

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>

BİLİNMEYEN EVRENİN KILAVUZU

JORGE CHAM &
DANIEL WHITESON

hiçbir fikrimiz yok

hiçbir fikrimiz yok

JORGE CHAM & DANIEL WHITESON



indigo

Hiçbir Fikrimiz Yok Bilinmeyen Evrenin Kılavuzu Jorge Cham ve Daniel Whiteson

Baskı: Nisan 2018
ISBN: 978-605-2361-73-3
Yayınevi Sertifika No: 31594

Copyright © Jorge Cham ve Daniel Whiteson
Bu kitabın Türkçe yayın hakları Akçalı Ajans aracılığıyla
İndigo Kitap Yayın Dağ. Paz. Rek. Ltd. Şti.'ne verilmiştir.
Yayınevinden izin alınmadan kısmen ya da tamamen alıntı yapılamaz,
hiçbir şekilde kopya edilemez, çoğaltılamaz ve yayımlanamaz.

Orijinal Adı: We Have No Idea
Çeviren: Alpay Pala
Editör: Nil Tuna
Son Okuma: Büşra Kanoğlu
Kapak Uygulama: Yasin Öksüz

Baskı
My Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. Şti.
Maltepe Mh. Yılanlı Ayazma Sk. No: 8/F Zeytinburnu / İstanbul
Tel: 0212 674 85 28
Sertifika No: 34191



İNDİGO KİTAP YAYIN. DAĞ. PAZ. REK. LTD. ŞTİ.
Oruçreis Mah. Tekstilkent Cad. No:10 D:Z07 Esenler/İSTANBUL
Tel: 0 212 438 17 83 • Fax: 0 212 438 17 84
www.indigokitap.com • info@indigokitap.com

İK İNDİGO Bir İndigo Kitap Yayın Dağ. Paz. Rek. Ltd. Şti. markasıdır.

JORGE CHAM & DANIEL WHITESON

BİLİNMEYEN EVRENİN KILAVUZU

**hiçbir
fīkrimiz
yok**

Çeviren: Alpay Pala

İ N D İ G O K İ T A P

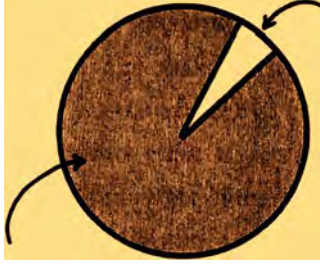
İçindekiler

Giriş	7
1. Evrenin Hammaddesi Nedir?	9
2. Karanlık Madde Nedir?	19
3. Karanlık Enerji Nedir?.....	37
4. Maddenin En Temel Elementi Nedir?	55
5. Kütle Ne Saklıyor?	73
6. Kütle Çekimi Kuvveti Neden Diğer Kuvvetlerden Bu Kadar Farklıdır?	93
7. Uzay Nedir?	113
8. Zaman Nedir?	137
9. Kaç Boyut Vardır?.....	165
10. Işıktan Hızlı Hareket Edebilir Miyiz?.....	189

11. Süper Hızlı Parçacıkları Dünya'ya	
Kim Gönderiyor?	217
12. Neden Antimaddeden Değil de	
Maddeden İbaretiz?.....	235
14. Büyük Patlama Esnasında Ne Oldu?	263
15. Evren Ne Kadar Büyüktür?.....	291
16. Her Şeyi Açıklayan Bir Teori Var Mıdır?	319
17. Evrende Yalnız Mıyız?.....	353
Sonuç	381
Teşekkürler.....	387

Giriş

BİLDİĞİMİZ HALİYLE EVREN



EN UFAK
BİR FİKRİMİZ YOK.

BİLDİĞİMİZ,
GÖRDÜĞÜMİZ
HER ŞEY,
VÜCUDUNUZDAKİ VE
GALAKSİMİZDEKİ
BÜTÜN ATOMLAR,
GÜNEŞ SİSTEMİMİZİN
İÇİNDEKİ VE DIŞINDAKİ
BÜTÜN YILDIZLAR, TOZ
BULUTLARI VE
GEZEĞENLER.

E vrenin nasıl meydana geldiğini, neden yapıldığını ve nasıl sona ereceğini öğrenmek ister miydiniz? Zamanın ve uzayın kaynağının ne olduğunu? Evrende yalnız olup olmadığımızı?

Eğer cevabınız evetse çok kötü! Çünkü bu kitapta, bu soruların hiçbirinin cevabını bulamayacaksınız.

Bilakis bu kitap, evren hakkında *bildiğimizi* sandığımızı, çoktan cevaplanmış olduğunu düşündüğümüz ama aslında cevaplanmamış olan çok önemli sorulara cevap verecektir.

Sıklıkla, yaşadığımız evrene dair derin bir sırrın daha çözüldüğüne dair haberler duyarız. Ama cevabı öğrenmeden önce kaçımız sorunun ne olduğunu biliyoruzdur ki? Cevaplanması gereken kaç soru daha vardır acaba? Bu kitap sizi, sonuca bağlanmamış sorularla tanıştırmayı amaçlamaktadır.

İlerleyen sayfalarda, evrendeki cevaplanmamış en önemli soruların neler olduğunu ve sırlarını neden hâlâ koruduklarını açıklamaya çalışacağız. Ayrıca kitabın sonuna geldiğinizde, evrenin nasıl işlediğine veya evrende neler olup bittiğine dair bir şeyler bildiğimizi sanıyor olmamızın aslında ne kadar absürd olduğunu derinlemesine kavrayacaksınız. Bunun yanı sıra neden hiçbir şey bilmediğimizi de öğrenmiş olacaksınız.

