünmemiz gerekir: Düzgün bir biçimde akabilen bir şey gibi değil, bir anlamda bir değerden diğerine bir kanguru gibi sıçrayan bir şey gibi.

Başka bir ifadeyle *minimum* bir zaman aralığı vardır. Bunun altında zaman, en temel anlamıyla bile yoktur.

"Süreklilik"in doğasını tartışmak için Artistoteles'ten Heidegger'e kadar harcanan mürekkep nehirleri boşa gitmiş olabilir. Süreklilik yalnızca çok küçük tanecikli şeyleri yaklaşık olarak tanımlamak için kullanılan bir matematik tekniğidir. Evren inceden inceye kesiklidir, sürekli değil. Tanrı evreni kesiksiz çizgilerle tasarlamamıştır; Seurat'nın tabloları gibi küçük dokunuşlarla noktacıklar kullanarak çizmiştir.

Taneciklilik doğanın her yerindedir; ışık fotonlardan, ışık parçacıklarından oluşur. Atomlardaki elektronlar yalnızca belirli değerler alabilir, başkasını alamaz. En temiz hava kadar en yoğun madde de taneciklidir; moleküllerden yapılmışlardır. Newton uzayının ve zamanın diğerleri gibi fiziksel varlıklar oldukları anlaşıldıktan sonra, bunların da tanecikli olduğunu düşünmek doğaldır. Kuram da bunu destekler: İlmekli kuantum kütle çekimi temel zamansal atlamaların küçük ama sonlu olduklarını öngörür.

Zamanın tanecikli olabileceği, minimum zaman aralıklarının var olduğu düşüncesi yeni değildir. MS 7. yüzyılda Sevilla'lı Isidorus *Etymologiae*[4] başlıklı yapıtlarında ve bir sonraki yüzyıl Muhterem Bede'nin, tam da zamanın bölünmeleri anlamına gelen *De Divisionibus Temporum* adlı yapıtında savunulmuştur. 12. yüzyılda büyük felsefeci Maimonides şöyle yazar: "Zaman atomlardan, yani çok kısa süre nedeniyle daha fazla bölünemeyecek pek çok parçadan meydana gelir."[4] Bu fikir muhtemelen daha da eskidir; Demokritos'un özgün metinleri kayıp olduğu için klasik Yunan atomculuğunda yer alıp almadığını bilemiyoruz.[5] Soyut düşünce bilimsel araştırmalar içinde bir uygulama alanı –veya doğrulanma olanağı– bulan hipotezleri yüzyıllar öncesinden öngörebilir.

[4] Etimolojiler. (Y.N.)

Planck zamanının uzamsal kardeşi *Planck uzunluğudur*; bu sınırın altında uzunluk kavramı artık anlamını yitirir. Planck uzunluğu yaklaşık 10^{-33} santimetredir: Bir milimetrenin milyarda birinin milyarda birinin, milyarda birinin milyonda biri. Gençken, üniversitede, bu çok küçük ölçeklerde ne olduğu problemine âşık oldum; büyük bir kâğıdın ortasına parlak kırmızı renkte şunu çizdim:

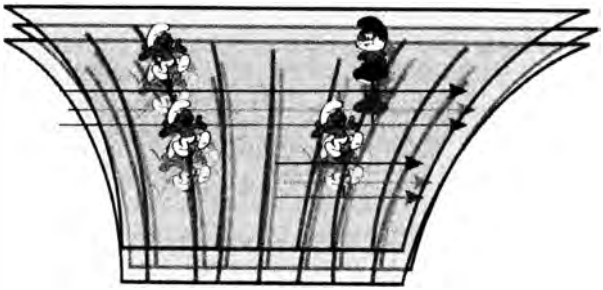


Onu Bologna'daki yatak odama astım ve hedefimin aşağılarda, mekân ve zamanın oldukları şey olmaktan çıktıkları o çok küçük ölçeklerde, neler olduğunu anlamaya çalışmak olduğuna karar verdim. Temel mekân ve zaman kuantumlarına ulaşana dek... Sonra yaşamımın geri kalanını bunu gerçekleştirmeye çalışarak geçirdim.

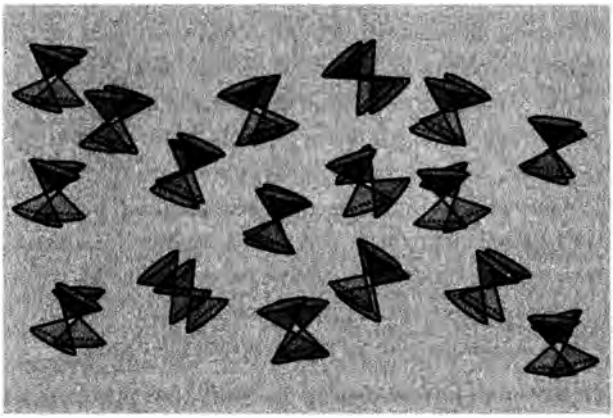
Zamanların kuantum süperpozisyonları

Kuantum mekaniğinin ikinci keşfi belirsizliktir: Örneğin, yarın bir elektronun nerede ortaya çıkacağını kesin olarak öngörmek mümkün değildir. Elektron iki belirme arasında kesin bir konuma sahip değildir,[6] sanki bir olasılık bulutu içinde dağılmış gibidir. Fizik jargonunda bir konumlar "süperpozisyon"unda bulunduğu söylenir.

Uzay-zaman bir elektron gibi fiziksel bir nesnedir. O da dalgalanır. O da farklı konfigürasyonlara ait bir "süperpozisyon"da bulunabilir. Genişleyen zaman resmini örneğin, –kuantum mekaniğini göz önünde tutacak olursak– hemen hemen aşağıdaki resimde görüldüğü gibi farklı uzay-zamanların bulanık bir süperpozisyonu gibi düşünmemiz gerekir.



Aynı şekilde her bir noktada geçmişi, şimdiyi ve geleceği ayıran ışık konilerinin yapısı da şöyle dalgalanır:



Geçmiş, şimdi ve gelecek arasındaki ayrım da böylece dalgalı ve belirsiz olur. Nasıl bir parçacık uzayda dağılmış şekilde olabiliyorsa, geçmiş ile gelecek arasındaki fark da dalgalanabilir: Bir olay diğer bir olayın aynı zamanda hem öncesinde, hem sonrasında olabilir.

İlişkiler

"Dalgalanma", olan şeyin *hiçbir zaman* belirlenebilir olmayacağı anlamına gelmez; yalnızca bazı anlarda ve öngörülemez bir biçimde belirlendiği anlamına gelir. Belirsizlik, bir nicelik bir başka şeyle etkileşime girdiğinde ortadan kalkar.* Etkileşim sırasında kesin bir konumda cisimleşir. Örneğin bir ekrana çarpar, bir parçacık dedektörüne yakalanır veya bir fotonla çarpışır; somut bir konum edinir.

Gelgelelim elektronun cisimleşmesinin tuhaf bir yönü vardır: Elektron yalnızca etkileşime girdiği fiziksel nesnelere *göre* somuttur. Diğer hepsine göreyse etkileşim, belirsizliğin bulaşıcılığını yaymaktan başka bir işe yaramaz. Somutluk yalnızca fiziksel bir sistemle ilişkili olarak meydana gelir; bu, bana göre, kuantum mekaniğinin en radikal keşfidir.**

Bir elektron bir nesneye, örneğin katot tüplü eski bir televizyonun ekranına çarptığında, onu düşünürken hayal ettiğimiz olasılık bulutu "çöker" ve elektron ekranın bir noktasında somutlaşarak televizyon görüntüsünü oluşturmaya katkıda bulunan ışıklı noktacığı meydana getirir. Ama bu yalnızca ekranla ilişkili olarak gerçekleşir. Başka bir nesneyle ilişkili olduğunda elektron kendi belirsizliğini ekrana iletir, böylece elektron ve ekran artık birlikte bir konfigürasyon süperpozisyonunda bulunur ve ikisine ait ortak olasılık bulutu ancak bir başka nesneyle etkileşime girdiği anda "çöker" ve belirli bir konfigürasyonda somutlaşır, bu da böyle devam eder gider.

Bir elektronun bu kadar garip davrandığı düşüncesini benimsemek zordur. Daha da zoru, uzayın ve zamanın da böyle davrandıkları düşüncesini sindirmektir. Yine de eldeki tüm kanıtlara göre kuantum dünyası budur; içinde yaşadığımız dünyadır.

* Etkileşim için kullanılan teknik terim "ölçüm"dür, oysa bu yanıltıcı bir sözcüktür çünkü gerçekliği yaratmak için beyaz önlüklü bir deneysel fizikçiye gerek olduğunu ima eder gibi görünür.

** Burada, kuantum mekaniğinin, en az mantıksız gördüğüm ilişkisel yorumundan yararlanıyorum. Bunun sonucu olan gözlemler, özellikle de klasik uzay-zamanın Einstein denklemlerine uyacak şekilde ortadan kalkması, benim bildiğim diğer tüm yorumlarda da geçerli kalır.

Süreyi ve zaman aralıklarını belirleyen fiziksel temel –kütle çekimi alanı– yalnızca kütlelerden etkilenen bir dinamiğe sahip değildir, bir şeyle etkileşime girmediği sürece belirli değerlere sahip olmayan bir kuantum varlığıdır. Etkileşime girdiğinde süreler tanecikli yapıdadır ve yalnızca o şey için belirlenmiş olur, evrenin geri kalanı içinse belirsiz kalmaya devam ederler.

Zaman artık hiç de sağlam bir tuval örmeyen bir ilişkiler ağına indirgenmiştir. Ara sıra belirli nesnelerle ilişkili olarak somutlaşan, birbiri üstüne binmiş, dalgalanan (çoğul haldeki) uzay-zamanlara ait imgeler çok bulanık bir görüntüdür ama evrenin ince tanecikli yapısı için elimizdekilerin en iyisi budur. Kuantum kütle çekimi dünyasına giriyoruz.

Kitabın ilk bölümünü, derinlere bu uzun dalışı özetleyeyim. Zaman tekil değildir; her rota için ayrı bir süre vardır; yere ve hıza göre farklı tempolarda geçer. Bir yönü yoktur; evrenin temel denklemlerinde geçmiş ile gelecek arasında bir fark yoktur, nesnelere ayrıntıları göz ardı ederek baktığımızda ortaya çıkan rastlantısal bir görüntüdür; bu bulanıklık içinde evrenin geçmişi ilginç bir biçimde "özel" bir durumdaydı. "Şimdi" kavramı işe yaramaz; uçsuz bucaksız evrende mantıklı şekilde "şimdi" diyebileceğimiz hiçbir şey yoktur. Zamanın sürelerini belirleyen temel altyapı bağımsız, evreni meydana getiren diğer varlıklardan farklı bir varlık değildir; dinamik bir alanın bir görünümüdür. Sıçrar, dalgalanır, yalnızca etkileşime girdiğinde somutlaşır ve belirli bir ölçeğin altında tanımlı değildir... Zamandan geriye ne kaldı?

"Kol saatinden kurtulmalısın, denemelisin ve anlamalısın ki
Onun yakalarmış gibi göründüğü zaman, akrep ile yelkovanın hareketinden başka bir şey değildir..."[7]

Zamanın olmadığı dünyaya girelim.

IKINCI KISIM

ZAMANI OLMAYAN EVREN

EVREN NESNELERDEN DEĞİL, OLAYLARDAN MEYDANA GELİR

"Baylar, hayat ne kadar da kısa!
Eğer bugün hayatta kalırsak
Kralların cesetlerini çiğnemek için kalacağız..."
Shakespeare, *Kral IV. Henry**

Robespierre Fransa'yı krallıktan kurtardığı zaman *Ancien Regime* Avrupa'sı bunun uygarlığın sonu olacağından korktu. Gençler eski bir düzenden kurtulmak istediklerinde yaşlılar her şeyin batacağından korkar. Oysa Avrupa, Fransa kralı olmadan da pekâlâ yaşayabildi. Dünya, Kral Zaman olmadan da pekâlâ yaşamaya devam edebilir.

Zamanın her şeye karşın 19. ve 20. yüzyılların fiziğiyle yaşadığı dağılmaya direnen bir yönü var. Newton kuramının üstüne giydirdiği o çok alıştığımız süslü giysilerden soyunarak şimdi artık daha parlak biçimde parlıyor: Evren değişimdir.

Zamanın yitirdiği parçalardan hiçbiri (tekillik, yön, bağımsızlık, şimdi, süreklilik...) evrenin bir etkinlikler ağı olduğu gerçeğini sorgulatmaz. Bir yanda pek çok tanımı olan zaman vardır, diğer yanda şeylerin "var olmadığı", gerçekleştikleri, meydana geldikleri gibi basit bir gerçek vardır.

William Shakespeare, *Kral IV. Henry -I-*. V. Perde, 2. Sahne, çev. Hamit Çalışkan, İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, 2014, s. 120. (Ç.N.)

Temel denklemlerde "zaman" niceliğinin olmaması, donuk ve hareketsiz bir dünya anlamına gelmez. Tam tersine değişimin, Zaman Baba tarafından düzenlenmeksizin her yerde olduğu anlamına gelir; sayısız olay ne Newton'ın tek zaman çizgisi boyunca ne de Einstein'ın incelikli geometrilerine uygun olarak, güzel bir düzen içinde yer alır. Doğadaki olaylar Ingilizler gibi sıraya girmez, Italyanlar gibi kaotik bir güruh yaratır.

Bununla birlikte yine de bunlar olaylardır, değişimdir, eylemdir. Bu olay yayılmış, dağınık ve düzensizdir ama etkinliktir, durağanlık değil. Farklı hızlarda çalışan saatler tekil bir zamanı tanımlamaz, akrepleri ile yelkovanları arasındaki konumların birbirlerine göre nasıl değiştiğini belirler. Temel denklemler bir zaman değişkeni içermez, birbirlerine göre değişen değişkenler içerir. Zaman, Aristoteles'in öne sürdüğü gibi, değişimin ölçüsüdür; değişimi ölçmek için farklı değişkenler seçilebilir, bunların hiçbiri de bizim hissettiğimiz zamanın özelliklerin *hepsine* sahip değildir ama bu, evrenin sürekli bir değişim olduğu gerçeğini değiştirmez.

Tüm bilimsel gelişmeler evren hakkında düşünmek için en iyi temel bakış açısının, durağanlık değil, değişim ilkesi olduğunu gösterir. Olmanın değil, gerçekleşmenin...

Evrenin *şeylerden* meydana geldiği düşünülebilir. Maddelerden... Varlıklardan... Var olan şeylerden. Değişmez olanlardan... Veya evrenin *olaylardan* meydana geldiği düşünülebilir. *Olaylardan... Etkinliklerden... Süreçlerden... Gerçekleşen* bir şeyden. Süresiz, sürekli dönüşüm içinde olan... Kalıcı olmayan... Temel fizikte zaman kavramının yok olması bu iki bakış açısından ilkinin yıkılmasıdır, ikincisinin değil. Her yerde hareketsiz bir zaman içinde durağanlığın değil, geçiciliğin evrensel olduğunun farkına varılmasıdır.

Evreni bir olaylar ve süreçler toplamı olarak düşünmek, onu kavramanın, onun bilincine varmanın, onu betimlemenin en iyi yoludur. Görelilikle uyumlu olan tek yol budur. Evren bir nesneler toplamı değildir, bir olaylar toplamıdır.

Nesneler ile olaylar arasındaki fark, *nesnelerin* zaman içinde kalıcı olmasıdır. *Olayların* süresi sınırlıdır. Tipik bir "nesne" örneği bir

taştır; yarın onun nerede olacağını merak edebiliriz. Oysa bir öpücük bir "olay"dır. Öpücüğün yarın nereye gideceğini merak etmenin bir anlamı yoktur. Doğa taş ağlarından değil, öpücük ağlarından oluşur.

Evreni anlamayı sağlayan temel birimler uzayın herhangi bir noktasında değildir. Gerçekten varlarsa bir *yerde* bulunurlar ama bir *zamanda* da yer alırlar. Uzamsal olmanın yanı sıra zamansal olarak da sınırlıdırlar: Bunlar olaylardır.

Daha dikkatli bakılacak olursa, aslında bir "nesne"ye en çok benzeyen şeyler de, sonuçta uzun süren olaylardan başka şeyler değildir. En sert taş bile kimyadan, fizikten, mineralojiden, jeolojiden, psikolojiden öğrendiklerimiz ışığında, aslında kuantum alanlarının karmaşık bir titreşimi, kuvvetlerin anlık bir etkileşimi, yeniden parçalanıp toza dönüşmeden önce çok kısa bir an için denge içinde, olduğu gibi kalmayı başarabilen bir süreç, gezegenin elementleri arasındaki etkileşimin tarihinde anlık bir bölüm, insanlığın Neolitik döneminden bir iz, *Pal Sokağı Çocukları*'nın bir silahı, zaman hakkındaki bir kitapta yer alan bir örnek, bir ontoloji için bir metafor, algılanan şeyden çok bedenimizin algı yapılarına bağlı bir evren sınıflandırmasının bir parçası ve gittikçe, gerçekliği oluşturan şu kozmik aynalar oyununun karmaşık bir düğümüdür. Evren anlık seslerden ve denizdeki dalgalardan daha çok taşlardan yapılmış değildir.

Öte yandan, evren nesnelerden meydan gelmiş olsaydı, neler olurdu bu nesneler? Kendilerinin de daha küçük parçacıklardan oluştuklarını keşfettiğimiz atomlar mı? Bir alanın çok kısa süreli çalkantılarından başka bir şey olmadıklarını keşfettiğimiz temel parçacıklar mı? Etkileşimler ve olaylardan söz etmeye yarayan bir dilin şifrelerinden biraz daha fazlası olmadıklarını keşfettiğimiz kuantum alanları mı? *Fiziksel* dünyayı nesnelerden, varlıklardan meydana gelmiş gibi düşünemeyiz. Bu bir işe yaramaz.

Bununla birlikte evreni olaylar ağı olarak düşünmek işe yarar. Basit olaylar ve daha basit olanlara ayrıştırılabilecek daha karmaşık olaylar olarak... Birkaç örnek: Savaş bir nesne değildir, bir olaylar bütünüdür. Fırtına bir nesne değildir, bir olaylar toplamıdır. Bir dağın tepesindeki bulut bir nesne değildir, rüzgârın azar azar dağa taşıdığı nemin yoğuşmasıdır. Dalga bir nesne değildir, suyun hareketi-

dir, onu biçimlendiren su da hep farklıdır. Aile bir nesne değildir, bir ilişkiler, eylemler ve duygular bütünüdür. Peki ya insan? Kesinlikle bir nesne değildir; bir dağın üstündeki bulut gibi havanın, besinlerin, bilgilerin, ışığın, sözlerin vb. girip çıktığı karmaşık bir süreçtir... Bir toplumsal ilişkiler ağındaki, bir kimyasal süreçler ağı içindeki, benzerleriyle alışveriş içinde bulunduğu duygular ağındaki düğüm noktalarından biri...

Uzun süre doğayı temel bir *madde* üzerinden anlamaya çalıştık. Belki başka bilim dallarından daha çok fizik, bu temel maddenin peşine düştü. Ama onu ne kadar çok incelersek doğa da *olduğu* şey açısından o kadar az anlaşılabilir görünüyor. Sanki olaylar arasındaki ilişkiler açısından bakıldığında daha anlaşılır gibi.

Anaksimandros'un birinci bölümde yer verilen sözleri bizi dünyayı "zamanın düzenine göre" düşünmeye davet ediyordu. Zamanın düzeninin *ne olduğunu a priori* olarak bildiğimizi varsaymazsak, yani alışık olduğumuz doğrusal ve evrensel düzeni önşart olarak kabul etmezsek Anaksimandros'un öğüdü geçerliliğini sürdürür: Doğayı, nesneleri değil, değişimi inceleyerek kavrarız.

Bu güzel öğüdü unutanlar, bedelini pahalı ödemiştir. Bu hataya düşen iki büyük usta, ilginç bir biçimde aynı matematiğin çekiciliğine kapılan Platon ve Kepler oldu.

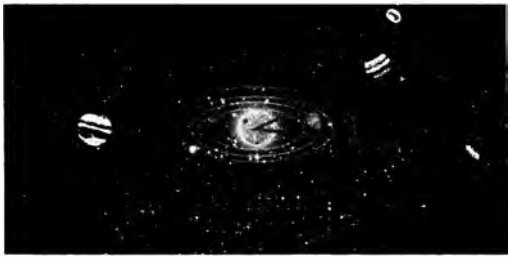
Platon *Timaios*'ta Demokritos gibi atomcuların fizikle ilgili sezgilerini matematiğe çevirmeyi denemek gibi harika bir düşünceye sahiptir. Ne var ki bunu yanlış yöntemle yapar; atomların *hareketlerinin* değil, *şekillerinin* matematiğini yazmayı dener. Beş, *yalnızca* beş, çokyüzlü cisim olduğunu belirleyen bir matematik teoremine kendini kaptırır; işte şunlar:



Platon bunların antik dönemde beş temel madde olduklarına inanılan toprak, su, hava, ateş ve gökkubbeyi oluşturan esir (eter) atomları olduğu yönünde iddialı bir hipotez ortaya atmayı dener. Fikir çok güzel ama tamamen yanlıştır. Hata, dünyayı olaylar yerine nesneler bağlamında anlamaya çalışmak, değişimi görmezden gelmektir. Ptolemaios'tan Galileo'ya, Newton'dan Schrödinger'e, doğru işleyen fizik ve astronomi, nesnelerin nasıl *olduklarının* değil, nasıl *değiştiklerinin* matematiksel betimlemesi olacaktır. Olayların tanımlanması, nesnelerin değil... Atomların şekilleri sonunda ancak Schrödinger'in elektronların atomların içinde nasıl hareket ettiğini tanımlayan denkleminin çözümüyle anlaşılacaktır; yine nesneler değil, olaylar söz konusudur.

Yüzyıllar sonra, olgunluk dönemindeki çok önemli sonuçlara ulaşmadan önce, genç Kepler de aynı hataya düşer. Gezegenlerin yörüngelerinin boyutlarını neyin belirlediğini merak eder ve Platon'u büyülemiş olan teoremden o da etkilenir (aslında çok güzel bir teoremdir). Gezegenlerin yörüngelerinin boyutlarını belirleyen şeyin düzgün çokyüzlü cisimler olduğu varsayımında bulunur: Bunları, birbirleri arasında küreler olacak biçimde iç içe yerleştirirsek, bu kürelerin çapları –Kepler'in varsayımına göre– gezegenlerin yörünge çaplarıyla aynı oranda olacaktır.





Güzel fikir ama tamamen saçma. Bir kez daha eksik olan şey dinamiktir. Kepler, daha sonra gezegenlerin nasıl *hareket ettiğine* geçtiğinde gökkubbenin kapıları ona açılır.

Bu nedenle biz evreni ne olduğuna göre değil, nasıl gerçekleştiğine göre betimleriz. Newton mekaniği, Maxwell denklemleri, kuantum mekaniği vb. bize *nesnelerin* nasıl olduğunu değil, *olayların* nasıl olduğunu anlatır. Biyolojiyi canlıların nasıl *evrildiğini* ve *yaşadığını* araştırarak kavrarız. Psikolojiyi aramızda nasıl etkileşime girdiğimizi, nasıl düşündüğümüzü araştırarak anlarız (çok değil, biraz). Evreni dönüşümüyle kavrarız, ne olduğuyla değil.

"Nesneler"in kendileri de yalnızca kısa süre için tekdüze olan olaylardır.[1] Yeniden toza dönüşmeden önce... Çünkü er ya da geç her şey yeniden toza dönüşür.

Zamanın olmaması, her şeyin donuk ve hareketsiz olduğu anlamına gelmez. Dünyayı bitkin düşüren bitmek tükenmek bilmeyen etkinliğin bir zaman çizgisiyle düzenlenmediği, devasa bir tik takla ölçülmediği anlamına gelir. Dört boyutlu bir geometri bile oluşturmaz. Sınırsız ve düzensiz bir kuantum olayları ağıdır. Evren, Singapur'dan çok Napoli'ye benzer.

Eğer "zaman" sözcüğüyle bir olayın olmasından başka bir şey anlamıyorsak, öyleyse her şey zamandır; yalnızca zaman içinde olan bir şey var olur.

DİLBİLGİSİNİN YETERSİZLİĞİ

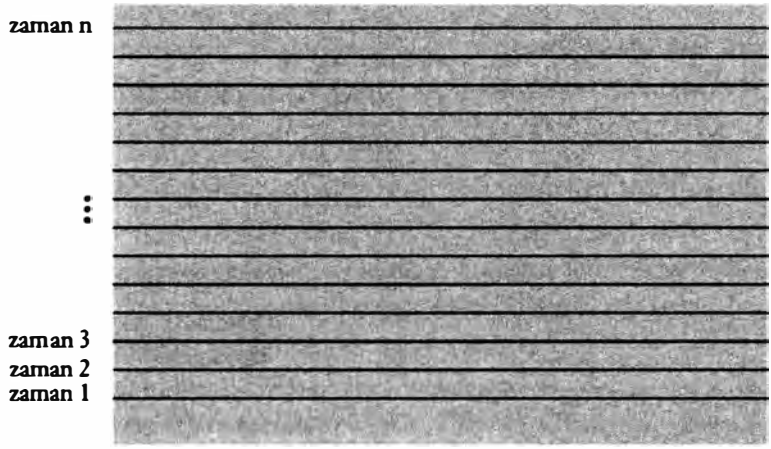
"Gitti beyazı
karların.
Dönüyor yeşil
tarlaların otlarına,
ağaçların yapraklarına;
ilkbaharın ılık güzelliği
yeniden bizimle.
Zamanın döngüsü böyledir
saat geçer ve çalar bizden ışığı
uyarılarıdır bunlar
ölümsüzlüğümüzün olanaksızlığının.
Soğuklar bu ılık rüzgârları uzaklaştırır." (IV, 7)

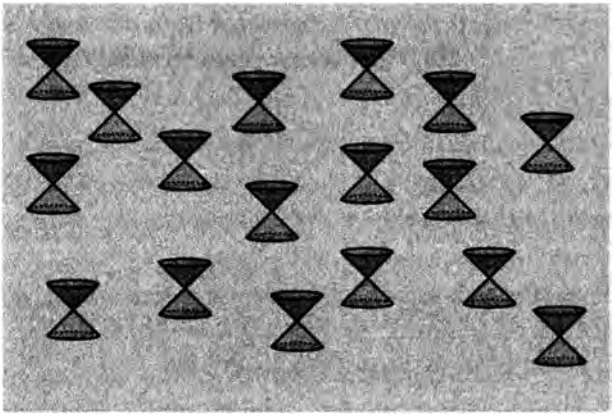
Genellikle *şimdi* var olan şeylere "gerçek" deriz. Şimdiki zamanda. Daha önce var olmuş veya gelecekte var olacak şeylere değil. Geçmişteki veya gelecekteki şeylere "gerçekti" veya "gerçek olacak" deriz.

