

STEPHEN HAWKING

8 Ocak 1942'de Oxford'da doğan İngiliz fizikçi ve yazar Stephen William Hawking doktoraasını Cambridge'ten aldıktan sonra 1979'da matematik bölümünde Lucas Matematik Profesörü oldu. 1663 yılında üniversite meclisi üyesi olan Henry Lucas tarafından kurulan bu profesörlük 1669'da Isaac Newton'a verilmişti. Roger Penrose ile birlikte çalışan Hawking, Einstein'ın uzayzamanı kapsayan Genel Görelilik Kuramının, Büyük Patlamayla başlayıp kara deliklerle sonlandığını gösterdi. 1960'ların başında 21 yaşındayken tedavisi olmayan amyotrofik lateral skleroz (ALS) hastalığına yakalanan Stephen Hawking, 1985 yılından bu yana sesini de yitirmiş olduğu için, koltuğuna yerleştirilmiş, yazıları sese dönüştürebilen bilgisayarını sayesinde insanlarla iletişim kurabiliyor. Bir fenomen haline gelen ve milyonlarca satan *Zamanın Kısa Tarihi* kitabı kırkın üzerinde dile çevrilerek en çok satan popüler bilim kitabı oldu.

KEMAL ÇÖMLEKÇİ

Kemal Çömlekçi 22 Aralık 1979'da Eskişehir'de doğdu. İlkokul ve liseyi Eskişehir'de tamamladıktan sonra üniversite öğrenimi için İstanbul'a geldi. Alfa Yayınları'nda çok sayıda kitap çevirileri yaptı. Bir e-learning şirketinde içerik üretim uzmanı olarak çalışan Kemal Çömlekçi, eşi ve üç kedisi ile birlikte İstanbul'da yaşıyor.

Ceviz Kabuğundaki Evren

© 2009, ALFA Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

Kitabın tüm yayın hakları Alfa Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne aittir. Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılacak kısa alıntılar dışında hiçbir yöntemle çoğaltılamaz.

Yayıncı ve Genel Yayın Yönetmeni M. Faruk Bayrak

Genel Müdür Vedat Bayrak

Yayın Yönetmeni Mustafa Küpüşoğlu

Kapak Tasarımı ????????

Grafik Uygulama Aslı Sunar Bakır

ISBN 978-605-106-086-6

1. Basım: ?????

Alfa Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

Ticarethane Sokak No: 53 34410 Cağaloğlu-İstanbul

Tel: 0(212) 511 53 03 (pbx) Faks: 0(212) 519 33 00

www.alfakitap.com - info@alfakitap.com

Sertifika no: 10905

Baskı ve Cilt

Melisa Matbaacılık

Çiftehavuzlar Yolu Acar Sanayi Sitesi No: 8 Bayrampaşa-İstanbul

Tel: 0(212) 674 97 23 Faks: 0(212) 674 97 29

Sertifika no: 12088

Ceviz Kabuğundaki Evren

Stephen Hawking



İÇİNDEKİLER

Önsöz, 7

BÖLÜM 1 ~ sayfa 11

Göreliliğin Kısa Tarihi

Einstein'in, yirminci yüzyılın temel iki kuramını, genel görelilik ve kuantum kuramını ortaya koyuşu.

BÖLÜM 2 ~ sayfa 37

Zamanın Şekli

Einstein'in genel göreliliği zamana bir şekil verir. Genel görelilik kuramının kuantum kuramıyla bağdaştırılması

BÖLÜM 3 ~ sayfa 75

Ceviz Kabuğundaki Evren

Evrenin, her biri küçük bir cevizle belirlenen, birden fazla geçmişi vardır.

BÖLÜM 4 ~ sayfa 109

Geleceğin Öngörülmesi

Bilgilerin kara deliklerde kaybolmasının, öngörü yeteneğimize etkileri.

BÖLÜM 5 ~ sayfa 139

Geçmişin Korunması

Zaman yolculuğu mümkün mü? Gelişmiş bir uygarlık, geriye dönüp geçmişi değiştirebilir mi?

BÖLÜM 6 ~ sayfa 163

Geleceğimiz Nedir? Uzay Yolu mu, Yoksa Değil mi?

Biyolojik ve elektronik yaşamın sürekli artan bir hızla karmaşıklaşmaya devam etmesi.

BÖLÜM 7 ~ sayfa 181

Yepyeni Zar Dünyası

Bir zar üstünde mi yaşıyoruz, yoksa sadece birer hologram mıyız?

Terimler Sözlüğü, 211

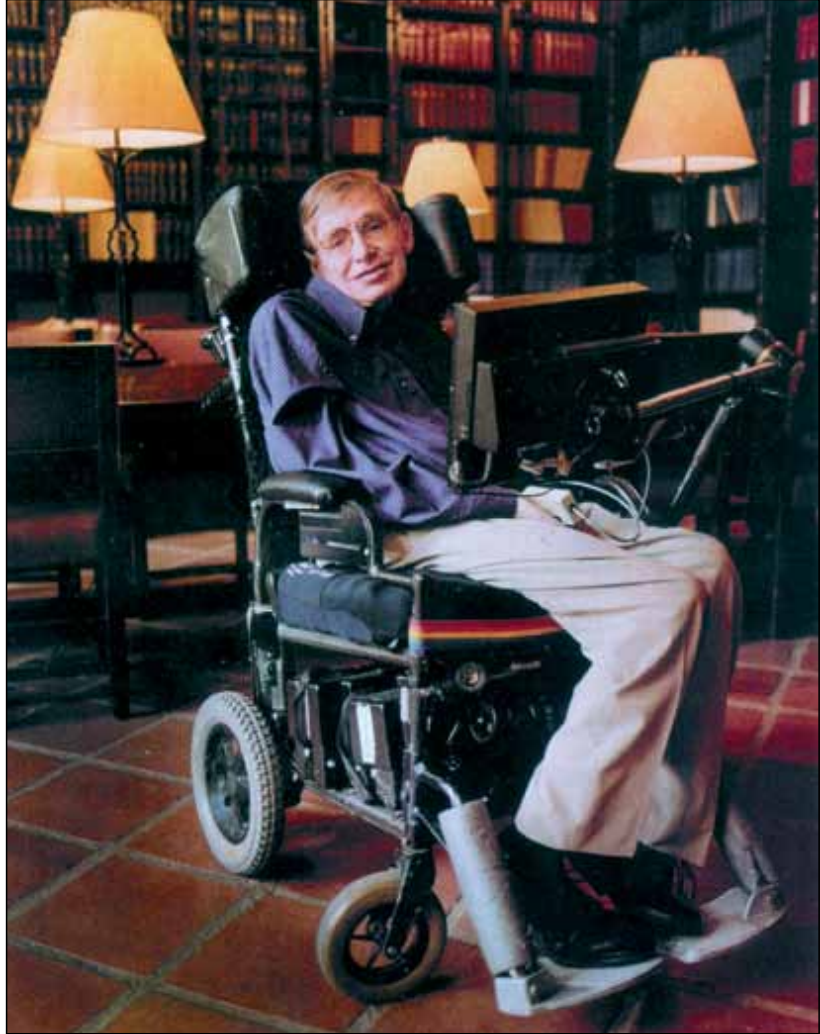
Önerilen Ek Kaynaklar, 219

Söz Dizini, 221



CEVİZ KABUĞUNDAKİ EVREN

2001 yılında
Stephen Hawking
© Stewart Cohen





Ö N S Ö Z

Zamanın Kısa Tarihi [*A Brief History of Time*] adlı popüler kitabımın böyle bir başarı kazanmasını beklemiyordum. Kitabım, Londra *Sunday Times* gazetesinin en iyi satan kitaplar listesinde dört yıldan fazla kaldı, şimdiye kadar hiçbir kitap bu listede bu kadar uzun bir süre kalmamıştı, üstelik bu durum, kolay anlaşılmayan, bilimsel bir kitap için oldukça dikkat çekiciydi. İnsanlar, bunun ardından, ne zaman bir devam kitabı yazacağımı sorup durdu. Buna karşı çıktım, çünkü *Kısa Tarihin Oğlu* veya *Zamanın Biraz Daha Uzun Tarihi* gibi bir kitap yazmak istemiyordum, üstelik araştırma yapmakla meşguldüm. Ancak sonunda, anlaşılması daha kolay, farklı türde bir kitaba ihtiyaç duyulduğunu kavradım. *Zamanın Kısa Tarihi* doğrusal bir şekilde düzenlenmişti, çoğu bölüm bir önceki bölümleri takip ediyor ve mantıksal olarak bir önceki bölümlere dayanıyordu. Bu, bazı okuyucuların ilgisini çekti, ancak diğerleri baştaki bölümlere takılıp kaldı ve ilerideki, daha heyecan verici bilgilere hiçbir zaman ulaşamadı. Buna karşın, bu kitap daha çok bir ağaca benziyor: Bölüm 1 ve 2, diğer bölümlerin dallandığı merkezi bir gövdeyi meydana getiriyor.

Dallar birbirinden oldukça bağımsız ve merkezi gövdenin ardından herhangi bir sırayla ele alınabilir. Bunlar, *Zamanın Kısa Tarihi* adlı kitabımın yayımlanmasından beri üzerinde çalıştığım veya düşündüğüm alanlara karşılık geliyor. Böylece geçerli araştırmanın en etkin alanlarının bir tasvirini oluşturuyor. Ayrıca her bir bölüm içerisinde de doğrusal, tek bir yapıdan kaçınmaya çalıştım. Resimler ve onların başlıkları, 1996'da yayımlanan *The Illustrated Brief History of Time* adlı kitabımda da olduğu gibi, metne alternatif bir yol sağlıyor ve metin kutuları da belirli konuları ana metinde mümkün olduğundan daha ayrıntılı şekilde inceleme imkânı tanıyor.