Bu kitabın amacı, sizi bilmediklerimiz hakkında karamsarlığa sürüklemekten ziyade sizde keşfedilmeyi bekleyen inanılmaz miktardaki bilgiye dair bir heyecan uyandırabilmektir. Çözülmemiş her kozmik sırra karşılık gelen olası cevapların insanlık için ne anlama gelebileceğini ve her bilinmeyenin aslında ne kadar akıl almaz sürprizlere gebe olabileceğini göreceğiz. Bilmediklerimizin neler olduğunu göstererek Dünya'ya daha farklı bir açıdan bakmanızı sağlayacağız. Böylelikle geleceğin ne kadar büyüleyici ihtimallerle dolu olduğunu anlayacaksınız.

O yüzden kemerlerinizi takın, rahat bir pozisyon alın ve cehaletimizin derinliklerini keşfetmeye hazır olun, çünkü keşfetmenin ilk kuralı neyi bilmediğimizi bilmektir. Artık evrenin en büyük sırlarına doğru yola çıkmaya hazır sayılırız.



1. *Evrenin Hammaddesi Nedir?*

Hepimiz Biraz Tuhaf ve Özel İnsanlarız



Eğer bir insansanız, ki bu öngörüyle hareket edeceğiz, çevrenizdeki Dünya hakkında bir şeyleri merak etmekten geri duramıyor olmalısınız. İnsan olmanın özü ve bir anlamda bu kitabı elinizde tutmanızın da sebebi budur.

Bu pek de yeni bir dürtü sayılmaz. İnsanoğlu, zamanın başından beri her zaman, etrafındaki Dünya'ya dair çok temel ve rasyonel soruların cevaplarını merak etmiştir:

Evrenin hammaddesi nedir?

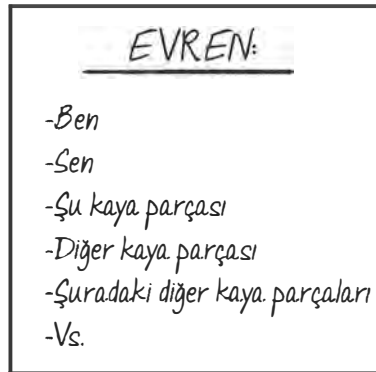
Büyük kayalar küçük kayalardan mı meydana gelmiştir?

Neden kayaları yiyemiyoruz?

Bir yarasa olmak nasıl bir şeydir?*

İlk soru, yani “Evrenin hammaddesi nedir?” sorusu oldukça önemli bir sorudur. Önemi, sorunun temasından değil (ki teması evrenden daha büyük olabilir mi diye de düşünülebilir), evrenin hammaddesinin ne olduğunun herkes için göreceli olmasından kaynaklanmaktadır. Bu bir anlamda, evinizin ve siz de dahil olmak üzere içindeki her şeyin neyden yapıldığını sormaya benzer. Bu sorunun her birimizi ilgilendirdiğini anlamak için mutlaka derin bir matematik veya fizik bilgisine sahip olmak da gerekmez.

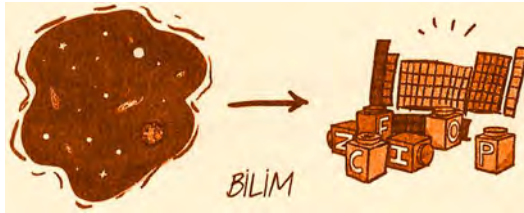
Diyelim ki “Evrenin hammaddesi nedir?” sorusunu cevaplamaya çalışan ilk kişi sizsiniz. En basit ve naif fikirden yola çıkmak iyi bir başlangıç noktası olabilir. Örneğin, evrenin görebildiğimiz şeylerden meydana geldiğini söyleyebilir ve bu mantıktan yola çıkarak aşağıdaki gibi bir liste oluşturabilirsiniz:



* Son soru bugüne kadar en çok alıntılanmış felsefe metinlerinden birinin başlığıdır. Metin, Amerikalı filozof Thomas Nagel tarafından yazılmıştır. Soruya, “Bunu asla bilemeyiz” cevabı verilmiştir.

Ama bu yaklaşım bazı önemli problemlere yol açabilir. Öncelikle oluşturacağınız liste çok ama çok uzun bir liste olacaktır. Evrendeki her gezegenin, her bir kaya parçasının ve hatta listenin kendisinin de listelenmesini gerektirmektedir (çünkü liste de evrenin bir parçasıdır). Eğer listenin sadece objeleri değil, onların parçalarını da kapsaması gerektiğine karar verecek olursanız o zaman elinizde sonsuz uzunlukta bir liste olacaktır. Ve eğer listenizin, objelerin parçalarını kapsamamasına karar verecek olursanız, o zaman listenizi tek bir maddeden oluşturabilirsiniz: “Evren.” Açıkça görülüyor ki hangi yöntemi seçerseniz seçin bu yaklaşım pek sağlıklı olmayacaktır.

Ama daha önemlisi, bir liste yapmak zaten sorunun gerçek cevabı olmayacaktır. Tatmin edici bir cevap, etrafımızda gördüğümüz her şeyi, neredeyse sonsuz çeşitlilikteki bu şeylerin bir kaydını tutabilecek şekilde *basite* indirgeyebilmelidir. Elementlerin periyodik tablosunun (içinde oksijen, demir, karbon, vb. bulunduran tablo) başarısı tam da budur. Yaklaşık yüz temel yapı bloğundan oluşan bu tablo, insanoğlunun gördüğü, dokunduğu, tattığı* veya birbirine fırlattığı her objeyi tanımlamaktadır. Bu tablodan evrenin yapılanma prensibinin lego oyununa benzediği sonucunu çıkarabiliriz. Plastik blokları kullanarak oyuncak dinozorlar, uçaklar veya korsanlar yapabilmemize benzemektedir bu.