Felsefeciler, yalnızca şimdiki zamanın gerçek olduğu, geçmiş ve geleceğin gerçek olmadığı ve *gerçekliğin* bir şimdiden bir sonraki şimdiye evrildiği düşüncesine "şimdicilik" der.

Bu düşünce biçimi, "şimdi" evrensel olarak belirlenmezse, yalnızca yakınımızda, yaklaşık olarak belirlenen bir şeyse, artık işlerliğini yitirir. Buradan uzaktaki şimdi tanımlanmış değilse, evrende "gerçek olan" nedir? Şu anda evrende ne var?

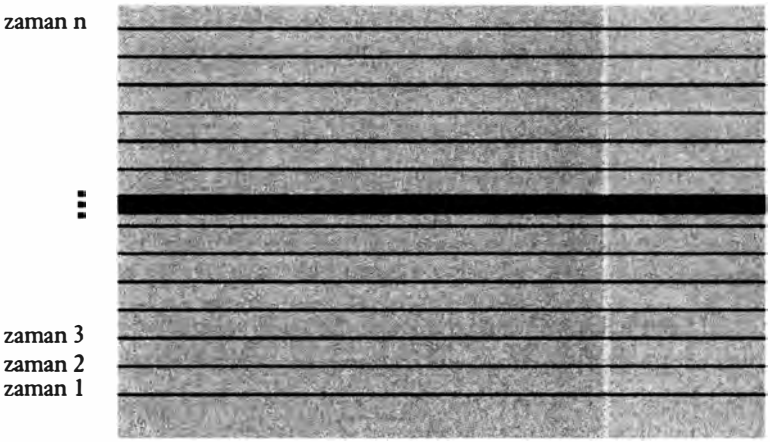
Önceki bölümlerde gördüğümüz şunlar gibi çizimler, uzay-zamanın *bütün bir evrimini* tek bir imgeyle gösterir:





Tek bir zamanı değil, ama zamanların hepsini temsil ederler. Koşan bir adamı gösteren bir fotoğraf dizisi veya uzun yıllar boyunca gelişen bir öykü anlatan bir kitap gibidirler. Evrenin bir anlık tek bir durumunun değil, olası bir öyküsünün şematik bir temsilidir.

İlk çizim evrenin zamansal yapısını Einstein'dan önce nasıl düşündüğümüzü gösterir. Belirli bir zamanda, şu an gerçekleşen olayların toplamı aşağıda siyah olarak gösterilmiştir:



Ama ikinci çizim evrenin zamansal yapısını daha iyi temsil eder, orada da şimdiye benzer hiçbir şey yoktur. Şimdi yoktur. Öyleyse *şu anda* gerçek olan nedir?

20. yüzyıl fiziği, bana öyle geliyor ki tartışmasız biçimde gerçek dünyamızın *şimdicilik* tarafından nasıl iyi betimlenmediğini gösterir: Nesnel bir evrensel şimdi yoktur. En fazla hareket halindeki bir gözlemciye göre bir şimdiki zamandan söz edebiliriz ama öyleyse, "gerçek" sözcüğünü –mümkün olduğu kadar– nesnel biçimde kullanmak istesek bile benim için gerçek olan, senin için gerçek olandan farklıdır. Sonuç olarak evren birbirini izleyen şimdiler olarak düşünülmemelidir.[1]

Elimizde hangi seçenekler var?

Felsefeciler, akışın ve değişimin bir yanılsama olduğu düşüncesine "ebediyetçilik" adını verir: Geçmiş, şimdi ve gelecek, hepsi eşit olarak gerçektir ve vardır. Ebediyetçilik, yukarıda çizimi verilen uzay-zamanın, bir bütün olarak, içinde hiçbir değişim olmaksızın var olduğu düşüncesidir. Hiçbir şey gerçekten akmaz.[2]

Bu düşünce biçimini savunanlar, sık sık ünlü bir mektupta şu satırları yazan Einstein'dan alıntı yapar:

Bizim gibi fiziğe inanan insanlar, geçmiş, şimdi ve gelecek arasındaki ayrımın sürüp giden inatçı bir yanılsamadan başka bir şey olmadığını bilir.[3]

Bu düşünceye "blok evren" veya daha yaygın olarak İngilizce *block universe* de denir: Evrenin bütün tarihinin, her şeyin eşit olarak gerçek olduğu tek bir blok olarak düşünülmesi gerektiği ve zamanda bir andan bir sonrakine geçişin bir yanılsama olduğu düşüncesidir.

Evren hakkında düşünmek için elimizde yalnızca ebediyetçilik, blok evren görüşü mü kalıyor? Evreni geçmiş, şimdi ve gelecekle birlikte, hepsi aynı biçimde var olan tek bir şimdi olarak mı düşünmeliyiz? Hiçbir şey değişmiyor mu, her şey hareketsiz mi? Değişim yalnızca bir yanılsama mı?

Hayır. Hiç sanmıyorum.

Evreni, zamanların tek bir düzenli sırası olarak düzenleyemeyeceğimiz gerçeği hiçbir şeyin değişmediği anlamına gelmez. Değişimlerin tek bir düzenli sıralanma boyunca dizilmedikleri anlamına gelir: Evrenin zamansal yapısı anların basit bir doğrusal dizilimin-den daha karmaşıktır. Var olmaması veya bir yanılsama olması bundan dolayı değildir.[4]

Geçmiş, şimdi ve gelecek arasındaki fark bir yanılsama değildir. Evrenin zamansal yapısıdır. Ama evrenin zamansal yapısı şimdiciliğin savunduğu yapı değildir. Olaylar arasındaki zamansal ilişkiler önceden düşündüğümüzden daha karmaşıktır ama bu yüzden yok değildirler. Soy ilişkileri evrensel bir düzen ortaya koymaz, ama yanılsama olmalarının nedeni bu değildir. Hepimiz Hint soyundan gelmiyorsak, aramızda hiçbir ilişki olmamasının nedeni bu değildir. Değişim ve olay, bir yanılsama değildir. Keşfettiğimiz şey, evrensel bir düzeni izleyerek gerçekleşmediğidir.[5]

O zaman baştaki soruya geri dönelim: "Gerçek" nedir? Ne "var olur"?

Yanıt, bunun kötü sorulmuş bir soru olduğu, hem her anlama

geldiği hem de hiçbir anlam ifade etmediğidir. Çünkü "gerçek" sıfatı muğlaktır, binlerce anlamı vardır. "Yalan söylediğinde burnu uzayan bir kukla var mıdır?" sorusuna şöyle yanıt verilebilir: "Tabii ki vardır! Pinokyo!" ya da, "Hayır, yoktur, yalnızca Collodi'nin yarattığı bir hayaldir," denebilir. Her iki yanıt da doğrudur çünkü "var olmak" fiili farklı anlamlarıyla kullanılır.

Bir şeyin var olduğunu söylememizin pek çok farklı yolu vardır: Bir yasa, bir taş, bir ulus, bir savaş, bir tiyatro oyunu karakteri, ait olmadığımız bir dinin tanrısı, ait olduğumuz bir dinin tanrısı, büyük bir aşk, bir sayı... bu varlıkların hepsi diğerlerinden farklı bir anlamda "var"dır ve "gerçek"tir. Bir şeyin ne anlamda var olup olmadığını merak edebiliriz (Pinokyo bir edebî karakter olarak vardır ama İtalya nüfus kayıtlarında yoktur) veya bir şeyin belirli bir anlamda mı var olduğunu sorgulayabiliriz (satrançta kaleyi oynadıktan sonra rok yapmayı engelleyen bir kural var mı?). Kendine genel olarak "Ne var?" veya "Ne gerçektir?" diye sormak yalnızca bir fiili ve bir sıfatı nasıl kullanmak istediğimizi sorgulamaktır.[6] Bu, doğaya değil, dilbilgisine ilişkin bir sorudur.

Öte yandan doğa, neyse odur, biz de onu yavaş yavaş keşfediyoruz. Dilbilgisi yapımız ve sezgilerimiz keşfettiğimiz şeye uymuyorsa zararı yok, uydurmaya çalışalım.

Pek çok modern dilin dilbilgisinde fiiller "geçmiş zaman", "şimdiki zaman", "gelecek zaman" olarak çekilir. Bu, evrenin çok daha karmaşık olan gerçek zamansal yapısından söz etmek için uygun değildir. Dilbilgisi, doğanın zengin yapısını kavramaktaki belirsizliğinin farkına varmamızdan önce bizim kısıtlı deneyimlerimizle oluşmuştur.

Nesnel evrensel bir şimdinin olmadığının keşfedilmesini bir düzene oturtmaya çalışırken kafamızı karıştıran şey, yalnızca dilbilgimizin mutlak bir "geçmiş-şimdi-gelecek" ayrımı çevresinde düzenlenmiş olması, bu ayrımınsa yalnızca kısıtlı biçimde, burada hemen yakınımızda geçerli olmasıdır. Gerçekliğin yapısı bu dilbilgisinin varsaydığı gibi değildir. Bir olayın "olmakta olduğu"nu veya "olmuş olduğu"nu veya "olacağı"nı söyleriz. Bir olayın bana göre

"olmuş olduğu"nu ama sana göre "olmakta olduğu"nu söylemeye uygun bir dilbilgimiz yoktur.

Yetersiz bir dilbilgisinin aklımızı karıştırmasına izin vermemeliyiz. Antik dönemden kalma bir metin Dünya'nın küre biçiminden söz ederken şöyle der:

Aşağıdakiler için yukarıdaki şeyler aşağıdadır, aşağıdaki şeyler de yukarıdadır... bu, bütün dünyada böyledir.[7]

İlk okuyuşta bu tümce bir saçmalık karmaşasıdır. Nasıl olur da "yukarıdaki şeyler aşağıda, aşağıdakiler yukarıda" olur? Saçma. *Macbeth*'teki uğursuz, "İyi kötüdür, kötü iyidir," ifadesine benziyor. Ama Dünya'nın biçimi ve fiziği akılda tutularak yeniden okunduğunda, tümce açıklığa kavuşuyor: Yazar yerkürenin zıt tarafında (Avustralya'da) yaşayanlar için "yukarı doğru" yönün, Avrupa'daki bizler için "aşağı doğru" yönle aynı olduğunu söylüyor. Yani "yukarı" yönün Dünya'nın bir noktasından diğerine değiştiğini söylüyor. *Sydney'e göre* yukarıda olanın *bize göre* aşağıda olduğunu söylemek istiyor. İki bin yıl önce yazılmış bu metnin yazarı dilini ve sezgilerini yeni bir keşifle uyumlu kılmak için çabalıyor: Bu keşif Dünya'nın bir top gibi olduğu ve "yukarı" ve "aşağı" sözcüklerinin bir yerden başka bir yere değişen bir anlamı olduğudur; daha önce doğal olarak düşünüldüğü gibi tek ve evrensel bir anlamı yoktur.

Aynı durumdayız. Dilimizi ve sezgilerimizi yeni bir keşifle uyumlu kılmak için çabalıyoruz: "Geçmiş" ve "gelecek" kavramlarının evrensel bir anlamı olmadığının, bir yerden başka bir yere göre değişen bir anlamı olduğunun keşfi. O kadar.

Evrende değişim vardır, olaylar arasındaki ilişkilerin hiç de hayalî olmayan bir zamansal yapısı vardır. Bu, evrensel ve düzenli bir cereyan ediş değildir. Tek bir evrensel düzen çerçevesinde tanımlanmaya izin vermeyen yerel ve karmaşık bir etkinliktir.

Peki ya Einstein'ın alıntılanan o tümcesi? O bunun tersini düşünüyormuş gibi değil mi? Öyle bile olsa, Einstein şu ya da bu tümceyi yazdı diye bunu kesinlikle gerçekleşecek bir kehanet olarak ka-

bul etmemiz gerekmez. Einstein temel sorunlar konusunda pek çok kez fikir değiştirmişti, onun pek çok yanlış veya birbirleriyle çelişen tümcelerini de bulabiliriz.[8] Ama bu kez konu belki de çok daha basittir. Ya da daha derin.

Einstein bu sözcüğü Michele Besso'nun ölümü üzerine kaleme alır. Michele onun Zürih'teki üniversite yıllarından beri en yakın dostu, düşünce ve tartışma arkadaşı olmuştu. Einstein'ın bu tümceyi yazdığı mektup fizikçilere veya felsefecilere gönderilmemişti. Michele'nin ailesine, özellikle de kız kardeşine gönderilmişti. Bir önceki tümce şöyle der:

"Michele bu garip dünyadan benden biraz önce ayrıldı. Bunun hiçbir anlamı yok."

Bu, evrenin yapısı hakkında bilgiçlik taslamak için yazılmış bir mektup değildir, acılı bir kız kardeşi teselli etmek için yazılmış bir mektuptur. Michele ile Albert arasındaki manevi bağı ima eden, duyarlı bir mektuptur. Einstein'ın en eski arkadaşının kaybından duyduğu kendi acısını metanetle karşıladığı ve besbelli ki yakındaki kendi ölümünü de düşündüğü bir mektuptur. İma ettiği yanılsamanın ve anlamsızlığın fizikçilerin zamanıyla ilgili olmadığı, çok duygulu bir mektuptur. Bunlar yaşamın kendisine ait yanılsama ve anlamsızlıklardır. Kırılgan, kısa ömürlü ve yanılsama dolu... Zamanın fiziksel doğasından daha derinlerde bulunan şeylerden söz eden bir tümcedir.

Einstein 18 Nisan 1955'te, arkadaşından bir ay üç gün sonra ölür.

8

İLİŞKİ OLARAK DİNAMİK

"Ve er ya da geç dönecek
zamanımızın kesin hesabı
ve o gemide
olacağız
en acı limana yol alan." (II, 3)

İçinde her şeyin olup bittiği ama zaman değişkeninin olmadığı temel bir evren betimlemesi nasıl yapılabilir? İçinde ortak bir zamanın ve değişimin ayrıcalıklı bir yönünün olmadığı...

En kolay yoldan. Newton'ın hepimizi bir zaman değişkeninin gerekli olduğuna ikna ettiği zamana dek yaptığımız şekilde.

Doğayı betimlemek için zaman gerekli değildir. Onu betimleyen değişkenler gereklidir: Gözlemleyebildiğimiz, algılayabildiğimiz ve sonunda ölçebildiğimiz nicelikler. Bir yolun uzunluğu, bir ağacın yüksekliği, bir insanın ateşi, bir ekmeğin ağırlığı, göğün rengi, gökkubbedeki yıldızların sayısı, bir bambunun esnekliği, bir trenin hızı, bir omuza konan elin basıncı, bir kaybın acısı, bir yelkovanın konumu, güneşin ufuktaki yüksekliği... Dünyayı betimlediğimiz terimler bunlardır. Sürekli *değiştiğini* gördüğümüz nicelikler ve özellikler... Bu değişimlerde düzenlilikler vardır: Bir taş, daha hafif olan bir tüyden daha hızlı düşer. Ay ve Güneş birbirinin peşi sıra gökte döner ve ayda bir kez birbirinin yanından geçer... Bu nicelikler arasında birbirlerine göre düzenli olarak değişen bazı nicelikler vardır:

Günlerin sayısı, ayın evreleri, güneşin ufuktaki yüksekliği, bir saatin ibrelerinin konumları... Referans olarak *bunları* kullanmak kolaydır: Dolunaydan üç gün sonra, güneşin en yüksekte olduğu zaman buluşalım. Yarın saat 04.35'i gösterdiğinde buluşalım. Aralarında yeteri kadar eşzamanlı kalan değişkenler bulabilirsek bunları *ne zaman* sorusundan söz etmek için kullanmak pratiktir.

Bütün bunlar için ayrıcalıklı bir değişken seçmemiz ve ona "zaman" dememiz gerekmez. Bilim yapmak istiyorsak, değişkenlerin birbirlerine göre nasıl değiştiğini söyleyen bir kurama ihtiyacımız vardır. Yani diğerleri değişirken birinin nasıl değiştiğini tanımlayan bir kurama. Evrenin temel kuramı böyle oluşturulmalıdır; bir zaman değişkenine ihtiyacı yoktur: Bize yalnızca doğada değiştiğini gördüğümüz şeylerin birbirlerine göre nasıl değiştiklerini söylemesi gerekir. Yani bu değişkenler arasında geçerli olabilecek hangi ilişkiler olduğunu...[1]

Kuantum kütle çekiminin temel denklemleri tam da böyle oluşturulmuştur: Bir zaman değişkeni içermezler ve evreni değişken nicelikler arasındaki olası ilişkileri belirterek betimlerler.[2]

Herhangi bir zaman değişkeni içermeyen ilk kuantum kütle çekimi denklemi 1967'de yazıldı. Denklem iki Amerikalı fizikçi, Bryce DeWitt ve John Wheeler tarafından bulundu, bugün de Wheeler-DeWitt denklemi olarak adlandırılır.[3]

Başta kimse, hatta belki Bryce ve John bile, zaman değişkeni olmayan bir denklemin ne anlama geldiğini kavrayamıyordu. (Wheeler: "Zamanı açıklamak mı? Varoluşu açıklamadan! Varoluşu açıklamak mı? Zamanı açıklamadan! Zaman ile varoluş arasındaki derin ve gizli bağlantıyı ortaya çıkarmak mı?... Geleceğe ait bir iş.")[4] Bu konu uzun uzun tartışıldı, konferanslar düzenlendi, tartışmalar yapıldı, tonlarca mürekkep harcandı.[5] Sanırım toz duman dağıldı ve artık bazı şeyler daha net. Kuantum kütle çekiminin temel denkleminde zamanın olmamasının hiçbir gizemli yönü yoktur. Yalnızca temel düzeyde özel bir değişkenin var olmamasının sonucudur.

Bu kuram nesnelerin *zaman içinde* nasıl değiştiklerini betimlemez. Dünyada gerçekleşen olayların birbirleriyle ilişki içinde ger-

çekleşmesi gibi, nesnelerin de *birbirlerine göre*[6] nasıl değiştiklerini tanımlar. Hepsi bu.

Bryce ve John birkaç yıl önce aramızdan ayrıldı. Her ikisiyle de tanışıyordum ve onlara derin bir saygı ve hayranlık duyuyordum. Marsilya'da üniversitedeki odamın duvarında, John Wheeler'ın benim kuantum kütle çekimiyle ilgili ilk çalışmalarımı öğrendiğinde bana yazdığı bir mektup asılıdır. Ara sıra onu, gurur ve özlemle karışık duygular içinde yeniden okurum. Ender buluşmalarımızda ona daha çok şey sormuş olmayı isterdim. Onu son kez görmeye Princeton'a gittiğimde birlikte uzun bir yürüyüş yaptık. Benimle bir yaşlının zayıf sesiyle konuşuyordu, söylediği şeylerden çok şeyi kaçırıyordum ama çok sık tekrar etmesini rica etmeye cesaret edemiyordum. Artık aramızda değil. Ona artık soru soramam, neler düşündüğümü anlatamam. Ona artık, fikirlerinin bana göre doğru düşünceler olduğunu ve benim bütün araştırma yaşamıma yön verdiğini söyleyemem. Ona artık, kuantum kütle çekiminde zaman gizeminin özüne yaklaşan ilk insan olduğunu düşündüğümü söyleyemem. Çünkü artık o, şimdi ve burada yok. Zaman bizim için işte budur. Anı ve geçmiş özlemi... Eksikliğin acısı...

Ama acıyı doğuran kayıp değildir. Duygu ve sevgidir. Duygu olmasaydı, sevgi olmasaydı, kayıp acısı da olmazdı. Bu nedenle kayıp acısı da temelde iyi ve güzeldir çünkü yaşama anlam katan şeylerden beslenir.

Bryce'la kuantum kütle çekimi üzerine çalışan bir grup fizikçiyle buluşmak için Londra'ya ilk kez gittiğimde tanıştım. Çok gençtim, İtalya'da kimsenin ilgilenmediği bu gizemli konuyla büyülenmiştim; o da bu konunun büyük gurularından biriydi. Chris Isham'la buluşmaya Imperial College'a gitmiştim, vardığımda onun en üst kattaki terasta olduğunu söylediler; küçük bir masa etrafında, önceki yıllarda düşüncelerini incelediğim en önemli üç yazar, Chris Isham, Karel Kuchar ve Bryce DeWitt oturuyordu. Orada bir camın arkasından onların kendi aralarında sakince tartışmasını görmenin bende yarattığı derin etkiyi anımsıyorum. Yanlarına giderek tartışmayı bölmeye cesaret edemiyordum. Bana, gizemli gülümsemeler arasında birbirleriyle akıl sır ermez gerçekleri paylaşan üç Zen ustası gibi görünüyor-

lardı. Muhtemelen yalnızca akşam yemeği için nereye gideceklerine karar veriyorlardı. Yeniden düşündüğümde benim şimdiki yaşımdan daha genç olduklarını fark ediyorum. Bu da zamandır. Bakış açısını altüst eden tuhaf bir şey. Ölümünden kısa bir süre önce Bryce, daha sonra bir kitapçık olarak yayımlanan uzun bir söyleşi yaptı;[7] ancak o zaman çalışmalarımı, yüreklendirici sözlerden çok eleştirilerini dile getirdiği konuşmalarımızdan dolayı, benim hayal edebileceğimden çok daha büyük bir dikkatle ve yakınlıkla izlediğini fark ettim.

John ve Bryce benim için manevi babalar oldu. Susuzken onların düşüncelerinde içecek soğuk, taze, temiz sular buldum. Teşekkürler John, teşekkürler Bryce. Biz insanlar duygular ve düşüncelerle yaşarız. Bunları, aynı yerde ve aynı zamanda bulunduğumuzda, konuşarak, birbirimizin gözlerine bakarak, birbirimizin tenine dokunarak paylaşırız. Bu buluşma ve alışveriş ağlarından besleniriz, hatta *biz* bu buluşmalar ve alışverişlerden *ibaretiz*. Ama bu alışverişler için aslında aynı zamanda, aynı yerde olmamıza gerek yok. Bizi birbirimize bağlayan düşünceler ve duygular, okyanusları, yılları, hatta yüzyılları aşmakta zorlanmaz. İncecik bir kitap sayfasına bağlamışlardır veya bir bilgisayarın mikroçipleri arasında dans ederler. Birkaç günlük ömrümüzün ve arşınladığımız birkaç metrekarenin çok ötesine geçen bir ağın parçasıyız. Bu kitap da o örgüde bir ipliktir.

Kendimi kaybederek konu dışına çıktım. John ve Bryce'a duyduğum özlem beni yoldan çıkardı. Bu bölümde söylemek istediğim şey, onların evrenin dinamiğini betimleyen denklemin en basit yapısını bulmuş olduklarıydı. Doğanın dinamiği onu betimleyen tüm değişkenler arasında hangi ilişkilerin olduğunu belirleyen denklemle açıklanır. Her şey eşit düzeydedir. Olası olayları ve bunlar arasındaki olası ilintileri betimler. O kadar.

Bu, evrenin mekaniğinin temel biçimidir ve "zaman"dan söz etmesine gerek yoktur. Zaman, değişkeni olmayan bir evren karmaşık bir evren değildir.

Söz konusu değişkenlerin, çoğunu inanılmaz biçimde yazmayı bildiğimiz olasılık kurallarına uyduğu, birbirlerine bağlı olaylar ağıdır. Berrak ve rüzgârlı, dağ zirveleri gibi, gençlerin çatlamış dudaklarının kuru güzelliği gibi güzelliklerle dolu bir dünyadır.

Temel kuantum olayları ve spin ağları

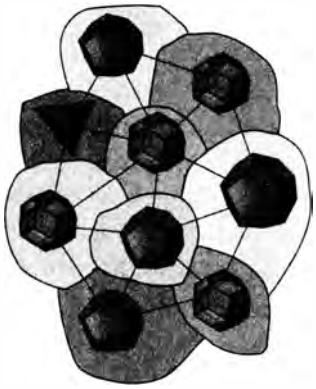
Üstünde çalıştığım ilmek kuantum kütle çekimi denklemleri,[8] Wheeler-DeWitt kuramının modern bir yorumudur. Bu denklemlerde zaman değişkeni yoktur.

Kuramın değişkenleri bildiğimiz maddeyi, yani fotonları, elektronları, atomu oluşturan diğer parçacıkları ve kütle çekimi alanını meydana getiren alanları –hepsi birbiriyle eşit düzeyde olacak şekilde– betimler. İlmek kuramı birleşik bir "her şeyin kuramı" değildir. Hatta bilimin nihai kuramı olmak gibi bir düşüncesi de yoktur. Birbirleriyle tutarlı ama birbirlerinden farklı parçalardan meydana gelen, evrenin, şimdiye dek anladığımız şekliyle, "yalnızca" tutarlı bir betimlemesi olmak amacındadır.

Alanlar tanecikli bir yapıyla ortaya çıkar: Temel parçacıklardan, fotonlardan ve kütle çekimi kuantumlarından, daha doğru bir ifadeyle "uzay kuantumları"ndan oluşurlar. Bu temel tanecikler uzaya gömülü halde bulunmaz; uzayı onlar oluşturur. Daha iyi bir ifadeyle, evrenin uzamsallığı onlar arasındaki etkileşim ağıdır. Zaman içinde bulunmazlar; sürekli olarak birbirleriyle etkileşimde bulunur, hatta yalnızca sürekli etkileşime dayanarak var olurlar; bu etkileşim de evrenin bir olay olarak gerçekleşmesinin ta *kendisidir*; bu, zamanın en küçük temel biçimidir ve ne bir yönü vardır, ne bir doğru şeklinde düzenlenmiştir, ne de Einstein'ın araştırdığı gibi eğri ve pürüzsüz bir geometrisi vardır. Kuantumların etkileşim içindeyken ve etkileşimde bulundukları şeye göre ortaya çıktığı karşılıklı bir etkileşimdir.

Bu etkileşimlerin dinamiğinin temelinde olasılık vardır. Bir şeyin olma olasılığı –başka bir şeyin gerçekleşme olasılığı verili olduğunda– temel olarak bu kuramın denklemleriyle hesaplanabilir. Evrenin olaylarının tam bir haritasını, tam bir geometrisini çizemeyiz çünkü olaylar ve bunlarla birlikte zamanın geçişi, her zaman yalnızca bir etkileşim içinde ve etkileşimi kapsayan fiziksel sisteme ilişkin olarak gerçekleşir. Evren birbirleriyle ilişkide olan bakış açılarının bir toplamıdır; "evrenin dışarıdan görünüşü" ifadesi mantıklı değildir çünkü evrenin "dışı" diye bir şey yoktur.

Kütle çekimi alanının temel *kuantumları* Planck ölçeğinde bulunur. Einstein'ın, Newton'ın mutlak uzayını ve zamanını yeniden yorumlarken kullandığı hareketli tuvali ören temel taneciklerdir. Uzamı ve zamanın süresini belirleyen şey, bunlar ve bunlar arasındaki etkileşimdir.