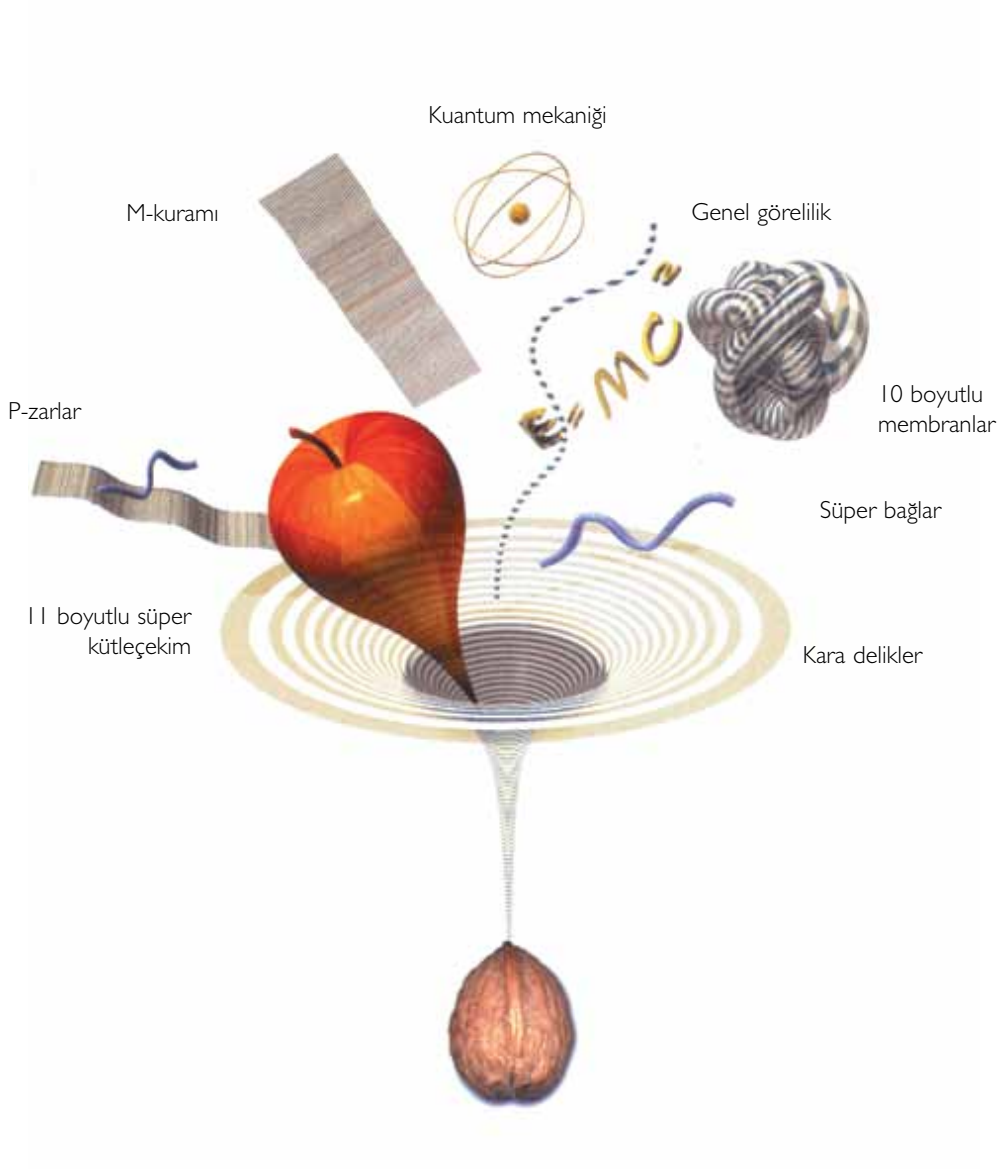
CEVİZ KABUĞUNDAKİ EVREN

Zamanın Kısa Tarihi 1988'de ilk kez yayımlandığında, o büyük Her Şeyin Kuramı (Theory of Everything) ufuktaymış gibi görünüyordu. Durum o zamandan beri ne şekilde değişti? Amacımıza yaklaştık mı? Bu kitapta da açıklayacağımız gibi, o zamandan beri uzun bir yol katettik. Ancak bu yolculuk hâlâ devam ediyor ve sonu da henüz görünürde değil. Eski bir atasözü der ki, "Bir yere varmaktansa umutla yol almak daha iyidir." Keşif arayışımız, yaratıcılığımızı sadece bilim alanında değil, bütün alanlarda besliyor. Eğer sona ulaşmış olsaydık, insan ruhu tükenir ve ölürdü. Ancak hiçbir zaman yerimizde sayacağımızı sanmıyorum: Derinliğimiz olmasa bile karmaşıklığımız artacak, ayrıca genişleyen bir olasılıklar evreninin her zaman merkezi olacağız.

Yapılan keşifler ve ortaya çıkan gerçek karşısında duyduğum heyecanı sizinle paylaşmak istiyorum. Konuların ardışıklığını sağlamak için kendi başıma çalıştığım alanlarda yoğunlaştım. Bu çalışmanın ayrıntıları oldukça teknik içerikli, ancak geniş kapsamlı fikirlerin, matematiksel bir sürü terim kullanılmadan da ifade edilebileceğine inanıyorum. Umarım başarılı olmuşumdur.

Bu kitapla ilgili birçok yardım aldım. Şekiller, başlıklar ve metin kutularındaki yardımları için Thomas Hertog ve Neel Shearer'dan, el yazmalarını (daha doğrusu, yazdığım her şey elektronik olduğu için bilgisayar dosyalarını) düzenleyen Ann Harris ve Kitty Ferguson'dan, resimleri yapan Book Laboratory firmasından Philip Dunn'dan ve Moonrunner Design firmasından söz etmeden geçemem. Ancak bunun ötesinde, oldukça normal bir hayat sürmemde ve bilimsel araştırmalara devam etmemde yardımcı olan herkese teşekkür etmek istiyorum. Bu kitap onlar olmadan yazılamazdı.

Stephen Hawking
Cambridge, 2 Mayıs 2001



BÖLÜM 1

GÖRELİLİĞİN KISA TARİHİ

*Einstein'ın, yirminci yüzyılın temel iki kuramını,
genel görelilik ve kuantum kuramını ortaya koyuşu*





A. Einstein

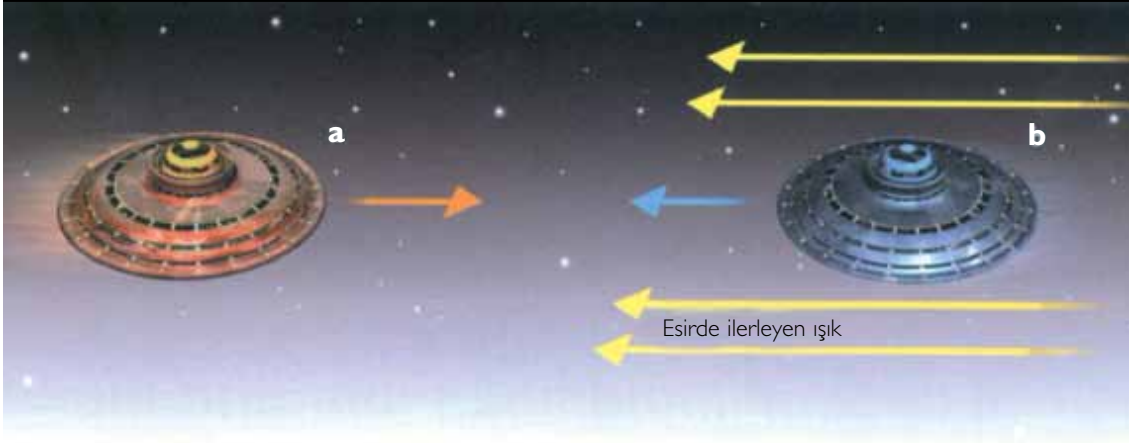
Özel ve genel görelilik kuramlarının kâşifi Albert Einstein 1879'da Ulm, Almanya'da doğdu, ancak ertesi yıl ailesi, babası Hermann ve amcası Jakob'ın elektronikle ilgili, küçük ve oldukça başarısız bir iş kurduğu Münih'e taşındı. Albert çocukken bir dâhi olmasa da okuldaki başarısızlığı hakkındaki iddialar bir abartı gibi görünür. 1894'te babasının işi battı ve aile Milan'a taşındı. Ebeveynleri okulunu bitirmesi için geride kalmasına karar verdi, ancak o okulun otoriterliğini sevmeyi ve birkaç ay içerisinde, İtalya'daki ailesine katılmak üzere okulunu bıraktı. Eğitimini, daha sonra 1900'de, ETH olarak bilinen, prestij sahibi Federal Polytechnical School'dan mezun olarak, Zürih'te tamamladı. Tartışmacı yapısı ve otoriteden hoşlanmaması kendini ETH'teki profesörlere sevdirtmedi ve hiçbiri ona akademik bir kariyerin normal yolu olan asistanlık konumunu teklif etmedi. Nihayet, iki yıl sonra, Bern'deki İsviçre patent bürosunda alt kademedeki bir görev elde edebildi. Bu işteyken, 1905'te onu dünyanın başta gelen bilim insanlarından biri olarak kabul ettiren ve kavramsal iki devrim – zaman, uzay ve gerçeğin kendisini anlayışımızı değiştiren devrimleri– başlatan üç makale yazdı.

Bilim insanları, on dokuzuncu yüzyılın başlarına doğru, evrenin tam bir tanımına yaklaştıklarına inanıyorlardı. Uzayın, "esir" (ether) adlı, sürekli bir ortamla dolu olduğunu düşünüyorlardı. Işık ışınları ve radyo sinyalleri, tıpkı sesin havadaki basınç dalgaları olması gibi, bu esirdeki dalgalardı. Tam bir kuram için gerekli tek şey, esirin elastik özelliklerinin dikkatli biçimde ölçülmesiydi. Harvard Üniversitesi'ndeki Jefferson Laboratuvarı bu tür ölçümler gerçekleştirileceği umularak hassas, manyetik ölçümlerle girişim yapmaması için, bütünüyle demir çiviler kullanılmaksızın inşa edilmişti. Bununla birlikte, planlayıcılar laboratuvarın ve Harvard Üniversitesi'nin çoğunun inşa edildiği kırmızı kahverengi tuğlaların büyük miktarda demir içerdiğini unutmuştu. Bu bina halen kullanımında, ancak Harvard, demir çiviler olmadan bir laboratuvar döşemesinin ne kadar ağırlık taşıyacağından hâlâ emin değil.