Aynı lego oyununda olduğu gibi birkaç temel yapı bloğunu (elementleri) kullanarak evrendeki birçok şeyi; yıldızları, kayaları, tozu, dondur-

* İlkokul arkadaşınızın bir kertenkelenin tadına baktığı zamanı unutmayın.

mayı veya lamaları meydana getirebiliriz. Karmaşık objelerin aslında basit objelerden oluştuğuna dair bu prensip sayesinde birçok şeyi daha derinlemesine kavrayabiliriz.

Peki ama evren neden lego mantığı ile hareket etmektedir? Bildiğimiz kadarıyla bu kadar basite indirgenmiş bir yöntemin işe yaraması

pek akla yatkın gelmemektedir. Hatta ilk mağara bilimcilerinin bilgilerine bakacak olursak Dünya'nın pek çok farklı oluşma sebebi bulunmaktadır. Mağara bilimcilerinden Ook ve Groog, bütün fikirlerini deneyimlerine dayandırarak oluşturmuşlardır ki bu da evrenin neyden meydana geldiğine dair birçok farklı fikrin doğmasına yol açmıştır.



İLK FİZİKÇİLER

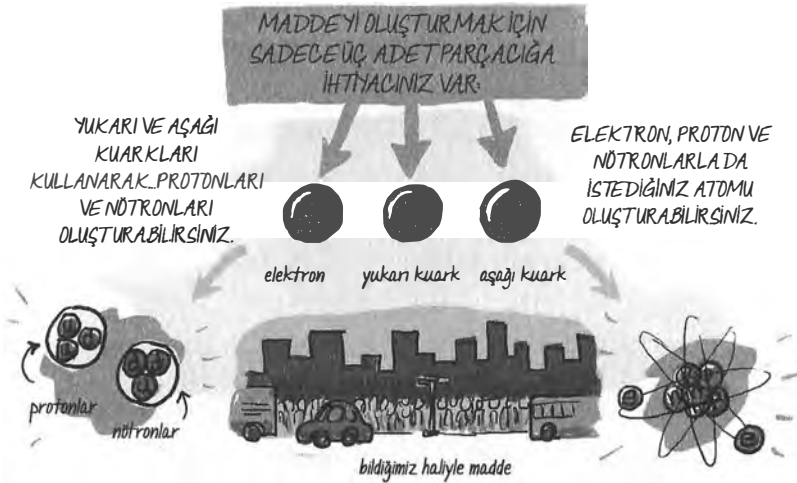
Bunun yanı sıra, elementler sonsuz sayıda da *olabilirdi*. Böyle bir evrende, kaya element parçacıkları kayaları, hava element parçacıkları da havayı oluşturabilirdi. Hatta filler bile fil element parçacıklarından (adına Dumbotron diyelim) oluşabilirdi. Böylesi farazi bir evrenin periyodik tablosu da neredeyse *sonsuz sayıda* elementten oluşurdu.

Ya da daha garibi, objelerin küçük parçacıklardan oluşmadığı bir evrende de yaşıyor olabilirdik. Böylesi bir evrende kayalar, sonsuz defa küçük parçalara kesilebilecek şekilde yumuşak kaya parçalarından oluşur ve kayaları kesmek için kullandığımız bıçak da sonsuz derecede keskin olurdu.

Her iki fikir de Profesör Ook ve Groog'un ünlü taş-çarptırıcı deneylerinden topladıkları verilerle uyumludur. Bu ihtimallerden bahsediyor olmamızın sebebi evrenin bu prensipler üzerine inşa edildiğini düşünmemiz değil, bunların ihtimal dahilinde olduğunu hatırlatmak içindir. Şunu da söylemek gerekir ki *bu prensip, evrendeki keşfedilmemiş diğer maddeler için geçerli olma ihtimalini hâlâ kendi içinde barındırmaktadır.*

İşte bu sebeple, bu kitapta keşfedeceğiniz evrenin cevapsız kalmış soruları sizi yılgınlığa sürükleyip kafanızı karıştırmaktan ziyade size heyecan ve ilham vermelidir. Çünkü bu aslında daha keşfedilecek ve ortaya çıkarılacak bir sürü şeyin olduğuna işaret eder.

Bildiğimiz ve sevdiğimiz evrende, etrafımızdaki şeyler daha küçük parçacıklardan oluşuyormuş gibi gözüktür. Binlerce yıllık düşünce ve araştırmalar sonucunda madde hakkında çok başarılı bir teoriye sahip olduğumuzu söyleyebiliriz.* Ook ve Groog'un ilk deneylerinden günümüze geldiğimizde artık periyodik tabloyu da aşmış atomun içini gözlemlemeye başladığımızı biliyoruz.