Temel uzay tanecikleri (veya spin ağları) için sezgisel bir çizim

Uzamsal bitişiklik ilişkileri uzay taneciklerini ağlarla birbirlerine bağlar. Bunlara "spin ağları" denir. *Spin* sözcüğü, uzayın simetrileriyle aynı şey olan uzay taneciklerini tanımlayan matematikten gelir.[9] Bir spin ağındaki tek bir halkaya *loop* (İngilizce "ilmek") denir, bunlar da kurama adını veren ilmeklerdir. Ağların kendileri de kesikli sıçramalarla birbirlerine dönüşür ve kuramda "spin köpükleri" olarak adlandırılan yapılar olarak betimlenir.[10]

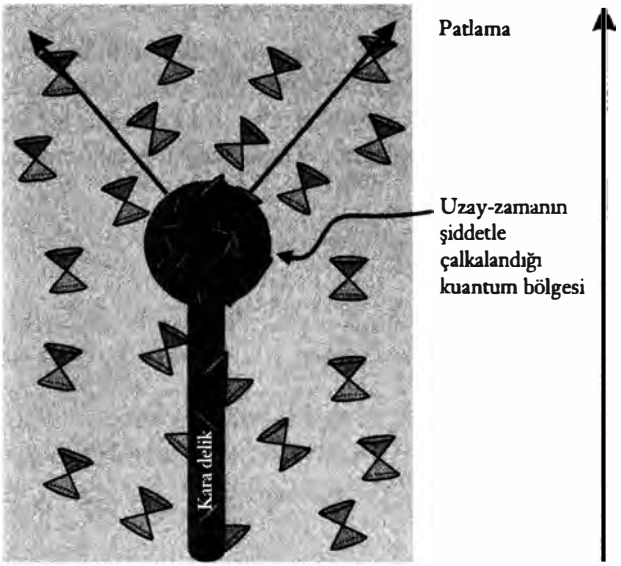
Bu sıçramaların gerçekleşmesi, bize büyük ölçeklerde uzay-zamanın pürüzsüz yapısı gibi görünen örgü iplerini oluşturur. Kuram, küçük ölçeklerde, dalgalanan, olasılık temelli ve kesikli "kuantum özellikli bir uzay-zaman" betimler. Bu ölçekte yalnızca bir görünüp bir kaybolan kuantumların çılgınca kaynaşması vardır.



Spin köpüğünün (*spin foam*) sezgisel bir çizimi

Gündelik olarak, deyimin her iki anlamıyla, hesapla(ş)maya çalıştığım dünya budur. Alışılmadık ama anlamsız olmayan bir dünya...

Marsilya'daki çalışma grubumda, örneğin, bir kuantum evresinden geçen kara deliğin patlaması için gereken süreyi hesaplamaya çalışıyoruz.



Bu evre süresince, kara deliğin içinde ve hemen yakınlarında artık tekil ve belirli bir uzay-zaman yoktur. Bir spin ağları kuantum süperpozisyonu vardır. Tıpkı bir elektronun, salındığı an ile bir ekrana ulaştığı an arasında, birden fazla yerden geçerek bir olasılık bulutu içinde görünebilmesi gibi, bir karadeliğin kuantum çökmesinin uzay-zamanı da, zamanın şiddetle dalgalandığı bir evreden geçer, farklı zamanların kuantum süperpozisyonu vardır, ardından, patlamadan sonra daha kararlı hale geri döner.

Zamanın tam anlamıyla belirsiz olduğu bu ara evrede, yine de elimizde bize neler olduğunu anlatan denklemler vardır. Zaman içermeyen denklemler...

İlmek kuramının betimlediği evren budur.

Evrenin doğru betimlemesinin bu olduğundan emin miyim? Değilim ama bu, uzay-zamanı, onun kuantum özelliklerini göz ardı etmeden düşünmek için benim bugün bildiğim tek tutarlı ve eksiksiz yöntemdir. İlmek kuantum kütle çekimi temel uzay ve zaman olmadan da tutarlı bir kuram yazılabileceğini –bununla birlikte yine de niteliksel öngörüler yapılabileceğini– kanıtlamıştır.

Böyle bir kuramda uzay ve zaman artık içinde bir şeyler olan kaplar ve evrenin genel biçimleri olmaktan çıkar. Özünde ne uzayı ne zamanı tanıyan, yalnızca olayları ve ilişkileri olan bir kuantum dinamiğinin yaklaşık olgularıdır. Temel fiziğin zamanından yoksun bir dünyadır.

ÜÇÜNCÜ KISIM

ZAMANIN KAYNAKLARI

9

ZAMAN BİLGİSİZLİKTİR

"Sorma sakın
benim günlerimin, senin günlerinin akıbetini
Leukonoi
–bizi aşan bir sırdır bu–
derin hesaplara da girişme." (I, 11)

Doğmanın da ölmenin de, ağlamanın da dans etmenin de, öldürmenin de iyileştirmenin de bir zamanı vardır. Yıkmanın da yapmanın da bir zamanı...[1] Bu noktaya kadar zaman, yıkma zamanıydı. Şimdi deneyimlerimizdeki zamanı yeniden inşa etme zamanı. Onun kaynaklarını araştırma, nereden geldiğini anlama zamanı.

Evrenin temel dinamikleri içinde eğer tüm değişkenler eşdeğerse, biz insanların "zaman" dediğimiz şey nedir? Saatim neyi ölçer? Hep ileri doğru akan, hiç geriye doğru akmayan şey nedir ve bu neden böyledir? Evrenin temel dilbilgisinde yer almayacaktır, tamam, ama nedir o?

Evrenin temel yapısının bir parçası olmayan ve bir şekilde basitçe "ortaya çıkan" pek çok şey vardır. Örneğin:

- Bir kedi evrenin temel bileşenlerinden biri değildir. *Ortaya çıkan* ve gezegenimizin farklı yerlerinde kendini tekrarlayan, karmaşık bir şeydir.
- Bir arsada bir grup genç vardır. Maç yapılmasına karar verilir. Takımlar kurulur. Biz şöyle yapardık: En girişken iki kişi ku-

rayla kimin ilk oyuncuyu seçeceğine karar vererek sırayla seçim yapardı. Bu ciddi işlem sonunda iki takım oluşurdu. Bunlar bu uygulamadan önce neredeydi? Hiçbir yerde. Bu işlem sonucu *ortaya çıktılar.*

- Bize o kadar tanıdık gelen ama evrenin temel denklemlerinde yer almayan "yukarı" ve "aşağı" nereden kaynaklanır? Bizi çeken, yakınımızdaki Dünya'dan. "Yukarı" ve "aşağı", evrende yakında büyük bir kütle olması gibi bazı durumlarda *ortaya çıkan* şeylerdir.

- Yüksek bir dağdan beyaz bir bulut deniziyle kaplı bir ovaya bakıyoruz. Bulutların yüzeyi bembeyaz parlıyor. Ovaya doğru yürüyoruz. Hava daha rutubetli sonra daha kapalı oluyor, gökyüzü artık mavi değil, kendimizi bir pusun içinde buluyoruz. Bulutların belirgin yüzeyi nereye gitti? Kayboldu. Geçiş adım adım olur, bulutu yükseklerdeki açık havadan ayıran bir *yüzey* yoktur. Bu bir yanılsama mıydı? Hayır, uzaktan görülen şeydi. Düşünecek olursak, bu *tüm* yüzeyler için böyledir. Şu ağır mermer masayı, atomik ölçeklere kadar küçülürsem bir bulut gibi görürüm. Yakından bakıldığında doğadaki *her şey* bulanık görünür. Tam olarak nerede dağ biter ve ova başlar? Çöl nerede biter, savanlar nerede başlar? Dünyayı kalın dilimlere böleriz. Onu, belirli bir ölçekte *ortaya çıkan*, bizim için anlamlı kavramlar çerçevesinde düşünürüz.

- Her gün gökyüzünün çevremizde döndüğünü görürüz ama aslında dönen biziz. Dönen evrenin gündelik gösterisi "yanıltıcı" mıdır? Hayır, gerçektir ama yalnızca evrenle ilgili değildir. *Bizim* güneşle ve yıldızlarla olan ilişkimizle ilgilidir. Onu, bizim nasıl hareket ettiğimizi merak ederek anlarız. Evrenin hareketi bizimle evren arasındaki ilişkiden *ortaya çıkar.*

Bu örneklerde, gerçek bir şey –bir kedi, bir futbol takımı, yukarı ve aşağı, bulutların yüzeyi, evrenin dönüşü– daha basit bir düzeyde ne kedilerin, ne takımların, ne yukarı ve aşağının, ne bulut yüzeylerinin ne de evrenin dönüşünün olduğu bir evrenden ortaya çıkar.

Zaman, bu örneklerin her birine benzeyen bir biçimde zamanı olmayan bir dünyadan ortaya çıkar.

Zamanın yeniden oluşturulması bu ve bundan sonraki kısa ve teknik iki küçük bölümle burada başlıyor. Bu iki bölümü biraz fazla zor bulursanız doğrudan 11. bölüme atlayın. Oradan adım adım daha insani şeylere yaklaşacağız.

Isıl zaman

Isıl moleküler karışımın çılgınlığı içinde, değişebilecek tüm değişkenler sürekli olarak değişir.

Bununla birlikte yalnızca biri değişmez: (Yalıtılmış) bir sistemde bulunan toplam enerji. Enerji ile zaman arasında sıkı bir bağ vardır. Enerji ve zaman, konum ile moment [impuls] veya yönelim ile açısal moment gibi, fizikçilerin "eşlenik" dedikleri tipik nicelik çiftlerinden birini oluşturur. Bu çiftlerin terimleri birbirlerine bağlıdır. Bir yandan bir sistemin enerjisinin ne olduğunu[2] –diğer değişkenlere nasıl bağlı olduğunu– bilmek, zamanın nasıl aktığını bilmekle aynı şeydir çünkü zamanın içinde değişimin denklemleri onun enerji biçiminin sonucudur.[3] Diğer yandan enerji zaman içinde korunur, dolayısıyla her şey değişse bile o değişemez. Isıl çalkalanma içindeki bir sistem,[4] aynı enerjiye sahip bütün konfigürasyonlardan ama yalnızca bunlardan geçer. Bu konfigürasyonların toplamı –ki bizim bulanık makroskobik görüşümüz bunları fark edemez– "(makroskobik) denge durumu"dur: Durgun bir bardak sıcak su gibi.

Zaman ile denge durumu arasındaki ilişkiyi yorumlamanın alışılmış yolu zamanın mutlak ve nesnel bir şey olduğunu düşünmektir; enerji zaman içindeki değişimi yöneten şeydir; dengedeki sistem de eşit enerjiye sahip tüm konfigürasyonları karıştırır. Bu ilişkileri yorumlamanın geleneksel mantığı bu nedenle şöyle olur:

zaman → enerji → makroskobik durum.[5]

Oysa aynı ilişkiyi düşünmenin başka bir yolu daha vardır: Onu tersten okumak. Yani bir makroskobik durum, başka bir ifadeyle ara-

larından birini koruduğu değişkenlerin bir karışımı veya dünyanın bulanık bir görüntüsü, bir enerjiyi koruyan bir karışım olarak yorumlanabilir, bu da bir zaman meydana getirir. Yani:

makroskobik durum → enerji → zaman.[6]

Bu gözlem yeni bir bakış açısı doğurur: "Zaman" gibi davranan ayrıcalıklı bir değişkenin olmadığı, yani tüm değişkenlerin aynı düzeyde olduğu ama makroskobik durumlar tarafından tanımlanan bulanık bir görüntüsüne sahip olduğumuz temel fiziksel bir sistemde, belirsiz bir makroskobik durum zamanı *belirler*.

Bu noktayı tekrar edeyim çünkü işin özü burada: (Ayrıntıları göz ardı eden) bir makroskobik durum zamanın bazı özelliklerine sahip olan belirli bir değişken seçer.

Başka bir deyişle, bir zaman basit olarak bulanık bir görüntü sonucu belirlenmiş olur. Boltzmann, bir bardak suda görmediğimiz sayısız mikroskobik değişken olduğu gerçeğinden yola çıkarak, ısının davranışının bir bulanıklık içerdiğini anlamıştı. Suyun olası mikroskobik konfigürasyonlarının *sayısı* entropidir. Ama bundan öte başka bir şey de doğrudur: Bulanıklığın kendisi de özel bir değişkeni, zamanı belirler.

Hiçbir değişkenin *a priori* olarak zamanın rolünü oynamadığı temel görelilik fiziğinde, makroskobik durum ile zaman içinde değişim arasındaki ilişkiyi tersine çevirebiliriz: Durumu belirleyen zaman içindeki değişim değildir, bir zamanı belirleyen şey o durumdur, bulanıklıktır.

Bir makroskobik durum tarafından bu şekilde belirlenmiş zamana "ısıl zaman" denir. Bu hangi anlamda bir zamandır? Mikroskobik bir bakış açısından hiçbir özelliği yoktur, herhangi başka bir değişken gibidir. Ama makroskobik bakış açısından çok önemli bir özelliği vardır: Hepsi aynı düzeyde yer alan onca değişken arasında genellikle "zaman" olarak adlandırdığımız değişkene en benzer şekilde davranan değişken ısıl zamandır çünkü makroskobik durumlarla olan ilişkisi termodinamikten tanıdığımız ilişkiyle birebir aynıdır.

Bununla birlikte evrensel bir zaman değildir. Bir makroskobik durum, yani bulanık bir görüntü, betimlemede bir eksiklik tarafından belirlenir. Bir sonraki bölümde bu bulanıklığın nereden kaynaklandığını tartışacağım ama önce kuantum mekaniğini göz önünde bulundurarak bir adım daha atalım.

Kuantum zaman

Roger Penrose' uzay ve zamanla ilgilenen bilimcilerin en anlaşılır olanlarından biridir. Görelilik fiziğinin, bizim zamanın *akışı* olarak algıladığımız şeyle çelişkili olmadığı ama bunun onu açıklamak için yeterli olmadığı sonucuna vardı; eksik parçanın bir kuantum etkileşiminde meydana gelen olaylar olabileceği fikrini ortaya attı.[8] Büyük Fransız matematikçi Alain Connes da kuantum etkileşiminin zamanın temelinde oynadığı rolü anlamak için zekice bir yöntem buldu.

Bir etkileşim bir molekülün *konumunu* somutlaştırdığında molekülün durumu değişir. Aynı şey molekülün *hızı* için de geçerlidir. *Önce* hız, *sonra* konum somutlaşırsa molekülün durumu bu iki olayın ters sırada gerçekleşmesi durumundan *farklı biçimde* değişir. Sıranın önemi vardır. Bir elektronun önce konumunu, sonra hızını ölçersem, onun durumunu, önce hızını, sonra konumunu ölçtüğüm zamandan farklı biçimde değiştiririm.

Buna kuantum değişkenlerinin "yerdeğiştirmezlik"i ["komütatif olmama" özelliği] denir çünkü konum ile hız "yer değiştirmez" yani sıralarını önemli sonuçlara neden olmadan değiştiremezler. Yerdeğiştirmezlik kuantum mekaniğinin en tipik özelliklerinden biridir. Yerdeğiştirmezlik özelliği iki fiziksel değişkenin belirlenmesinde bir sıra; ve bunun sonucu olarak bir zamansallık tohumu belirlemiş olur. Bir fiziksel değişkenin belirlenmesi kendi halinde bir işlem değildir, bir etkileşimdir. Bu etkileşimlerin vardığı nokta, onların sıralarına bağlıdır, bu sıra da zamansal düzenin ilkel bir biçimidir.

Evrenin zamansal düzeninin kökenlerinden biri, belki tam da etkileşimlerin sonucunun onların sırasına bağlı olmasıdır. Connes'un

öne sürdüğü büyüleyici fikir budur: Temel kuantum dönüşümlerindeki zamansallığın ilk tohumları, bunların doğal olarak (kısmen) sıralı olmasıyla atılır.

Connes bu fikrin incelikli bir matematiksel modelini ortaya koydu: Bir tür zaman akışının fiziksel değişkenlerin yerdeğiştirmezlik özelliği tarafından dolaylı olarak tanımlandığını kanıtladı. Bu yerdeğiştirmezlik nedeniyle bir sistemin değişkenlerinin kümesi "yerdeğiştirmez [komütatif olmayan] Von Neumann cebiri" denen matematiksel bir yapı tanımlar, Connes da bu yapıların dolaylı olarak tanımlanan bir akış içerdiklerini gösterdi.[9]

Şaşırtıcı olan şey, Alain Connes'un kuantum sistemleri için tanımladığı akış ile ısıl zaman arasında çok sıkı bir ilişki olmasıdır: Connes bir kuantum sisteminde farklı makroskobik durumlarla belirlenmiş ısıl akımların, belirli bazı içsel simetriler dışında[10], eşdeğer olduğunu ve hep birlikte kesinlikle Connes akışını oluşturduklarını gösterdi.[11] Daha basitçe ifade etmek gerekirse, makroskobik durumlar tarafından belirlenen zaman ile kuantum yerdeğiştirmezlik tarafından belirlenen zaman aynı olgunun farklı dışavurumlarıdır.

Bu ısıl –ve kuantum– zaman, öyle sanıyorum ki,[12] temel düzeyde bir zaman değişkeninin olmadığı gerçek evrenimizde bizim "zaman" dediğimiz şeydir.

Nesnelerin özünde bulunan kuantum belirsizliği, evrenin, –klasik fiziğin işaret ettiğinin tersine– ölçülebilecek her şeyi ölçebilecek olsak bile, öngörülemeyecek nitelikte kalacağını sağlayan, Boltzmann bulanıklığı gibi bir bulanıklık üretir.

Bulanıklığın her iki kaynağı –fiziksel sistemlerin sayılamayacak kadar çok sayıda molekülden oluşması ile kuantum belirsizliği– zamanın temelini oluşturur. Zamansallık bulanıklığa derinden bağlıdır. Bulanıklık, doğanın mikroskobik ayrıntılarını göremeyişimizdir. Fizikteki zaman sonuçta, evren hakkındaki bilgisizliğimizin ifadesidir. Zaman bilgisizliktir.

Alain Connes iki arkadaşıyla birlikte kısa bir bilimkurgu romanı yazdı. Başkarakter Charlotte bir an için evrene ilişkin bütün bilgiye, herhangi bir bulanıklık olmaksızın, sahip olmayı başarır.

Charlotte evreni zamanın ötesinde doğrudan "görme"yi becerir: "Varlığımın evrensel algısını, onun varoluşunun belirli bir zamanında değil de bir 'bütün' olarak deneyimlemek gibi görülmemiş bir şansa sahip oldum. Varlığımın, kimsenin isyan etmediği uzay içindeki sonlu doğası ile bizi müthiş dehşete düşüren zaman içindeki sonlu yapısını karşılaştırabildim."

Sonra zamana geri döner: "Kuantum dünyasının yarattığı bütün sonsuz bilgiyi yitirdiğim izlenimine kapıldım, bu kayıp da karşı konulamaz biçimde zaman ırmağına sürüklenmeme yetti." Bundan doğan duygu bir zaman duygusudur: "Zamanın bu ortaya çıkışı bana bir zorla müdahale, akıl karışıklığının, kaygının, korkunun, çözülmenin bir kaynağı gibi göründü."[13]

Bulanık ve belirsiz gerçeklik imgemiz, "zaman" dediğimiz şeye benzemeye başlayan bazı kendine özgü özellikler taşıyacak olan bir değişkeni, ısıl zamanı ortaya çıkarır; denge durumlarıyla doğru ilişki içindedir.

Isıl zaman termodinamiğe ve dolayısıyla ısıya bağlıdır ama henüz bizim algıladığımız zamana benzemez çünkü geçmiş ile gelecek arasında ayrım yapmaz, yönü yoktur, akışa atfettiğimiz şeye sahip değildir. Henüz deneyimlerimizdeki zamana ulaşmadık.

Bu denli içimize işlemiş olan geçmiş ile gelecek arasındaki ayrım nereden geliyor?

BAKIŞ AÇISI

"Zifirî karanlığında gecesinin
bilgeliğinin,
bir tanrı kapatıyor
gelecek günlerin çizgisini
ve alay ediyor
bizim insani ürpertimizle." (III, 29)

Geçmiş ile gelecek arasındaki bütün fark yalnızca geçmişte evrenin entropisinin düşük olmasıyla açıklanabilir.[1] Entropi geçmişte neden düşüktü?

Bu bölümde "şimdi, benim yanıtımı, onun içerdiği aşırı savları dinlemeye istekliyseniz"[2] olası bir yanıt için bir düşünce anlatacağım. Bunun doğru yanıt olduğuna emin değilim ama âşık olduğum bir fikir.[3] Pek çok şeyi açıklığa kavuşturabilir.

Dönmekte olan biziz!

Ayrıntıda ne olursak olalım, biz insanlar yine de doğanın parçaları, büyük kozmos freskinin bir mozaik taşı, diğer pek çokları arasında küçük bir parçayız.

Bizimle evrenin geri kalanı arasında fiziksel etkileşimler vardır. Tabii ki doğanın *tüm* değişkenleri bizimle veya ait olduğumuz evren parçasıyla etkileşime girmez. Bunu yalnızca bu değişkenlerin çok

küçük bir bölümü yapar; büyük çoğunluğu bizimle hiç etkileşimde değildir. O bizi görmez, biz de onu görmeyiz. Bu nedenle evrenin farklı konfigürasyonları bizim için birbirlerine eşdeğerdir. Benimle bir bardak su –doğanın iki parçası– arasındaki fiziksel etkileşim, her bir su molekülünün hareketinin ayrıntılarından bağımsızdır. Aynı şekilde –evrenin iki parçası olan– benimle uzak bir gökada arasındaki fiziksel etkileşim, yukarıda olup bitenlerin ayrıntılarını göz ardı eder. Dolayısıyla evren görüşümüz bulanıktır. Çünkü bizimle eriştiğimiz ve ait olduğumuz evren parçası arasındaki fiziksel etkileşimler pek çok değişkene karşı kördür.

Bu bulanık görüntü Boltzmann'ın kuramının özünü oluşturur.[4] Bulanıklıktan ısı ve entropi kavramları doğar, zamanın akışını nitelendiren olaylar da bu kavramlara bağlıdır. Bir sistemin entropisi, özellikle yalnızca bulanıklığa bağlıdır. *Görmediğim* şeye bağlıdır çünkü ayırt edilemeyen konfigürasyonların sayısına bağlıdır. Aynı mikroskobik konfigürasyon bir bulanıklığa göre yüksek entropili, bir başkasına göre düşük entropili olabilir. Bulanıklığın kendisi de bir hayal ürünü değildir; gerçek fiziksel etkileşime bağlıdır, bu yüzden bir sistemin entropisi sistemle olan fiziksel etkileşime bağlıdır.[5]

Bu, entropinin keyfî veya öznel bir nicelik olduğu anlamına gelmez. Hız gibi göreli bir nicelik olduğu anlamına gelir. Bir nesnenin hızı yalnızca o nesnenin özelliği değildir; nesnenin bir başka şeye göre özelliğidir. Hareketli bir tren içinde koşturan bir çocuğun hızının trene göre bir değeri (saniyede birkaç adım) ve yeryüzüne göre bir başka değeri (saatte 100 kilometre) vardır. Annesi çocuğuna, "Yerinde dur!" derse, Dünya'ya göre durmak için pencereden aşağı atlaması gerektiğini söylemek istemez. Onun *trene göre* hareketsiz olması gerektiğini kasteder. Hız, bir cismin *bir başka cisme göre* olan bir özelliğidir. *Göreli* bir niceliktir.

Aynı şey entropi için de geçerlidir. A'nın B'ye göre entropisi, A'nın, A ile B arasındaki *fiziksel* etkileşimlerinin ayırt etmediği konfigürasyon sayısını verir.

Genellikle kafa karışıklığı yaratan bu konunun açıklığa kavuş-

masıyla, zaman okunun gizemi için baştan çıkarıcı bir çözüm ortaya çıkar.

Evrenin entropisi yalnızca evrenin konfigürasyonuna bağlı değildir; evreni nasıl bulanıklaştırdığımıza *da* bağlıdır, bu da *bizim*, yani ait olduğumuz evren parçasının, evrenin hangi değişkenleri aracılığıyla onunla etkileşimde bulunduğumuza bağlıdır.

Evrenin başlangıç entropisi bize çok düşük görünür. Ama bu, evrenin kesin durumuyla ilgili değildir; *bizim*, fiziksel sistemler olarak, evrenin etkileşime girmiş olduğumuz değişkenlerinin alt kümesiyle ilgilidir. *Bizim* evrenle etkileşimimizin yarattığı dramatik bulanıklıkla, *bizim* evreni betimlemek için kullandığımız makroskobik değişkenlerin küçük kümesiyle ilişkili olduğu için evrenin entropisi geçmişte düşüktü.

Bu *gerçek*, geçmişte çok özel bir konfigürasyona sahip olan şeyin evren olmayabileceği olasılığını doğurur; özel olan belki de biz ve evrenle olan etkileşimimiz olabilir. Özel bir makroskobik tanımlamayı belirleyen biziz. Evrenin başlangıçtaki düşük entropisi ve dolayısıyla zamanın oku, evrenden çok *bizden* ileri geliyor olabilir. Fikir bu.

En bariz ve en muhteşem olaylardan birini, gece gökyüzünün dönüşünü düşünün. Çevremizdeki evrenin en doğrudan gözlemlediğimiz ve en harika özelliği budur: Dönmektedir. Ama dönmek evrenin gerçekten bir özelliği midir? Hayır. Binlerce yılımızı aldı ama sonunda göğün dönüşünü çözdük: Evrenin değil, *bizim* döndüğümüzü anladık. Gökyüzünün dönmesi, evrenin dinamiğinin gizemli bir özelliğinin değil, özel hareket etme biçimimize dayanan bir bakış açısı etkisidir.

Zamanın oku için de aynı şey geçerli olabilir. Evrenin başlangıç entropisi, bizim –ait olduğumuz fiziksel sistemin– evrenle etkileşimde bulunmak için kullandığımız özel yöntemden dolayı düşük olmuş olabilir. Biz, evrenin farklı yönlerinin çok özel bir alt kümesiyle uyum sağlamış durumdayız, zamanda bir yöne sahip olan da budur.

Bizimle evrenin geri kalanı arasındaki özel bir etkileşim, düşük bir başlangıç entropisini nasıl belirleyebilir?

Basit. Altısı kırmızı, altısı siyah renkli 12 kartlık bir deste oyun kâğıdı alın. Bunu önce altı kırmızı kart gelecek şekilde düzenleyin. Biraz karıştırın, sonra da karıştırılmış destede ilk altı kart arasına giren siyah kartları arayın. Karıştırmadan önce hiç yoktu, karıştırdıkça sayıları arttı. Bu, entropi artışının küçük bir örneğidir. Oyunun başında ilk altı kart arasında siyahların sayısı sıfırdır (entropi düşüktür) çünkü oyun *özel* bir konfigürasyonla başlamıştır.

Şimdi farklı bir oyun oynayalım. Kartları gelişigüzel karıştırın, sonra destedeki ilk altı karta *bakın* ve ne olduklarını ezberleyin. Biraz karıştırın, sonra da ilk altı kart arasına karışmış *diğer* kartları arayın. Başta hiç yoktu, sonra daha önceki gibi artmaya başladı, entropi gibi. Ama burada öncekiyle temel bir fark var: Başta kartlar *herhangi* bir konfigürasyondaydı. Onları, oyunun başlangıcında destenin önünde görüp özel olarak ilan etmiş olan *sizsiniz*.

