

*Christophe Galfard*

## **Evren Avucunda**

Uzay, Zaman ve Ötesine Yolculuk

*Çeviri: Duygu Akın*



EVREN AVUCUNDA  
CHRISTOPHE GALFARD

Özgün ismi: The Universe in Your Hand  
© 2015, 2016 Christophe Galfard

Bu kitabın Türkçe yayın hakları AnatoliaLit Telif Ajansı aracılığıyla alınmıştır.

Türkçe yayın hakları:  
© 2017 Bkz Yayıncılık Ticaret ve Sanayi Ltd. Şti.  
Sertifika No: 12746  
Domingo, Bkz Yayıncılık markasıdır.

Çeviri: Duygu Akın  
Editör: Algan Sezgintüredi  
Kapak Tasarımı: Ignasi Font / Blackie Books  
Kapak Uyarlama: Melike Oran  
Sayfa Uygulama: Bahadır Erşik

ISBN: 978 605 198 002 7

Baskı: Mayıs 2017  
Matsis Matbaa Hizmetleri Tic. Ltd. Şti.  
Tevfikbey Mah. Dr. Ali Demir Cad. No: 51  
Sefaköy, İstanbul  
Tel: (212) 624 21 11 Sertifika No: 20706

Tüm hakları saklıdır. Bu kitabın tümünün veya içeriğinin herhangi bir bölümünün yayıncının yazılı izni olmadan, fotokopi yöntemi dahil, elektronik ya da mekanik herhangi bir yolla çoğaltılması yasaktır.

Bkz Yayıncılık Ticaret ve Sanayi Ltd. Şti.  
Şahkulu Mah. Büyük Hendek Cad.  
Brot Apt. No: 4 D: 10 Beyoğlu İstanbul  
Tel: (212) 245 08 39  
e-posta: [domingo@domingo.com.tr](mailto:domingo@domingo.com.tr)  
**[www.domingo.com.tr](http://www.domingo.com.tr)**

*Marius ve Honoré'ye*

## *Yazar Hakkında*

Christophe Galfard, Cambridge Üniversitesi'nde 2000-2006 yılları arasında Profesör Stephen Hawking'in öğrencisi olarak teorik fizik doktorası yapmıştır. Araştırması karadelik bilgi paradoksu üzerinedir. Sonrasında bilimin iletişimine odaklanmış, her yaş ve eğitim durumundan insanı hedefleyen sunumlar, televizyon programları kurgulamış, kişisel internet sayfasındaki "ask me about universe" sekmesi ile okurlarıyla doğrudan bağ oluşturmuş (tüm meraklı zihinlere tavsiyemizdir) ve nihayetinde bilimin popülerleşmesinde günümüzün en önemli simalarından birine dönüşmüştür. Stephen Hawking ve kızı Lucy Hawking ile birlikte kaleme aldığı, genç okuru hedefleyen ve 45 dile çevrilen *Evren'e Açılan Gizli Anahtar* romanının yanı sıra içine bilimin fazlasıyla sızdığı –Türkçeye de çevrilmiş– üç çocuk-gençlik romanının yazarıdır. Fransa'da 2015 yılının en iyi bilim kitabı seçilen *Evren Avucunda* 19 ülkede yayımlanmış ve pek çok ülkede çoksatanlar listelerine girmiştir.

## ***İçindekiler***

*Önsöz* 1

*Birinci Kısım* Kozmos 3

*İkinci Kısım* Uzayı Anlamlandırmak 51

*Üçüncü Kısım* Hızlı 115

*Dördüncü Kısım* Kuantum Dünyasına Şöyle Bir Dalış 143

*Beşinci Kısım* Uzay ve Zamanın Başlangıcına Doğru 197

*Altıncı Kısım* Beklenmedik Sırlar 251

*Yedinci Kısım* Bilinenin Bir Adım Ötesi 319

*Sonsöz* 351

*Teşekkür* 361

*Kaynakça* 363

*Dizin* 365



## Önsöz

Başlamadan önce sizinle paylaşmak istediğim iki şey var.

İlki, size vereceğim bir söz, ikincisi ise bir temenni.