Bildiğimiz haliyle madde, periyodik tabloda listelenmiş olan elementlerin atomlarını içermektedir. Her atomun da etrafı elektron bulutu ile çevrelenmiş bir çekirdeği vardır. Çekirdek kısmı proton ve nötronlardan oluşur ki bunlar da yukarı kuark ve aşağı kuarklardan meydana gelmektedir. Yani yukarı kuark, aşağı kuark ve elektronları kullanarak periyodik

* Deneyleri, veri toplama biçimleri, laboratuvarları ile modern anlamda bilim sadece birkaç yüzyıllık bir tarihe sahiptir. Ama bu sorular üzerine düşünmenin tarihi binlerce yıl geriye dayanmaktadır.

tablo içinden istediğimiz elementi oluşturabiliriz. Ne başarı ama! Neredeyse sonsuz uzunlukta olan evrenin yapı taşları listesini periyodik tablodaki yüz küsur elemente ve oradan da sadece üç adet parçacığa indirgeedik. Demek ki gördüğümüz, dokunduğumuz, kokladığımız ya da ayak bastığımız her şey üç adet temel yapı taşından oluşturulabilir. Milyonlarca insan beynini kolektif çalışmasından ötürü tebrik etmek gerekir.

Ama türümüzün bu başarısıyla gurur duysak da yaptığımız tanımlamanın iki çok önemli noktada yetersiz kaldığını söylemeliyiz.

Öncelikle elektron ve iki adet kuarkın dışında da parçacıklar bulunmaktadır. Normal maddeyi oluşturmak için bu üç parçacığa gerek vardır. Ama geçtiğimiz yüzyıl içerisinde parçacık fizikçileri, dokuz adet madde parçacığının yanı sıra kuvvet aktarımında bulunan beş farklı parçacık daha keşfetmişlerdir. Bu parçacıklardan bazıları o kadar gariptir ki hayalet nötrino parçacıkları tek bir parçacığa dahi dokunmadan* trilyonlarca kilometre kalınlığındaki kurşunun içinden geçebilmektedir. Bir anlamda kurşun, nötrinolar için şeffaftır. Diğer parçacıklarsa maddeyi oluşturan üç temel parçacığa benzer olmakla birlikte çok daha ağırdır.



Bu fazla parçacıklar neden var? Fonksiyonları nedir? Onları partiye kim çağırdı? Daha kaç çeşit farklı parçacık var? Bu soruların cevaplarını bilmiyoruz. Daha da önemlisi, *hiçbir fikrimiz yok*. Bu tuhaf parçacıkların bazılarını ve onların büyüleyici düzenlerini 4. bölümde detaylarıyla anlatmaya çalışacağız.

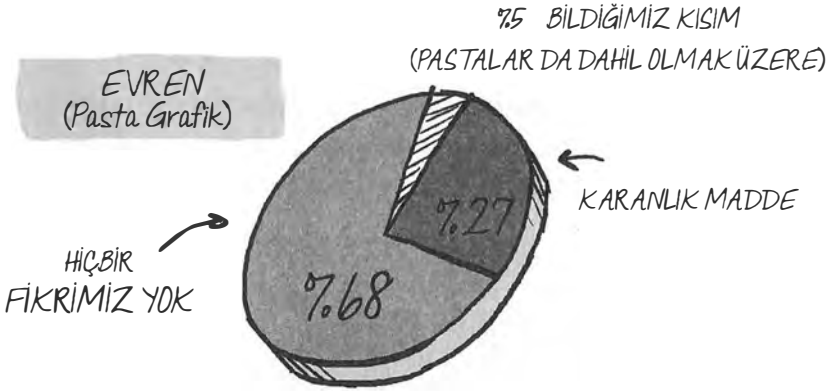
Ama bu tanımlama, çok önemli bir noktada yetersiz kalmaktadır. Yıldızları, gezegenleri, kuyrukluyıldızları ve turşuyu oluşturmak için sadece

* Öyle olduğunu düşünüyoruz. Henüz bu konu üzerine yapılmış bir deney yok.

üç adet parçacığa ihtiyacımız olsa da bunlar aslında evrenin çok küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Normal türden bir madde, çünkü tek bildiğimiz tür budur, aslında son derece tuhaftır. Evrenin içinde, madde ve enerji halindeki toplama bakıldığında bu madde türü aslında bütünü sadece yüzde 5'lik kısmına denk gelmektedir.

Evrenin geri kalan yüzde 95'lik kısmı neyden oluşmaktadır? *Bilmiyoruz.*

Evrenin bir pasta grafiğini çizmek isteseydik aşağıdaki gibi bir tablo ortaya çıkardı:



Bu pasta epey gizemli gözüküyor. Yıldızların, gezegenlerin ve içlerinde bulunan her şeyin dahil edildiği bu evrenin sadece yüzde 5'lik kısmı hakkında bir bilgiye sahibiz. Yüzde 27'lik kocaman bir alanı “karanlık madde” dediğimiz şey kaplıyor. Evrenin geriye kalan yüzde 68'lik kısmına dair neredeyse hiçbir fikrimiz yok. Fizikçiler bu kısma “karanlık enerji” adını verir, evrenin genişlemesine sebep olan şeyin bu alan olduğu düşünülmektedir, ne var ki bildiklerimiz bundan öteye geçememiştir. Bu kavramların neler olduğunu ve bu sonuçlara nasıl varıldığını ilerleyen bölümlerde açıklamaya çalışacağız.

Üstelik durum daha da kötüleşiyor. Bildiğimizi düşündüğümüz yüzde 5'lik kısmın içinde bile hâlâ bilmediğimiz birçok şey var (fazla

parçacıkları hatırlayın). Öyle ki bazı durumlarda söz konusu sırları deşifre etmek için sormamız gereken doğru soruları bile bilmiyoruz.