Albert Einstein™

1920'de Albert Einstein



(ŞEKİL 1.1, yukarıda)
SABİT ESİR TEORİSİ

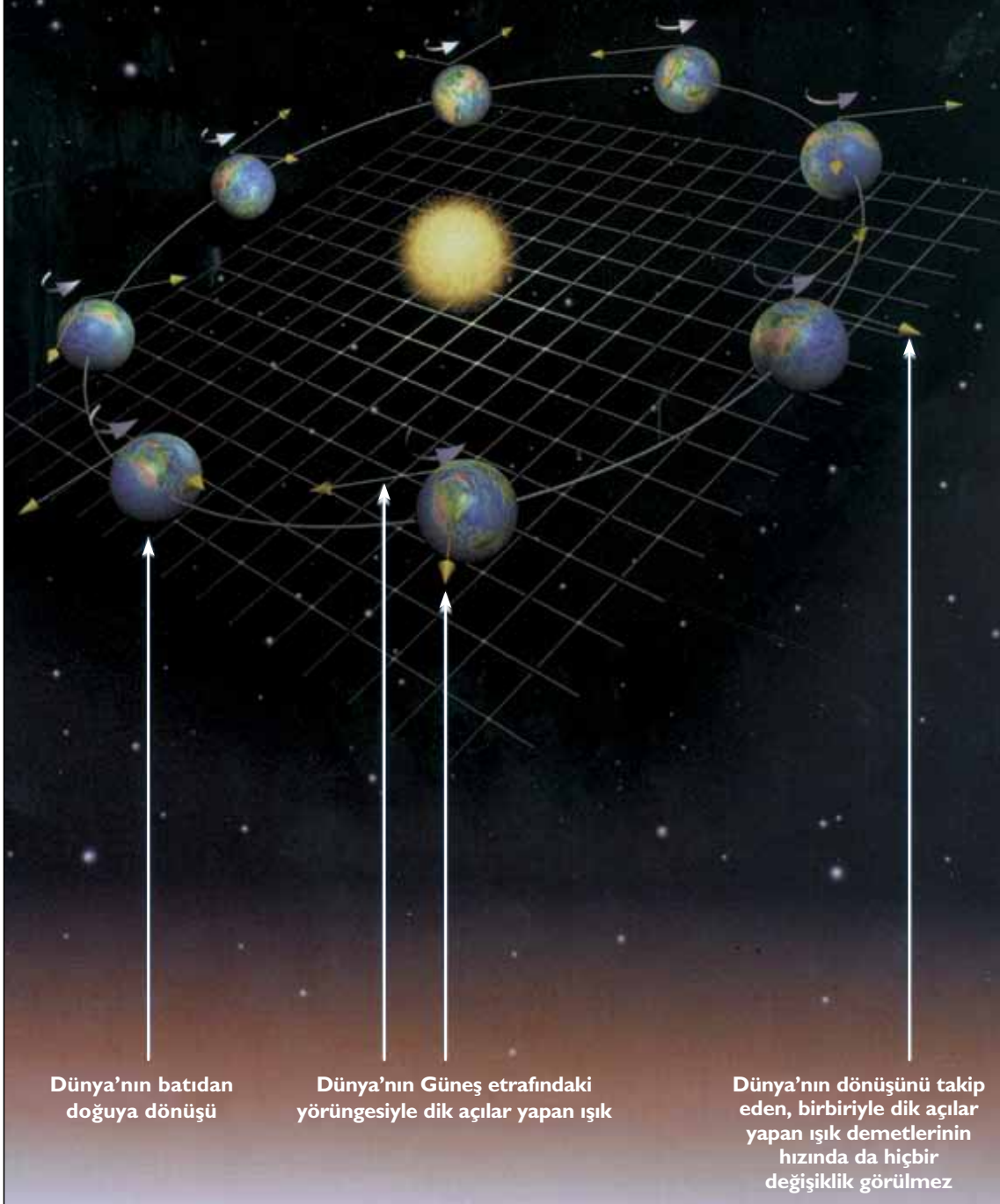
Eğer ışık, esir adlı elastik bir malzemedeki bir dalga olsaydı, ışığın hızı, ona doğru giden bir uzay gemisindeki **(a)** bir kişiye göre daha yüksek ve ışıkla aynı yönde ilerleyen bir uzay gemisinde **(b)** ise daha düşük görünecekti.

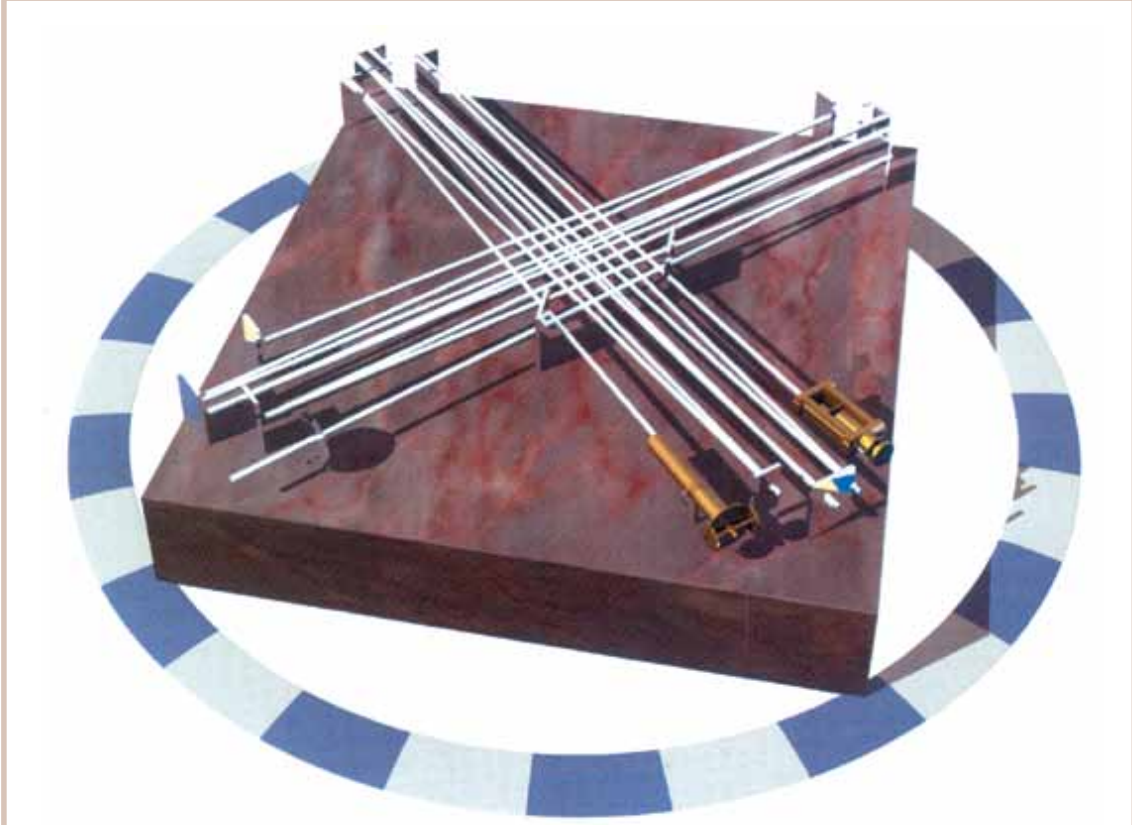
(ŞEKİL 1.2, karşı sayfada)
Dünya'nın yörüngesi yönündeki ve onunla dik açılar yapan bir yöndeki ışık hızı arasında hiçbir fark bulunamamıştır.

Yüzyılın sonuna doğru, her tarafı kaplayan esir düşüncesinde ayrılıklar belirmeye başladı. Işığın esir içerisinde sabit bir hızla ilerleyeceği, ancak esir içerisinde ışıkla aynı yönde ilerliyorsanız, hızının daha düşük görüneceği ve ışığın aksi yönünde ilerliyorsanız, hızının daha yüksek görüneceği bekleniyordu (Şekil 1.1).

Yine de bir dizi deney bu fikri desteklemeyi başaramadı. Bu deneylerin en fazla dikkatle yapılanı ve en doğrusu Cleveland, Ohio'daki Case School of Applied Science'tan Albert Michelson ve Edward Morley tarafından 1887'de gerçekleştirildi. Birbirine dik açı yapan iki ışık demetinin hızlarını karşılaştırdılar. Dünya kendi eksenini etrafında ve Güneş çevresindeki yörüngesinde döndüğü için, bu düzenek esir içerisinde değişen hız ve yönlerde ilerler (Şekil 1.2). Ancak Michelson ve Morley iki ışık demeti arasında günlük veya yıllık hiçbir fark bulamadı. Işık, bir kişinin hızına ve hareket yönüne bağlı olmaksızın, her zaman kişinin bulunduğu yere göreli olarak ilerliyormuş gibi görünüyordu (sayfa 16, Şekil 1.3).

İrlandalı fizikçi George FitzGerald ve Hollandalı fizikçi Hendrik Lorentz, Michelson-Morley deneyini esas alarak, esir içerisinde hareket eden cisimlerin büzüleceğini ve saatlerin yavaşlayacağını öne sürdüler. Bu büzülme ve saatlerin yavaşlaması, kişiler esere göre ne şekilde hareket ederse etsin, ışık için aynı hızı ölçecekleri şekilde gerçekleşecekti. (FitzGerald ve Lorentz eseri hâlâ gerçek bir nesne olarak kabul ediyordu.)

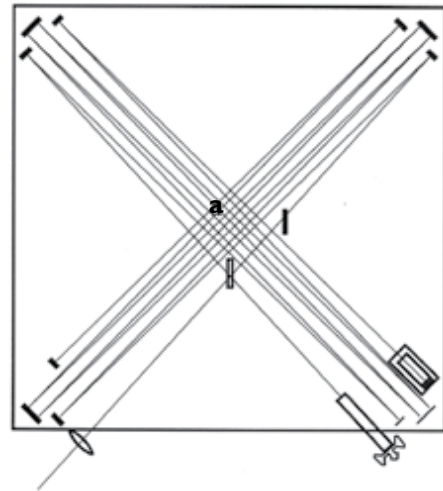




(ŞEKİL 1.3) IŞIK HIZININ ÖLÇÜMÜ

Michelson-Morley girişim ölçme cihazında, bir kaynaktan gelen ışık yarı geçirgen bir aynayla iki demete ayrılır. Bu iki ışık demeti, birbirleriyle dik açılar yaparak ilerler ve sonra yarı geçirgen aynaya tekrar çarparak, tek bir demet halinde birleşir. İki yönde ilerleyen ışığın hızındaki bir fark, bir demetteki dalga tepelerinin diğer demetteki dalga çukurlarıyla aynı anda varması ve onları etkisiz kılması anlamına gelebilir.

Sağda: 1887'deki *Scientific American* dergisinde çıkan deney diyagramının yeniden oluşturulmuş hali.





Batıya uçan uçaktaki saat, aksi yönde ilerleyen ikizine göre daha fazla süre kaydeder.

Süre, doğuya doğru uçan uçaktaki yolcular için, batıya doğru uçan uçaktakiler için olandan daha kısadır.

Bununla birlikte, Einstein, Haziran 1905'te yazdığı bir makalede, bir kişinin uzayda hareket edip etmediğini belirleyememesi durumunda, esir görüşünün gereksiz olduğuna işaret etti. Bu görüş yerine, bilim yasalarının, serbest biçimde hareket eden bütün gözlemcilere aynı şekilde görünmesi gerektiği varsayımından yola çıktı. Ne kadar hızlı hareket ederse etsin, hepsi ışık hızını aynı değerde ölçmeliydi. Işığın hızı hareketlerinden bağımsız ve bütün yönlerde aynıydı.