Vereceğim söz şu: Bu kitapta sadece bir tane denklem göreceksiniz. O da

$$E = mc^2$$

Temennimse bu kitapta hiçbir okuyucuyu geride bırakmamak. Birazdan günümüz bilimi tarafından anlaşıldığı şekliyle “evrende” bir yolculuğa çıkacaksınız. Bu meselenin hepimiz tarafından anlaşılabilmesi ise benim en derin inancım.

Yolculuğumuz evden çok uzaklarda, dünyanın öte yanında başlıyor.

*Birinci Kısım*

**Kozmos**





## 1 | *Sessiz Patlama*

Kendinizi ılık, bulutsuz bir yaz gecesinde, uzaklardaki bir volkanik adada hayal edin. Adayı kuşatan okyanus bir göl kadar dingin. Bembeyaz kumları küçük dalgalar yalıyor sadece. Çıt yok. Kumsalda uzanmışsınız. Gözleriniz kapalı. Gündüz güneşin kavurup kuruttuğu ılık kumlar, hoş ve egzotik kokularla dolu havayı ısıtıyor. Dört bir yanınız huzur dolu.

Sonra aniden, uzaklardan gelen vahşi bir çığlıkla yerinizden sıçrayıp gözlerinizi karanlığa dikiyorsunuz.

Ardından... sessizlik.

Az önce çığlık atan her neydiyse şimdi suskun. Korkacak bir şey yok besbelli. Ada kimi canlılar için tehlikeli olabilir ama sizin için değil. İnsansınız ne de olsa, avcılarının en güçlüsü. Arkadaşlarınız da birazdan içki için size katılacaklar. Hem tatildesiniz burada, canım. Yeniden kumlara uzanıp dikkatinizi türünüze layık düşüncelere odaklıyorsunuz.

Uçsuz bucaksız gökyüzünde sayısız minik ışık titreşip duruyor. Yıldızlar. Çıplak gözle bile her yerde görebiliyorsunuz onları. Çocukluğunuzda sorduğunuz sorular geliyor aklınıza: Nedir bunlar? Şu yıldızlar nedir? Niçin titreşirler? Ne kadar uzaktalar? Şimdi ise merak ediyorsunuz: Günün birinde *gerçekten* öğrenebilecek miyiz? Bir iç çekerek ılık kumların üstünde gevşiyor ve bu saçma soruları bir kenara bırakıp “Ne diye kafamızı bunlarla yoralım ki?” diye düşünüyorsunuz.

Tepede küçücük bir yıldız göğü boydan boya geçiyor ve siz dilek tutmaya hazırlanırken olağanüstü bir şey oluyor: Son sorunuza cevap verircesine bir anda 5 milyar yıl geçiyor ve kendinizi kumsalda değil, uzayın boşluğunda süzülürken buluyorsunuz. Görebiliyor, duyabiliyor ve hissedebiliyorsunuz ama bedeniniz yok. Cisimsizsiniz. Zihinden ibaretsiniz. Üstelik neler oldu, diye

düşünecek ya da haykırıp yardım isteyecek fırsatınız bile yok çünkü olmadık bir durum içindediniz.

Tam karşınızda, birkaç yüz bin kilometre ötede bir küre, uzaklardaki küçücük yıldızların oluşturduğu fonda uçuyor. Koyu turuncu bir ışıkla parlıyor, size doğru geliyor ve dönüyor. Çok geçmeden küre yüzeyinin eriyik kayalarla kaplı ve gördüğünüz şeyin aslında bir gezegen olduğunu anlıyorsunuz. Sıvılaşmış bir gezegen.

Hayretler içindediniz; bir soru geliyor aklınıza: Hangi devasa ısı kaynağı böyle bir *dünyayı* tümünden sıvılaştırabilir?

Sonra birden sağ tarafınızda muazzam bir yıldız beliriyor. Gezegene kıyasla akıllara durgunluk verecek boyutlarda. O da yine dönüyor, yine o da uzayda ilerliyor. Üstelik büyüyormuş gibi bir hali var.

Gezegen şimdi çok daha yakınınızda olan ama akıl almaz bir hızla büyümeyi sürdüren dev topun karşısında küçücük, turuncu bir misketten farksız. Dev top ise şimdiden, bir dakika önceye kıyasla iki katına çıkmış. Şu an kızıl bir tona bürünmüş ve etrafa hiddetle milyon derece sıcaklıkta plazma sarmalları püskürtüyor. Sarmallar uzayda adeta ışık hızında patlamalar yaratıyor. Karşınızdaki manzaranın her yönüyle ürkütücü bir güzelliği var. Aslına bakarsanız, evrende gerçekleşebilecek en şiddetli olaylardan birini görüyorsunuz. Ama çıt çıkmıyor. Çıkmıyor çünkü ses, uzay boşluğunda yayılmıyor.