O halde insanlık olarak bulunduğumuz aşama burası. Daha birkaç paragraf önce, bilinen maddeyi basitçe tarif ederek ortaya çıkardığımız bu inanılmaz entelektüel keşfimiz dolayısıyla kendimizi tebrik ediyorduk. Şimdiyse bu keşif biraz ilkel kalmakta, çünkü evrenin büyük çoğunluğu bambaşka bir şeyden meydana gelmiştir. Bu, insanoğlunun binlerce yıldır bir fili incelediğini sanırken aslında filin sadece *kuyruk kısmına* bakmakta olduğunu fark etmesine benzer.



Bunu öğrenmek bir parça hayal kırıklığı yaratmış olabilir. Belki de evreni anlama ve inceleme kapasitemizin son noktasında bulunduğumuzu düşünüyor olabilirsiniz (evimizi temizleyecek robotlar üretmeye başladığımızı düşünün). Ama asıl önemli olan, bunu bir hayal kırıklığı olarak değil de keşfetmek, daha fazlasını öğrenmek ve bir kavrayışa ulaşmak için inanılmaz bir fırsat olarak görmektir. Dünya'nın bugüne kadar sadece yüzde 5'inin keşfedilmiş olduğunu öğrenseydiniz ne olurdu? Ya da Dünya'daki bütün dondurma türlerinin sadece yüzde 5'ini tattığınızı? İçinizdeki bilimci çok daha detaylı bir açıklama (ve bol miktarda kaşık) talebinde bulunur ve yeni keşiflerin ihtimaliyle heyecanlanırdı.

İlkokuldayken tarihteki büyük kâşiflerin serüvenlerini okuduğunuz zamanları hatırlayın. Bilinmeze doğru yelken açtılar, yeni topraklar keşfettiler ve gezegenimizin bir haritasını çıkardılar. Bunun heyecan verici olduğunu düşünüyorsanız aynı zamanda içiniz de sızlamış olabilir, çünkü artık bütün kıtalar keşfedilmiş, bütün küçük adacıklara birer isim verilmiş ve yaşadığımız GPS ve uydu çağında yeni keşifler artık geride kalmış gibi gözükebilir. İyi bir haberimiz var: durum hiç de öyle değil.

Hâlâ keşfedilmeyi bekleyen *devasa* bir kısım mevcut. İşin gerçeği, tamamıyla yeni bir keşif çağının henüz başındayız. Evreni algılama şeklimizi büyük ihtimalle yeniden tanımlayacak bir döneme girmek üzereyiz. Bir taraftan, çok az şey bildiğimizin farkındayız (yüzde 5'i unutmayın!), bu yüzden de hangi soruları sormamız gerektiğine dair bazı fikirlerimiz var. Diğer taraftan cevaplara ulaşmamıza yardım edecek teleskoplar, kütle çekimsel dalga dedektörleri ve güçlü parçacık çarpıştırıcıları gibi harika aletler inşa etmekteyiz. Bunların hepsi *henüz yeni* gerçekleşmekte.



Büyük bilimsel sırların gerçek ve zor cevaplara *sahip olması* son derece heyecan vericidir. Henüz ne olduklarını bilmiyoruz. Belki de bu soruların bazılarını yaşadığımız dönemde cevap bulunabilir. Örneğin, tam şu anda evrenin herhangi bir yerinde başka akıllı bir yaşam formunun olup olmaması gibi. Bunun bir cevabı var. (Mulder haklıydı: gerçek orada bir *yerde*.) Bu cevaplara ulaşmak Dünya'yı algılama şeklimizi de temelden değiştirme potansiyeline sahiptir.

Bilim tarihi, Dünya'yı algılama şeklimizin aslında nasıl da kendi bakiş açımızla gerçeklerden uzaklaştırıldığının her yapılan devrimsel keşifle tekrar tekrar ortaya çıkarılmasından ibarettir. Düz bir Dünya, merkezinde Dünya'nın olduğu bir Güneş sistemi, gezegenler ve yıldızlardan oluşan bir evren: o zamanlar son derece mantıklı olduğu düşünülen bütün bu fikirler, şu anda bize neredeyse utanç verici derecede naif gelmektedir. İzafiget teorisi ve kuantum fiziğı gibi günümüzde herkesçe kabul gören çok önemli fikirlerin, hemen köşe başında hazır beklemekte olan yeni devrimsel buluşlarla beraber paramparça olması ve yerlerini insanın aklını başından alan bambaşka fikirlere bırakacak olması kuvvetle muhtemeldir. Bugün mağara insanlarının Dünya'yı algılama şekli karşısında neler hissediyorsak, bundan 200 yıl sonra yaşayacak insanlar da bizim düşünce şeklimize baktıklarında büyük ihtimalle aynı şeyi hissedeceklerdir.

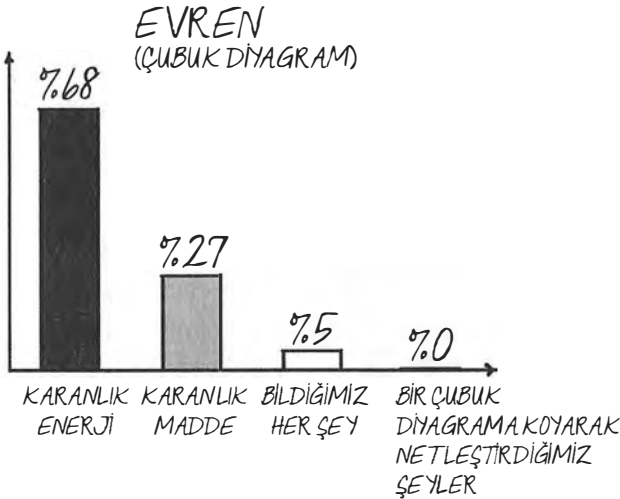
İnsan ırkının evreni anlama serüveni henüz yolun başındadır ve *sizin de* bu yolculuğun bir parçası olmanız gerekir. Bu yolculuğun bir pasta yemek kadar keyifli olacağına söz veriyoruz.