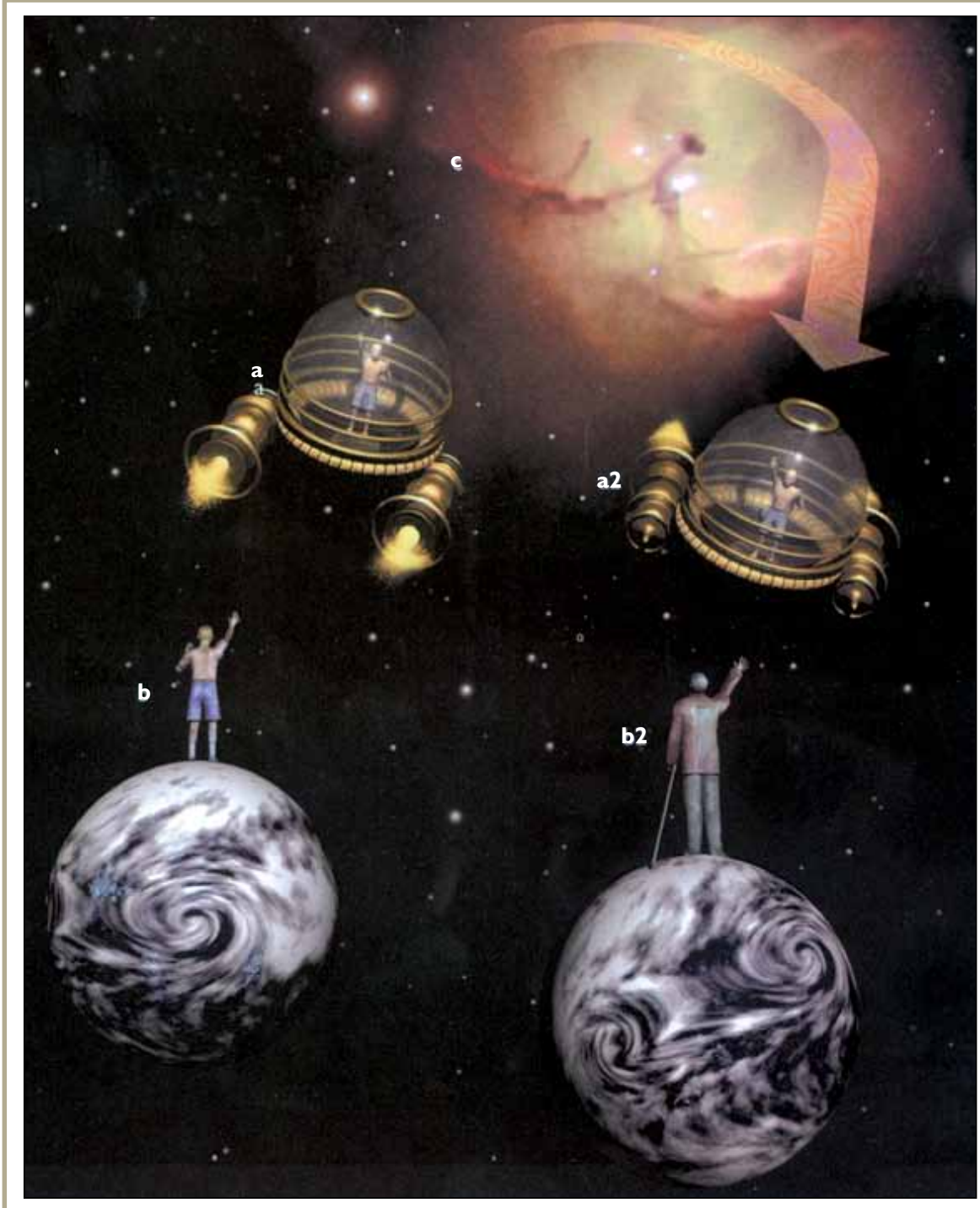
Bu, bütün saatlerin ölçtüğü, zaman adlı evrensel bir niceliğin var olduğu fikrinden vazgeçilmesini gerektiriyordu. Bunun yerine, herkesin kendi kişisel zamanı olacaktı. İki kişinin zamanı, birbirlerine göre durağan olduklarında uyuşacak, ancak hareket ederlerse uyuşmayacaktı.

Bu durumun geçerliliği, aralarında, doğru çalışan iki saatin dünya etrafında aksi yönlerde uçurulduğu ve çok az farklılık gösteren zamanlar göstererek geri döndüğü bir deney de olmak üzere, bir dizi deneyle kanıtlandı (Şekil 1.4). Bu durumdan, bir kişinin daha uzun yaşaması için uçağın hızının dünyanın dönme hızına ekleneceği biçimde bir sürekli doğuya uçuşu gerektiği çıkarılabilir. Bununla birlikte, o kişinin kazanacağı saniyenin küçük bir kesri, havayolu yemeklerini yiyerek kaybedeceğinden daha fazla olmayacaktır.

(ŞEKİL 1.4)

İkizler paradoksunun bir örneği (sayfa 18, Şekil 1.5), dünya etrafında, aksi yönlerde, doğru çalışan iki saat uçurularak deneysel olarak test edildi.

Tekrar buluştuklarında, doğuya doğru uçurulan saat biraz daha az bir süre kaydetmişti.



(ŞEKİL 1.5, solda)
İKİZLER PARADOKSU

Görelilik kuramında, her bir gözlemcinin kendi zaman ölçüsü vardır. Bu ise, ikizler paradoksuna yol açabilir.

İkizlerden biri **(a)**, ışık hızına **(c)** yakın bir hızda ilerlediği bir uzay yolculuğuna çıkarken, ikizi **(b)** dünyada kalır.

Zaman, **(a)**'nın hareketi nedeniyle, dünyada kalan ikizin algıladığından daha yavaş ilerler. Böylece uzay yolcusu **(a2)** geri döndüğünde, ikizinin **(b2)** kendisinden daha fazla yaşlandığını görecektir.

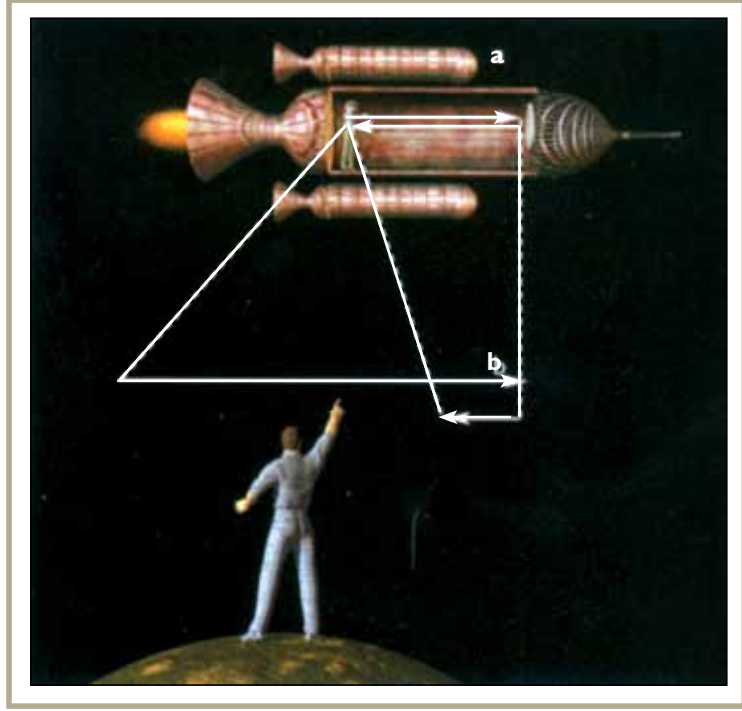
Her ne kadar genel mantığa aykırı görünse de, bir dizi deney, bu senaryoda yolculuğa çıkan ikizinin gerçekte gençleşeceğini ima ediyor.

(ŞEKİL 1.6, sağda).

Bir uzay gemisi, ışığın beşte dört hızıyla Dünya'nın sol tarafından sağ yanına geçiyor. Bir ışık demeti, kabinin bir ucundan gönderiliyor ve diğer ucunda yansıtılıyor **(a)**.

Işık, Dünya'daki ve uzay gemisindeki insanlar tarafından gözlemleniyor. Uzay gemisinin hareketi nedeniyle, ışığın geri yansıtılması sırasında katettiği mesafe **(b)** konusunda aynı düşüncede olmayacaklardır.

Bu nedenle, ayrıca ışığın söz konusu mesafeyi katetme süresi konusunda da farklı düşüncelere sahip olmalıdırlar, çünkü ışık hızı, Einstein'ın kabulüne göre, serbest hareket eden bütün gözlemciler için aynıdır.



Einstein'ın doğa yasalarının serbest hareket eden bütün gözlemciler için aynı olacağı hakkındaki kabulü, görelilik kuramının temeliydi, söz konusu kuramın bu şekilde adlandırılmasının sebebi ise, sadece görelilik hareketin önemli olduğunu ima etmesiydi. Bu kuramın güzelliği ve basitliği birçok düşünürü ikna etti, ancak birçok itiraz da oldu. Einstein on dokuzuncu yüzyıl biliminin mutlak iki kavramını yıkmıştı: esirin gösterdiği mutlak durağanlık ve bütün saatlerin ölçeceği mutlak veya evrensel zaman. Birçok kişi bunun rahatsız edici bir kavram olduğunu düşündü. Her şeyin görelilik olduğunu, mutlak, manevi hiçbir standardın olmadığını mı ima ediyor, diye sordular. Bu rahatsızlık, 1920'ler ve 1930'lar boyunca sürdü. Einstein'a, 1921'de verilen Nobel Ödülü, 1905'te gerçekleştirdiği önemli ancak (standardına göre) nispeten daha küçük çalışması içindi. Fazla tartışmalı olduğu düşünülen görelilikten hiç bahsedilmemişti. (Hâlâ, haftada bir veya iki defa, Einstein'ın hatalı olduğunu yazan mektuplar alıyorum.) Yine de görelilik kuramı, bilim toplumu tarafından artık tamamen kabul edilmiş ve onun öngörülleri de sayısız uygulamada doğrulanmıştır.



CEVİZ KABUĞUNDAKİ EVREN



ŞEKİL 1.7



Görelilikten çıkarılan çok önemli bir sonuç ise, kütle ve enerji arasındaki ilişkidir. Einstein'ın ışık hızının herkes için aynı olması gerektiği varsayımı, hiçbir şeyin ışıktan daha hızlı hareket edemeyeceğini ima eder. Bir kişi ister bir parçacık isterse bir uzay gemisi olsun, herhangi bir şeyi hızlandırmak için enerji kullandığında, o şeyin kütlesi artar ve daha da fazla hızlandırılması güçleşir. Bir parçacığın ışık hızına çıkarılması, sonsuz miktarda enerji gerektireceği için imkânsızdır. Kütle ve enerji, Einstein'ın ünlü $E = mc^2$ (Şekil 1.7) denkleminde de ifade ettiği gibi denktir. Bu, muhtemelen sokaktaki adam tarafından anlaşılan, fizikteki tek denklemdir. Bir uranyum atomu çekirdeğinin, toplam kütleleri biraz daha küçük iki çekirdek oluşturmak üzere parçalandığında, büyük bir enerjiyi serbest bırakacağına anlaşılmaması bu denklemin sonuçları arasında gelir (bkz. sayfa 22-23, Şekil 1.8).

1939'da, başka bir dünya savaşının başlama olasılığı belirlediğinde, bu çıkarımları anlayan bir grup bilim insanı, barışçı duygularını yenmesi ve Başkan Roosevelt'e gönderilecek, ABD'nin nükleer



bir araştırma programı başlatmasında ısrar eden bir mektuba imzasını eklemesi konusunda Einstein'ı ikna etti.

Bu, Manhattan Projesi'ne ve nihayet 1945'te Hiroşima ve Nagazaki'de patlayan bombalara neden oldu. Bazıları, kütle ve enerji arasındaki ilişkiyi keşfettiği için, atom bombası konusunda Einstein'ı suçladı, ancak bu durum, kütleçekimini keşfettiği için, uçakların düşmesinden dolayı Newton'u suçlamaya benzer. Einstein, Manhattan Projesi'ne hiç katılmadı ve bombanın atılmasıyla dehşete düştü.