Yıldız *elbette* bu hızla büyümeye devam edemez, diye düşünüyorsunuz; ama ediyor. Şimdi hayal edemeyeceğiniz boyutlara ulaştı. Dayanabileceğinin çok ötesinde enerjiye maruz kalan sıvılaşmış gezegen ise patlayarak yok oluyor. Yıldız bunu fark etmiyor bile. Büyümeyi sürdürüyor; başlangıçtaki boyutunun neredeyse yüz katına ulaşıyor; derken aniden patlıyor ve içindeki maddenin tamamını uzaya saçıyor.

Hayaletimsi bedeninizden bir şok dalgası geçiyor ve patlamadan geriye sadece dört bir yana püsküren toz parçaları kalıyor. Yıldız yok oldu gitti. Tanrılara layık bir hızla, yıldızlararası boşluğa yayılmış, rengârenk ve görkemli bir buluta dönüştü.

Yavaş yavaş kendinize geliyorsunuz ve neler olduğunu kavramaya başladığınız sırada tuhaf bir aydınlanma, korkunç gerçeği aklınıza getiriyor. Az önce ölen yıldız, herhangi bir yıldız değildi. Güneş'ti. Bizim Güneşimiz. Onun parlaklığıyla yok olup giden eriyik gezegense Dünya'ydı.

Gezegelimiz. Yuvanız. Artık yok.

Tanıklık ettiğiniz manzara, dünyanın sonuydu. Öyle kurgusal bir son ya da Mayalardan kaldığı söylenen zorlama bir fantezi değil... Gerçek son. İnsanlığın, siz doğmadan bir süre öncesinden, yani az önce gördüklerinizden beş milyar yıl öncesinden bu yana gerçekleşeceğini bildiği bir son.

Tüm bu düşünceleri toparlamaya çalıştığınız sırada zihniniz birden şimdiki zamana, kumsalda uzanan bedeninize dönüyor.

Kalbiniz hızla çarpmaya başlıyor ve tuhaf bir rüyadan uyanmışçasına doğrulup etrafınıza bakıyorsunuz. Ağaçlar, kumlar, deniz ve rüzgâr bıraktığınız gibi. Arkadaşlarınız size doğru geliyor. Uzaklarda görebiliyorsunuz onları. Ne oldu peki? Uyuya mı kaldınız? Gördükleriniz rüya mıydı? Sorularınız farklı bir yöne doğru kayarken, tekinsiz bir his kaplıyor içinizi: Ya hepsi gerçektiyse? Güneş günün birinde sahiden patlayacak mı? Patlayacaksa insanlığa ne olacak? Böyle bir kıyametten sağ çıkan olur mu? Anılarımıza varana dek varlığımıza ilişkin her şey ama her şey, kozmik unutulmuşluklar arasında yitip gidecek mi?

Bir kez daha yıldızlarla ışıldayan gökyüzüne bakıyor ve az önce olanları anlamlandırmaya çalışıyorsunuz. Gördüklerinizin rüya olmadığını içten içe biliyorsunuz. Zihniniz yeniden kumsala dönmüş ve bedeninizle bütünleşmiş olsa da *gerçekten de* zamanın ötesine, çok uzak bir geleceğe gittiğinizin ve kimsenin görmemesi gereken bir şeyi gördüğünüzün farkındasınız.

Sakinleşmek için yavaşça nefes alıp verirken, rüzgâr, dalgalar, kuşlar ve yıldızlar sadece sizin duyabileceğiniz bir şarkıyı fısıldıyormuş gibi tuhaf sesler duyuyorsunuz. Birden neyin şarkısını söylediklerini anlıyorsunuz. Şarkı, hem bir uyarı hem bir davet. Olası tüm gelecekler içinde, Güneş'in kaçınılmaz ölümünden ve

diğer pek çok felaketten insanlığın sağ çıkması için izlenebilecek tek bir yol olduğunu fısıldıyorlar.

Bilginin, bilimin yolu.