Aynı şey evrenin entropisi için de geçerli olabilir. O durumun özel olduğu fiziksel bir sisteme ait olan belki de biziz.

Evrenin başlangıç konfigürasyonunun özel kılındığı böyle bir fiziksel sistem neden var olmak zorunda olsun ki? Çünkü evrenin uçsuz bucaksızlığı içinde sayısız fiziksel sistem vardır ve bunlar birbirleriyle daha da çok sayıda yolla etkileşime girer. Bunlar arasında, sonu gelmez olasılıklar ve büyük sayılar oyununa göre, neredeyse kesin olarak, evrenin geri kalanıyla, *tastamam* geçmişte özel bir değere sahip olan değişkenler aracılığıyla etkileşime giren bir sistem var olabilir.

Bizimki gibi uçsuz bucaksız bir evrende "özel" alt kümelerin olması şaşırtıcı değil. *Bir kişinin* piyangoda kazanması kimseyi şaşırtmaz, her hafta kazanan biri vardır. Bütün evrenin geçmişte inanılmaz ölçüde "özel" bir konfigürasyonda bulunmuş olduğunu düşünmek doğal değildir ama evrenin "özel" parçaları olduğunu düşünmekte doğal olmayan bir şey yoktur.

Evrenin bir alt kümesi bu anlamda özelse, o zaman *bu* alt küme

için evrenin entropisi başta düşük olur, termodinamiğin ikinci yasası geçerli olur, bellek var olur, izler kalır, evrim, yaşam, düşünce vb. var olabilir.

Başka bir deyişle evrende buna benzer bir şey varsa –ki olması bana doğal geliyor– biz bu şeye aitiz demektir. Burada "biz" genellikle erişmiş olduğumuz, evreni tanımlamakta kullandığımız fiziksel değişkenler kümesi anlamına gelir. Dolayısıyla belki de zamanın akışı evrenin bir özelliği değildir; yıldızların dönmesi gibi ait olduğumuz evren köşesinin özel bir bakış açısıdır.

Peki ama neden *bizim tam da bu özel* sistemlerden birine ait olmamız gereksin?

Elmaların *tam da* insanların elma suyu içtiği Kuzey Avrupa'da yetişirken üzümün tam da insanların şarap içtiği güneyde yetişmesinin veya doğduğum yerde insanların *tam da* benim anadilimi konuşmasının ya da bizi ısıtan güneşin, ne çok uzakta ne çok yakında, *tam da* doğru uzaklıkta olmasının nedeni neyse aynı nedenden dolayı. Bu örneklerin hepsinde "garip" rastlantılar nedensellik ilişkilerinin yönünün karıştırılmasından kaynaklanır; elmalar elma suyu içen insanların olduğu yerde yetişmez, insanlar elma yetişen yerlerde elma suyu içer. Böyle açıklandığı zaman ortada bir gariplik kalmaz.

Benzer şekilde, evrenin sonsuz çeşitliliği içinde başlangıç için düşük bir entropi tanımlayan özel değişkenler aracılığıyla evrenin geri kalanıyla etkileşime giren fiziksel sistemler var olabilir. *Bu* sistemler bağlamında entropi sürekli olarak artar. Başka yerde değil, orada, zaman akışının tipik olayları vardır, yaşam, evrim, düşüncelerimiz ve zamanın akışı hakkındaki farkındalığımız mümkün olur. Elma suyumuzun, zamanın, üretildiği elmalar orada bulunur. Şu yaşam denen hem acı hem tatlı hoş meyve suyu...

Bağlamsallık

Bilim yaptığımızda, evreni mümkün olduğunca nesnel betimlemek isteriz. Bakış açımızdan kaynaklanan çarpıklıkları ve

görsel yanılsamaları ortadan kaldırmaya çalışırız. Bilim nesnelliği amaç edinir; yani üstünde anlaşma sağlayabileceğimiz ortak bir bakış açısını...

Bu çok iyi ama gözlemi yapan kişinin bakış açısını göz ardı ettiğimizde ne kadar çok şey yitirdiğimize de dikkat etmek gerekir. Nesnellik kaygısındaki bilim, evrene ilişkin deneyimimizin içeriden olduğunu unutmamalıdır. Evrene her göz atışımız her durumda özel bir bakış açısından olur.

Bu durumu göz önünde tutmak pek çok şeyi açıklar. Örneğin bir harita ile gördüğümüz şey arasındaki ilişkiyi açıklığa kavuşturur. Bir harita ile gördüğümüz şeyi karşılaştırmak için temel bir bilgi eklememiz gerekir: Harita üstünde hangi noktada olduğumuzu bilmek. Haritalar, dağ köylerindeki kırmızı bir okla "buradasınız" yazılı uyarısı olan patika haritaları gibi temsil ettiği bölgenin bir yerine yerleştirilmiş olması dışında nerede olduğumuzu bilmez.

Garip bir ifadedir bu çünkü bir harita nerede olduğumuzu nasıl bilsin? Ona uzaktan dürbünle bakıyor olabiliriz. Haritada, bunun yerine, kırmızı bir okla birlikte, şöyle yazmalıdır: "Ben, harita, buradayım." Ama bu kulağa biraz garip gelebilir: Bir harita nasıl "ben" diyebilir? Daha az dikkat çeken bir tümceyle gizlenebilir. Örneğin: "Bu harita buradadır," ve bir kırmızı ok. Ama bu durumda da kendi kendisine atıfta bulunan bir metinde ilginç bir şeyler vardır. İlginç olan bu şey nedir?

Bu şey, felsefecilerin "bağlamsallık" [indeksikallik] dediği şeydir. Bağlamsallık bazı özel sözcüklerin kullanıldıkları her defasında farklı bir anlama sahip olmalarıdır. Nerede, nasıl, ne zaman kimin tarafından dile getirildiklerine göre belirlenen bir anlam... "Burası", "şimdi", "ben", "bu", "bu akşam" gibi, onu dile getiren özneye ve dile getirildikleri koşullara göre farklı bir anlam edinen sözcükler... "Benim adım Carlo Rovelli" ben söylersem doğru ama bir başkası tarafından söylendiğinde genellikle yanlış bir tümce olur. "Şimdi 12 Eylül 2016" yazmakta olduğum zaman için doğru bir ifadedir, birkaç saat sonra yanlış olacaktır. Bu bağlamsal tümceler bir bakış açısının,

gözlemlenen evrenin bütün betimlemelerinin bir parçası olan bir görüşün var olduğuna açık bir atıfta bulunur.

Evrenin, bakış açılarını göz ardı eden, yalnızca uzayın, zamanın, bir öznenin "dışında" olan bir betimlemesini verecek olursak, pek çok şey anlatabiliriz ama doğanın bazı temel özelliklerini yitiririz. Çünkü bize verilmiş olan doğa, dışarıdan görülen evren değil, içeriden görülen dünyadır.

Evrende gördüğümüz pek çok şey, bakış açısının varlığını hesaba kattığımızda anlaşılabilir olur. Göz ardı ettiğimizde anlaşılmaz olurlar. Her bir deneyimde evrende belirli bir konumda yerleşmiş bulunuruz: Bir zihin içinde, bir beyinde, uzayda bir yerde, zamanda bir anda... Bizim evrendeki bu konumlanmamız, *bizim* zaman algımızı kavramamız için *çok önemlidir*. Kısacası "dışarıdan görülen" dünyada bulunan zamansal yapılar ile gözlemlediğimiz evrenin, bizim bir parçası olmamıza ve içindeki konumumuza bağlı olan özellikleri karıştırılmamalıdır.[6]

Bir harita kullanmak için ona dışarıdan bakmak yetmez, haritanın temsil ettiği resimde nerede olduğumuzu bilmemiz gerekir. Uzay algımızı kavramak için Newton uzayını düşünmek yetmez, bizim bu uzayı içeriden gördüğümüzü, konumlanmış olduğumuzu anımsamamız gerekir. Zamanı anlamak için onu dışarıdan düşünmek yetmez; bizim, deneyimimizin her ânında, zaman içinde nasıl konumlandığımızı anlamak gerekir.

Evreni, kozmosun sayısız değişkenlerinden çok küçük bir bölümüyle etkileşerek, içeriden gözlemliyoruz. Onun bulanık bir görüntüsünü görüyoruz. Bu bulanıklık, evrenin etkileşime girdiğimiz dinamiğinin bulanıklık derecesini ölçen entropiye bağlı olması sonucunu doğurur. Kozmostan daha çok bize ilişkin bir şey ölçer.

Tehlikeli biçimde kendimize yaklaşıyoruz. Sanki *Oidipus*'taki Teiresias'ı duyar gibiyiz: "Dur! Yoksa kendini bulacaksın..." Ya da 12. yüzyılda mutlak olanı arayan ve sonunda "evrensel insan"ı kozmosun merkezine yerleştiren Bingen'li Hildegard ...



Bingen'li Hildegard'ın *Liber Divinorum Operum*'unda evrenin merkezindeki evrensel insan (1164–1170).

Ama şu "bize" varmadan önce, –sonuçta belki de bir bakış açısı olayı olan– entropi artışının, devasa zaman fenomenolojisinin bütününü nasıl doğurduğunu göstermek için bir bölüme daha, bir sonraki bölüme ihtiyacımız var.

Son iki bölümdeki sarsıntılı yolculuğu, okuyucularımın hepsini yitirmediğimi umarak özetleyeyim: Evren, temelde zaman içinde sıralanmış *olmayan* bir olaylar toplamıdır. Bunlar, *a priori* olarak eşit düzeydeki fiziksel değişkenler arasında ilişkiler meydana getirir. Evrenin her bir parçası tüm değişkenlerin küçük bir bölümüyle etkileşimde bulunur, bunun da değeri "evreninin bu alt sistemle ilgili durumu"nu belirler.

Evrenin her bir parçası için, bu nedenle, evrenin geri kalanına ait ayırt edilemeyen konfigürasyonlar vardır. Entropi bunların sayısını belirler. Ayırt edilemeyen konfigürasyonları daha çok olan durumlara daha sık rastlanır, bu nedenle de maksimum entropi durumları, bir alt sistemin gözünden "evrenin geri kalanı"nı genel olarak betimleyen durumlardır. Doğal bir biçimde bu durumların onlara

bağlı, o çerçeveden bakıldığında dengede göründükleri bir akış vardır. Bu akışın parametresi ısıl zamandır.

Evrenin sayısız parçası arasında, ısıl zamanın uç bir noktasıyla ilişkili olan durumların *az sayıda* konfigürasyona sahip olduğu özel parçalar olacaktır. *Bu* sistemler için akış simetrik değildir; entropi artar. Bu artış, bizim zamanın akışı olarak algıladığımız şeydir.

Bunun akla yatkın bir öykü olduğundan emin değilim ama daha iyisini bilmiyorum. Diğer seçenek, evrenin yaşamının başında entropinin düşük olmasını verili bir gözlem olarak kabul edip konuyu kapatmaktır.[7]

Bize yol gösteren, Clausius'un ilan ettiği ve Boltzmann'ın şifresini çözmeye başladığı $\Delta S \geq 0$ yasasıdır. Evrenin genel yasalarını ararken yitirdiğimiz bu yasayı, özel alt sistemler için olası bir bakış açısı etkisi olarak yeniden buluyoruz. Bir kez daha buradan yola koyulalım.

ÖZEL BİR DURUMDAN ORTAYA ÇIKAN ŞEY NEDİR?

"Neden uzun çam ağacı
ve soluk kavak
dallarını iç içe geçirir
bize bu tatlı mı tatlı gölgeyi vermek için?
Neden bu geçici su
aydınlık girdaplar yaratır
bu dolambaçlı akışta?" (II, 3)

Evreni harekete geçiren enerji değil, entropidir

Okulda bana dünyayı döndüren şeyin enerji olduğunu söylemişlerdi. Enerjiyi örneğin petrolden, güneşten veya nükleer kaynaklardan temin etmeliyiz. Enerji motorları çalıştırır, bitkileri büyütür ve sabahları yaşam dolu uyanmamızı sağlar.

Gelgelelim bu işte bir terslik var. Enerji –yine bana okulda dediklerine göre– korunur. Ne var edilebilir ne de yok edilebilir. Eğer korunuyorsa neden hep yeniden temin etmek zorundayız? Neden hep aynısını kullanmıyoruz? Gerçek şu ki enerji boldur ve tükenmez. Dünyanın işlemeye devam etmesi için gerekli olan enerji değil, düşük entropidir.

Enerji (mekanik, kimyasal, elektriksel ya da potansiyel enerji şeklinde olsun) ısıl enerjiye yani ısıya dönüşür, soğuk şeylere gider, oradan da onu bir bedel ödemeden geri almak ve bir bitkiyi büyütmek veya bir motoru çalıştırmak için yeniden kullanmanın artık bir yolu yoktur. Bu süreç içinde enerji aynı kalır ama entropi artar, geriye dönmeyen şey budur. Onu tüketen, termodinamiğin ikinci yasasıdır.

Dünyayı döndüren enerji kaynakları değil, düşük entropi kaynaklarıdır. Düşük entropi olmasaydı enerji eşit biçimde ısı olarak dağılır, dünya da geçmiş ile gelecek arasında bir farkın olmadığı, hiçbir şeyin gerçekleşmediği ısıl denge durumuna doğru giderdi.

Yeryüzüne yakın zengin bir düşük entropi kaynağımız var: Güneş. Güneş bize sıcak fotonlar gönderir. Yeryüzü de sonra ısıyı, daha soğuk fotonlar fırlatarak karanlık göğe yansıtır. Giren enerji, aşağı yukarı çıkan enerjiye eşittir, dolayısıyla bu alışverişte enerji kazanmayız (kazansaydık bu bir felaket olurdu: Bu küresel ısınmadır). Ama ulaşan her bir fotona karşılık Dünya onlarca soğuk foton yayar çünkü güneşten gelen sıcak bir foton Dünya'nın yaydığı onlarca fotonla aynı enerjiye sahiptir. Sıcak bir fotonun on soğuk fotondan daha az entropisi vardır çünkü tek bir (sıcak) fotonun konfigürasyonlarının sayısı on (soğuk) fotonunkinden daha düşüktür. Bu nedenle güneş bizim için çok zengin bir sürekli düşük entropi kaynağıdır. Elimizde bol bol düşük entropi var, bitkilerin ve hayvanların gelişmesini, bizim motorlar, kentler, düşünceler yaratmamızı ve bunun gibi kitaplar yazmamızı sağlayan şey de bu.

Güneş'in düşük entropisi nereden kaynaklanıyor? Güneş'in kendisinin de daha da küçük bir entropi konfigürasyonundan doğmasından; Güneş Sistemi'nin meydana gelmesini sağlayan o ilk bulutun daha da düşük bir entropisi vardı. Bu, kozmosun çok düşük entropisine varana dek geriye doğru gider.

Kozmosun büyük öyküsünü sürükleyen şey evrenin entropisinin artmasıdır.

Ama evrenin entropisinin artması bir kutudaki gazın aniden genleşmesi gibi hızlı olmaz; yavaş yavaş gerçekleşir ve uzun sürer. Devasa bir kepçeyle bile evren gibi koca bir şeyi karıştırmak zaman alır. Her şeyden öte, entropinin artması için kapalı kapılar ve engeller, zor geçitler vardır.

Örneğin bir odun, kendi başına bırakıldığında uzun süre dayanır. Maksimum entropi durumunda değildir çünkü karbon ve hidrojen gibi onu meydana getiren elementler, oduna biçim vermek için çok özel (düzenli) biçimde birleşmiştir. Bu özel bileşimler ortadan

kalkarsa entropi artar. Bu, odun yandığında olan şeydir; elementler odunu oluşturan özel yapılardan kurtulur ve entropi birdenbire artar (yanma aslında son derece tersine çevrilemez bir süreçtir). Öte yandan odun kendi kendine tutuşmaz. Bir şey onun daha yüksek entropili bir duruma geçmesine izin veren bir geçit açmasına dek uzun süre düşük entropi durumunda kalır. Bir odun yığını, iskambil kartlarından yapılma bir şato gibi dengesiz bir durumda bulunur ama onu yıkacak bir şey ortaya çıkmadığı sürece yıkılmaz. Yanma, odunun daha yüksek entropili bir duruma geçmesi için kanal açan bir süreçtir.

Evrenin her yerinde entropinin artmasını tıkayan, dolayısıyla geciktiren engeller vardır. Geçmişte örneğin evren temel olarak uçsuz bucaksız bir hidrojen okyanusuydu. Hidrojen kaynaşarak helyuma dönüşebilir; helyumun entropisi de hidrojenden yüksektir. Ama bunun gerçekleşebilmesi için bir kanalın açılmasına ihtiyaç vardır: Bir yıldızın ateşlenmesi gerekir, burada da hidrojen yanarak helyuma dönüşmeye başlar. Yıldızları ateşleyen nedir? Entropiyi artıran bir başka süreç: Gökadada dolaşıp duran büyük hidrojen bulutlarının kütle çekiminin neden olduğu büzülme. Büzülmüş bir hidrojen bulutu, dağınık bir hidrojen bulutundan daha yüksek entropiye sahiptir.[1] Ama hidrojen bulutları devasa boyutlarda oldukları için, büzüşmeleri milyonlarca yıl alır. Ancak yoğunlaştıktan sonra, sonunda hidrojeni helyuma dönüştürerek entropinin artması olasılığına bir kapı açan nükleer füzyon sürecini ateşleyecek derecede ısınabilirler.

Evrenin bütün tarihi işte bu aksak ve oynak kozmik entropi artışıdır. Bu, ne hızlı ne de düzenli bir artıştır çünkü nesneler, bir şey entropinin artmasına izin veren bir sürecin kapılarını açmak üzere müdahale edene kadar, (odun yığını, hidrojen bulutu gibi) düşük entropi havzalarında kıstırılmış kalır. Entropi artışının kendisi de zaman zaman entropinin yeniden artmasını sağlayan yeni kapılar açar. Dağlardaki bir baraj örneğin, zaman içinde yıpranıp yıkılana dek su tutar, sonra su vadiye kaçar ve entropi artar. Bu zorlu yol boyunca evrenin irili ufaklı parçaları, bazen çok uzun süre, nispeten durağan ve kararlı durumlar içinde birbirlerinden tamamen yalıtılmış şekilde kalır.

Canlılar da birbirlerini tetikleyen benzer süreçlerden meydana gelir. Bitkiler güneşin düşük entropili fotonlarını fotosentez yoluyla toplar. Hayvanlar yemek yiyerek düşük entropiden beslenir. (Eğer bize entropi yerine enerji yetseydi, yemek yemek yerine hepimiz sıcak Sahra Çölü'ne giderdik). Her bir canlı hücrenin içindeki karmaşık kimyasal süreçler ağı, düşük düzeydeki entropiyi artıran kapıları açıp kapayan bir yapıdır. Moleküller süreçlerin birbirlerini tetiklemesini veya frenlemesini sağlayan bir katalizör görevi görür. Her şeyi çalıştıran şey, her bir süreç içindeki entropi artışıdır. Yaşam, birbirlerini harekete geçiren, birbirlerinin katalizörü olan entropi artışı süreçlerinin oluşturduğu bu ağdır.[2] Kimi zaman söylendiği gibi, yaşamın özel bir düzene sahip yapılar oluşturduğu veya entropiyi yerel olarak düşürdüğü ifadesi doğru değildir: Yaşam sadece besinlerin düşük entropisinden beslenen bir süreçtir; evrendeki diğer her şey gibi, kendi kendine yapılanmış bir düzensizleşmedir.

En sıradan olaylar bile termodinamiğin ikinci yasasına uygun olarak gerçekleşir. Bir taş yere düşer. Neden? Sık sık taşın, aşağıda olan, "en düşük enerji düzeyi"ne geçtiğini okuruz. Peki ama taş neden kendisini en düşük enerji durumuna koymak zorunda olsun? Enerji korunuyorsa eğer, neden enerji yitirmek zorunda olsun? Yanıt şudur: Taş yere vurduğu zaman onu ısıtır; mekanik enerjisi ısıya dönüşür, oradan da geri dönüş yoktur. Termodinamiğin ikinci yasası olmasaydı, ısı olmasaydı, mikroskobik kaynaşma olmasaydı, taş sürekli olarak sekmeye devam eder, hiç durmazdı.

Taşları yerde tutan ve dünyayı döndüren, enerji değil, entropidir.

Bütün evrensel başkalaşım, başta sıralı olan, sonra, karıştırıldıkça düzensizleşen bir deste oyun kağıdı gibi, yavaş yavaş gerçekleşen bir düzensizleşme sürecidir. Evreni karıştıran dev eller yoktur; evren, onu oluşturan parçalar arasındaki karıştırma süreci boyunca adım adım açılıp kapanan etkileşimlerle, kendi kendine karışır. Çok geniş alanlar düzenli kalmaya devam eden konfigürasyonlar içinde kapalı kalır, daha sonra orada burada düzensizliğin yayılmasını sağlayan kanallar açılır.[3]

Evrendeki olayların olmasını sağlayan, doğanın tarihini yazan şey, nesnelerin, az sayıda düzenli konfigürasyondan sayısız düzensiz konfigürasyona geçen, karşı konulamaz karışma işlemidir. Evren yavaş yavaş yıkılan bir dağ gibidir. Tıpkı gittikçe yıpranan bir yapı gibi.

En küçük olaydan en karmaşığına, yok edici Şiva'nın gerçek dansı, bu artan entropinin, evrenin başlangıcındaki düşük entropiden beslenen dansıdır.

İzler ve nedenler

Entropinin geçmişte düşük olmasının yarattığı, geçmiş ile gelecek arasındaki ayrım için önemli olan ve her yerde geçerli önemli bir etki vardır: Geçmişin bugüne bıraktığı izler.

İzler her yerdedir. Ay yüzeyindeki kraterler geçmiş çarpmaların kanıtıdır. Fosiller bize geçmişte yaşamış canlıların biçimlerini gösterir. Teleskoplar uzak gökadaların geçmişte nasıl olduklarını gösterir. Kitaplar bize geçmişimizi, tarihimizi anlatır. Beyinlerimiz anılarla doludur.

Geçmişe ait izlerin var olmasının, geleceğin izlerinin var olmamasının *tek* nedeni entropinin geçmişte düşük olmasıdır. Başka bir nedenden değil. Geçmiş ile gelecek arasındaki farkın tek kaynağı geçmişteki düşük entropidir, bu yüzden başka bir neden var olamaz.

İz bırakmak için bir şeyin durması, hareketine son vermesi gerekir, bu da yalnızca tersinemez bir süreçle, yani enerjinin ısıya indirgenmesiyle gerçekleşebilir. Bu nedenden bilgisayarlar ısınır, beyin ısınır, Ay yüzeyine düşen göktaşları onu ısıtır, hatta Ortaçağ'da Benedikten manastırlarındaki yazıcı keşişlerin kaz tüyünden yapılma divit kalemleri mürekkebin değdiği sayfayı biraz ısıtır. Isının olmadığı bir dünyada her şey elastik olarak geri seker ve hiçbir şey kendi izini bırakmaz.[4]

Geçmişin belirlenmiş olduğuna yönelik o tanıdık duyguyu yaratan şey, geçmişe ait izlerin bol bulunmasıdır. Geleceğe ait benzer izlerin olmaması, geleceğin belirsiz olduğu duygusunu yaratır. İzle-

rin varlığı, beynimizin geçmiş olaylara ilişkin çok geniş haritalar düzenlemesini sağlar, benzer bir şey gelecek olaylar için geçerli değildir. Bu durum bizim, farklı gelecekler arasından seçim yaparak dünyada özgürce davranabileceğimiz ama geçmişe dair bir şey yapamayacağımız duygusunun kaynağıdır.

Beynin, doğrudan farkında olmadığımız muazzam mekanizmaları (Antonio, *Venedik Taciri*'nin başında, "Neden bilmem, bir sıkıntı var içimde..."* diyerek sahneye girer) evrim süresince olası gelecekle-re ilişkin hesaplar yapmak için tasarlanmıştır; biz buna "karar vermek" diyoruz. Bu mekanizmalar, şimdinin, bir ayrıntı dışında şu an olduğu gibi olması durumunda ne gibi olası alternatif geleceklerin gerçekleşeceğini dikkatle inceledikleri için de "nedenler"in "sonuçlar"dan önce geldikleri biçiminde düşünmek bize doğal gelir: Gelecekteki bir olayın nedeni, o neden dışında her şeyin eşit olduğu bir dünyada gelecekteki olayın gerçekleşmeyeceği, geçmiş bir olaydır.[5]

Bizim deneyimimizde neden kavramı, zaman içinde asimetriktir: Neden, sonuçtan önce gelir. Özellikle, iki olayın "aynı nedene bağlı olduğu"nu fark ettiğimizde, bu ortak nedeni[6] gelecekte değil, geçmişte buluruz; iki tsunami dalgası birbirine yakın iki adaya ulaşırsa, *geçmişte* her ikisine de yol açan bir olay olduğunu düşünürüz, gelecekte değil. Ama bu, geçmişten geleceğe doğru sihirli bir "nedensellik" kuvveti var olduğu için olmaz. İki olay arasındaki bir korelasyonun olası olmama durumu olanak dışı bir şey gerektirir, bu olanaksızlığı da *yalnızca* geçmişin düşük entropisi sağlar. Bunu sağlayan şey başka ne olabilirdi? Başka bir deyişle geçmişteki ortak nedenlerin varlığı, geçmişteki düşük entropinin dışavurumundan başka bir şey değildir. Isıl bir denge durumunda veya tamamen mekanik bir sistemde zamanın nedensellik tarafından tanımlanmış bir yönü yoktur.

Temel fizik yasaları "nedenler"den değil, yalnızca düzenlilikten, geçmiş ile geleceğe göre simetriden söz eder. Ünlü bir makale-

* William Shakespeare, *Venedik Taciri*, çev. Özdemir Nutku, İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, 2019, s. 1. (Ç.N.)

sinde Bertrand Russell buna işaret eder ve vurgulu olarak şöyle yazar: "Nedensellik yasası... yalnızca, hatalı olarak hiçbir zararı olmadığı varsayılan krallık gibi, geçmişte kalmış bir çağın kalıntısıdır."[7] Abartıyor çünkü temel düzeyde "nedenler"in olmaması, neden kavramını geçersiz kılmak için yeterli bir gerekçe değildir;[8] temel düzeyde kediler de yoktur ama kedilerle ilgilenmiyor olmamız bundan dolayı değildir. Geçmişin düşük entropisi neden kavramını etkili kılar.

Ama bellek, nedenler ve sonuçlar, akış, geçmişin belirli, geleceğinse belirsiz olması, yalnızca istatistiksel bir olgunun, evrenin geçmişteki bir durumunun olasılık dışı olmasının, sonuçlarına verdiğimiz adlar değildir.