2. Karanlık Madde Nedir?

Şu Anda İçinde Yüzüyorsunuz

Evrendeki kütle ve enerjiye dair bildiklerimizi gösteren bir çubuk diyagram:



Fizikçiler, bildiğimiz evrendeki kütle ve enerjinin yüzde 27 gibi şaşırtıcı derecede büyük bir kısmının “karanlık madde” adı verilen bir şeyden oluştuğuna inanmaktadır. Bu, evrenin büyük çoğunluğunu oluşturan maddenin yüzyıllardır düşündüğümüzden çok farklı bir şey olduğu anlamına gelir. Bu gizemli madde, bildiğimiz normal maddenin *beş katın*dan daha fazladır. Aslında evrende ne kadar az yer kapladığı düşünüldüğünde, aşına olduğumuz madde türünü “normal” diye adlandırmak pek yerinde bir tanımlama olmasa gerek.

Öyleyse nedir bu karanlık madde? Tehlikeli midir? Elbiselerinizi lekeler mi? Var olduğunu nasıl anlarız?

Karanlık madde her yeredir. Hatta büyük ihtimalle şu anda onun içinde yüzdüğünüzü bile söyleyebiliriz. İlk defa 1920’lerde bir teori olarak öne sürülmüş, 1960’lara gelindiğinde gökbilimcilerin, galaksilerin dönme şekillerinde bir tuhafılık olduğunu ve bu noktadan yola çıkarak aslında ne kadar büyüklükte bir kütleyle sahip olmaları gerektiğini fark etmelerinin ardından karanlık madde teorisi ciddiye alınmaya başlanmıştır.

Karanlık Maddenin Orada Olduğunu Nereden Biliyoruz?

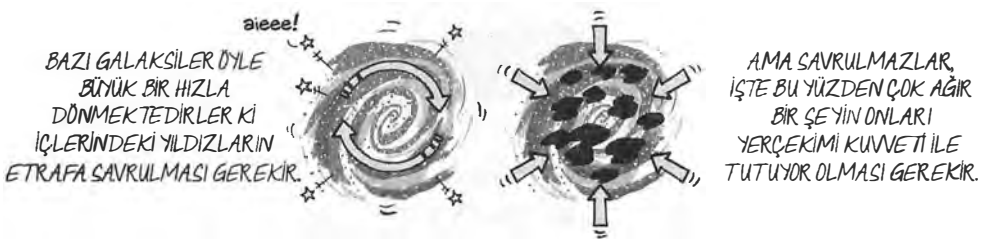
1. Galaksilerin Dönüşü

Karanlık madde ve dönen galaksiler arasındaki bağlantıyı anlayabilmek için bir atlıkarıncanın içine kucak dolusu pinpon topu koyduğunu ve döndürdüğünüzü hayal edin. Pinpon toplarının kenarlardan dışarı savrulması gerekir, öyle değil mi? Galaksilerin dönme prensibi de aynen buna benzer.* Galaksinin kendi ekseninde dönmesi sebebiyle içindeki

* Tabii ki galaksilerin atlıkarıncalardan biraz daha büyük olduklarını söylememiz gerekir.

yıldızlar da bir anlamda dışarıya doğru savrulmaya meyleder. Onları bundan alıkoyan tek şey galakside bulunan toplam kütleinin yarattığı kütle çekim kuvvetidir (kütle çekimi, maddelerin kütle büyüklükleriyle doğru orantılı olarak onları bir arada tutar). Galaksi ne kadar büyük bir hızla dönerse, yıldızların savrulmasını önlemek için o oranda kütle miktarına ihtiyaç vardır. Buna karşılık, eğer galaksinin kütlesini biliyorsak dönüş hızını da öğrenebiliriz.

Gökbilimciler en başta içindeki yıldızları sayarak galaksilerin kütlelerini tahmin etmeye çalışmışlardır, ama buldukları sayılardan yola çıkarak galaksilerin dönme hızını hesaplamaya kalktıklarında, çıkan sonuçlarda bir uyumsuzluk olduğunu fark etmişlerdir. Bu ölçümlerin sonucunda galaksilerin, barındırdıkları yıldızların sayısına oranla dönmeleri gereken den daha büyük bir hızda döndükleri ortaya çıkmıştır. Bir başka deyişle, aynı atlıkarıncanın içine konan pinpon topları gibi, yıldızların da söz konusu dönme hızı yüzünden galaksi sınırlarından dışarıya savrulmaları gerekmektedir. Gökbilimciler, dönme hızını ve yıldızların savrulmadan birlikte hareket etmelerini açıklayabilmek için, galaksilerin kütlelerinde ciddi oranda bir artış olması gerektiğini fark etmişlerdir. Ama öte yandan bu kütleinin nerede olduğu da bilinmemektedir. Bu çelişkinin çözülebilmemesinin tek yolu, her galaksinin kendi içinde, gözle görülemeyen veya “karanlık” nitelikte büyük bir kütle yi daha barındırdığını varsaymaktır.