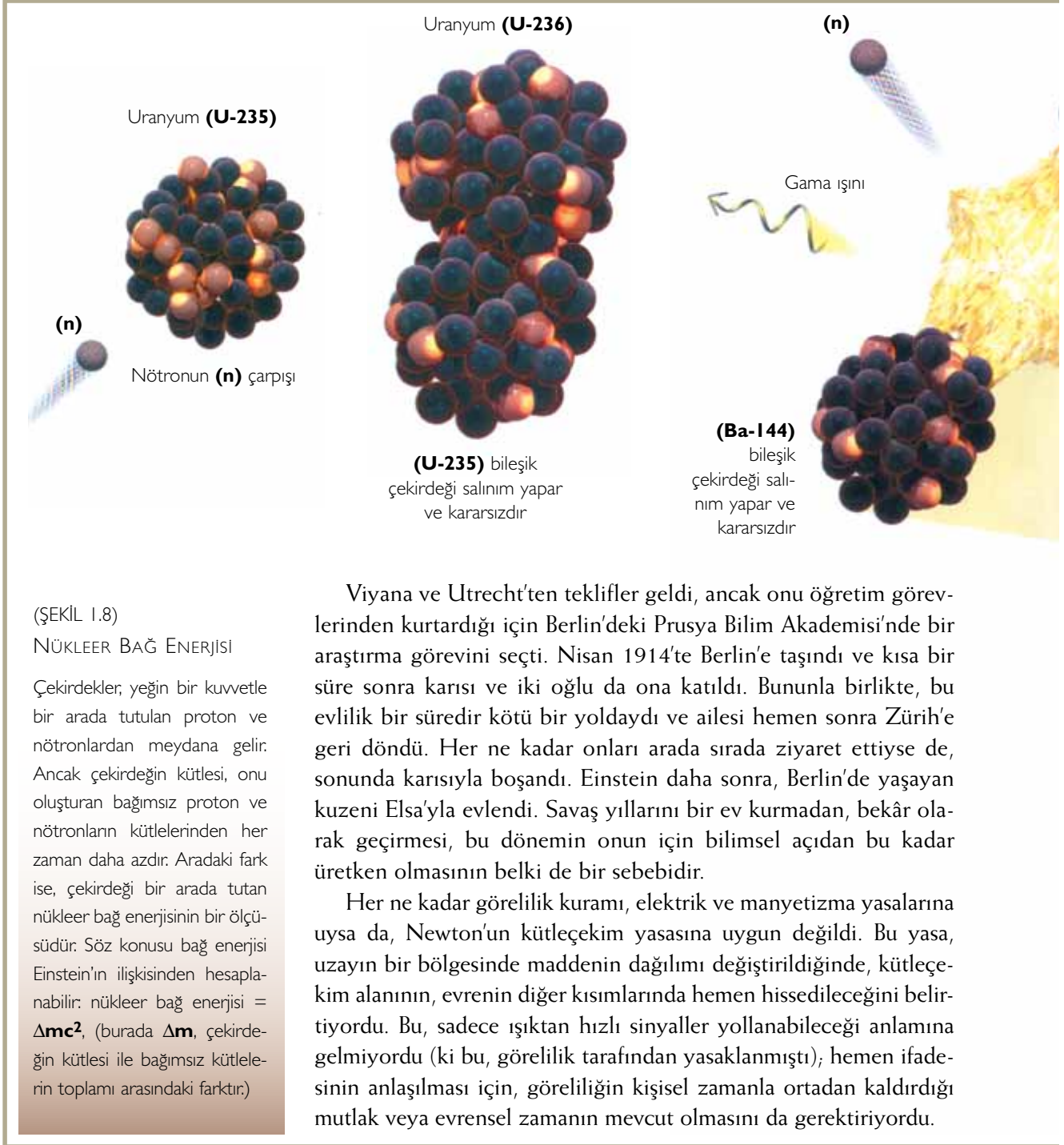
Einstein'ın 1905'teki sarsıcı makalelerinin ardından, bilimsel ünü kabul edildi. Ancak 1909'da Zürih Üniversitesi'nde bir mevki teklif edilinceye kadar İsviçre patent bürosunu bırakamadı. İki yıl sonra Prag'daki Alman Üniversitesi'ne gitti, ancak 1912'de Zürih'e, bu sefer ETH'e geri döndü. Avrupa'nın çoğunda, hatta üniversitelerde bile yaygın olan Yahudi karşıtlığına rağmen, o artık etkin bir akademi üyesiydi.



EINSTEIN'IN BAŞKAN ROOSEVELT'E 1939'DA ÖNGÖRÜLÜ MEKTUBU

“Son dört aylık gidişat içerisinde -Amerika'daki Feimi ve Szilard'ın olduğu kadar, Fransa'daki Joliot'un da çalışmaları vasıtasıyla- çok miktarda uranyumda, büyük miktarda gücün ve radyum benzeri yeni elementlerin üretileceği, nükleer bir reaksiyon zincirinin meydana getirilmesi olasılığı mümkün kılınmıştır. Buna yakın gelecekte ulaşılmaya, neredeyse kesin gözüyle bakılmaktadır.”

Söz konusu yeni olgu ayrıca bomba üretimini de sağlayabilir ve -her ne kadar daha az kesinlik taşısa da- son derece etkili, yeni tip bombaların bu şekilde üretilmesi olasıdır.”





(Kr-89) bileşik çekirdeği salınım yapar ve kararsızdır

Fizyon ortalama 2.4 nötron ve 215MeV'luk bir enerji açığa çıkarır

Einstein'in enerji (E), kütle (m) ve ışık hızı (c) arasındaki denklemini küçük bir kütle için büyük miktarda bir enerjiye denk geldiğini belirtir:
 $E = mc^2$



(n) nötronlar bir reaksiyon zinciri başlatabilir.

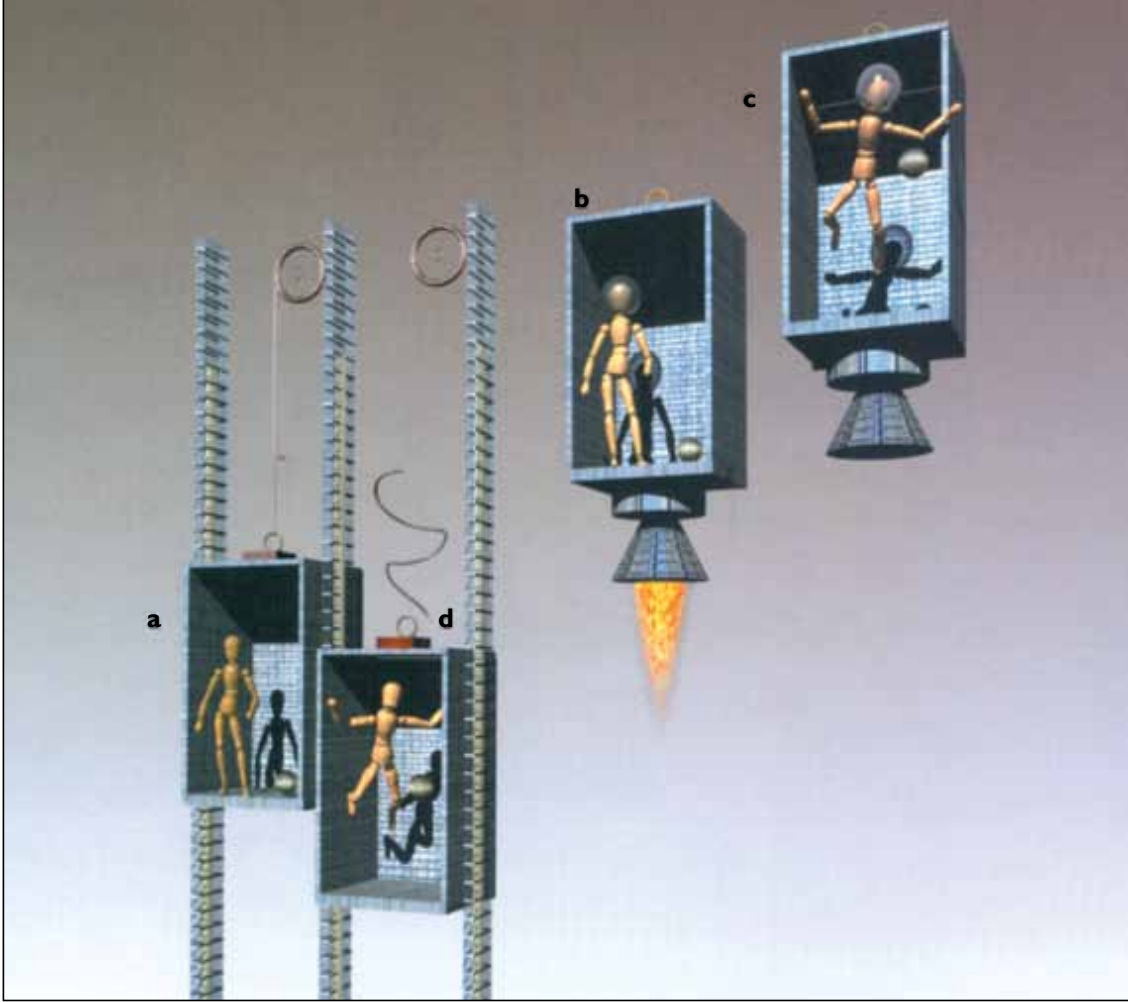
Gama ışını

(n)

ZİNCİRLEME REAKSIYON

Orijinal U-235 fizyonundan çıkan bir nötron, başka bir çekirdeğe çarpar. Bu, onun parçalanmasına neden olur ve çarpışmalardan meydana gelen bir reaksiyon zinciri başlar.

Eğer reaksiyon kendini sürdürürse ona "kritik" adı verilir ve U-235 kütlesine de "kritik kütle" denir.