Nedenler, bellek, izler, evrenin yalnızca insanlığın binlerce yıllık tarihinin değil, kozmosun büyük öyküsünün milyarlarca yılının ortaya serdiği kendi tarihi, bunların hepsi, birkaç milyar yıl önce nesnelerin "özel" bir konfigürasyonu olmasından doğar.[9]

"Özel" sözcüğü de göreli bir terimdir: Belirli bir bakış açısına, bir bulanıklığa göre özel olunur, kaldı ki bunlar da fiziksel bir sistemin evrenin geri kalanıyla olan etkileşimiyle belirlenir. Dolayısıyla nedenler, bellek, izler, evrenin olagelmesinin tarihi, yalnızca bir bakış açısı olabilir, tıpkı dünyadaki özel bakış açımızın bir sonucu olarak gökyüzünün dönmesi gibi... Zamanı araştırmak bizi, kaçınılmaz şekilde, kendimize geri döndürmekten başka bir işe yaramıyor. O halde, son olarak kendimize dönelim.

MADLEN KEKİNİN KOKUSU

"Mutludur
ve kendisinin efendisidir
ömrünün her günü
şunu diyebilen insan:
'Bugün yaşadım;
yarın Tanrı bizim için
kara bulutlarla kaplı bir ufuk sererse
veya berrak bir sabah yaratırsa
aydınlık,
değiştirmeyecektir zavallı geçmişimizi,
hiçbir şey yapamayacaktır olmazsa
geçici saatin bizim için belirlediği
olayların anıları.'" (III, 29)

Kendimize ve zamanın doğası için oynadığımız role dönelim öyleyse. Her şeyden önce "biz" insanlar neyiz? Varlıklar mı? Ama evren varlıklardan oluşmaz, birbirleriyle birleşen olaylardan meydana gelir. O zaman "ben" neyim?

MS 1. yüzyıla ait Pali dilinde yazılmış Budist metin Milinda Panha'da, Nagasena bir varlık olarak var olduğunu reddederek Kral Milinda'nın sorularını yanıtlar:[1]

> **Kral Milinda bilge Nagasena'ya şöyle der: Adın nedir büyük usta? Usta yanıtlar: Adım Nagasena veya büyük kral, ama Nagasena bir addan, bir unvandan, bir ifadeden, basit bir sözcükten başka bir şey değildir; burada hiç kimse yoktur.**

Kral kulağa bu kadar aşırı gelen bir ifade karşısında şaşırır:

> **Hiç kimse yoksa, o zaman kimin giyecekleri ve yiyecekleri var? Kim erdemli yaşıyor? Kim öldürüyor, kim çalıyor, kim zevk içinde, kim yalan söylüyor? Bir öznenin olmadığı yerde ne iyilik ne kötülük vardır...**

ve öznenin kendisine ait, onu oluşturan şeylere indirgenmeyen bir varoluşu olması gerektiğini öne sürer:

> **Nagasena saçlar mıdır, büyük usta? Tırnaklar mı yoksa dişler mi veya et mi ya da kemikler midir? Ad mıdır? Duyular mıdır, algılar mıdır, bilinç midir? Bunların hiçbiri...**

Usta "Nagasena"nın aslında bunların hiçbiri olmadığı yanıtını verir, kral da tartışmayı kazanmış görünür: Nagasena bunların hiçbiri değilse, o zaman başka bir şey olmalıdır, bu bir başka şey, özne olan Nagasena olacaktır, bu nedenle de var olması gerekir.

Ama bilge bir arabanın nelerden oluştuğunu sorarak onun savını ona karşı kullanır:

> **Araba tekerlekler midir? Araba onun tablası mıdır? Araba boyunduruk mudur? Araba parçaların bütünü müdür?**

Kral temkinli bir biçimde "araba"nın yalnızca tekerleklerin, tablanın, boyunduruğun... hepsinin kendi aralarındaki ve bir bütün olarak ilişkilerine, birlikte işlemelerine ve bizim açımızdan bir "araba" varlığının bu ilişkiler ve olayların ötesinde var olmadığına işaret ettiği yanıtını verir. Nagasena tarışmayı kazanır: "Araba" gibi "Nagasena" adı da bir ilişkiler ve olaylar bütününden başka bir şey değildir...

Biz de uzay ve zamanda sınırlı, bileşik süreçler, olaylarız.

Ama bireysel bir varlık değilsek, kimliğimizin ve bütünlüğümüzün temelinde ne var? Benim Carlo olmamı, gerek saçlarımı gerek ayak tırnaklarımı, hem kızgınlıklarımı hem düşlerimi bir parçam olarak görmemi ve düşünen, acı çeken ve algılayan dünkü Carlo'nun yarınki Carlo'yla aynı olduğunu düşünmemi sağlayan nedir?

Kimliğimizin temelini farklı unsurlar oluşturur. Bunlardan üçü bu kitabın savı açısından önemlidir:

1. Birincisi her birimiz kendimizi evren içinde belirli *bir bakış açısıyla* tanımlarız. Evren hepimizin içine, hayatta kalabilmemiz için şart olan zengin bir korelasyon yelpazesi aracılığıyla yansır.[2] Her bi-

rimiz evreni yansıtan ve bilgileri sıkı sıkıya bütünleşmiş bir biçimde değerlendiren karmaşık bir süreciz.[3]

2. Kimliğimizi meydana getiren ikinci unsur, arabanınkiyle aynıdır. Evren hakkında düşünürken onu varlıklara göre düzenleriz: Evreni, elimizden geldiği kadar daha iyi etkileşime girebileceğimiz, az çok düzenli ve kararlı süreçler sürekliliği olarak bir araya getirerek ve bölerek düşünürüz. Bir kaya kümesini, Mont Blanc dediğimiz bir varlık olarak gruplandırır, onun bütünleşik bir şey olduğunu düşünürüz. Dünya üzerinde çizgiler çizerek onu parçalara ayırırız; sınırlar belirleriz, dünyayı bölerek sahipleniriz. Bu şekilde işleyen şey, sinir sistemimizin yapısıdır. Duyularımız uyaranlarını alır, sürekli olarak bilgileri değerlendirerek bir davranış ortaya çıkarır. Bunu, giren bilgi akışını –mümkün olduğu kadar– öngörmeye çalışarak[4] sürekli olarak değişen esnek dinamik sistemler oluşturan nöron ağları aracılığıyla yapar. Nöron ağları bunu yapmak için, dinamiklerinin az çok kararlı sabit noktaları, giren bilgi içinde veya dolaylı olarak kendi değerlendirme süreçleri içinde buldukları yinelenen örüntülerle eşleştirerek değişim geçirir. Günümüzdeki son derece canlı beyin araştırmalarından ortaya buna benzer bir sonuç çıkıyor.[5] Eğer böyleyse, "kavramlar" gibi "nesneler" de sinir sisteminin dinamiği içinde bulunan, duyu girdilerindeki ve sonraki değerlendirme süreci içindeki tekrar eden yapılar tarafından tetiklenen sabit noktalardır. Evrenin, tekrar eden yapılara bağlı olan tarafları ile bunların bizimle etkileşimlerinde anlamlı olup olmadıklarının bir bileşimini yansıtırlar. Bir araba budur. Hume, beyni kavramamızda yaşanan bu gelişmeleri bilse memnun olurdu.

Özellikle de *diğer* insanlar denen şu canlı organizmaları meydana getiren süreçler toplamını bütünlüklü bir imge içinde gruplandırırız çünkü yaşamımız toplumsal bir yaşamdır ve bu nedenle onlarla yoğun etkileşimde bulunuruz, onlar bizim için oldukça önemli neden-sonuç noktalarıdır. "İnsan" düşüncesini kendi benzerlerimizle etkileşerek oluşturduk. Bana kalırsa kendimiz olma düşüncemiz iç gözlemden değil, bundan ileri geliyor. Kendimizi bir kişi olarak düşündüğümüzde, kendimize de arkadaşlarımıza karşı davranışlarımız için geliştirdiğimiz zihinsel devrelerin aynılarını uyguladığımızı sanıyorum. Bir çocuk olarak kendim hakkında sa-

hip olduğum imge, annemin gördüğü gibi olan çocuktur. Biz kendimiz için büyük ölçüde arkadaşlarımızdan, sevgililerimizden, düşmanlarımızdan bize yansıtılan, görmekte olduğumuz veya görmüş olduğumuz şeyiz.

Genellikle Descartes'a atfedilen, deneyimimiz içinde önceliğin düşündüğümüz, dolayısıyla var olduğumuz olgusunun farkında olmakta olduğu düşüncesi beni hiçbir zaman ikna etmemiştir. (Bu fikrin Descartes'a atfedilmesi de bana hatalı geliyor: *Cogito ergo sum** Kartezyen yeniden inşanın ilk değil, ikinci adımıdır. İlki *Dubito ergo sum*'dur**. Yeniden inşanın başlangıç noktası bir özne olarak var olma deneyimine doğrudan bağlı hipotetik *a priori* bir düşünce değildir. Bu daha çok, onu önceden kuşkulanmaya götüren yolun akılcı *a posteriori* bir düşüncesidir: Kuşku duyduğu için mantık ona, kuşkulanan kişinin düşündüğünü ve dolayısıyla var olduğunu kanıtlar. Her ne kadar tek başına yürütülmüş olsa da, birinci şahıs temelinde değil, büyük ölçüde üçüncü şahıs bakış açısıyla ortaya konmuş bir düşünce zinciridir. Descartes'ın çıkış noktası, bir öznenin temel deneyimi değil, bilgili ve yüksek düzeyli bir düşünürün metodik kuşkuculuğudur). Kendini özne olarak görmek ilk elden edinilen bir deneyim değildir; pek çok düşüncenin sonucu olan, karmaşık bir kültürel çıkarımdır. Benim ilk elden edindiğim deneyim –bunun bir anlam ifade ettiğini kabul edecek olursak– çevremdeki dünyayı görmektir, kendimi değil. Öyle sanıyorum ki bizim bir "ben" düşüncesine sahip olmamızın nedeni sadece, evrimin binlerce yıl boyunca grubumuzun diğer üyelerine davranma yollarımızı geliştirmeye yönelttiği, arkadaşlar bağlamında insan olma düşüncesini bir noktada kendimize yansıtmayı öğrenmemizdir; benzerlerimizden edindiğimiz ben düşüncesinin bir yansımasıyız.

3. Ama kimliğimizi belirleyen bir üçüncü unsur daha vardır ki zaman hakkındaki bir kitapta bu hassas konunun yer almasına neden olan muhtemelen en temel unsurdur: Bellek.

* (Lat.) Düşünüyorum öyleyse varım. (Ç.N.)
** (Lat.) Kuşkulanıyorum öyleyse varım. (Ç.N.)

Ardışık anlarda gerçekleşen, birbirlerinden bağımsız süreçlerin bir toplamı değiliz. Varoluşumuzun her ânı özel bir bağlantıyla geçmişimize –hemen bir önceki âna ve biraz daha uzaktaki geçmişe– bellek aracılığıyla bağlanır. Şimdiki zamanımıza geçmişimizden izler üşüşüp durur. Biz, kendimiz için öyküleriz, anlatılarız. Ben, divana uzanmış, dizüstü bilgisayarının "a" tuşuna basan anlık bir et yığını değilim; yazmakta olduğum tümcenin izleriyle dolu düşüncelerim, annemin okşamalarıyım, babamın bana yol gösterirken gösterdiği huzurlu şefkatim, gençliğimde çıktığım yolculuklarım, beynimde katman katman biriken okumalarım, aşklarımım, umutsuzluklarımım, arkadaşlıklarımım, yazdığım ve dinlediğim şeylerim, belleğime kazınan yüzlerim. Her şeyden öte bir dakika önce kendine bir fincan çay koyan kişiyim. Az önce bu bilgisayarın klavyesine "bellek" sözcüğünü yazanım. Biraz önce, şimdi bitirmekte olduğum bu tümceleri hayal edenim. Tüm bunlar ortadan kalksa hâlâ var olur muyum? Ben şu uzun romanın, yaşamımın kendisiyim.

Bizi meydana getiren zaman içinde oraya buraya dağılmış süreçleri birbirlerine bağlayan şey bellektir. Biz bu anlamda zaman içinde var oluruz. Kendimizi anlamak zaman hakkında düşünmek demektir. Bununla birlikte zamanı anlamak da kendimiz hakkında düşünmek anlamına gelir.

Beynin nasıl çalıştığına yönelik araştırmalara adanmış kısa süre önce yayımlanmış bir kitabın başlığı *Beyniniz Bir Zaman Makinesi*'dir.[6] Beynin zamanın geçişiyle etkileşime girdiği ve geçmiş, şimdi ve gelecek arasında köprüler kurduğu çok sayıda yöntemi ele alır. Beyin, büyük ölçüde, sürekli olarak geleceği öngörmek için geçmişe ait anılar toplayan bir mekanizmadır. Bu, çok kısa ölçeklerden –biri bize bir şey fırlattığında, elimiz onu yakalamak için çok kısa bir an sonra cismin ulaşacağı yere ustaca hareket eder; beyin, geçmiş izlenimleri kullanarak bize doğru uçmakta olan nesnenin gelecekteki konumunu çok hızlı biçimde hesaplamıştır– buğdayın büyümesi için tohum ektiğimizde veya bize teknoloji ve bilgi olarak geri döneceği için bilimsel araştırmalara yatırım yaptığımızda olduğu gibi çok daha uzun ölçeklere kadar, çok geniş bir zaman ölçeği yelpazesinde gerçekleşir. Gelecekteki bir şeyi öngörebilme yeteneği, hiç şüphesiz,

hayatta kalma şansımızı artırır, evrim de bu nedenle doğal ayıklanma sürecinde bu sinirsel yapıları seçmiştir, biz de bu seçilimin ürünüyüz. Geçmiş ile gelecek arasında mekik dokuyan bu yaşam bizim zihinsel yapımızın özüdür. Bu, bizim için zamanın "akış"ıdır.

Sinir sistemimizin donanımında hareketi ânında fark eden temel yapılar vardır: Önce bir yerde, hemen ardından bir başka yerde görülen bir cisim, zaman içinde faz farkıyla beynimize doğru gelen iki farklı sinyal değil, hareket eden bir şeye bakmakta olduğumuzla bağlantılı tek bir sinyal meydana getirir. Başka bir ifadeyle, algıladığımız şey, her nasılsa sınırlı zaman ölçeklerinde işleyen bir sistem için bir anlam ifade etmeyecek olan şimdi değil, daha çok olmakta olan ve zaman içinde yayılan bir şeydir. Bir zaman yayılmasının süre algısı olarak yoğunlaştırıldığı yer beyindir.

Bu düşünce çok eskidir. Aziz Augustinus'un görüşleri günümüze dek ünlü olmaya devam etmiştir.

Augustinus, *Itiraflar*'ın 11. cildinde, zamanın doğasını sorgular ve –benim oldukça sıkıcı bulduğum dinî vaaz biçiminde araya sokuşturduğu şeylerle kesintiye uğramasına karşın– bizim zamanı algılama yeteneğimizin anlaşılır bir çözümlemesini sunar. Her zaman şimdi içinde olduğumuzu öne sürer çünkü geçmiş geçmiştir, dolayısıyla yoktur, gelecek de daha gelecektir, dolayısıyla o da yoktur. Ve yalnızca, daima tanım gereği anlık olan şimdi içinde bulunuyorsak, süre kavramının farkına nasıl varabildiğimizi, hatta onu nasıl ölçebildiğimizi merak eder. Eğer hep şu anda bulunuyorsak, geçmiş ve zaman hakkında nasıl bu kadar net bilgi sahibi olabiliyoruz? Burada ve şimdi, geçmiş ve gelecek yoktur. Nerededirler? Augustinus'un vardığı sonuç şudur: Bizim içimizdedirler.

> Öyleyse zamanı zihnimde ölçüyorum. Zihnimin zamanın nesnel bir şey olduğu konusunda üstelemesine izin vermemeliyim. Zamanı ölçtüğümde zihnimdeki şimdide bulunan bir şeyi ölçüyorum. Zaman ya budur ya da ben onun ne olduğunu bilmiyorum.*

Metnin bağlamına uygunluğu göz önünde tutularak yukarıdaki alıntı doğrudan Rovelli'nin kitabından çevrilmiştir. Augustinus'un metninin Türkçede yayımlanmış çevirisi için bkz. *İtiraflar*, çev. Çiğdem Dürüşken, Kabalcı Yayınevi, İstanbul, 2010. (Ç.N.)

Bu fikir ilk okuyuşta göründüğünden daha ikna edicidir. Süreyi bir saatle ölçtüğümüzü söyleyebiliriz. Ama bunu yapmak için saati iki farklı anda okumak gerekir; bu mümkün değildir çünkü biz her zaman belirli bir anda bulunuruz, hiçbir zaman iki anda birden değil. Şimdi yalnızca şimdiyi görürüz; geçmişin izleri olarak yorumladığımız şeyleri görebiliriz ama geçmişin izlerini görmek ile zamanın akışının farkına varmak arasında çok temel bir fark vardır, Augustinus da bu farkın kökeninin ne olduğunu anlar, zamanın geçişinin farkındalığı içseldir. Zihnin bir parçasıdır. Geçmişin beyindeki izleridir.

Augustinus'un tartışma yöntemi çok güzeldir. Müziğe dayanır. Bir ilahi dinlediğimizde bir sesin uyandırdığı duyu önceki ve sonraki seslerle belirlenir. Müziğin yalnızca zaman içinde bir anlamı vardır ama eğer biz her an şimdide bulunuyorsak bu anlamı nasıl kavrarız? Bunun nedeni –Augustinus'un gözlemlediğine göre– farkındalığımızın temelinde bellek ile öngörünün olmasıdır. Bir ilahi, bir şarkı zihnimizde, bizim için zaman olarak algıladığımız bir şey tarafından bir arada tutularak, bir şekilde birleşmiş bir biçimde var olur. Bu nedenle bu da zamandır; zihnimizde bir anı ve öngörü olarak tamamen şimdide bulunur.

Zamanın yalnızca zihinde var olabileceği düşüncesi kesinlikle Hıristiyan düşüncesinde egemen bir konumda olmamıştır. Hatta Paris piskoposu Étienne Tempier tarafından 1277'de açıkça dindışı sayılan önermelerden bir olarak mahkûm edilmiştir. Mahkûm edilen önermeler listesinde şu ifade yer alır:

Quod evum et tempus nichil sunt in re,
Sed solum in apprehensione[7]

Yani: "Yaşın ve zamanın gerçeklikte var olmadığını, yalnızca zihinde var olduğunu (savunmak kâfirliktir)". Benim kitabım da belki kâfirliğe kayıyordur... ama Augustinus'un hâlâ aziz olarak kabul edildiği göz önünde tutulursa, pek kaygılanmam gerekmiyor diyebilirim; Hıristiyanlık oldukça esnektir.

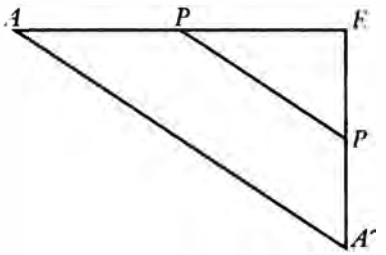
Augustinus'a, onun kendi içinde bulduğu geçmişe ait izlerin, yalnızca dış dünyanın bir yapısını yansıttıkları için orada bulunduk-

ları söylenerek karşı çıkmak kolay gibi görünebilir. Örneğin, 14. yüzyılda Ockham'lı William *Summula Philosophiae Naturalis*'te* insanın hem gökyüzündeki hem kendi içindeki hareketleri gözlemlediğini, bu nedenle de zamanı evrenle birlikte var olması aracılığıyla algıladığını savunur. Yüzyıllar sonra, Husserl –doğru olarak– fiziksel zaman ile "içsel zaman bilinci" arasındaki farkı vurgular: İdealizmin girdaplarında boğulmak istemeyen sağlam bir doğacı için, ilki (fiziksel dünya) önce gelirken, ikincisi (bilinç) –onu ne kadar iyi anlayıp anlamadığımızdan bağımsız olarak– ilki tarafından belirlenir. Bu, fiziğin bizim dışımızdaki zamanın gerçek, evrensel ve sezgilerimizle tutarlı olmasını temin ettiği sürece tamamen mantıklı bir itirazdır. Bununla birlikte eğer fizik bize zamanın fiziksel gerçekliğin bir parçası olmadığını gösterirse, Augustinus'un gözlemini yine de göz ardı edip, bunun zamanın doğasıyla bir ilgisi yokmuş gibi davranabilir miyiz?

Zamanın dış kaynaklı olmaktan çok içsel doğasına yönelik sezgisel düşünceler, Batı felsefi düşüncesinde tekrar tekrar karşımıza çıkar. Kant, *Arı Usun Eleştirisi*'nde uzayın ve zamanın doğasını tartışır ve gerek uzayın, gerek zamanın bilincin *a priori* biçimleri oldukları, yani yalnızca nesnel dünyayla ilgili olmayan, özne tarafından kavranma yoluyla da ilintili bir şey olduğu yorumunu yapar. Ama uzay, *dışsal* duyu algılarının bir biçimi, yani bizim *dışımızdaki* dünyada gördüğümüz şeyleri düzene sokma yöntemi olurken, zamanın da içsel duyu biçimi, yani *içimizdeki* içsel durumları sıralama yöntemimiz olduğunu da gözlemler. Bir kez daha söylemek gerekirse: Evrenin zamansal yapısının temeli sıkı sıkıya bizim düşüncemizin işleyişiyle ilgili bir şeyde aranır. Bu görüş, Kantçı deneyüstücülüğe takılıp kalmaya gerek kalmadan da geçerli olmaya devam eder.

Husserl, Augustinus gibi, bir melodi dinleme benzetmesini[8] kullanarak (aradan geçen süre içinde dünya burjuvalaşmış, ilahilerden melodilere geçilmişti) deneyimin ilk biçimlenişini "akılda tutma"ya [*retention*] dayanarak betimlediğinde Augustinus'u çağrıştırır:

* (Lat.) Doğa Felsefesinin Özeti. (Y.N.)



Bir notayı dinlediğimiz anda bir önceki nota akılda "tutulur", sonra akılda tutulan nota akılda tutulur vb. Böylece şimdi, geçmişin gitgide bulanıklaşan izlerini taşıyarak silikleşir.[9] Bu akılda tutma, Husserl'e göre, olayların "zamanı oluşturması"nı sağlayan şeydir. Yandaki çizim ona aittir:

A ile *E* arasındaki yatay eksen geçen zamanı, *E* ile *A'* arasındaki dikey eksen de *E* ânındaki aşamalı "derinleşmenin" *A*yı *A'* noktasına taşıdığı "akılda tutma"yı temsil eder. Olaylar zamanı meydana getirir çünkü *E* ânında *P'* ile *A'* vardır. Buradaki ilginç nokta, zamanın fenomenolojisinin kaynağının Husserl tarafından olayın varsayımsal nesnel ardışıklığı (yatay çizgi) içinde değil, tersine, bellekte (ve benzer biçimde Husserl'in *protention* dediği öngörme içinde), yani çizimin düşey ekseninde belirlenmiş olmasıdır. Burada altını çizdiğim konu bunun, bir çizgi üstünde evrensel olarak düzenlenmiş fiziksel bir zamanın olmadığı, bunun yerine entropinin değişmesinden kaynaklanan izlerin olduğu fiziksel bir dünyada da, (doğacı bir felsefe içinde) geçerli olmaya devam etmesidir.

Husserl'in izinden giden Heidegger –Galileo'nun açık ve duru diline duyduğum sevginin Heidegger'in dilinin kasıtlı anlaşılmazlığını çözmemi sağladığı ölçüde– şöyle yazar: "Zaman, sadece insan [var]dır ise, zamansallaşır."[10] Zaman onun için de insanın zamanıdır, eylemin zamanıdır, bu nedenle de gözettiği zamandır. Daha sonra varlığın yalnızca insan için ne olduğuyla ilgilense de ("Varlığında kendini hakkında bu sorunun sorulduğu şey ile ilişkilendiren varolan-şey de olur"),[11] Heidegger sonunda içsel zaman bilincini var olmanın kendi ufku olarak tanımlar.

Öznenin ne ölçüde kendi doğasında bulunduğuna ilişkin bu sezgiler, özneyi doğanın bir parçası olarak gören ve "gerçeklik"ten söz etmekten ve onu araştırmaktan korkmayan, aynı zamanda bilincimize ve sezgilerimize ulaşan şeylerin kısıtlı bir araç –ve o gerçekli-

ğin bir parçası– olan zihnimizin çalışma şekliyle çok büyük ölçüde filtrelendiği, dolayısıyla bir dış dünya ile zihnin çalışmasının temelindeki yapılar arasında bir etkileşime bağlı oldukları bilgisini akılda tutan, sağlıklı bir doğacılık çerçevesinde de anlamlı kalmaya devam eder.

Bununla birlikte, zihin beynimizin işleyişidir. Bu işleyişten (biraz) anlamaya başladığımız şey, bütün beynimizin, geçmişin nöronları birbirlerine bağlayan sinapslar üstünde bıraktığı bir izler toplamı temelinde çalıştığıdır. Binlerce sinaps sürekli olarak yaratılır sonra da –özellikle uykuda– silinerek geride geçmişin, sinir sistemimizi geçmişte etkilemiş olan şeylerin, bulanık bir görüntüsünü bırakır. Bu, hiç şüphesiz, bulanık bir imgedir –gözlerimizin her an, sonradan belleğimizde kalmayan milyonlarca ayrıntıyı gördüğünü düşünün– ama dünyalar içeren bir görüntüdür.

Sınırsız dünyalar.

Bunlar genç Marcel'in *Kayıp Zamanın Izinde*'nin ilk sayfalarında, çok derinlerden yükselen bir baloncuk gibi su üstüne çıktığı ânın baş dönmesi içinde her sabah yeniden bulduğu dünyalardır.[12] Daha sonra madlenin tadı Marcel'e Combray'in kokusunu geri getirdiğinde, uçsuz bucaksız diyarların açıldığı dünya... Bu büyük romanın üç bin sayfası boyunca Proust'un yavaş yavaş haritasını çıkardığı muazzam bir dünya... Dikkat edin, bu, dünyadaki olayların anlatıldığı bir roman değildir; yalnızca tek bir belleğin içinde olan şeylerin öyküsüdür. Madlenin kokusundan son sözcüğüne ("zaman") kadar *Kayıp Zamanın İzinde*, Marcel'in beynindeki sinapslar arasında ayrıntılı bir gezintiden başka bir şey değildir.

Orada içeride bir yerde, o birkaç santimetre küplük gri madde içinde, Proust sınırsız bir uzay, inanılmaz bir ayrıntı kalabalığı, kokular, değerlendirmeler, duyular, düşünceler, yeniden gözden geçirmeler, renkler, eşyalar, adlar, görünüşler, duygular bulur. Hepsi, Marcel'in iki kulağı arasındaki beynin kıvrımları arasında... Bu, bizim deneyimimizdeki zaman akışıdır; orada, içeride yuvalanmıştır, içimizde, geçmişin nöronlarımız üstünde bıraktığı çok önemli izlerin varlığında.