Bu tez son derece sıradışıdır. Ünlü gökbilimci Carl Sagan'ın da bir zamanlar dile getirdiği gibi, “Sıradışı tezler sıradışı kanıtlar gerektirir.” Bu sebeple, bu bilmece uzun yıllar boyunca gökbilimciler için tam olarak

ispatlanmadan günümüze kadar gelmiştir. Ve yıllar geçtikçe, bu gizemli ve gözle görülemeyen ağır kütlenin (veya günümüzde adlandırıldığı şekliyle karanlık maddenin) varlığı gittikçe daha büyük oranda kabul görmeye başlamıştır.

2. Kütle Çekimsel Mercek Etkisi

Karanlık maddenin gerçek olduğuna dair bilimcileri ikna eden diğer önemli kanıtsa onun, ışığı bükebiliyor olduğunun gözlemlenmesidir. Buna kütle çekimsel mercek etkisi adı verilmiştir.

Gökbilimciler bazen gökyüzünde bir noktaya baktıklarında bir tuhaflık olduğunu fark ederler. Baktıkları noktada bir galaksinin görüntüsü vardır. Bunda bir tuhaflık yok, ama teleskoplarını biraz kaydardıklarında aynı galaksiye neredeyse tıpatıp benzeyen başka bir galaksi görürler. Şekilleri, renkleri ve etrafa yaydıkları ışık birbirlerine o kadar benzer ki, gökbilimciler bu galaksilerin aynı oldukları sonucuna varır. Ama bu nasıl mümkün olabilir? Aynı galaksi gökyüzünde iki farklı noktada nasıl gözükabilir?



Aynı galaksiyi iki defa görmek, sizinle galaksi arasında son derece ağır (ve görünmez) bir şeyin olduğuna mükemmel bir kanıttır; bu görünmez ağır kütle, devasa bir mercek gibi davranarak galaksiden yayılan ışığı bükerek ve bu sebeple iki ayrı yerdeymiş gibi gözükmesine sebep olur.

Işığın söz konusu galaksiden her yöne dağıldığını hayal edin. Şimdi de foton diye bilinen ışık parçacıklarından ikisinin bu galaksiden çıkarak sizin bulunduğunuz yerden farklı noktalara yöneldiğini düşünün. Eğer sizinle galaksi arasında son derece ağır bir obje varsa, bu objenin yaratacağı kütle çekim kuvveti etrafındaki uzayı bükecek ve farklı noktalara yönelen ışık parçacıklarının da size doğru yönelmesine yol açacaktır.*



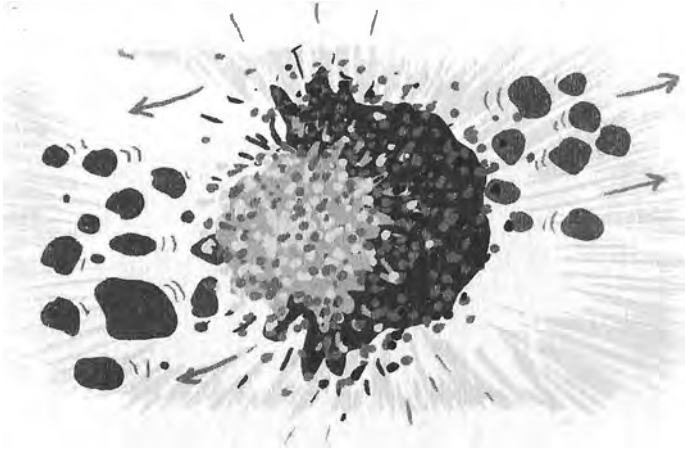
Bu olayı Dünya'dan teleskobunuzla gözlemlediğinizde, aynı galaksiye ait iki görüntüyü gökyüzünde farklı noktalarda görmeyiz sebebi de budur. Bu etkiyi tüm gökyüzünde gözlemlemek mümkündür; o ağır ve görünmez madde her yerdedir. Bu sebeple karanlık madde çok geçmeden herkes tarafından kabul edilmiştir, çünkü nereye bakersak bakalım kanıtlarını görmek mümkündür.

3. Çarpışan Galaksiler

Karanlık maddeye dair en inandırıcı kanıt iki galaksinin birbiriyle devasa çarpışmasının gözlenmesi esnasında rastlanılmıştır. İki galaksi kümesinin çarpışması milyonlarca yıl önce meydana geldiği için bu olaya

* Işığın kütle çekimi kuvveti dolayısıyla bükülmesi, Albert Einstein'ın öne sürdüğü ve daha sonra yine kendisinin kanıtladığı bir fikirdir. Epey akıllı bir adam olduğu söyleniyor.

tanıklık etmemiz mümkün olmamıştır, ama çarpışmadan yayılan ışığın bize ulaşması milyonlarca yıl sürdüğü için bu çarpışmanın sonuçlarını arkamıza yaslanıp izleme imkânımız olmuştur.



İki galaksinin çarpışması sonucunda, galaksilere ait gaz ve toz kümeleri devasa patlamalarla paramparça olurken ortaya muhteşem görüntüler çıkar. Bu duruma bir nevi özel efektler şovu da diyebiliriz. Eğer yardımı olacaksa, iki devasa su balonunun inanılmaz bir hızla birbirlerine çarpmasını gözünüzün önüne getirin.