(ŞEKİL 1.9)

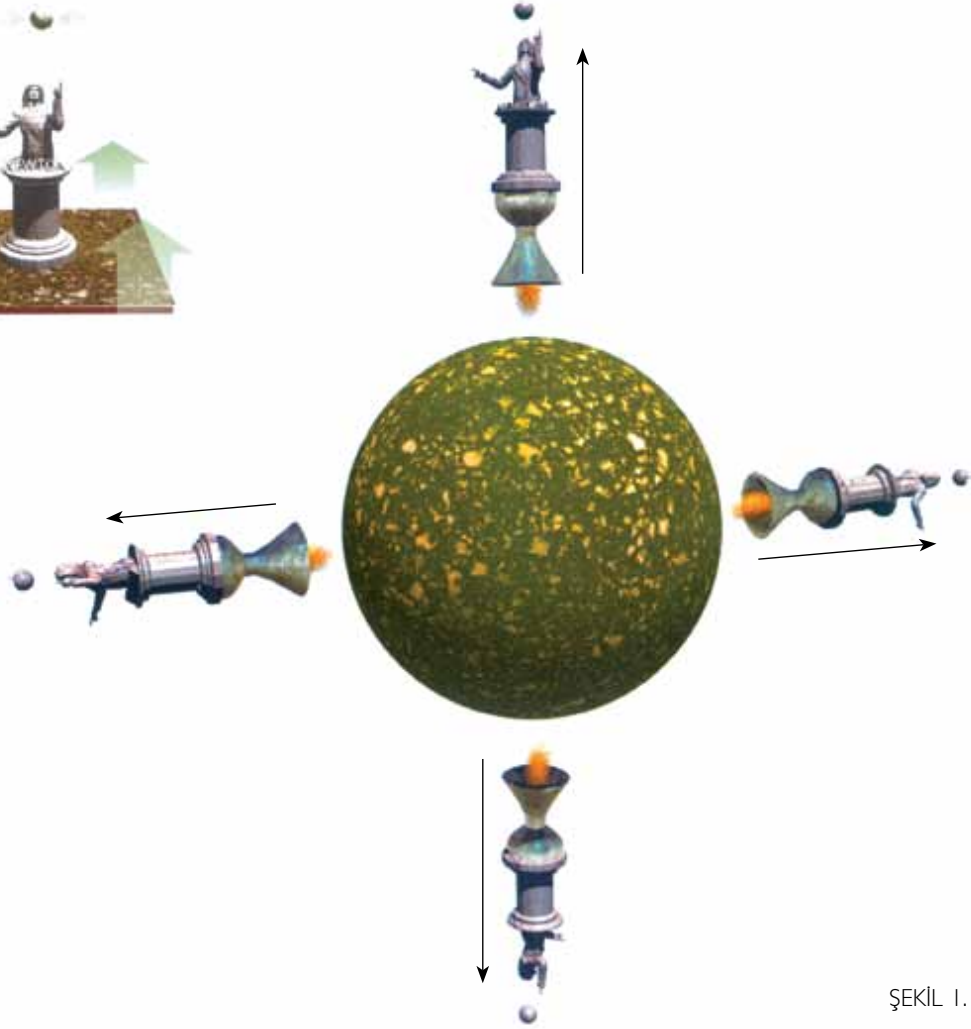
Bir kutu içerisindeki bir gözlemci Dünya'daki durağan bir asansörde mi olduğunu **(a)**, yoksa serbest uzayda bir roket tarafından ivme mi kazandırıldığını **(b)** ayırt edemez.

Eğer roketin motoru kapatılırsa **(c)**, asansör, asansör boşluğundaki serbest düşüş hissini verir: **(d)**.

Einstein hâlâ Bern'deki patent bürosundayken, 1907'de, bu güçlüğün bilincindeydi, ancak 1911'de Prag'dayken bu problem üzerinde ciddi bir şekilde düşünmeye başladı. İvme ile kütleçekim alanı arasında sıkı bir ilişki olduğunun farkına vardı. Asansör gibi, kapalı bir kutu içerisindeki bir kişi, kutunun Dünya'nın çekim alanında durağan mı olduğunu, yoksa serbest uzayda bir roketle ivme mi kazandığını ayırt edemez. (Bu, elbette ki *Uzay Yolu* çağından önceydi ve bu yüzden Einstein uzay gemisi değil, asansör içindeki insanları göz önünde bulundurdu.) Ancak hiç kimse, bir felaket gerçekleşmeden, bir asansör içerisinde uzun süre ivmelenemez veya serbest düşme yapamaz (Şekil 1.9).



ŞEKİL 1.10

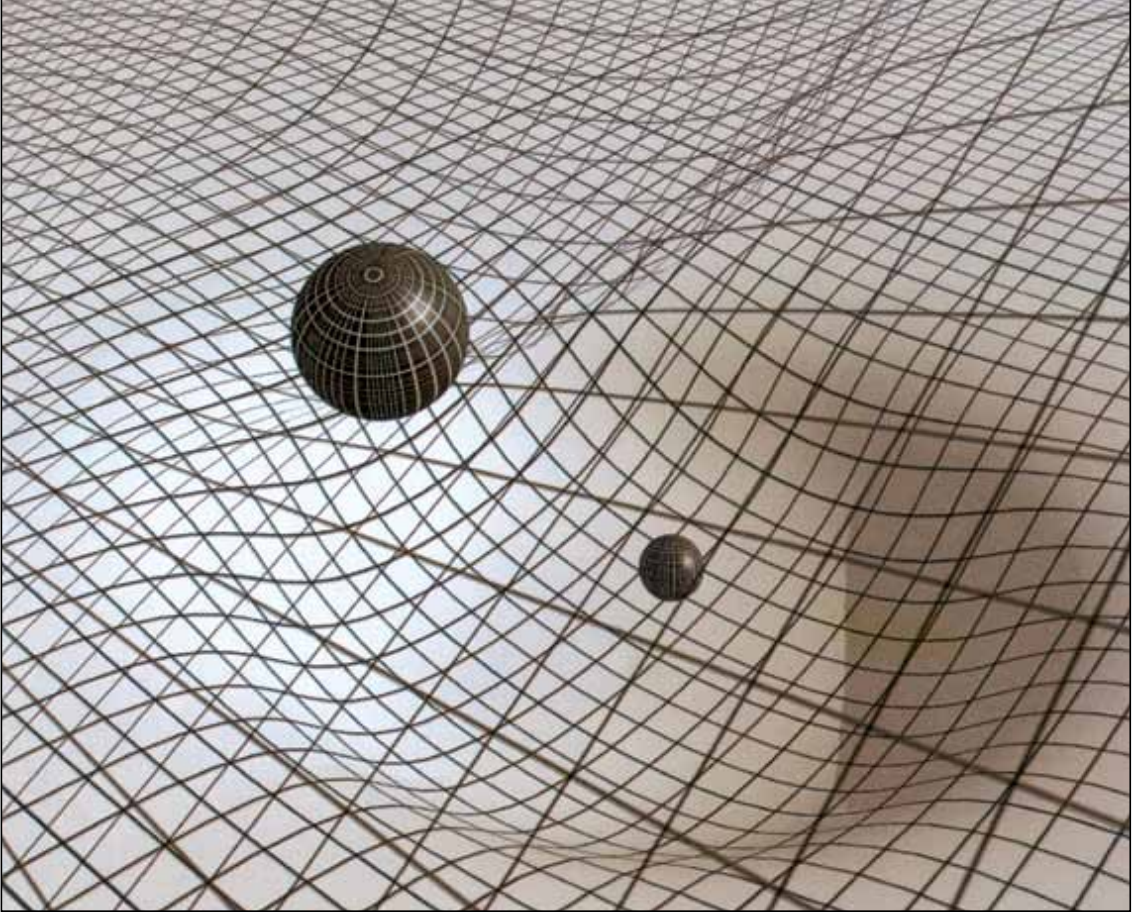


ŞEKİL 1.11

Dünya düz olsaydı, elmanın, Newton'un başına, kütleçekimi nedeniyle veya Newton ve Dünya yüzeyi yukarı doğru ivme kazandığı için düştüğü eşit şekilde söylenebilirdi (Şekil 1.10). Bununla birlikte, ivme ve kütleçekimi arasındaki söz konusu denklem, yuvarlak bir Dünya için geçerliymiş gibi görünmüyordu, zira dünyanın zıt taraflarındaki kişiler zıt yönlerde ivme kazanmak ancak birbirinden sabit bir uzaklıkta kalmak zorunda olacaktı.

Ancak Einstein 1912'de Zürih'e döndüğünde, uzayzaman geometrisi şimdiye kadar varsayıldığı gibi düz değil de, eğri olursa, bu denklemin geçerlilik kazanacağını fark etti.

Dünya düz olsaydı (Şekil 1.10), elmanın, Newton'un başına, kütleçekimi nedeniyle veya Newton ve Dünya yüzeyi yukarı doğru ivme kazandığı için düştüğü söylenebilirdi. Bu denklem, küre şeklindeki bir Dünya'da geçerli değildi (Şekil 1.11), çünkü dünyanın zıt taraflarındaki kişiler birbirlerinden uzaklaşıyor olacaktı. Einstein, uzay ve zamanı bükerek bu güçlüğü yendi.



(ŞEKİL 1.12) UZAY-ZAMAN EĞRİLERİ

İvme ve kütleçekimi sadece, büyük bir cisim, uzayzamanı bükerek yakın çevresindeki nesnelerin yollarını eğerse denk olabilir.

Kütle ve enerjinin, uzayzamanı, belirlenmesi gereken bir şekilde bükeceğini düşünüyordu. Elma veya gezegen gibi nesneler, uzayzaman boyunca düz doğrular boyunca ilerlemeye çalışıyordu, ancak uzayzaman eğri olduğu için, yolları bir kütleçekim alanı tarafından bükülmüş gibi görünenecekti (Şekil 1.12).

Einstein, arkadaşı Marcel Grossmann'ın yardımıyla, daha önce Georg Friedrich Riemann tarafından geliştirilen eğri uzay ve yüzeyler kuramı üzerinde çalıştı. Bununla birlikte, Riemann sadece uzayın eğri olduğunu düşünüyordu. Einstein eğri olanın uzayzaman olduğunu kavradı. Einstein ve Grossmann 1913'te, kütleçekim kuvvetlerinin, uzayzaman eğriliğinin sadece bir ifadesi olduğunu ileri süren, ortak bir makale yazdı.