Proust bu konuda çok nettir; ilk kitapta, "... gerçeklik ancak hafızada biçimlenebildiğinden..." diye yazar.[13] Belleğin kendisi de bir izler toplamı, evrenin düzensizleşmesinin, bize evrenin durumunun geçmişte "özel" bir konfigürasyonda olduğunu söyleyen, bu nedenle de izler bırakan, önceki sayfalarda verilen şu küçük $\Delta S \geq 0$ denkleminin dolaylı bir ürünüdür. Belki de yalnızca aralarında bizim de olduğumuz ender alt sistemler için "özel" konfigürasyonlardandır.

Biz gözlerimizin arkasındaki 20 karmaşık santimetre içinde sınırlanmış öyküleriz, evrendeki şeylerin birbirleriyle yeniden karışmasıyla ve bu devasa evrenin biraz özel bir köşesinde, geleceğe, artan entropi yönüne doğru olayları öngörmeye yönelen izlerin çizdiği çizgileriz.

Bu uzay, yani bellek, sürekli öngörü süreçlerimizle birlikte, bizim zamanı zaman olarak, kendimizi de kendimiz olarak hissetmemizin kaynağıdır.[14] Şöyle bir düşünün: İçgörümüz uzay veya madde olmadan da var olabilmeyi kolayca hayal edebilir de zaman içinde var olmamayı düşünebilir mi?[15]

Bizim için zaman perspektifinin, bizim için aydınlatılmış küçük bir açık alan[16] gibi açılması, izlerin yaratılmasına izin vermesi sayesinde ve fiziksel varlıklar olarak öncelikle bellekten ve öngörüden ibaret olduğumuz için evrenin geri kalanıyla etkileşimde bulunduğu özel yöntem nedeniyle, ait olduğumuz fiziksel sistemle ilişkilidir: Zaman bizim için evrene kısıtlı bir erişim kanalı açar.[17] Öyleyse zaman, beyinleri temel olarak bellek ve öngörüden meydana gelen biz insanların evrenle etkileşime girme biçimimizdir, benliğimizin kaynağıdır.[18]

Acılarımızın da kaynağı.

Buda bunu, milyonlarca insanın yaşamlarının temeline koyduğu birkaç kısa ifadeyle özetlemiştir: Doğum acıdır, çöküş acıdır, hastalık acıdır, nefret ettiğimiz şeylerle birlikte olmak acıdır, sevdiğimiz şeyden ayrı olmak acıdır, istediğimiz şeyi elde edememek acıdır.[19] Acıdır çünkü sahip olduğumuz ve bağlandığımız şeyi sonra kaybederiz. Çünkü başlayan her şey sona erer. Bize acı çektiren şey ne geçmişte ne gelecektedir: Burada ve şimdi, belleğimizde bulunur, öngö-

rülerimizdedir. Zamanın olmamasını çok isteriz, zamanın geçişiyle acı duyarız. Zaman acı çekmektir.

Zaman budur, bu nedenle de bizi hem kendine hayran bırakır, hem endişelendirir ve hatta, okuyucu kardeşim, sen de belki bu nedenle bu kitabı eline almış olabilirsin. Çünkü o, dünyanın geçici bir yapısından, evrenin gerçekleşmesindeki anlık bir dalgalanmadan, bizim olduğumuz şeyi, zamandan meydana gelmiş varlıkları yaratan bir şeyden başka bir şey değildir. Bizi var eden, bize varlığımız gibi değerli bir armağan veren, tüm acılarımızın kaynağı olan, aslında çok kısa ömürlü, kalıcılık yanılsamasını yaratmamızı sağlayan şeydir.

Strauss'un müziği ve Hofmannsthal'ın sözleri bunun şarkısını yürek parçalayıcı bir hafiflikle söyler:[20]

Bir kız çocuğu anımsıyorum (...)

Nasıl olur da bir zamanlar küçük Resi'yken ben,

Bir gün yaşlı bir kadına dönüşeceğim? (...)

Tanrı böyle olmasını istiyorsa, neden benim tüm bunları izlememe izin veriyor, üstelik açık bir bilinçle? (...)

Bunu neden benden gizlemiyor?

Hepsi bir sır, çok derin bir sır. (...)

Kalbimin derinliklerinde hissediyorum

Şeylerin zaman içindeki kırılganlığını,

hiçbir şeye sarılmamamız gerektiğini,

Her şeyin nasıl da parmaklarımızn arasından kayıp gittiğini,

Elde etmeye çalıştığımız her şeyin nasıl eridiğini,

Sis ve düşler gibi dağılıp gittiğini her şeyin. (...)

Zaman dediğin ne garip şey.

Öylece yaşayıp giderken hiçbir şeydir.

Sonra an gelir, onun dışında hiçbir şey duyumsamayız.

Çevremizdeki her yerdedir, hatta içimizdedir de.
Yüzlerimizden sızar.
Aynaya sızar, şakaklarımda akar
Ve ikimiz arasında bir kum saati gibi sessizce geçer.
Ah, Quinquin!
Bazen onun acımasızca aktığını hissediyorum.
Bazen de gecenin bir yarısı kalkıp
bütün saatleri durduruyorum...

ZAMANIN KAYNAKLARI

"Belki Tanrı'nın elinde bizim için
pek çok mevsim vardır hâlâ
ya da belki bu son kıştır
artık Tiren Denizi'nin dalgalarını
yıpranmış süngertaşı kayalıklarını
dövmeye geri döndüren:
sen akıllı ol. Şarap doldur
ve hapset bu kısa ömürlü çember içine
uzun süreli umutlarını." (I, 11)

Tanıdığımız bir zaman imgesinden yola çıktık: Evrende, süresi boyunca her şeyin olup bittiği, tekdüze ve eşit akan bir şey. Bütün evrende bir şimdi, bir "şu an" vardır ki bu da gerçekliktir. Geçmiş sabittir, geçip gitmiştir, herkes için aynıdır. Gelecek seçeneklere açıktır, henüz belirli değildir. Gerçeklik geçmişten şimdiye, şimdiden geleceğe doğru akar, nesnelerin değişimi de doğaları gereği geçmiş ile gelecek arasında asimetriktir. Evrenin temel yapısının bu olduğunu sanıyorduk.

Bu tanıdık tablo paramparça oldu, yalnızca daha karmaşık bir gerçekliğin yaklaşık bir algılanması olduğu ortaya çıktı.

Bütün evren için ortak şimdi yoktur (3. bölüm). Olayların hepsi geçmiş, şimdiki ve gelecek olaylar olarak sıralanmaz; yalnızca "kısmen" sıralıdırlar. Bize yakın bir şimdi vardır ama uzak bir gökadada "şimdi" diye bir şey yoktur. Şimdi, evrensel değil, yerel bir kavramdır.

Evrendeki olayları kontrol eden temel denklemlerde geçmiş ile gelecek arasında bir ayrım bulunmaz (2. bölüm). Bu fark yalnızca

evrenin geçmişte, bizim bulanık görüşümüze göre özel görünen bir durumda bulunmuş olmasıdır.

Zaman, yerel olarak, nerede olduğumuza ve ne hızda hareket ettiğimize bağlı olarak farklı hızlarda akar. Bir kütleye ne kadar yakınsak (1. bölüm) veya ne kadar hızlı hareket ediyorsak (3. bölüm) zaman o kadar yavaşlar; iki olay arasında tek bir süre yoktur, çok sayıda olası süre vardır.

Zamanın akış ritimleri, Einstein denklemleriyle tanımlanan bir dinamiğe sahip gerçek bir varlık olan kütle çekimi alanı tarafından belirlenir. Kuantum etkilerini göz ardı edecek olursak, uzay ve zaman içine batmış olduğumuz hareketli büyük bir jölenin görünümleridir (4. bölüm).

Ama evrenin kuantum özellikleri vardır ve uzay-zaman jölesi de yaklaşık bir kestirimdir. Evrenin temel yapısında ne uzay ne de zaman bulunur; yalnızca olasılıklarını ve ilişkilerini hesaplayabildiğimiz, fiziksel nicelikleri birbirlerine dönüştüren süreçler vardır (5. bölüm).

Dolayısıyla, bugün bildiğimiz şekliyle en temel düzeyde, bizim deneyimlediğimiz zamana benzer çok az şey vardır. Özel bir "zaman" değişkeni yoktur, geçmiş ile gelecek arasında bir fark yoktur, uzay-zaman yoktur (İkinci kısım). Yine de evreni tanımlayan denklemleri yazmayı biliyoruz. Bu denklemlerde değişkenler birbirlerine göre değişir (8. bölüm). Bu ne "durağan" bir dünyadır ne de değişimin bir yanılsama olduğu bir "blok evrendir" (7. bölüm); tersine, şeylerin değil, olayların evrenidir (6. bölüm).

Zamanın olmadığı bir evrene gidiş yolculuğumuz işte böyleydi.

Dönüş yolculuğu zamanı olmayan bu dünyadan bizim zaman duygumuzun nasıl ortaya çıktığını (9. bölüm) anlama çabası oldu. Karşılaştığımız sürpriz, zamanın tanıdık yönlerinin ortaya çıkmasında bizim de bir rol oynadığımız oldu. *Bizim* bakış açımızdan, doğanın küçük bir parçası olan yaratıkların gözünden, evrenin zaman içinde aktığını görüyoruz. Evrenle etkileşimimiz kısmidir, bu nedenle onu bulanık görürüz. Bu bulanıklığa kuantum belirsizliği de eklenir. Bunun sonucu olan bilgisizlik özel bir değişkenin, ısıl zama-

nın (9. bölüm) ve belirsizliğimizi ölçen bir entropinin var olmasını sağlar.

Belki de, evrenin geri kalanıyla, entropinin bizim ısıl zamanımızın bir yönünde düşük olacağı biçimde etkileşimde bulunan özel bir alt kümeye aitiz. Öyleyse zamanın yönelimi gerçek ama bakış açısına bağlı olur (10. bölüm): Evrenin *bize göre* entropisi, ısıl zamanımız içinde artar. Şeylerin olup bitmesi, basitçe "zaman" dediğimiz bu değişken içinde sıralanır, entropideki artış da bizim için geçmiş ile geleceği ayırır ve evrendeki gelişmelere neden olur. Geçmişe ait izlerin, kalıntıların ve anıların var olmasını sağlar (11. bölüm). Biz insanlar, bu izlerin mümkün kıldığı bellekle bir arada tutulan, bu büyük entropi artışı öyküsünün bir ürünüyüz. Her birimiz bölünmez bir bireyiz çünkü dünyayı yansıtıyoruz, çünkü benzerlerimizle etkileşime girerek kendimize bütünlüklü bir varlık imgesi yarattık ve çünkü bu, bellekle birleştirilmiş bir dünyaya bir bakış açısıdır (12. bölüm). Bundan zamanın "akışı" olarak adlandırdığımız şey doğar. Zamanın akışını dinlerken, dinlediğimiz şey budur.

"Zaman" değişkeni, evreni betimleyen çok sayıda değişkenden biridir. Kütle çekimi alanının değişkenlerinden biridir (4. bölüm); bizim ölçeklerimizde kuantum dalgalanmalarını fark etmeyiz (5. bölüm), dolayısıyla onu belirli bir şey olarak, Einstein'ın yumuşakçası gibi kabul edebiliriz; bizim ölçeğimizde yumuşakçanın sallantıları küçüktür, bunları göz ardı edebiliriz. Bu nedenle onu sert bir masa gibi düşünebiliriz. Bu masanın uzay dediğimiz doğrultuları ve zaman dediğimiz, entropinin arttığı bir boyutu vardır. Gündelik yaşamımızda ışık hızına göre çok küçük hızlarda hareket ederiz, bu nedenle farklı saatlerin farklı öz zamanları arasındaki uyuşmazlıkları görmeyiz, bir kütleye farklı uzaklıklarda bulunan noktalardaki zamanın geçiş hızları arasındaki farklar da ayırt edilebilmek için çok küçüktür.

Dolayısıyla sonunda olası pek çok zaman yerine tek bir zamandan söz edebiliriz: Deneyimlediğimiz düzenli, evrensel, sıralı zamandan. Bu evrenin, zamanın akışına sıkı sıkıya kenetlenmiş, entropi artışından beslenen bizim özel bakış açımızdan elde edilmiş bir betimlemesinin yaklaşık tahmininin yaklaşık tahmininin yaklaşık

tahminidir. Biz, Eski Ahit'in "Vaiz" bölümünde söylendiği gibi,[1] doğmanın ve ölmenin bir zamanının olduğu varlıklarız.

Bizim için zaman işte budur: Çok katmanlı, karmaşık, farklı yaklaşık kestirimlerden gelen çok sayıda farklı özelliği olan bir kavram.

Zaman kavramı hakkındaki pek çok tartışmanın akıl karıştırıcı olmasının tek nedeni bu kavramın karmaşık ve katmanlı özelliğinin farkında olmamalarıdır; farklı katmanların birbirlerinden bağımsız olduklarını görmeme hatasına düşerler.

Zamanın çevresinde bir ömür döndükten sonra, benim anladığım şekliyle zamanın fiziksel yapısı budur.

Bu öykünün pek çok parçası sağlamdır, diğer parçaları akla yatkındır, bazı parçalar da olguyu anlamaya çalışırken alınan risklerdir.

Kitabın ilk bölümünde anlatılan şeyler gerçekten de sayısız deneyle doğrulanmıştır: Yükseklik ve hıza bağlı yavaşlama, şimdinin olmaması, zaman ile kütle çekimi alanı arasındaki ilişki, farklı zamanlar arasındaki ilişkinin dinamik olması, temel denklemlerin zamanın yönünü tanımamaları, entropi ile zamanın yönü arasındaki ilişki, entropi ile bulanıklık arasındaki ilişki... Bunların hepsi kesin olarak doğrulanmıştır.[2]

Kütle çekimi alanının kuantum özellikleri olduğu, her ne kadar şimdilik deneysel kanıtlarla değil, kuramsal tartışmalarla desteklense de, genelde paylaşılan ortak bir görüştür.

İkinci kısımda tartıştığım gibi, temel denklemlerde zamanın olmaması akla yatkındır ama bu konudaki tartışma hâlâ sürmektedir. Zamanın kuantum yerdeğiştirmezliğinden doğması, ısıl zaman ve gözlemlediğimiz entropi artışının bizim evrenle olan etkileşimimize bağlı olması beni büyüleyen ama kanıtlanmış olmaktan uzak fikirlerdir.

Yine de tamamen inandırıcı olan şey, evrenin zaman yapısının bizim sahip olduğumuz naif imgeden farklı olduğu genel gerçeğidir. Bu naif imge gündelik yaşamımıza uygundur ama evreni, onun küçücük kıvrımlarında veya uçsuz bucaksızlığında anlamak için uygun

değildir. Çok büyük olasılıkla kendi doğamızı anlamak için bile yeterli değildir. Çünkü zamanın gizemi bireysel kimliğimizin gizemiyle, bilincin gizemiyle kesişir.

Zamanın gizemi bizi öteden beri kaygılandırmış, derin duygular uyandırmıştır. Felsefeleri ve dinleri besleyecek kadar derin duygular...

Öyle inanıyorum ki Hans Reichenbach'ın zamanın doğası hakkındaki en aydınlatıcı kitaplardan biri olan *The Direction of Time*'da* öne sürdüğü gibi, zamanın yarattığı kaygıdan kaçmak için, Parmenides onun gerçekliğini reddetmek istemiş, Platon zamanın dışında bulunan bir idealar dünyası hayal etmiş, Hegel de Ruh'un zamansallığı aşıp kendini her şey gibi bildiği andan söz etmiştir; bu kaygıdan kaçmak için "ebediyet"in, içinde tanrıların, bir tanrının veya ölümsüz ruhların olduğu, zaman dışında tuhaf bir dünyanın var olduğunu hayal ettik.** Zamana yönelik derin duygusal tutumumuz, akıl ve mantıktan çok felsefe katedralleri inşa etmeye katkıda bulunmuştur. Bunun tersi olan duygusal yaklaşım, Herakleitos'un olsun, Bergson'un olsun, zamana duyulan hayranlık da başka felsefeler doğurmuş, ama o da zamanın ne olduğunu anlamaya çok yaklaşmamıştır.

Fizik bizim gizem katmanları arasına girmemize yardımcı olur. Evrendeki zamanın sezgilerimizden ne kadar farklı olduğunu gösterir. Duygularımızın neden olduğu sisten bizi çıkararak zamanın doğasını araştırabilme umudu verir.

Ama zamanı gittikçe kendimizden uzakta ararken, sonunda bel-

* (İng.) Zamanın Yönü. (Y.N.)

** Reichenbach'ın analitik felsefede zamanın çözümlenmesinin temel metninde yer alan bu gözleminin, Heidegger'in düşüncesine kaynaklık eden fikirlere çok benzer olması son derece ilginç. Sonraki ayrışmaysa çok büyük: Reichenbach bir parçası olduğumuz evrendeki zaman hakkında ne bildiğimizi fizik içinde ararken Heidegger zamanın, insanların varoluşsal deneyimleri için ne olduğuyla ilgilenir. Bunun sonucunda ortaya çıkan iki zaman imgesi birbirinden çok farklıdır. Birbiriyle bağdaşmazlar mı? Neden bağdaşmasınlar? İki farklı problemi ele alırlar: Biri evrenin, bakış açımız genişledikçe gitgide zayıflayan, etkin zamansal yapısını araştırırken diğeri zamanın yapısının bizim için, dünyada kendimizi somut olarak hissetmek (var olmak) için sahip olduğu temel özelliği sorgular.

ki de kendimiz hakkında bir şeyler bulmuş olduk, tıpkı gökyüzündeki hareketleri incelediğini düşünen Copernicus'un sonunda ayaklarımızın altındaki yerin nasıl hareket ettiğini anlaması gibi. Sonuçta belki de zaman duygusu, zamanın nesnel doğasını görmemize engel olan sis perdesi değildir.

Zaman duygusu belki de tam anlamıyla bizim için zaman neyse odur.

Anlaşılacak daha çok şey olduğunu sanmıyorum. Son soruları sorabiliriz ama doğru sorulmaları olanaksız olan sorulara dikkat etmeliyiz. Zamanın dile getirilebilen tüm özelliklerini bulduğumuzda zamanı bulmuş oluruz. Zamanın dile getirilebilir olanın ötesinde doğrudan bir anlamını kastedip beceriksizce hareket edebiliriz ("Tamam da, neden 'geçiyor'?") ama bu noktada bazı şeyleri karıştırdığımıza, hakkımız olmadığı halde kesinlik ifade etmeyen adları hatalı olarak şeylere dönüştürdüğümüze inanıyorum. Bir problemi kesin hatlarıyla ortaya koyamadığımız zaman bunun nedeni genellikle problemin zor olması değildir, yanlış bir problem olmasıdır.

Daha iyi anlamayı başarabilecek miyiz? Bence evet. Doğaya ilişkin bilgilerimiz yüzyıllar boyunca baş döndürücü bir hızla arttı, hâlâ da öğrenmeye devam ediyoruz. Ama zamanın gizeminden bir şeylere ancak şöyle bir gözucuyla bakıyoruz. Zamanı olmayan dünyayı görebiliriz, evrenin, tanıdığımız zamanın artık olmadığı derin yapısını zihnin gözleriyle görebiliriz, Paul McCartney'nin batan güneşe bakıp dünyanın döndüğünü gören tepedeki delisi gibi. Bizim zamanın kendisi olduğumuzu görmeye başladık. Bu alan biziz, nöronlarımızın bağlantıları içindeki bellekte bulunan izler tarafından açılan açıklığız. Biz belleğiz. Biz özlemiz. Gelmeyecek bir geleceğe karşı arzu duyuyoruz. Belleğin ve öngörünün açtığı bu alan, bizi belki bazen kaygılandıran ama özünde bir lütuf olan zamandır.

Birleşimlerin sonsuz oyununun bizim için kilidini açtığı değerli bir mucize... Var olmamızı sağlayan... Gülümseyebiliriz. Bu kısa ömürlü çemberin her geçici ve değerli ânının aydınlık yoğunluğunun tadını çıkarmak için zamana, bizim sınırlı zamanımıza sakince dalmaya geri dönebiliriz.

UYKUNUN KIZ KARDEŞİ

"Kısacık ömrümüz
ey Sestius,
uzun vadeli umutlar beslememize
izin vermiyor." (I, 4)

Büyük Hint destanı *Mahabharata*'nın üçüncü kitabında güçlü ruh Yaksa, Pandava'ların en yaşlısı ve en bilgesi Yudhistira'ya gizemlerin en büyüğünün ne olduğunu sorar. Yanıt binlerce yıl ötesinden yankılanır: "Her gün sayısız insan ölüyor, yine de geride kalanlar sanki ölümsüzmüş gibi yaşıyor."[1]

Ben ölümsüzmüşüm gibi yaşamak istemezdim. Ölüm beni korkutmuyor. Acı çekmekten korkuyorum. Babamın sakin ve güzel yaşlılığını gördüğümden beri bir hayli azalmış da olsa, yine de yaşlanmaktan korkuyorum. Güçsüzlükten, sevgi eksikliğinden korkuyorum. Ama ölüm beni korkutmuyor. Gençken de korkutmazdı ama o zaman yalnızca bana uzak göründüğünü düşündüğüm için. Oysa şimdi, 60 yaşında, bir korkuya kapılmadım. Yaşamı seviyorum ama yaşam aynı zamanda zorluk, sıkıntı ve acı demektir. Ölümü hak edilmiş bir dinlenme olarak görüyorum. Bach muhteşem kantatı BWV 56'da ölüme uykunun kız kardeşi der. Yakında gözlerimi kapatacak ve başımı okşayacak kibar bir kız kardeş...

Eyüp Peygamber yaşama doyarak ölmüş.* Çok güzel bir ifade. Ben de yaşama doymayı ve yaşam denen bu kısa ömürlü çemberi bir gülümsemeyle kapatmak isterim. Evet, hâlâ tadını çıkarabilirim, hâlâ denizden yansıyan mehtabın, sevdiğim kadının öpücüklerinin, onun her şeye anlam katan varlığının, kışın pazar öğleden sonraları, evdeki divana uzanıp hâlâ çevremizi saran binlerce gizemden küçük birini daha çözme hayaliyle işaret ve formüllerle sayfalar doldurmanın keyfini çıkarabilirim. Bu altın kadehtekinin hâlâ tadına bakma olasılığı hoşuma gidiyor; kaynayıp duran, hem dostça hem de düşmanca, hem anlaşılır hem de anlaşılmaz, beklenmedik yaşamın... Ama bu kadehten acı tatlı çok şey içtim, eğer şu anda melek gelip bana, "Carlo, vakit geldi," dese, tümceyi bitirmeme izin vermesini istemem. Ona gülümser, onun peşinden giderim.

Ölüm korkusu bana evrimin bir hatasıymış gibi geliyor: Pek çok hayvan bir yırtıcı yaklaştığında içgüdüsel bir dehşete kapılma ve kaçma tepkisine sahiptir. Sağlıklı bir tepkidir bu, onların tehlikelerden uzaklaşmasını sağlar. Ama bu, anlık bir dehşettir, uzun sürmez. Aynı doğal seçilim, abartılı bir gelecek öngörüsü kapasitesine sahip, aşırı büyük alın lobları olan şu büyük çıplak maymunları da yaratmıştır. Bu, kesinlikle işimize yarayan ama biz büyük maymunların gözlerinin önüne kaçınılmaz ölüm imgesini koyan bir yetenektir, bu da dehşet içgüdüsünü ve yırtıcılardan kaçmayı tetikler. Yani kısacası, ölüm korkusunun, birbirinden bağımsız iki evrimsel mekanizmanın bir işe yaramayan ve rastlantıyla birbirine karışması, beynimizdeki kötü otomatik bağlantıların bir ürünü, bizim için bir yararı veya anlamı olmayan bir şey olduğunu sanıyorum. Her şeyin bir süresi vardır. İnsan ırkının da ("Dünya, güzel bir düş gibi geçen gençliğini yitirdi. Şimdi her gün bizi yıkıma ve kuraklığa daha çok yaklaştırıyor," der Vyasa *Mahabharata*'da).[2] Geçişten korkmak, ölümden korkmak, gerçeklikten korkmaya, güneşten korkmaya benzer – iyi de neden?

Bu akılcı okumadır. Ama yaşamımızda bizi harekete geçiren şey akılcı görüşler değildir. Akıl, düşüncelere açıklık getirmeye ve hata-

* Eski Ahit, "Eyüp", 42:17. (Y.N.)

ları saptamaya yarar. Ama aynı akıl bize, bizi harekete geçiren güdülerin bizim memeli, avcı, sosyal varlık nitelikli derin yapımıza işlenmiş olduğunu da gösterir: Akıl bu bağlantıları aydınlatır, onları yaratmaz. Bu aşamada akılcı varlıklar değiliz. Belki ikinci bir aşamada az çok oluruz. İlk aşamada yaşama arzusuyla, açlıkla, sevgi ihtiyacıyla, bir insan toplumundaki yerimizi bulma içgüdüsüyle davrandık. İkinci aşamaysa ilki olmadan var olamaz bile. Akıl, içgüdüler arasında arabuluculuk yapar ama bunu arabuluculuğun temel ölçütleri olarak yine içgüdüleri kullanarak yapar. Nesnelere ve susuzluğa adlar verir, engelleri aşmamızı ve gizli şeyleri görmemizi sağlar. Sahip olduğumuz sayısız etkisiz stratejiyi, yanlış inancı, önyargıyı görmemize yardım eder. Bizi avlanacak antiloplara götürdüklerini düşünerek takip ettiğimiz izlerin yanlış izler olduklarını anlamamıza yardımcı olmak için gelişmiştir. Ama bizi harekete geçiren, yaşam hakkında düşünmek değildir, yaşamın kendisidir.

Öyleyse bizi gerçekten harekete geçiren nedir? Söylemek zor. Belki de tam anlamıyla bilmiyoruz. Güdülerimizi kendi içimizde tanırız. Bu güdülere adlar veririz. Bunlardan çok vardır. Bazılarını pek çok hayvanla paylaştığımıza inanırız. Diğerlerini insanlarla. Daha başkalarını da ait olduğumuzu algıladığımız daha küçük gruplarla. Açlık ve susuzluk, merak, dostluk ihtiyacı, sevgi isteği, âşık olma, mutluluk arayışı, dünyada bir konum elde etme ihtiyacı, takdir edilme, saygı görme, sevilme ihtiyaçları, sadakat, onur, Tanrı sevgisi, adalet arzusu, özgürlük, tanınma isteği...

Tüm bunlar nereden geliyor? Yapımızdan, ne olduğumuzdan. Bu gülünç süreci, yani bizi yaratan, çok uzun süre farklı düzeylerde etkileşimde bulunmuş kimyasal, biyolojik, sosyal ve kültürel yapıların uzun süren doğal seçilimlerinin ürünüyüz. Kendimiz hakkında düşündüğümüzde, aynaya baktığımızda yalnızca pek az şey anlarız. Zihinsel yeteneklerimizin kavrayabileceğinden çok daha karmaşığız. Alın loblarımızın aşırı büyümesi olağanüstüdür; Ay'a gitmemize, kara delikleri keşfetmemize, uğurböcekleriyle kuzen olduğumuzu anlamamıza yardım etmiştir ama hâlâ bizi kendimize açıklamak için yeterli değildir.