Yalnızca insanlara açık bir yolculuk.

Çıkmak üzere olduğunuz yolculuk.

Yine vahşi bir çığlık gecenin sessizliğini parçalıyor ama bu defa onu duymuyorsunuz bile. Az önce zihninize ekilen bir tohum filizlenmeye başladı. Şu evren hakkında neyin bilinip neyin bilinmediğini öğrenme arzusuna kapılıyorsunuz.

Başınızı tevazuyla bir kez daha kaldırarak, bu kez bir çocuğun gözleriyle bakıyorsunuz göğe.

Evren neden yapılmış? Dünya'nın çevresinde neler var? Peki, ya ötesinde? Ne kadar uzağı görebiliriz? Evrenin geçmişi hakkında bilinen bir şey var mı? Hatta evrenin geçmişi var mı?

Dalgalar tatlı tatlı kıyıya vururken ve siz bu kozmik sırların günün birinde araştırılıp araştırılmayacağını düşünürken, yıldızların kırpışan ışıkları bedeninizi gevşeterek sizi yarı baygın bir hale sokuyor. Yaklaşan arkadaşlarınızın konuşmalarını duyuyorsunuz ama dünyayı nedense şimdiden birkaç dakika öncesinden farklı hissediyorsunuz. Her şey sanki daha bir zengin, daha bir derin. Zihniniz ve bedeniniz bugüne dek düşünebildiğinizden çok çok daha büyük bir şeyin parçası sanki... Elleriniz, bacaklarınız, teniniz... Madde... Zaman... Uzak... Etrafınızı kuşatan birbirine dolanmış kuvvet alanları...

Varlığından haberdar bile olmadığınız bir perde, dünyanın üstünden kalkmış, gizemli ve beklenmedik bir gerçekliği gözler önüne seriyor adeta. Zihniniz yeniden yıldızların arasında olma özlemi duyuyor ve içinize, olağanüstü bir yolculuğun az sonra sizi yaşadığınız dünyadan çok uzaklara götüreceği hissi doğuyor.

*Beşinci Kısım*

**Uzay ve Zamanın  
Başlangıcına Doğru**



### 3 | *Antimadde*

Yerküre tarihinin neredeyse tamamına yakınında, Dünya yüzeyi insanlarca bilinmiyordu. Bugün gezegenimizin her yerinin uydu görüntülerine kolayca erişimimiz olsa da, Avrupa, Amerika ve Asya topraklarının sadece belli bölgelerinin orada yaşayanlar tarafından haritalandığı birkaç yüzyıl öncesinde, kapsamlı bir Dünya haritası mevcut değildi. Bu yüzden de yurtlarının ötesinde bir şey olup olmadığını ya da neler olduğunu anlamak isteyen farklı medeniyetlerden gözü pek kâşiflerin kendi emniyetli kıyılarından ayrılp rüzgârlar ve kasırgalara yelken açması gerekiyordu. Kâşifler birbiri ardına hiç kimsenin ayak basmadığı uzak kara parçaları keşfettiler. Başka medeniyetler de buldular. Etrafi suyla çevrili küçük kaya parçalarına ada denmeye başlandı. Büyüklerine ise kıta. Bu tür keşiflerin her biri insanlığın hâkimiyet alanını genişletti ve aynı zamanda atalarımızı çok basit bir gerçeği kavramaya yöneltti: Bizler uçsuz bucaksız bir evrende sürüklenen, inanılmaz derecede zengin ama epeyce küçük bir kürenin üstünde yaşıyoruz.

Aradan onlarca yıl geçti.

Dünya şiddet, açgözlülük ve merak karışımı bir sürecin sonunda daha iyi öğrenildi. “Bilinmeyen” yavaş yavaş ufkun ötesinde bir yer olmaktan çıkıp tepemizdeki yer olmaya dönüştü. Uzay herkesin sadece başını kaldırıp bakmakla bile üstüne kafa yorabildiği yeni bir gizem oldu. Ancak söz konusu mesafeler akıllara durgunluk verici nitelikteydi. Bu kitap yazılırken, suyun kökenini hatta belki gezegenimiz üstündeki yaşamın yapıtaşlarını keşfedebilmek için insan yapımı uydular birkaç milyon kilometre öteye gönderiliyordu. Keşif çalışmaları artık sadece insanları tehlikeli maceralara göndermekten ibaret değil. O işi bizim için robotlar yapıyor. Peki, gezegenler arası yolculuk heyecanının



yeniden yükselişe geçtiği yirmi birinci yüzyıl başlarında, Dünya'da kalıp kâşifliği sürdürmek mümkün mü?