Portresi: Einstein



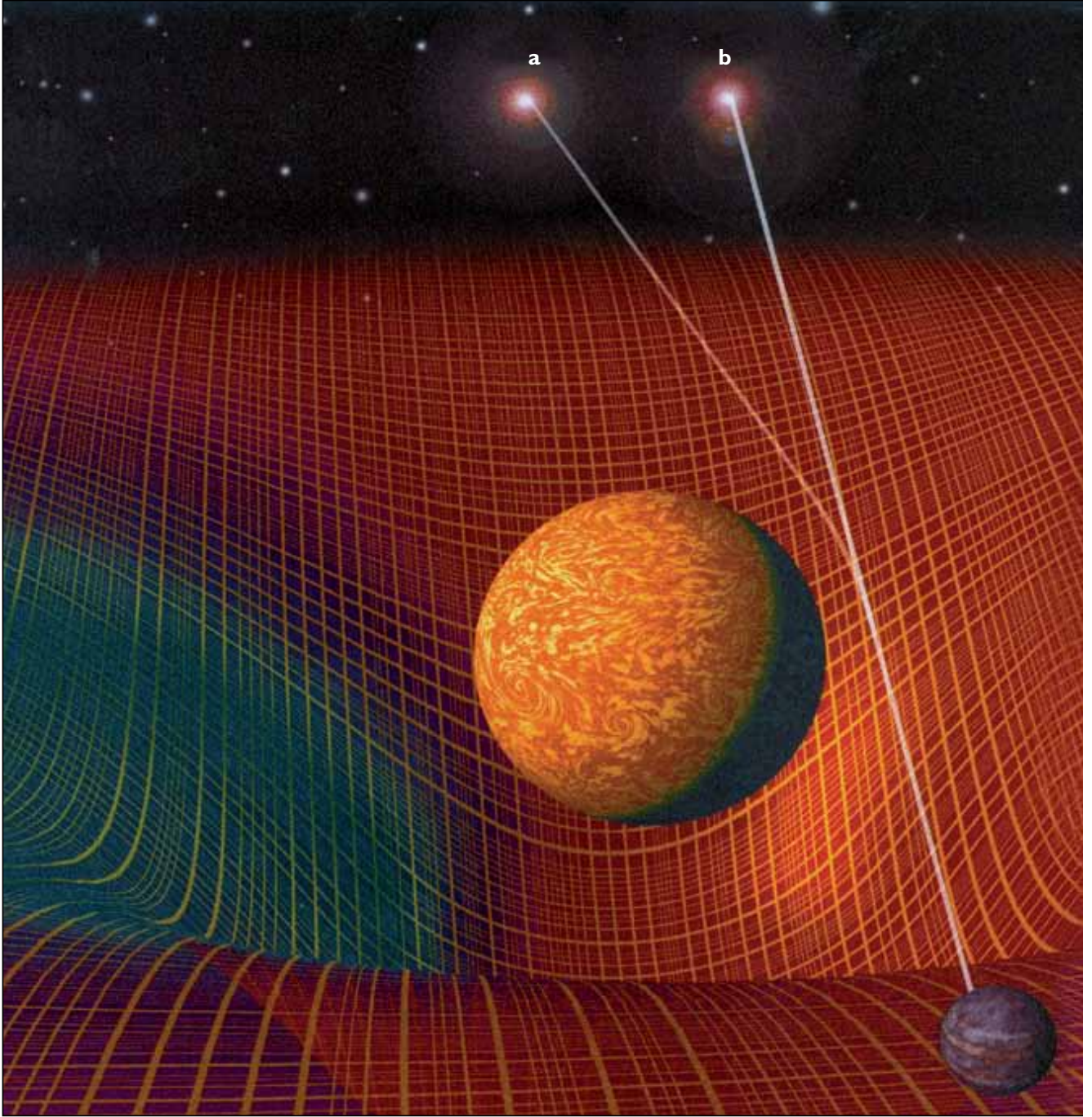
Albert Einstein™

Bununla birlikte, Einstein'ın yaptığı bir hata nedeniyle (ki o da insandır ve yanılabilir), uzayzamanın eğriliği ile kütle ve onun içerisindeki enerji arasında ilişki kuran denklemleri bulamadılar. Einstein, Kasım 1915'te doğru denklemleri nihayet buluncaya kadar, ev hayatıyla ilgili konulardan ve savaştan büyük ölçüde etkilenmeksizin, Berlin'de bu problem üzerinde çalışmaya devam etti. 1915 yazında Göttingen Üniversitesi'ne yaptığı bir ziyaret sırasında düşüncelerini matematikçi David Hilbert'le tartıştı ve Hilbert aynı denklemleri bağımsız olarak Einstein'dan birkaç gün önce buldu. Yine de Hilbert'in de kabul ettiği gibi, bu yeni kuramın şerefi Einstein'a aitti. Kütleçekimi uzayzamanın bükülmesiyle ilişkilendirmek onun fikriydi. Savaş zamanında bile bu tür bilimsel tartışma ve fikir alışverişlerinin bozulmadan devam etmesi, o dönemin uygar Almanya'sı için bir övünç kaynağıdır. Bu durum, yirmi yıl sonraki Nazi devriyle büyük bir karşıtlık gösteriyordu.

Kütleçekimini kapsamayan, şimdi özel görelilik olarak bilinen orijinal kuramdan ayırt edilmesi için, eğri uzayzamanla ilgili yeni kurama genel görelilik adı verildi. Bu kuram, Batı Afrika'daki bir İngiliz araştırma ekibinin 1919'da, Güneş tutulması sırasında Güneş'in yakınından geçen bir yıldızdan gelen ışıkta küçük bir bükülme gözlemlenmesiyle, şaşırtıcı bir şekilde onaylandı (Şekil 1.13).



CEVİZ KABUĞUNDAKİ EVREN





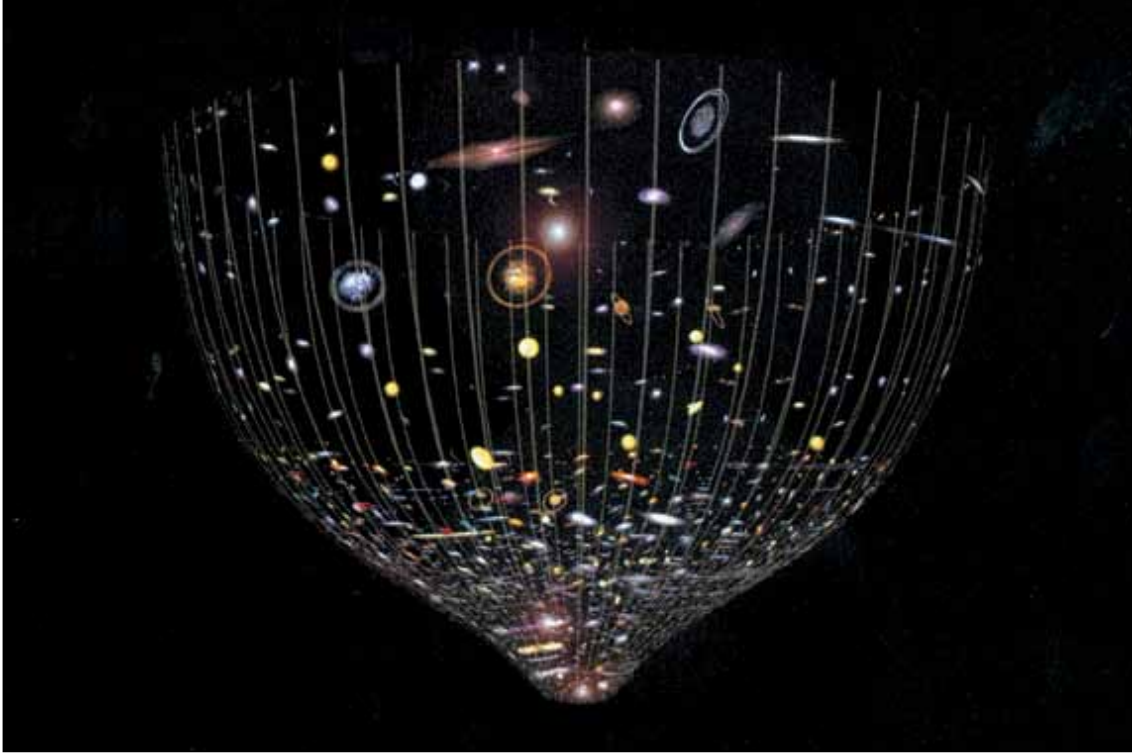
(ŞEKİL 1.13) IŞIK EĞRİLERİ

Güneş yakınından geçen bir yıldızdan gelen ışık, Güneş kütlelerinin uzayzamanı bükmesiyle sapar **(a)**. Bu, yıldızın Dünya'dan görülen konumundaki hafif kaymayı ortaya çıkarır **(b)**. Bu durum, bir güneş tutulması sırasında gözlemlenebilir.

Uzay ve zaman bükülmesinin doğrudan kanıtı ortadaydı ve bu kanıt, içinde yaşadığımız evreni algılayışımız konusunda, Öklit'in MÖ 300'de *Elements of Geometry* kitabını yazmasından beri gerçekleşen en büyük değişikliği ortaya çıkardı.

Einstein'in genel görelilik kuramı, uzay ve zamanı olayların gerçekleştiği pasif bir ardalardan, evrenin dinamikleri içerisindeki etkin katılımcılara dönüştürdü. Bu, yirmi birinci yüzyılda fizik alanında hâlâ önplanda kalan büyük bir problemi ortaya çıkardı. Evren maddeyle doludur ve madde, uzayzamanı, cisimler birbiri üzerine düşecek şekilde bükür. Einstein, denklemlerinin zaman içerisinde değişmeyen, durağan bir evreni tanımlayan bir çözüme sahip olmadığını buldu. Kendisinin ve çoğu diğer kişinin de inandığı sonsuz bir evrenden vazgeçmek yerine, kozmolojik sabit adı verilen bir terim ekleyerek denklemleri düzeltti. Bu sabit, uzayzamanı aksi yönde büküyordu, böylece cisimler birbirinden uzaklaşıyordu. Evrensel sabitin itici etkisi maddenin çekici etkisini dengeleyerek evren için durağan bir çözüm sağlayabilecekti. Bu, kuramsal fiziğin kaçırdığı büyük fırsatlardan biriydi. Eğer Einstein, orijinal denklemlerine sadık kalsaydı, evrenin genişlemesi veya büzülmesi gerektiğini söyleyebilirdi. Gerçekten de öyleydi, ancak zamana bağımlı bir evren fikri Mount Wilson'daki 2,5 metrelik bir teleskopla 1920'lerde yapılan gözlemlere kadar ciddiye alınmadı.

Bu gözlemler, diğer galaksiler bizden ne kadar uzak olursa, o kadar hızlı uzaklaştıklarını ortaya çıkardı. Evren genişliyordu ve herhangi iki galaksi arasındaki mesafe zaman içerisinde sürekli artıyordu (sayfa 30, Şekil 1.14). Bu keşif, evren için durağan bir çözüm elde etmek üzere evrensel bir sabite duyulan ihtiyacı ortadan kaldırdı. Einstein daha sonra evrensel sabitin, yaşamının en büyük yanlış olduğunu söyledi. Bununla birlikte, bu sabit hiç de bir hata değilmiş gibi görünüyor: Bölüm 3'te açıklayacağımız, yakın zamanlı gözlemler aslında küçük, evrensel bir sabitin bulunabileceğini öne sürüyor.



(ŞEKİL 1.14)
Galaksilerde yapılan gözlemler evrenin genişlediğini belirtiyor: Neredeyse her iki galaksi arasındaki mesafe artıyor.

Genel görelilik, evrenin başlangıcı ve kaderi hakkındaki tartışmayı tamamen değiştirdi. Durağan bir evren hep var olabilirdi veya geçmişteki bir zamanda, şu anki biçiminde yaratılmış olabilirdi. Bununla birlikte, eğer galaksiler birbirinden uzaklaşıyorsa, geçmişte birbirine daha yakın olmalıydı. On beş milyar yıl önce hepsi tek bir yerde bulunacak ve yoğunluk ise çok büyük bir değerde olacaktı. Bu durum, evrenin şimdi Büyük Patlama (Big Bang) adını verdiğimiz başlangıcını araştıran ilk kişi olan Katolik rahip George Lemaître tarafından "en eski atom" (primeval atom) şeklinde adlandırıldı.

Einstein Büyük Patlamayı hiçbir zaman ciddiye almamış gibi görünür. Görünüşe göre, eşit olarak genişleyen, basit bir evren modelinin, galaksilerin hareketinin zamanda geriye doğru takip edildiğinde çökeceğini ve galaksilerin küçük yanal hızlarının birbirlerini ıskala geçmesine neden olacağını düşünüyordu. Evrenin geçmişte bir büzülme safhasının bulunabileceğini ve oldukça ortalama değerdeki bir yoğunlukta bulunan günümüzdeki genişlemeye bir sıçrama yapmış olabileceğini düşünüyordu.