"Anlamak" sözcüğünün anlamı bile açık değildir. Dünyayı gö-

rürüz ve betimleriz, ona bir düzen atfederiz. Gördüğümüz evren ile evrenin kendisi arasındaki ilişkinin bütünü hakkında pek az şey biliyoruz. Gözlerimizin miyop olduğunu biliyoruz. Nesnelerin yaydığı muazzam elektromanyetik spektrumun yalnızca çok küçük bir aralığını görürüz. Maddenin atom yapısını da görmeyiz, uzayın eğrilmesini de. Evrenle etkileşimimizden çıkardığımız, müthiş aptal beynimizin çarpıtabildiği tutarlı bir dünya görürüz. Dünyayı taşlar, dağlar, bulutlar ve kişiler bağlamında düşünürüz, bu da "bizim dünyamız"dır. Bizden bağımsız olan dünya hakkında çok şey biliyoruz, bu "çok şey"in ne kadar olduğunu bilmeden.

Ama düşüncemiz yalnızca kendi zayıflığının tutsağı değildir, daha da çok kendi dilbilgisinin kurbanıdır. Doğanın şeytanlardan, meleklerden ve cadılardan atomlara ve elektromanyetik dalgalara doğru değişmesi için birkaç yüzyıl yeter. Bütün gerçekliğin gözlerimizin önünde eridiğini ve şaşırtıcı ölçüde farklı bir biçimde yeniden düzenlenmesi için birkaç gram mantar yeter. Hezeyanın, dünyayı düzenleyebilen muazzam bir tiyatro donanımı olduğunu ve sosyal ve manevi yaşamımız ile dünyayı kavramımızın temeli olan büyük ortaklaşa hezeyanlardan ayırmak için –belki ortak düzenden uzaklaşanların yalnızlığı ve kırılganlığı dışında–[3] kanıtlar bulmanın zor olduğunu fark etmek için ciddi bir akut şizofreni döneminden geçen bir arkadaş ve onunla güçlükle iletişime geçmeye çalışmak için birkaç hafta geçirmek yeter. Gerçekliğe dair görüşümüzün ve sahneye koyduğumuz ortaklaşa hezeyanın, bir evrim geçirmiş ve bizi en azından bu noktaya kadar taşımak için oldukça etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Onunla başa çıkmak ve ona göz kulak olmak için bulduğumuz araçların sayısı çoktur, aklın da bunların en iyilerinden biri olduğu ortaya çıkmıştır. Çok değerlidir.

Ama akıl yalnızca bir araçtır, bir maşadır. Onu ateşten ve buzdan oluşan, canlı ve yakıcı duygular olarak algıladığımız bir şeyden yapılmış bir şeyi tutmak için kullanırız. Bunlar bizim özümüzü oluşturur. Bizi ileri taşırlar, geri çekerler, üstlerini güzel sözlerle örteriz. Bizi harekete geçirirler. Bunlardan bazıları da söylemlerimizin düzeninden hep kaçar, çünkü temelde her düzenleme girişiminin bir şeyleri daima dışarıda bıraktığını biliriz.

Bana öyle geliyor ki bu yaşam, bu kısa ömür bundan başka şey değildir: Bizi sürükleyen, bazen Tanrı adına, bir politik inanç uğruna, her şeyin sonuçta düzen içinde olduğuna bizi inandıran bir ritüel uğruna, çok büyük bir aşk uğruna bastırdığımız bu duyguların sürekli çığlığı; bu çığlık göz alıcı parlaklıkta ve çok güzeldir. Bazen bir acıdır. Bazen bir şarkıdır.

Şarkı da, Augustinus'un söylediği gibi zamanın farkında olmaktır. O, zamanın kendisidir. Kendi de zamanın çiçek açması olan Vedalar'ın ilahisidir.[4] Beethoven'ın *Missa Solemnis*'inin "Benedictus" başlıklı bölümündeki kemanın şarkısı saf güzelliktir, saf çaresizliktir, saf neşedir. Karşısında nefesimizi tutarak kalakalırız. İşte zamanın kaynağı budur.

Sonra şarkı yavaş yavaş silikleşir ve sona erer. "Gümüş tel kopar, altın tas kırılır, testi çeşmede parçalanır, kuyu makarası kırılır, toprak geldiği yere geri döner."[5] Varsın, öyle olsun. Gözlerimizi kapatıp dinlenebiliriz. Bunların hepsi bana hoş ve güzel geliyor. Zaman işte budur.

HERHALDE GİZEMLERİN EN BÜYÜĞÜ ZAMANDIR

1 Aristoteles, *Metafizik*, I 2 982 b [Aristoteles, *Metafizik*, çev. Y. Gurur Sev, Pinhan Yayınları, İstanbul, 2018, s. 19. (Ç.N.)]

2 Zaman kavramının çok katmanlılığına yönelik derinlemesine bir inceleme için bkz. örneğin J.T. Fraser, *Of Time, Passion, and Knowledge*, Braziller, New York, 1975.

3 Felsefeci Mauro Dorato, fiziğin temel kavramsal çerçevesinin, deneyimimizle tutarlı olması gerektiği konusunda ısrar etmiştir; bkz. *Che cos'è il tempo?*, Carocci, Roma, 2013.

BİRİNCİ KISIM: ZAMANIN PARÇALANMASI

1. TEKLİĞİN YİTİRİLİŞİ

1 Bu, genel görelilik kuramının özüdür. Albert Einstein, "Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie," *Annalen der Physik*, Sayı 49, 1916, 769-822.

2 Zayıf alanın yaklaşık hesabı için $ds^2 = (1 + 2\phi(x))\,dt^2 - dx^2$ denklemi yazılabilir, $\phi(x)$ Newton potansiyelidir. Newton kütle çekimi yalnızca metriğin zaman öğesi g_{00}'nin değiştirilmesinin, yani zamanın yerel olarak yavaşlamasının sonucudur. Bu metriğin jeodezileri nesnelerin düşmesini betimler: Zamanın yavaşladığı en düşük potansiyelliğe doğru eğrilirler. (Bu ve buna benzer notlar, kuramsal fiziğe aşina olanlar için verilmiştir.)

3 "*But the fool on the hill / sees the sun going down, / and the eyes in his head / see the world spinning 'round...*" [Ama tepedeki deli / güneşin alçaldığını görür, / kafasındaki gözler de / Dünya'nın döndüğünü görür... (Ç.N.)]

4 C. Rovelli, *Che cos'è la scienza. La rivoluzione di Anassimandro*, Mondadori, Milano, 2011. [*Miletli Anaksimandros ya da Bilimsel Düşüncenin Doğuşu*, çev. Atakan Altınörs, Bilge Kültür Sanat Yayınları, İstanbul, 2014. (Ç.N.)]

5 Örneğin: $t_{\text{___}} - t_{\text{...}} = 2gh/c^2t_{\text{...}}$, burada c ışık hızı, $g = 9.8\ \text{m/s}^2$ Galileo ivmesi, h masanın yüksekliğidir.

6 Tek bir "zamansal koordinat" t ile de yazılabilir ama bu bir saatin ölçtüğü (dt tarafından değil ds tarafından belirlenen) zamanı göstermez ve betimlenen doğayı değiştirmeden keyfî olarak değiştirilebilir. Saatlerin ölçtüğü şey, evrenin bir γ çizgisi boyunca öz zamandır ve şu denklemle verilir: $t_\gamma = \int_\gamma (g_{\mu\nu}(x)dx^\mu dx^\nu)^{1/2}$. Bu nicelik ile $g_{\mu\nu}(x)$ arasındaki fiziksel ilişki ileriki bölümlerde tartışılacaktır.

2. YÖNÜN YİTİRİLİŞİ

1 R.M. Rilke, *Duineser Elegien*, Samtliche Werke içinde, Insel, Frankfurt a. M., 1955, Cilt I, 83-85 [Rainer Maria Rilke, *Duino Ağıtları*, çev. Can Alkor, İş Bankası Kültür Yayınları, 2. Baskı, İstanbul, 2019, s. 8. (Ç.N.)]

2 Fransız Devrimi, kimyanın, biyolojinin, analitik mekaniğin ve daha pek çok şeyin temellerinin atıldığı, olağanüstü bir bilimsel canlılık dönemidir. Toplumsal devrim bilimsel devrimle el ele gitmiştir. Paris'in devrim sonrası ilk belediye başkanı bir gökbilimciydi, Lazare Carnot matematikçiydi, Marat kendini her şeyden önce fizikçi olarak görüyordu. Lavoisier politikada etkin rol alıyordu. Lagrange insanlığın bu çalkantılı ve harika döneminde birbiri ardına gelen hükümetler tarafından onurlandırılmıştı. Bkz. S. Jones, *Revolutionary Science: Transformation and Turmoil in the Age of the Guillotine*, Pegasus, New York, 2017.

3 Uygun olanı değiştirerek: Örneğin Maxwell denklemlerinde manyetik alanın işaretini veya temel parçacıkların yük ve paritelerini vb. Önemli olan CPT (Yük Eşlenikliği, Parite ve Zaman Tersinirliği) değişmezliğidir.

4 Newton denklemleri cisimlerin nasıl *ivmelendiğini* belirler, ivme de bir filmi tersten oynatırsam değişmez. Yukarı doğru fırlatılan bir taşın ivmesi düşen bir taşınkiyle aynıdır. Yılların geriye doğru geçtiğini hayal edersem, Ay Dünya'nın çevresinde ters yönde döner ama Dünya tarafından aynı şekilde çekiliyormuş gibi görünür.

5 Bu sonuç kuantum kütle çekimi eklendiğinde de değişmez. Zamanın yönünün kaynağını arama çabaları için bkz. örneğin H.D. Zeh, *Die Physik der Zeitrichtung*, Springer, Berlin, 1984.

6 R. Clausius, "Über verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie", *Annalen der Physik*, Sayı 125, 1865, s. 353-400, burada 390.

7 Özellikle bir cisimden çıkan ısı miktarının *sıcaklığa bölünmesi* şeklinde. Isı sıcak bir cisimden çıkıp soğuk bir cisme girdiğinde, entropi artar çünkü sıcaklık farkı çıkan ısıya bağlı olan entropinin giren ısınınkinden daha az olmasını sağlar. Tüm nesneler aynı sıcaklığa ulaştığında entropi en yüksek değerine ulaşmış olur: Denge durumuna varmış oluruz.

8 Arnold Sommerfeld.

9 Hans Christian Ørsted.

10 Entropi tanımı bir *coarse graining* [iri taneleştirme işlemi (Ç.N.)], yani mikro durumlar ile makro durumlar arasında bir ayrım gerektirir. Bir makro durumun entropisi ona karşılık gelen mikro durumların sayısıyla belirlenir. Klasik termodinamikte *coarse graining*, sistemin bazı değişkenlerinin (örneğin bir gazın hacminin veya basıncının) dışarıdan "manipüle edilebilir" veya "ölçülebilir" olarak ele alınmasına karar verildiği anda belirlenir. Bir makro durum bu makroskobik değişkenler sabitlenerek belirlenir.

11 Yani, kuantum mekaniği göz ardı edilirse belirlenimci biçimde, hesaba katılırsa olasılık temelinde. Her iki durumda da gelecek ve geçmiş için aynı şekilde seyreder.

12 Bu nokta 11. bölümde daha ayrıntılı ele alınmıştır.

13 $S = k \log W$. Burada S entropidir, W mikroskobik durumların sayısı veya faz uzayında karşılık gelen hacimdir, k yalnızca, bugün Boltzmann sabiti denen, (keyfî) boyutları ayarlayan bir sabittir.

3. ŞİMDİNİN SONU

1 Genel görelilik (A. Einstein, *Die Grundlage der allgemeinen Relativitatstheorie*".)

2 Özel görelilik (A. Einstein, "Zur Elektrodynamik bewegter Körper", *Annalen der Physik*, Sayı 17, 1905, s. 891-921).

3 J.C. Hafele ve R.E. Keating, "Around-the-World Atomic Clocks: Observed Relativistic Time Gains", *Science*, Sayı 177, 1972, s. 168-70.

4 Bu, *t* kadar senin hızına ve konumuna da bağlıdır.

5 Poincare. Lorentz *t'* değişkenine fiziksel bir yorum getirmeyi denemişti ama oldukça çapraşık biçimde.

6 Einstein genellikle Michelson ve Morley deneylerinin kendisinin özel göreliliğe ulaşması için için önemli olmadıklarını savundu. Bunun doğru olduğuna inanıyorum ve bunun bilim felsefesi açısından önemli bir noktayı yansıttığını düşünüyorum. Evreni anlamaya yönelik adımlar atmak için her zaman *yeni* deneysel veriler gerekmez. Copernicus'un elinde Ptolemaios'tan daha fazla gözleme dayalı veri yoktu; o da Einstein'ın Maxwell'le yaptığı gibi Ptolemaios'un verilerinin ayrıntıları içindeki güneş merkezliliği, onları daha iyi yorumlayarak okumayı başarmıştı.

7 Neye göre "hareket halinde"? Hareket yalnızca göreli bir şeyse, iki cisimden hangisinin hareket halinde olduğu nasıl belirlenebilir? Bu, pek çok kişinin aklını karıştıran bir noktadır. (Nadiren verilen) doğru yanıt şudur: İki saatin ayrıldığı uzamsal noktanın tekrar karşılaştıkları uzamsal noktayla aynı olduğu *tek* referans noktasına göre. İki A ve B olayı arasında uzay-zaman içinde tek bir düz çizgi vardır, zamanın maksimum olduğu ve hızın *ona göre* zamanı yavaşlattığı çizgi; şöyle ki: Iki saat birbirinden ayrılsa ve bir daha buluşmasa, hangisinin geri kaldığı, hangisinin ileri gittiğini sormanın bir anlamı yoktur. Buluşurlarsa karşılaştırılabilirler, her birinin hızı da iyi belirlenmiş bir kavram olur.

8 Teleskoptan kız kardeşimin 20. yaş gününü kutladığını görsem ve ona 28. yaş gününde ulaşacak bir radyo mesajı göndersem, ışığın oradan yola çıktığı (20) ile geri döndüğü (28) zamanın yarısı olarak, *şimdi* 24. yaş günü olduğunu söyleyebilirim. Güzel fikir (bana ait değil; Einstein'ın "eşzamanlılık" tanımı budur). Ama yine de ortak bir zaman belirlemiyor. Proxima b uzaklaşıyorsa ve kız kardeşim de 24. yaş gününde eşzamanlı ânı hesaplamak için aynı mantığı kullanırsa, buradaki şimdiki zamanı elde *etmez*. Başka bir ifadeyle, eşzamanlılığı böyle tanımladığımızda, eğer onun yaşamındaki A ânı benim B ânımla eşzamanlıysa, tersi doğru değildir; onun açısından A ve B eşzamanlı değildir. Farklı hızlarımız, farklı eşzamanlılık yüzeyleri tanımlar. Dolayısıyla bu yöntemle de ortak bir "şimdi" kavramı elde edilmez.

9 Buradan uzayımsı uzaklıktaki olaylar toplamı.

10 Bunun farkına ilk varanlardan biri Kurt Gödel'di ("An Example of a New Type of Cosmological Solutions of Einstein's Field Equations of Gravitation", *Reviews of Modern Physics*, Sayı 21, 1949, s. 447-50). Kendi ifadesiyle: "'Şimdi' kavramı belirli bir gözlemci ile evrenin geri kalanı arasındaki belirli bir ilişkiden fazla bir şey değildir."

11 Transitif, geçişli.

12 Eğer kapalı zaman eğrileri varsa, bir kısmi sıralama bağıntısının varlığı da gerçeklik için fazla ağır bir yapı olabilir. Bu konu için bkz. örneğin M. Lachieze-Rey, *Voyager dans le temps. La physique moderne et la temporalite*, Editions du Seuil, Paris, 2013.

13 Geçmişe yolculuklarla ilgili mantıken olanaksız hiçbir şey olmadığı, geçtiğimiz yüzyılın en büyük felsefecilerinden birinin keyifli bir makalesinde net olarak gösterilmiştir: David Lewis ("The Paradoxes of Time Travel", *American Philosophical Quarterly*, Sayı 13, 1976, s. 145-52; yeniden basımı: *The Philosophy of Time* içinde, R. Le Poidevin ve M. MacBeath (ed.), Oxford University Press, Oxford, 1993.)

14 Bu, Finkelstein koordinatlarında bir Schwarzschild metriğinin nedensel yapısının temsilidir.

15 Buna muhalif görüşler ifade edenler arasında çok özel dostluğumun, sevgimin ve say-

gımın olduğu iki büyük bilimci de var: Lee Smolin (*Time Reborn*, Houghton Mifflin Harcourt, Boston, 2013 [*Zamanın Yeniden Doğuşu*, Tübitak Yayınları, Ankara, 2018. (Ç.N.)]) ve George Ellis ("On the Flow of Time", *FQXi Essay*, 2008, https://arxiv.org/abs/0812.0240; "The Evolving Block Universe and the Meshing Together of Times", *Annals of the New York Academy of Sciences*, Sayı 1326, 2014, s. 26-41; *How Can Physics Underlie the Mind?*, Springer, Berlin, 2016). Her ikisi de, günümüz fiziği tarafından ortaya konmuş olmasalar da, ayrıcalıklı bir zamanın ve gerçek bir şimdinin var olması gerektiği konusunda ısrar ediyor. Bilim de sevgi ilişkileri gibidir, en sevdiğimiz insanlar en ateşli biçimde tartıştığımız insanlardır. Zamanın gerçekliğinin temel nitelikte olduğunu açıkça savunan görüşler R.M. Unger ve L. Smolin, *The Singular Universe and the Reality of Time* (Cambridge University Press, Cambridge, 2015) içinde bulunabilir. Tekil bir zamanın gerçekten aktığını bir başka sevgili dostum Samy Maroun da savunur; onunla görelilik fiziğini, süreçlerin ritimlerini yönlendiren zamanı ("metabolik" zamanı) "gerçek" bir evrensel zamandan ayırarak yeniden yazma olasılığını araştırdık. (S. Maroun ve C. Rovelli, "Universal Time and Spacetime 'Metabolism'", 2015, http://smcquantum-physics.com/pdf/version3English.pdf). Bu mümkün, dolayısıyla Smolin, Ellis ve Maroun'un bakış açısı savunulabilir. Ama verimli mi? İki seçenek var: Evrenin betimlemesini sezgilerimize uydurmak için zorlamak veya sezgilerimizi evrenle ilgi keşfettiklerimizle uyumlu hale getirmeyi öğrenmek. İkinci stratejinin daha verimli olduğu konusunda pek şüphem yok.

4. BAĞIMSIZLIĞIN YİTİRİLİŞİ

1 R.A. Sewell ve diğerleri, "Acute Effects of THC on Time Perception in Frequent and Infrequent Cannabis Users", *Psychopharmacology*, Sayı 226, 2013, s. 401-13; doğrudan deneyim çok şaşırtıcı.

2 V. Arstila, "Time Slows Down during Accidents", *Frontiers in Psychology*, 2012, Sayı 3: 196.

3 Bizim kültürlerimizde. Bizimkinden oldukça farklı bir zaman duygusuna sahip başka kültürler de var: D.L. Everett, *Don't Sleep, There Are Snakes*, Pantheon, New York, 2008.

4 [Yeni Ahit, "Matta"] 20, 1-16.

5 P. Galison, *Einstein's Clocks, Poincare's Maps*, Norton, New York, 2003, s. 126. [*Einstein Saatleri, Poincare Haritaları*, çev. Ahmet Akın, Akılçelen Yay., Ankara, 2014. (Ç.N.)]

6 Teknolojinin zaman kavramımızı gittikçe nasıl değiştirdiğinin harika bir tarihsel panoraması A. Frank, *About Time*, Free Press, New York, 2011 içinde bulunabilir.

7 D.A. Golombek, I.L. Bussi ve P.V. Agostino, "Minutes, days and years: molecular interactions among different scales of biological timing", *Philosophical Transactions of the Royal Society. Series B: Biological Sciences*, 2014, Sayı 369.

8 ἀριθμός κινήσεως κατα τὸ προτερον καὶ υστερον: "Aslında zaman şu: *önce ile sonraya göre devinim sayısı*." [Aristoteles, *Fizik*, IV, 219 b 2, çev. Saffet Babür, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 2019, s. 191, (Ç.N.)], ayrıca bkz. 232 b 22-23.

9 Agy. IV, 219 a 4-6 [s. 189 (Ç.N.)]

10 I. Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, I, def. VIII, şerh. [Isaac Newton, *Doğal Felsefenin Matematiksel Ilkeleri (Seçmeler)*, çev. Aziz Yardımlı, İdea Yay., İstanbul, 1998, s. 71-72. (Ç.N.)]

11 Agy. [İlgili pasaj Türkçe çeviride yer almadığından Newton'ın adı geçen metninden çevrilmiştir. (Ç.N.)]

12 Uzay ve zaman felsefesine bir giriş için B.C. van Fraassen, *An Introduction to the Philosophy of Time and Space*, Random House, New York, 1970.

13 Newton'ın temel denklemi $F = m\,d^2x/dt^2$'dir. (Zaman değişkeni $t$nin karesinin alındığına dikkat edin; denklem bu nedenle $t$yi $-t$den ayırmaz, yani, ikinci bölümde anlattığım gibi, zamanda ileriye veya geriye doğru aynıdır).

14 Günümüzde pek çok bilim tarihi elkitabı ilginç bir şekilde Leibniz ile Newton'cılar arasındaki tartışmayı Leibniz'in düzene karşı, yürekli ve yenilikçi ilişkisellik fikirleri olan biriymiş gibi sunar. Aslında tersi doğrudur: Leibniz (birçok yeni savla), Aristoteles'ten Descartes'a dek hep ilişkiselci olan egemen geleneksel uzay anlayışını savunmuştur.

15 Aristoteles'in tanımı daha hassastır: Bir şeyin yeri o şeyi çevreleyen şeyin *iç sınırıdır*. Hoş ve titiz bir tanım.

5. ZAMAN KUANTUMLARI

1 Bundan daha ayrıntılı olarak *La realtà non è come ci appare* (Cortina, Milano, 2014) [*Gerçeklik Göründüğü Gibi Değildir*, çev. Tolga Esmer, Can Yayınları, İstanbul, 2018] başlıklı kitabımda söz ediyorum.

2 Planck boyutlarından daha küçük hacimli faz uzaylarının bir bölgesinde bir serbestlik derecesi konumlandırmak mümkün değildir.

3 Işık hızı, Newton sabiti ve Planck sabiti.

4 Maimonides, *Guida dei perplessi*, I, 73, 106 a.

5 Demokritos'un düşüncelerini Aristoteles'in (örneğin *Fizik* IV, 213'teki) tartışmalarından öğrenmeyi deneyebiliriz ama kanıtlar bana yetersiz geliyor. Bkz. *Democrito. Raccolta dei frammenti, interpretazione e commentario di Salomon Luria*, Bompiani, Milano, 2007. [Bu konuda en önemli Türkçe kaynak için bkz. *Leukippos – Demokritos, Atomcu Felsefe Fragmanları*, çev. C. Cengiz Çevik, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, 2019 (Ç.N.)]

6 De Broglie-Bohm kuramı doğru değilse; bu durumda sahip olur ama bunu bizden gizler ki bu da belki çok farklı bir şey değildir.

7 Grateful Dead, "Walk in the Sunshine".

İKİNCİ KISIM: ZAMANI OLMAYAN EVREN

6. EVREN NESNELERDEN DEĞİL, OLAYLARDAN MEYDANA GELİR

1 N. Goodman, *The Structure of Appearance*, Harvard University Press, Cambridge, 1951.

7. DİLBİLGİSİNİN YETERSİZLİĞİ

1 Karşı görüşler için bkz. 37. not.

2 John McTaggart'ın zaman hakkında ünlü bir makalesindeki terminolojiye göre ("The Unreality of Time", *Mind*, N.S., Sayı 17, 1908, s. 457-474; yeniden basımı "The Philosophy of Time", agy. içinde) bu A-dizisi (zamanın "geçmiş-şimdi-gelecek" şeklinde

düzenlenmesi) gerçekliğinin reddedilmesine denktir. Zamansal belirlemelerin anlamı o zaman yalnızca B-dizisine (zamanın "-den önce, -den sonra" olarak düzenlenmesine) indirgenecektir. McTaggart için bu, zamanın gerçekliğinin reddi anlamına gelir. Bana kalırsa McTaggart fazla katı; otomobilimin hayal ettiğimden ve kafamda tanımlamış olduğumdan farklı biçimde çalışması arabamın gerçek olmadığı anlamına gelmez.

3 A. Einstein'ın Michele Besso'nun oğlu ve kız kardeşine 21 Mart 1955'te yazdığı mektup, A. Einstein ve M. Besso, *Correspondance, 1903-1955*, Hermann, Paris, 1972 içinde.

4 Blok evren için klasik sav felsefeci Hilary Putnam tarafından 1967 tarihli ünlü bir makalede verilmiştir ("Time and Physical Geometry," *The Journal of Philosophy*, Sayı 64, s. 240-47). Putnam Einstein'ın eşzamanlılık tanımını kullanır. 3. bölümün 8. notunda gördüğümüz gibi, Dünya ve Proxima b birbirine yaklaşırsa Dünya üstündeki bir A olayı Proxima'daki bir B olayıyla (bir dünyalı için) eşzamanlı olur, B olayı da (Proxima'daki biri için) *A'nın geleceğinde olan* bir C olayıyla eşzamanlıdır. Putnam "eşzamanlı olma"nın "şu anda gerçek olma"yı gerektirdiğini varsayar ve (C gibi gelecekteki olayların) şu anda gerçek oldukları sonucuna varır. Hata Einstein'ın eşzamanlılık tanımının ontolojik bir değerinin olduğunun varsayılmasıdır, oysa bu yalnızca kolaylık sağlayan bir tanımdır. Yaklaşık bir kestirimde göreli olmayan bir kavrama indirgenebilecek göreli bir kavramın belirlenmesine yarar. Ama göreli olmayan eşzamanlılık dönüşlü ve geçişlidir, Einstein'ınki öyle değildir, bu nedenle ikisinin göreli olmayan yaklaşık kestirim ötesinde aynı ontolojik anlama sahip olduklarını varsaymak anlamsızdır.

5 Şimdiciliğin olanaksızlığının fiziksel olarak keşfedilmesinin zamanın bir yanılsama olduğu anlamına geleceğine yönelik sav Gödel tarafından geliştirilmiştir ("A Remark about the Relationship between Relativity Theory and Idealistic Philosophy", P.A. Schilpp (yay. haz.) *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, The Library of Living Philosophers, Evanston, 1949, içinde). Yanlışlık hep, zamanı ya tamamen var olan ya da hiç var olmayan tekil bir kavramsal blok olarak tanımlamakta olur. Bu konu Mauro Donato tarafından aydınlatıcı biçimde tartışılmıştır (*Che cos'e il tempo?*, s. 77).