Elbette.

Örneğin, insan okyanus tabanını amaç edinebilir. Okyanus, teknolojimize (ve tabii vücutlarımıza) karşı öyle düşman bir ortamdır ki tabanına dalış yapanların sayısı, Ay'a ayak basanlardan azdır.

Öte yandan, tamamen farklı bir yaklaşım denenerek bilime dalmabilir.

Bilim, karavelayla açılmak ya da roket gemisine kaptanlık yapmak kadar göz kamaştırıcı olmayabilir ama sizi *istediğiniz yere* götürür. Denizlerin dibinden tutun, görünür evrenimizin kıyasına kadar... Hatta daha da ötelere. Bu kitabı okurken büyük olasılıkla fark ettiğiniz gibi, zihniniz sizi bedeninize yasaklı ve daha önce kimsenin gitmediği yerlere götürebiliyor. Uzay ve zamanın doğasının ya da parçacıkların kuantum davranışlarının derinlerine dalış yaparken, iki farklı okuyucu hiçbir zaman birbirinin tamı tamına aynısı bir yolculuk yapmadı, tıpatıp aynı şeyleri hayal etmedi. Zihninizde gökadalara ve sanal ışık parçacıkları yaratırken teorik araştırma dünyasına, sınırları olmayan bir dünyaya giriş yaptınız.

Keşfedilmemiş bir ada ya da kıtanın hangi yönde ilerlenirse ortaya çıkacağını kimse önceden bilemez. Büyük bir keşfe giden yolu açmak içinse pek çok kâşifin başarısızlığa uğraması gerekir. Şans gerçekten de bu işte rol oynar ama güvenilir bir şey değildir. Geçmiş keşiflerin üstüne yenilerini inşa etmekse aksine güvenilirdir. Aynısı bilim için de geçerlidir ve antimaddenin keşfi de bu kadim ve öncü yolun izinden gider. Dâhi bir insan herkesin gözlerini şu büyüleyici gerçeğe açtı: Bizi meydana getiren madde, gezegenleri, yıldızları ve gökadalara kendisini oluşturan madde, mevcut maddenin *sadece yarısını teşkil ediyor*. Üstelik bu kişi bunu şans eseri de keşfetmedi. Kendisinden önce yapılanların üstüne yenilerini inşa etti. Özellikle Einstein'ın çok hızlı cisimlerin nasıl hareket ettiğini ve kuantum parçacıkların tuhaf davranışlarını anlatan çalışmasını temel aldı. Söz konusu

kişi Paul Dirac'tı. Kuantum alan fikrini o yarattı ve sonucunda antimaddeyi keşfetti. Britanyalı bilim insanı Dirac, 1932 ile 1969 arasında dünyanın en prestijli bilim makamlarından Cambridge Üniversitesi, Lucasian Chair of Mathematics makamına sahipti. Isaac Newton aynı makamda 1669 ile 1702 arasında, Stephen Hawking ise 1979 ile 2009 arasında oturdu.

Peki, nedir bu antimadde?

$E=mc^2$ 'nin anlamını artık biliyorsunuz: Kütle enerjiye, enerji de kütleye dönüşebilir. Oldukça yüksek bir dönüşüm oranıyla. Bir önceki bölümde de gördüğünüz gibi enerji, parçacık yaratılmak için kısa bir süreliğine vakumdan, alanlardan ödünç alınabilir.

Şimdi yine mini-size dönelim.

Hâlâ içi boşaltılmış bir evrende, etrafınız vakumla kuşatılmış durumdasınız. Elektromanyetik alan vakumuyla.

Tam karşınızda, alandan bir elektron çıkıyor.

Neden mi? Çıkabildiği için. Siz de bu yüzden bir elektronun ortaya çıkışını görüyorsunuz. *Hop*. Bir anda.