Bununla birlikte, evrenin ilk zamanlarındaki nükleer tepkimelerin etrafımızda gözlemlediğimiz miktardaki ışık elementini üretmesi için, yoğunluğun santimetre küp başına en azından 600 kg ve sıcaklığın da 600 milyon derece olması gerektiğini artık biliyoruz. Üstelik, mikrodalga ardalanda yapılan gözlemler, yoğunluğun büyük olasılıkla bir zamanlar santimetre küp başına bir trilyon trilyon trilyon trilyon (1 ve 72 tane sıfır) ton olduğunu gösteriyor. Ayrıca Einstein'ın genel görelilik kuramının, evrenin bir büzülme safhasından şu anki genişlemeye atlamasına olanak tanımayacağını da biliyoruz. Roger Penrose ve ben, Bölüm 2'de de ele alacağımız üzere, genel göreliliğin, evrenin Büyük Patlamada başladığını öngördüğünü ispatlayabildik. Yani Einstein'ın kuramı, zamanın bir başlangıca sahip olduğunu gerçekten de ima eder, ancak bu fikir Einstein'ı hiçbir zaman sevindirmemiştir.

Einstein, genel göreliliğin, büyük yıldızlar yaşamlarını sona erdirdiğinde ve onları daha da küçültmeye çalışan kendi kütleçekim kuvvetlerini dengelemek için artık yeterli ısı üretmediğinde,

*Mount Wilson
Gözlemevi'ndeki 2,5 metrelik
Hooker teleskopu.*



(ŞEKİL 1.15)

Büyük bir yıldız, çekirdeğindeki yakıtını tükettiğinde ısı kaybedecek ve büzülecektir. Uzayzamanın bükülmesi o kadar artacaktır ki, ışığın içinden kaçamayacağı bir kara delik meydana gelecektir. Kara deliğin içerisinde zaman son bulacaktır.

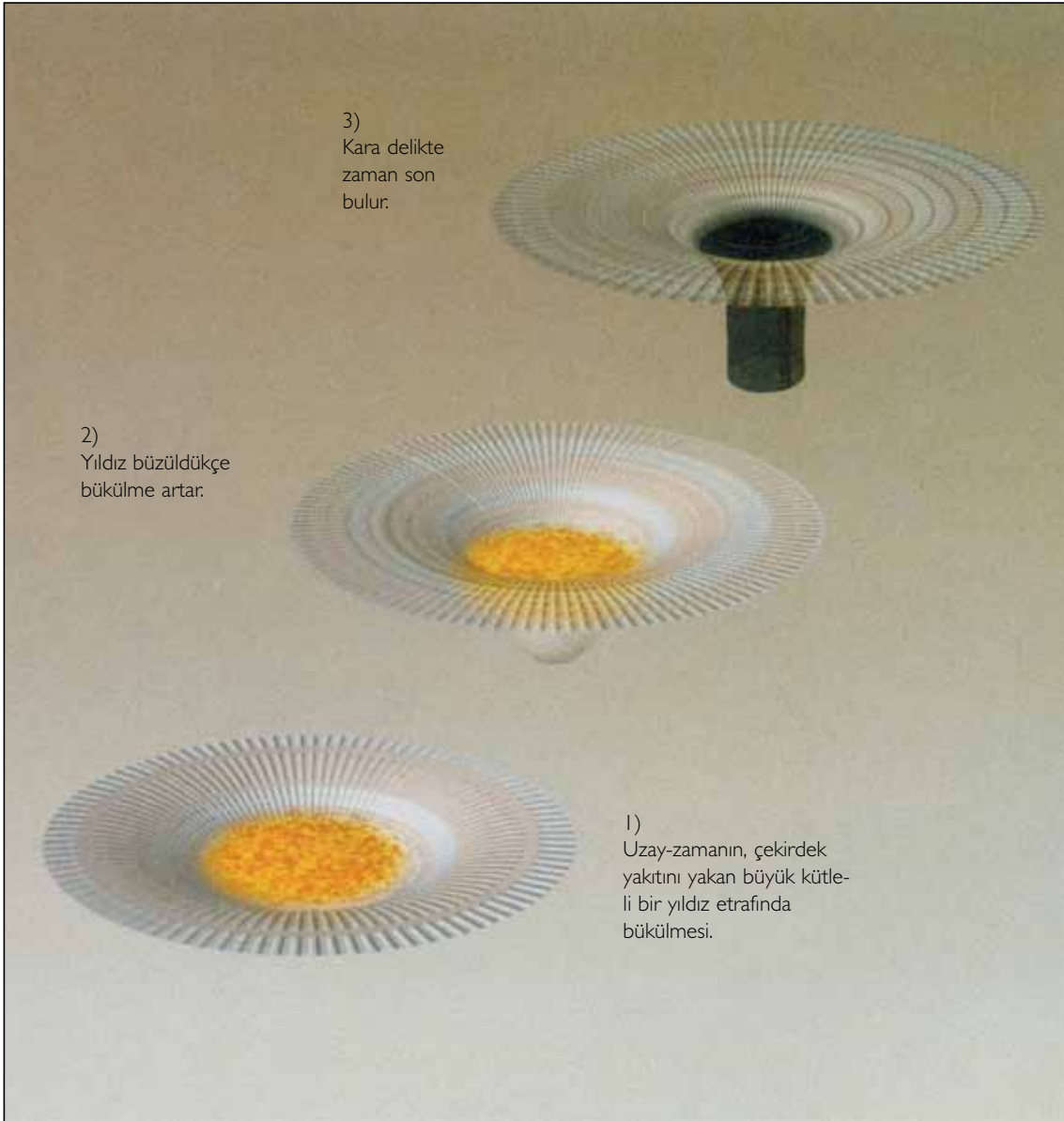
zamanın onlar için son bulacağını öngördüğünü itiraf etmek konusunda daha da isteksizdi.

Einstein bu tip yıldızların nihai bir duruma çökeceğini düşünüyordu, ancak biz Güneş'in iki katı kütleyle sahip yıldızların nihai durum yapıları olmadığını biliyoruz. Bu tip yıldızlar, kara deliklere, yani ışığın kaçamayacağı kadar bükülmüş uzayzaman bölgelerine dönüşünceye kadar küçülmeye devam eder (Şekil 1.15).

Penrose ve ben genel göreliliğin, kara delik içerisinde hem yıldız hem de onun içerisinde düşen talihsiz bir astronot için zamanın son bulacağını öngördüğünü ispatladık. Ancak zamanın hem başlangıcı hem de sonu genel görelilik denklemlerinin tanımlanamayacağı yerler olacaktır. Bu nedenle, bu kuram Büyük Patlamadan ortaya çıkması gereken şeyi öngörememiştir. Bazıları bunu Tanrı'nın evrenin başlangıcını istediği biçimde getirme konusundaki serbestliği olarak gördü, ancak (ben de dahil olmak üzere) diğerleri ise evrenin başlangıcının diğer zamanlarda geçerli olan yasalar tarafından idare edilmesi gerektiğini düşündü. Bölüm 3'te de ele alacağımız gibi, bu amaçta bazı ilerlemeler kaydettik, ancak evrenin başlangıcını henüz tam olarak anlayabilmiş değiliz.

Genel göreliliğin Büyük Patlama konusunda bozguna uğramasının sebebi, yirminci yüzyılın başlangıcının büyük, kavramsal diğer devrimi olan kuantum kuramıyla uyumlu olmamasıydı. Kuantum kuramında ilk adım, Berlin'deki Max Planck, kor halindeki bir cisimden kaynaklanan ışınımın, sadece ışık kuantu adı verilen aralıklı paketler halinde yayılırsa veya soğurulursa açıklanabileceğini keşfettiğinde, 1900'de atıldı. Einstein patent bürosundayken 1905'te yazdığı sarsıcı makalelerinden birinde, Planck'ın kuantum hipotezinin, belirli metallere üzerine ışık düştüğünde elektron verme şekli olan fotoelektrik etkisini açıklayabileceğini gösterdi. Bu, modern ışık algılayıcılarının ve televizyon kameralarının temelini oluşturur ve Einstein Nobel Fizik Ödülü'nü bu çalışma için almıştır.

Einstein 1920'ler boyunca kuantum fikri üzerinde çalışmaya devam etti, ancak gerçeğin kuantum mekaniği adı verilen yeni bir tasvirini geliştiren, Kopenhag'dan Werner Heisenberg, Cambridge'den Paul Dirac ve Zürih'ten Erwin Schrödinger'in çalışması onu derinden kaygılandırdı.





Albert Einstein™

*ABD'ye kalıcı olarak
varmasından hemen sonra
Albert Einstein,
kendi kuklasıyla...*

Küçük parçacıkların artık kesin bir konumu ve hızı yoktu. Bunun yerine, bir parçacığın konumu ne kadar kesin olarak belirlenirse, hızı o kadar az kesinlikte belirlenebiliyor ve hızı ne kadar kesin olarak belirlenirse, konumu o kadar az kesinlikte belirlenebiliyordu. Einstein, temel yasalardaki bu rastlantısal, önceden belirlenemez öge karşısında dehşete düştü ve kuantum mekaniğini hiçbir zaman tam olarak kabul etmedi. Duyguları, ünlü "Tanrı zar atmaz" sözüyle dile geliyordu. Bununla birlikte, diğer bilim insanlarının çoğu, daha önce açıklanmayan bütün olgular için verdikleri açıklamalar ve gözlemlerle mükemmel uyumları nedeniyle yeni kuantum yasalarının geçerliliğini kabul etti. Bunlar kimya, moleküler biyoloji ve elektronikteki modern gelişmeler ile son elli yıl içerisinde değişim gösteren teknolojinin kurulmasındaki temeldir.

Einstein, Nazilerin ve Hitler'in başa geçeceğinin bilincine vararak Aralık 1932'de Almanya'yı terk etti ve dört ay sonra vatandaşlığından çıkarak yaşamının son yirmi yılını New Jersey, Princeton'daki Institute for Advanced Study'de geçirdi.

Naziler Almanya'da "Yahudi bilimi"ne ve Yahudi olan birçok Alman bilim insanına karşı bir kampanya başlattı; bu Almanya'nın bir atom bombası yapamamasının kısmen bir nedenidir. Einstein ve görelilik, bu kampanyanın temel hedefleriydi. *Einstein'a Karşı Olan 100 Yazar* (100 Authors Against Einstein) adlı bir kitaptan bahsedildiğinde "Neden yüz? Yanılmış olsaydım, biri yeterdi," cevabını verdi. II. Dünya Savaşı'nın ardından, atom bombasını denetlemek için bir dünya hükümeti kurmak üzere Müttefikler'i sıkıştırdı. 1948'de yeni İsrail devletine başkanlık etmesi teklif edildi, ancak bu teklifi geri çevirdi. Bir keresinde şöyle demişti: "Politika anlıktır, oysa bir denklem ebedidir." Einstein'ın genel görelilik denklemleri onun en iyi yazıtı ve anıtıdır. Evren var oldukça onlar da var olacaktır.

Dünya, son yüz yıl içerisinde, önceki yüz yıllara göre çok daha fazla değişti. Bunun sebebi politik veya ekonomik yeni öğretiler değil, teknolojiye gerçekleşen, temel bilimdeki ilerlemeler tarafından mümkün kılınmış gelişmelerdir. Bu ilerlemeleri Albert Einstein'dan daha iyi kim sembolize edebilir ki?