6 Örneğin bkz. W.V.O. Quine, "On What There Is", *The Review of Metaphysics*, Sayı 2, 1948, s. 21-38 ve J.L. Austin, *Sense and Sensibilia*, Clarendon Press, Oxford, 1962'de yer alan, gerçekliğin anlamı hakkındaki hoş tartışma.

7 *De Hebdomadibus* II.24, atıf, C. H. Kahn, *Anaximander and the Origins of Greek Cosmology*, Columbia University Press, New York, 1960, s. 84–85.

8 Einstein'ın güçlü şekilde bir tezi savunduğu, sonradan da fikrini değiştirdiği önemli savlara örnekler: 1) Evrenin genişlemesi (önce alay konusu yaptı, sonra kabul etti); 2) kütle çekimi dalgalarının var olması (önce kesinlikle varmış gibi ele aldı, sonra reddetti, sonra tekrar kabul etti); 3) görelilik denklemleri madde içermeyen çözümlere izin vermez (uzun süre savundu, sonra terk etti; yanlış bir hipotezdir); 4) Schwarzschild ufkunun ötesinde hiçbir şey yoktur (yanlış ama o belki de bunu hiç öğrenmedi); 5) kütle çekimi alanı genel-kovaryant olamaz (1912'de Grossmann'la yaptığı çalışmada öne sürdü; üç yıl sonra tersini savundu); 6) kozmolojik sabitin önemi (önce onayladı, sonra reddetti; ilkinde haklıydı)...

8. İLİŞKİ OLARAK DİNAMİK

1 Bir sistemin *zaman içindeki* değişimini betimleyen bir mekanik kuramının genel biçimi, bir faz uzayı ile bir H hamiltonyeni tarafından verilir. Değişim H tarafından meydana

getirilmiş, *t* zamanıyla parametrize edilmiş yörüngeler tarafından betimlenir. Öte yandan, değişkenlerin *birbirlerine göre* değişimini betimleyen bir mekanik kuramının genel biçimiyse bir faz uzayı ile bir C kısıtıyla verilir. Değişkenler arasındaki bağıntı C = 0 altuzayında C tarafından oluşturulan yörüngelerle verilir. Bu yörüngelerin parametrizasyonunun fiziksel bir anlamı yoktur. Detaylı bir teknik tartışma C. Rovelli, *Quantum Gravity*, Cambridge University Press, Cambridge, 2004, 3. bölümde bulunabilir. Daha kısa bir teknik açıklama için bkz. C. Rovelli, "Forget Time", *Foundations of Physics*, 2011, Sayı 41, s. 1475-90, https://arxiv.org/abs/0903.3832.

2 *Loop* [ilmek] kuantum kütle çekimi denklemlerinin kolay anlaşılır bir anlatımı Carlo Rovelli'nin, *Gerçeklik Göründüğü Gibi Değildir*'inde bulunabilir.

3 B.S. DeWitt, "Quantum Theory of Gravity. I. The Canonical Theory", *Physical Review*, Sayı 160, 1967, s. 1113-48.

4 J.A. Wheeler, "Hermann Weyl and the Unity of Knowledge", *American Scientist*, Sayı 74, 1986, s. 366-75.

5 J. Butterfield ve C.J. Isham, *On the Emergence of Time in Quantum Gravity, in The Arguments of Time*, J. Butterfield (yay. haz.), Oxford University Press, Oxford, 1999, s. 111-68 (http://philsci-archive.pitt.edu/1914/1/EmergTimeQG=9901024.pdf). H.-D. Zeh, *Die Physik der Zeitrichtung*, atıf *Physics Meets Philosophy at the Planck Scale*, C. Callender ve N. Huggett (yay. haz.), Cambridge University Press, Cambridge, 2001. S. Carroll, From Eternity to Here, Dutton, New York, 2010.

6 Bir sistemin zaman içindeki değişimini betimleyen bir kuantum kuramının genel biçimi bir Hilbert uzayı ile bir H hamilton operatörü tarafından verilir. Değişim Schrödinger denklemi $i\hbar\partial_t\psi = H\psi$ denklemiyle betimlenir. Bir φ' durumundan *t* zaman sonraki ψ durumunu ölçme olasılığı $\langle \psi \mid \exp[-iHt/\hbar] \mid \psi' \rangle$ genliğiyle belirlenir. Değişkenlerin zaman *içinde birbirlerine göre* değişimini betimleyen bir kuantum kuramının genel biçimi bir Hilbert uzayı ile Wheeler-DeWitt denklemi $C\psi = 0$ ile verilir. Bir ψ' durumundan *t* zaman sonraki ψ durumunu ölçme olasılığı $\langle \psi \mid \int dt \exp[iCt/\hbar] \mid \psi' \rangle$ genliğiyle belirlenir. Detaylı bir teknik tartışma C. Rovelli, *Quantum Gravity*, 5. bölümde bulunabilir. Daha kısa bir teknik açıklama için bkz. C. Rovelli, "Forget Time".

7 B.S. DeWitt, *Sopra un raggio di luce*, Di Renzo, Roma, 2005.

8 Bunların sayısı üçtür; özdurumlarının uzay kuantumlarını ve bunlar arasındaki geçiş olasılıklarını betimlediği temel operatörlerin tanımlandığı Hilbert uzayını tanımlarlar.

9 Spin, uzamsal simetri grubu SO(3)'e ait ifadeleri sayan niceliktir.

10 Bu konular ayrıntılarıyla Carlo Rovelli'nin, *Gerçeklik Göründüğü Gibi Değildir*'inde ele alınmıştır.

ÜÇÜNCÜ KISIM: ZAMANIN KAYNAKLARI

9. ZAMAN BİLGİSİZLİKTİR

1 Eski Ahit, "Vaiz", 3:2-4.

2 Daha doğru ifadeyle, H hamiltonyeni, yani konumların ve hızların fonksiyonu olarak enerji.

3 $dA/dt = \{A,H\}$, burada $\{\ ,\ \}$ Poisson parantezleri, A da herhangi bir değişkendir.

4 Ergodik.

5 Denklemler, Boltzmann'ın kanonik formalizmleri çerçevesinde, metinde atıfta bulunduğum mikrokanonik formalizmlerden daha kolay okunur hale gelir: $\rho = \exp[-H/kT]$ durumu, zaman değişimini yaratan H hamiltonyeni tarafından belirlenir.

6 $H = -k\,T \log[\rho]$ (sabit bir çarpan dışında) bir hamiltonyen ve bu sayede ρ durumundan yola çıkarak da bir "ısıl" zaman belirler.

7 R. Penrose, *The Emperor's New Mind*, Oxford University Press, Oxford, 1989. [Roger Penrose, *Kralın Yeni Aklı*, *Bilgisayar*, *Zeka ve Fizik Yasaları*, çev. Tekin Dereli, Koç Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 2017 (Ç.N.)]; *The Road to Reality*, Cape, Londra, 2004. [Roger Penrose, *Gerçeğin Yolları*, çev. Mahir Akkaya, Alfa Yayınları, İstanbul, 2017. (Ç.N.)]

8 Kuantum mekaniği kitaplarındaki geleneksel dille buna "ölçü" denir. Bir kez daha: Bu dilde yanıltıcı bir şey vardır, doğa yerine fizik laboratuvarlarından söz eder.

9 Tomita-Takesaki teoremi, von Neumann cebirine dayanan bir durumun bir akış (tek parametreli, modüler otomorfizmler ailesi) tanımladığını gösterir. Connes farklı durumlar tarafından belirlenen akışın iç otomorfizmler dışında eşdeğer olduklarını ve böylece *yalnızca* cebirin yerdeğiştirmeme [komütatif olmayan] özellikli yapısı tarafından belirlenen soyut bir akış tanımladıklarını kanıtladı.

10 Cebirin, bir önceki notta söz edilen iç otomorfizmleri.

11 Bir von Neumann cebirinde, bir durumun ısıl zamanı Tomita akışıyla tamamen aynı şeydir! Durum, bu akışa göre KMS [Kubo-Martin-Schwinger] olur.

12 Bkz. C. Rovelli, "Statistical Mechanics of Gravity and the Thermodynamical Origin of Time", *Classical and Quantum Gravity*, Sayı 10, 1993, s. 1549-66; A. Connes ve C. Rovelli, "Von Neumann Algebra Automorphisms and Time-Thermodynamics Relation in General Covariant Quantum Theories", *Classical and Quantum Gravity*, Sayı 11, 1994, s. 2899-2918.

13 A. Connes, D. Chereau ve J. Dixmier, *Le Théâtre quantique*, Odile Jacob, Paris, 2013.

10. BAKIŞ AÇISI

1 Bu sorunun kafa karıştıran pek çok yönü vardır. Çok iyi ve tutarlı bir eleştiri J. Earman, "The 'Past Hypothesis': Not Even False", *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, Sayı 37, 2006, s. 399-430 içinde bulunabilir. Metinde "düşük başlangıç entropisi"yle kastedilen, Earman'ın bu makalede öne sürdüğü gibi hiç de iyi anlaşılmamış olan daha genel anlamıdır.

2 F. Nietzsche, *La gaia scienza*, Opere, Adelphi, Milano, 1965, Cilt V/II; gözden geçirilmiş 2. baskı, 1991, 354, s. 258. [F. Nietzsche, *Şen Bilim*, çev. Levent Özşar, Asa Yayınları, Bursa 2003, V 354, s. 225]

3 Teknik ayrıntılar için bkz. C. Rovelli, "Is Time's Arrow Perspectival?" (2015), *The Philosophy of Cosmology* içinde, K. Chamcham, J. Silk, J.D. Barrow ve S. Saunders (yay. haz.), Cambridge University Press, Cambridge, 2017, https://arxiv.org/abs/1505.01125.

4 Termodinamiğin klasik formülasyonunda bir sistemi öncelikle (örneğin bir pistonu hareket ettirmek gibi) dışarıdan etki edebileceğimizi veya (örneğin bileşenlerin göreli yoğunlukları gibi) ölçebileceğimizi varsaydığımız bazı değişkenler saptayarak betimleriz. Bunlar "termodinamik değişkenlerdir". Termodinamik, bir sistemin doğru bir betimlemesi değildir; sistemin, bizim onunla etkileşime girmemizi sağladığını varsaydığımız, *bu* değişkenlerinin davranışının betimlemesidir.

5 Örneğin, bu odadaki havanın entropisinin, havayı homojen bir gaz olarak ele aldığımda bir değeri vardır, ama havanın kimyasal bileşimini ölçersem bu değer değişir (azalır).
6 Evrenin, bakış açısına bağlı doğasının farklı yönlerini derinlemesine aydınlatan çağdaş felsefecilerden biri *The Situated Self* (Oxford University Press, New York, 2007) başlıklı yapıtıyla Jenann T. Ismael'dir. Ismael özgür irade hakkında da çok iyi bir kitap yazmıştır: *How Physics Makes Us Free*, Oxford University Press, New York, 2016.
7 David Z. Albert (*Time and Chance*, Harvard University Press, Cambridge, 2000) bu olguyu doğa yasası düzeyine yükseltmeyi önerir ve buna "geçmiş hipotezi" adını verir.

11. ÖZEL BİR DURUMDAN ORTAYA ÇIKAN ŞEY NEDİR?

1 Bu da bir başka ortak kafa karışıklığı kaynağıdır çünkü yoğunlaşmış bir bulut dağınık bir buluttan daha "düzenli" gibi görünür. Öyle değildir çünkü bir dağınık bulutun moleküllerinin hızlarının hepsi düzenli olarak daha düşüktür, öte yandan bulut kütle çekimi etkisiyle yoğunlaştığında moleküllerinin hızı yüksek olur. Bulut fiziksel uzayda yoğunlaşır ama faz uzayında dağılır, önemli olan da budur.
2 Bkz. özellikle Stuart A. Kauffman, *Humanity in a Creative Universe*, Oxford University Press, New York, 2016).
3 Evrendeki entropi artışının yerel etkilerini anlamakta evrendeki etkileşimlerin bu dallara ayrılmış yapısının önemi, örneğin Hans Reichenbach tarafından (*The Direction of Time*, University of California Press, Berkeley, 1956) tartışılmıştır. Reichenbach'ın yapıtı bu tartışmalarla ilgili kuşkusu olanlar veya konuyu derinleştirmek isteyenler için temel metindir.
4 İzler ile entropi arasındaki kesin ilişki hakkında bkz. Reichenbach, *The Direction of Time*, özellikle de entropi, izler ve *ortak neden* arasındaki ilişki hakkındaki tartışma ve Albert, *Time and Chance*. Güncel bir yaklaşım D.H. Wolpert, "Memory Systems, Computation, and the Second Law of Thermodynamics", *International Journal of Theoretical Physics*, 1992, Sayı 31, s. 743-85'te bulunabilir.
5 Bizim için "neden" kavramının ne anlama geldiği gibi zor bir soru için bkz. N. Cartwright, *Hunting Causes and Using Them*, Cambridge University Press, Cambridge, 2007.
6 Reichenbach terminolojisinde *common cause*.
7 B. Russell, "On the Notion of Cause", *Proceedings of the Aristotelian Society*, N.S., 1912-1913, Sayı 13, s. 1.
8 N. Cartwright, *Hunting Causes and Using Them*.
9 Zamanın yönü sorusu hakkında aydınlatıcı bir tartışma için bkz. H. Price, *Time's Arrow & Archimedes' Point*, Oxford University Press, Oxford, 1996.

12. MADLEN KEKİNİN KOKUSU

1 *Milinda Pañha (The Questions of King Milinda)* II.1, T. W. Rhys Davids, *Sacred Books of the East*, Clarendon Press, Oxford, 1890, Cilt XXXV.
2 C. Rovelli, *Meaning = Information + Evolution*, 2016, https://arxiv.org/abs/1611.02420.
3 G. Tononi, O. Sporns ve G.M. Edelman, "A measure for brain complexity: Relating functional segregation and integration in the nervous system", *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Sayı 91, 1994, s. 5033-37.
4 J. Hohwy, *The Predictive Mind*, Oxford University Press, Oxford, 2013.

5 Örneğin bkz. V. Mante, D. Sussillo, K.V. Shenoy ve W.T. Newsome, "Context-dependent computation by recurrent dynamics in prefrontal cortex", *Nature*, Sayı 503, 2013, s. 78-84 ve makalede atıfta bulunulan literatür.

6 D. Buonomano, *Your Brain is a Time Machine: The Neuroscience and Physics of Time*, Norton, New York, 2017. [Dean Buonomano, *Beyniniz Bir Zaman Makinesi*, çev. Yasin Konyalı, Timaş Yayınları, İstanbul, 2018. (Ç.N.)]

7 *La condemnation parisienne de 1277*, D. Piche (yay. haz.), Vrin, Paris, 1999.

8 E. Husserl, *Vorlesungen zur Phanomenologie des inneren Zeitbewusstseins*, Niemeyer, Halle a. d. Saale, 1928. [Edmund Husserl, (Matın Heidegger, ed.) *İçsel Zaman Bilincinin Fenomenolojisi Üzerine*, çev. Mesut Keskin, Avesta Yay., İstanbul. 2015. (Ç.N.)]

9 Atıfta bulunulan metinde Husserl bunun "fiziksel bir fenomen" olmadığı konusunda ısrar eder. Bu, bir doğacının kulağına bir ilke beyanı gibi gelir: Husserl belleği fiziksel bir fenomen olarak görmek *istemez* çünkü fenomenolojik deneyimi analizinin başlangıç noktası olarak kullanmaya *karar vermiştir*. Beynimizdeki nöronların dinamiğine ilişkin araştırmalar bu fenomenin fiziksel bakımdan nasıl gerçekleştiğini gösterir: Beynimin fiziksel durumunun bu ânı, geçmişini, uzaklaştıkça gittikçe silikleşen biçimde akılda "tutar". Örneğin bkz. M. Jazayeri ve M.N. Shadlen, "A Neural Mechanism for Sensing and Reproducing a Time Interval", *Current Biology*, 2015, Sayı 25, s. 2599-609.

10 Martin Heidegger, *"Einfuhrung in die Metaphysik"* (1935), *Gesamtausgabe* içinde, Klostermann, Frankfurt, 1983, Cilt XL, s. 90. [*Metafiziğe Giriş*, Martin Heidegger, çev. Mesut Keskin, Avesta Yayınları, İstanbul, 2011, s. 99 (Ç.N.)]

11 M. Heidegger, *Sein und Zeit* (1927), *Gesamtausgabe*, 1977, Cilt II. [Martin Heidegger, *Varlık ve Zaman*, çev. Aziz Yardımlı, İdea Yayınları, İstanbul, 2004, s. 37. (Ç.N.)]

12 M. Proust, *Du cote de chez Swann*, *A la recherche du temps perdu* içinde, Gallimard, Paris, 1987, Cilt I, s. 3-9 [Marcel Proust, *Kayıp Zamanın İzinde*, çev. Roza Hakmen, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 2006, s. 9-15. (Ç.N.)]

13 Agy., s. 215.

14 G.B. Vicario, *Il tempo. Saggio di psicologia sperimentale*, il Mulino, Bologna, 2005.

15 Oldukça yaygın bu gözlem, örneğin J.M.E. McTaggart, *The Nature of Existence*, Cambridge University Press, Cambridge, 1921, Cilt I'in girişinde bulunabilir.

16 Belki M. Heidegger, *Holzwege* (1950), *Gesamtausgabe*, 1977, Cilt V içinde söz edilen *Lichtung* olabilir [Martin Heidegger, *Patikalar*, çev. Adile Arslan, Ahmet Alpay Dikmen, Hasan Ünal Nalbantoğlu, İmge Yay. İstanbul, 2001. (Ç.N.)].

17 Sosyolojinin kurucularından Durkheim'a göre (*Les Formes elementaires de la vie religieuse*, Alcan, Paris, 1912 [Emile Durkheim, *Dinsel Yaşamın İlk Biçimleri*, çev. Özer Ozankaya, Cem Yayınları, İstanbul, 2010. (Ç.N.)]), zaman kavramının kaynağı, diğer büyük düşünce sınıflarında olduğu gibi toplumda, özellikle de onun ilk biçimini oluşturan dinsel yapıda bulunur. Bu, zaman kavramının karmaşık yönleri için –zaman kavramının "daha dış katmanlar"ı için– doğru olabilecekse, bana bunun bizim zamanın geçmesi olarak algıladığımız dolaysız deneyimi de içerecek şekilde genişletilebilmesi zor görünüyor; başka memelilerin de neredeyse bizimkine benzer beyinleri var, dolayısıyla da zamanın akışını onlar da, bir topluma veya dine ihtiyaç duymadan, bizim gibi deneyimliyor.

18 İnsan psikolojisi için zamanın temel özellikteki rolü için ayrıca bkz. W. James, *The Principles of Psychology*, Henry Holt, New York, 1890.

19 Mahavagga, I, 6, 19, *Sacred Books of the East*, 1881, Cilt XIII. Budizmle ilgili kavramlar için özellikle H. Oldenberg, *Buddha*, Dall'Oglio, Milano, 1956 başlıklı yapıtı temel aldım.

20 Hugo von Hofmannstahl, *Der Rosenkavalier* [Güllü Şövalye (Y.N.)], 1. perdeden.

13. ZAMANIN KAYNAKLARI

1 Eski Ahit, "Vaiz", 3:2.
2 Zamanın bu yönlerinin hafif ve eğlenceli ama güvenilir bir sunumu için bkz. C. Callender ve R. Edney, *Introducing Time*, Icon Books, Cambridge, 2001.

UYKUNUN KIZ KARDEŞİ

1 *Mahabharata* III., 297.
2 Agy. I, 119.
3 A. Balestrieri, "Il disturbo schizofrenico nell'evoluzione della mente umana. Pensiero astratto e perdita del senso naturale della realtà", *Comprendre*, Sayı 14, 2004, s. 55-60.
4 R. Calasso, *L'ardore*, Adelphi, Milan, 2010.
5 Eski Ahit, "Vaiz", 12: 6-7.

A
Adriyatik 34
Akdeniz 50
Akra 27
Albert, David Z. 85
Aldrin, Buzz, 15
Alice 49
Amerika Birleşik Devletleri 51
Anaksandridas 40, 41
Anaksimandros 5, 20, 22, 76
Andromeda (gökada) 39
Antonio 120
Aristoteles 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 74
  Fizik 53
Armstrong, Neil 15
atomculuk 65, 76
Augustinus, Aziz 128, 129, 130, 147
  İtiraflar 128
Avrupa 50, 73, 84, 109

B
Bach, Johann Sebastian 143
  BWV 56 143
Barrow, John D. 156
Beethoven, Ludwig van 147
  Missa Solemnis 147
bellek 26, 109, 121, 126, 127, 129, 133
Bergson, Henri-Louis 141
Berlin 30, 150
Besso, Michele 85
bilinç 124, 130
Bingen'li Hildegard 111, 112
  Liber Divinorum Operum 112
Bologna 66, 158
Boltzmann, Ludwig 30, 31, 32, 33, 34, 100, 102, 106, 113
Buda 133
Buonomano, Dean
  Beyniniz Bir Zaman Makinesi 127

C-Ç
Carnot, Lazare 26, 27
Carnot, Sadi 27, 30
  Réflexions sur la Puissance Motrice du Feu 27
Carroll, Sean 155
Cartwright, Nancy 157
Chamcham, Khalil 156
Chereau, Danye, 156
Clausius, Rudolf 27, 28, 29, 113
Collodi 83
Connes, Alain 101, 102
Copernicus, Niccolò 20, 31, 142
Çin 50

D
Demokritos 65, 76
DeWitt, Bryce S. 88, 89, 91
Dirac, Paul 28, 58
Duino 34
düzgün çokyüzlü cisimler 77

E
ebediyetçilik 81, 82
Einstein, Albert 20, 21, 23, 24, 28, 35, 36, 39, 44, 46, 49, 51, 52, 58, 59, 60, 61, 68, 74, 80, 81, 84, 85, 91, 92, 138, 139
entropi 29, 32, 34, 100, 105, 106, 107, 108, 109, 112, 113, 115, 116, 117, 118, 120, 131, 133, 139, 140
Eski Ahit 140, 144
Eukleides 59
Eyüp Peygamber 144

G
Galilei, Galileo 77, 131
genel görelilik 24
Gorgo 39, 40, 41
Gödel, Kurt 46
Graz 30

H
Hegel, Georg W.F. 141
Heidegger, Martin 65, 131, 141
Heidelberg 30
Heisenberg, Werner K. 28
Herakleitos 141
Hofmannsthal, Hugo von 134
Hume, David 125
Husserl, Edmund 130, 131

I
Imperial College 89
Isham, Chris J. 89
ısıl zaman 99, 100, 102, 103, 113, 138, 140
ışık konisi 43, 44, 45, 46, 47, 60, 67

K
Kant, Immanuel 130
Arı Usun Eleştirisi 130
kara delik 14, 46
Kartezyen 126
Kepler 76, 77, 78
Kleomenes 40, 41
kuantum kütle çekimi 15, 63, 65, 69, 88, 89, 91, 94
bkz. loop [ilmek] kuantum kütle çekimi; ilmek kuramı 92
blok evren; ayrıca bkz. block universe 138
kuantum mekaniği 61, 64, 66, 68, 78, 101
Kuchar, Karel 89
kütle çekimi alanı 59, 61, 64, 69, 91, 92, 138, 139, 140
kütle çekimi dalgaları 59

L
Leibniz, Gottfried W. von 55
Leonidas 40, 41
Londra 51, 59, 89
loop [ilmek] kuantum kütle çekimi; ilmek kuramı 63
Louis, XVI. 26

M
Macbeth 84
Mahabharata 143, 144
Mars 39
Marsilya 89, 93
Matisse, Henri 24
Matta İncil'i 50
Maxwell, James C. 22, 28, 36, 78

McCartney, Paul 22, 142
Michelangelo 58
Milinda 123
Milinda Panha 123
Muhterem Bede 65
De Divisionibus Temporum 65

N
Nagasena 123, 124
Newton, Isaac 22, 28, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 65, 73, 74, 77, 78, 87, 92, 111

O-Ö
Ockham'lı William 130
Summula Philosophiae Naturalis 130
olasılık 34, 66, 68, 90, 91, 92, 93, 121, 138, 141
özel görelilik 42

P
Pandava 143
Paris 26, 51, 129
Parmenides 141
Pers 39
Pinokyo 83
Planck 64, 66, 92
ölçeği 64, 92
uzunluğu 66
zamanı 64, 66
Platon 76, 77, 141
Timaios 76
Pleistarkhos 39, 40, 41
Princeton 46, 89
Proust, Marcel 132, 133
Kayıp Zamanın İzinde 132
Proxima b 37, 38, 39
Ptolemaios 77

R
Reichenbach, Hans 141
The Direction of Time 141
Rilke, Rainer Maria 25, 34
Duino Ağıtları 25, 149
Robespierre, Maximilien de 26, 73

S-Ş
Sadi Şirazi 27
Schrödinger, Irwin 22, 28, 77
Sevilla'lı Isidorus 65
Etymologiae 65
Sistina Şapeli 58
Smolin, Lee 5
Sophokles 15
Kral Oidipus 15
Sparta 40
spin 91, 92, 93
spin ağları 91, 92, 93
spin köpüğü, spin köpükleri 92
Strasbourg Katedrali 50
Strauss, Richard 134
şimdicilik 79, 81
Şiva 13, 22, 24, 119

T
Teiresias 111
Tempier, Étienne 129
termodinamiğin ikinci yasası 29, 109
Trieste 34

U
uzay-zaman 43, 44, 45, 59, 60, 61, 64, 66, 69, 79, 81, 92, 93, 94, 138

V
Vedalar 147
Venedik Taciri 120
Viyana 30, 31, 34
Von Neumann cebiri 102
Vyasa 144

W
Wheeler, John A. 88, 89, 91

Y
Yaksa 143
Yudhistira 143

Z
Zaman Baba 74

Zaman anlayışımız Boltzmann'dan Einstein'a, kuantum mekaniğinden görelilik temelli kütle çekimine kadar büyük dönüşümler geçirdi. Carlo Rovelli'ye göre de zaman farklı yerlerde farklı hızda akar; geçmiş ve gelecek arasında sanılanın aksine aslında çok az fark vardır ve şimdiki zaman uçsuz bucaksız evrende uçar gider. Yine de yazar için zamanın asıl gizemi başka bir yerdedir.

Zamanın Düzeni'nde bilim ve felsefeyi buluşturan Rovelli zamanı anlayabilmek için kendimiz üzerine, kendimizi anlayabilmek için de zaman üzerine düşünmemiz gerektiğini gösteriyor. Bunu yaparken de hem aydınlatıyor hem de teselli ediyor...

"Bizim zamanın kendisi olduğumuzu görmeye başladık. Bu alan biziz, nöronlarımızın bağlantıları içindeki bellekte bulunan izler tarafından açılan açıklığız. Biz belleğiz. Biz özlemiz. Gelmeyecek bir geleceğe karşı arzu duyuyoruz. Belleğin ve öngörünün açtığı bu alan, bizi belki bazen kaygılandıran ama özünde bir lütuf olan zamandır."



Tellekt
www.tellekt.com
ISBN 978-605-80433-8-1

Modern Fizik | Bilim

20 TL