Az önce vakumdan başka hiçbir şey yoktu. Şimdiyse bir elektron var ve elektronun da bir kütlesi var. Elektronun birden ortaya çıkmış olması gerçeği aslında, kendini belli etmeyen bir enerjinin kütleye dönüştüğünü ortaya koyuyor. Bu da  $E=mc^2$ 'nin işbaşında olduğu anlamına geliyor. Anlaşılmayacak bir şey yok.

Ancak elektronun bir elektrik yükü de vardı. O zaman ortaya şu soru çıkıyor: O elektrik yükü nereden geliyor?

Kütle enerjiden gelir ve kütle ile enerji birbirine eşdeğerdir, dolayısıyla borç alınmış enerjiden kütlelenin belirmesi dengeleyici bir süreçtir. Bu sadece enerjinin bir formdan diğerine dönüşümüdür. Ama elektrik yükü başlı başına farklı bir problem. Elektron ortaya çıktıktan sonra negatif bir elektrik yükü de oluşuyor. Önceden yoktu. Sonradan var. Şüphesiz kabul edilecek şey değil. Bir önceki bölümün sonunda da söz ettiğim gibi, bir bedel ödmeden hiçlikten bir şey yaratamazsınız. Gerçek hayatta asla

olmaz –şu an iç çekişinizi duyar gibiyim– neyse ki bu defa kuantum dünyasında da aynısı geçerli.

O zaman ne yapacağız bu yükle? Görmezden mi geleceğiz?

Öyle bir şey yapamayız çünkü çok var ondan. Evrendeki her elektron bir yük taşır, başka birçok temel parçacık da öyle.

Peki, nereden geliyor bu yük?

En doğru yanıtın genelde en basit olanda yattığı düşünülürse şöyle denebilir: Bir elektron asla tek başına ortaya çıkmaz. Kendisine özdeş bir parçacıkla belirmek zorundadır. Aradaki tek farksa yükleridir. Parçacık elektronun zıt yükünü taşır. Bu tür parçacıklara *anti-elektron* denir.

Bu kavramın ortaya atılmasıyla, şimdiye dek oluşmuş tüm elektron-anti-elektron çiftlerinin yükünün toplamı sıfıra eşitlendi. Artık  $E=mc^2$ 'ye ya da başka herhangi bir şeye başvurmaya gerek kalmadı. Bu tür bir fenomen herhangi bir kuralı ihlal etmez: Elektron ve anti-elektron belirmeden önce toplam yük sıfırdı, belirdikten sonra da yine sıfır.

İşte Paul Dirac'ın dâhiyane bir şekilde ortaya çıkardığı şey buydu.

Bu niye bu kadar önemli, diye düşünmeniz normal.

Elektronla birebir özdeş ama zıt yüklü bir parçacığın varlığı o sırada henüz bilinmiyordu. Kimse anti-elektron diye bir şeyi görmemişti.

Oysa bugün onları her yerde saptıyoruz.

Elektron ve onun anti-varlığının hiçlikten belirivermesi sürecine parçacık-anti-parçacık *çift oluşumu* denir. Bunun tersi süreç de mevcuttur: Bir elektron, anti-elektronla karşılaştığında, birbirlerini *yok eder, puf* diye kaybolurlar. Kütleleri bir anda yenden enerjiye, ışığa dönüşür.

Elektronlar ve anti-varlıkları, elektromanyetik alandan oluşurlar ve yok olduklarında yine o alanla kaynaşurlar.

Şimdi, elektronlar kendi kendilerine var olabildiklerine ve hepsi de elektron-anti-elektron çift oluşumu esnasında elektromanyetik alandan oluştuklarına göre, anti-elektronların da

kendi kendilerine var olabilmeleri gerekir. Gerçekten de olurlar. Ama onlara her yerde rastlanmaz.

Dirac 1928'de anti-elektronu "denizde bir delik" diye tanımlamıştı. Burada deniz bizim bugün elektromanyetik kuantum alan dediğimiz şeydi çünkü eksik olan bir yüke karşılık geliyordu.

Dirac'ın "deliği" anti-elektron, beş yıl sonra, 1933'te keşfedildi ve Dirac o yıl bu olağanüstü kavrayışına karşılık Nobel Fizik Ödülü'nü aldı. Geliştirdiği alanlar teorisi, çok küçüğün dünyasını araştırmaya başladığımızdan ve antimaddeyi keşfettiğinizden beri her yerde karşınıza çıkan tüm o alanları kapsıyordu.

Dirac'ın anti-elektronlarını ilk kez *saptayan*, ABD'li fizikçi Carl D. Anderson oldu. Ancak Anderson onlara anti-elektron demek yerine, yeni bir isim verdi: *Pozitron*. Bu isim günümüzde hâlâ kullanılıyor. Anderson saptamayla ilgili başarısına karşılık üç yıl sonra, 1936'da Nobel Ödülü'nü aldı.

Böylece antimadde doğmuş oldu.

Var olan tüm maddenin yarısının antimadde olduğunu daha önce söylemiştim. Ama sadece anti-elektronlar varsa o zaman *her şeyin* yarısı denemez. Anti-kuarklar, anti-ışıklar ve anti-gluonlar yok mu?

Evet, elektron için geçerli olan, tüm parçacıklar için de geçerli.

Hepsinin bir kendi anti varlığı var.

Anti-kuarklar da mevcut, anti-nötrinolar ve anti-fotonlar da. Ancak bazı parçacıklar, yük taşımayanlar, her iki tarafı da oynayabilir ve *kendilerinin* anti-parçacığı olabilirler. Işık buna iyi bir örnektir çünkü fotonlar ve anti-fotonlar yük taşımazlar, birbirleriyle aynıdırlar.

O zaman neden etrafımızda, baktığımız her yerde, diğer anti-parçacıkları da görmüyoruz?

Çünkü onlar *oradalar*, çevremizde, çevrenizdeler, ama miktarları büyük değil. Bu da hangisi olursa olsun, ortaya çıktıkları anda çok çok kısa bir süre yaşamalarından kaynaklanıyor.

Parçacığın rastlayan her anti-parçacığın, anında diğeriyle birlikte yok olduğunu ve  $E=mc^2$ 'ye göre enerji ve ışığa dönüşerek sırta kadem bastığını hatırlayın.

Ne var ki evrenin başka bir yerinde, antimaddeden koskoca bir dünya oluşuyor olabilir. Anti-dünya diyebileceğimiz bir şey. Bu tür anti-dünyaların var olup olmadığını bilen yok ama eğer varsa ve günün birinde uzayda karşınıza size benzer biri çıkarsa sakın el sıkışmayın. Siz ve anti-siz bir bombaya dönüşür ve anında patlarsınız. Hem de şiddetle.\*

Ancak yine de etrafta bir miktar antimadde mevcut. Hatta şu an sizin içinizde bile.

Ne zaman radyoaktif bozunma olsa bir miktar antimadde oluşur ve kendi karşılığı olan maddeyle birbirini yok ederek, ışık ışınına dönüşür. Bu öyle güçlü bir ışındır ki genelde siz ya da herhangi biri fark etmeden vücudunuzun içinden geçip gider.

Gözleriniz bu ışınları göremez çünkü daha önce de tartıştığımız gibi, gözleriniz şimdiye dek bunları algılayacak kapasiteyi geliştirmeye gereksinim duymadılar. Ancak gözünüzün göremediğini teknoloji görebilir. Üstelik parlak zekâlı bazı mühendisler bu keşfi etkili birtakım tıbbi tanı ve araştırma aygıtlarına dönüştürmeyi başardılar. PET'ler bunun bir örneği. Hastanelerde kullanılırlar. PET'in açılımı pozitron emisyon tomografisidir. Doktorlar vücuda, kendisi radyoaktif olan ve bozunduğunda pozitron yayan sıvı "izleyiciler" enjekte ederler. Ardından pozitronlar yollarının üstündeki elektronlarla birlikte yok olarak, güçlü gama ışınlarına dönüşür. Bu ışınlar da vücudumuzun dışında, PET makinesi tarafından saptanır ve vücudumuzdaki işleyişin 3 boyutlu bir görüntüsü oluşturulur. Zekice bir icat.

Pekâlâ.

Artık alanları ve vakumları biliyorsunuz.

---

\* Ne kadar mı şiddetli?  $E=mc^2$ 'ye göre Hiroşima'ya atılan nükleer bombanın üç katı kadar enerji salınması için sadece *tek bir gram* antimaddenin, madde muadiliyle birlikte yok olması yeterli. 70 kilogramlık bir siz ve anti-sizin karşılaşması, dolayısıyla 210.000 nükleer bombaya eşdeğer olur. Ne el sıkışma ama...