Ama gökbilimciler bunun dışında bir şey daha fark etmişlerdir. Galaksilerin çarpıştığı bölgenin yakınlarında iki devasa karanlık madde kümesinin varlığı gözlemlenmiştir; karanlık madde elbette gözle görülmez, ama arkasındaki galaksilerden yayılan ışığı bükmesi sebebiyle varlığı dolaylı olarak hissedilir. Bu iki karanlık madde kümesinin hiçbir şey olmamışçasına çarpışma bölgesinde bir doğru boyunca ilerledikleri de ayrıca gözlemlenmiştir.

Gökbilimcilerin bu olaydan çıkardıkları sonuçlar şu şekildedir: hem normal maddesi (bir miktar yıldızın yanı sıra çoğunlukla toz ve gazla dolu olan galaksiler) hem de karanlık maddesi olan iki galaksi vardır. İki galaksi kümesi çarpışınca, normal maddeleri de beklenildiği üzere bir-

birleriyle çarpışır. Ama karanlık madde diğer karanlık maddeyle çarpıştığında ne olur? *Gözlemleyebildiğimiz kadarıyla hiçbir şey!* Karanlık madde kümeleri, sanki şeffafmış gibi *birbirlerinin içinden* geçip gider.

Devasa boyutlardaki, hatta çoğu galaksiden bile büyük madde kümeleri öylece birbirlerinin içinden geçmiştir. Özetle çarpışma, galaksilerin içinde barındırdıkları karanlık maddeyi serbest bırakmıştır.



Karanlık Madde Hakkında Ne Biliyoruz?

Bu noktada, karanlık maddenin varlığı kanıtlanmış ve aşına olduğumuz maddeden daha tuhaf ve farklı olduğu net bir şekilde anlaşılmış olsa gerek. Karanlık maddeyle ilgili bildiklerimizi tekrar edelim:

- Bir kütlesi var.
- Görünmez.
- Galaksilerle takılmayı sever.
- Normal madde ona dokunamaz bile.
- Diğer karanlık maddeler de dokunamaz.*
- Çok havalı bir ismi var.

* Karanlık maddenin kendisini, birtakım yeni ve bilinmeyen güçler arasında az çok hissedebiliyor olması muhtemeldir.

Şu anda, “*Keşke ben de karanlık maddeden meydana gelseydim. Acayip havalı bir süper kahraman olurum,*” diyor olabilirsiniz. Hayır mı? Belki de bunu söyleyen sadece bizizdir.

Karanlık madde hakkında emin olduğumuz bir şey varsa, o da bizden saklanır gibi bir hali olmadığıdır. Anlaşılan o ki karanlık madde devasa kütleler halinde uzayda süzülmeyi ve galaksilerle takılmayı sever. Bu, karanlık maddenin tam şu anda sizin de etrafınızı çevrelediği anlamına gelir. Siz bu sayfayı okurken karanlık madde de büyük ihtimalle sizin ve kitabın içinden geçip gitmektedir. Peki, dört bir tarafımızı sarmasına rağmen, neden bu kadar anlaşılmaz ve gizemli? Neden onu göremiyoruz veya ona dokunamıyoruz? Bir şey nasıl hem var olup hem de görünmez olabilir?

Karanlık maddeyle etkileşim içinde olmadığımız için onu incelememiz de çok zor. Onu göremiyoruz (bu yüzden “karanlık” adını verdik), ama onun bir kütleyle sahip olduğunu biliyoruz (bu yüzden “madde” diyoruz). Bunun nasıl mümkün olduğunu açıklayabilmek için önce normal maddenin nasıl etkileşimde bulunduğunu inceleyelim.

Madde Nasıl Etkileşimde Bulunur?

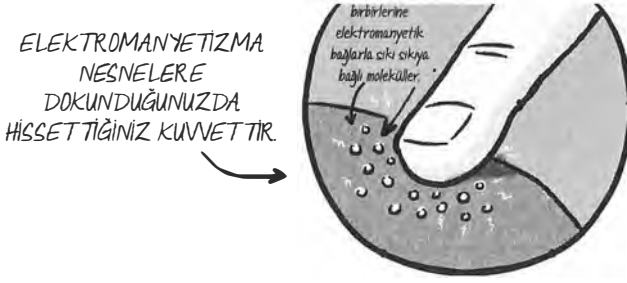
Madde dört temel kuvvetle etkileşimde bulunur:

Kütle Çekim

Eğer iki şey birer kütleyle sahipse aralarında birbirlerine karşı bir çekim kuvveti de vardır.

Elektromanyetizma

Elektrik yüklü iki parçacığın birbirlerine karşı hissettiği kuvvettir. Bu kuvvet, yüklerin aynı veya farklı olmasına paralel olarak itme veya çekme kuvvetine dönüşebilir.



Bu kuvveti aslında günlük hayatınızda da her gün *hissetmekte*siniz. Parmağınızı bu kitaba bastırdığınızda kâğıdın dağılmamasının veya elinizin kâğıdın içinden geçmemesinin sebebi, kitabın içindeki moleküllerin elektromanyetik bağlarla birbirlerine sıkı sıkıya tutunmaları ve bir yandan da parmağınızdaki molekülleri itmeleridir.

Elektromanyetizma, ışığın oluşmasının yanı sıra elektrik ve manyetizmanın da sebebidir. Işığa, parçacıklar ve kuvvetler arasındaki derin bağlara ilerleyen bölümlerde değineceğiz.

Zayıf Nükleer Kuvvet

Bu kuvvet, birçok yönden elektromanyetizmaya benzese de ona kıyasla çok ama çok daha zayıftır. Örneğin, nötrinolar diğer parçacıklarla (zayıf biçimde!) etkileşimde bulunmak için bu kuvveti kullanırlar. Yüksek enerji mertebelerinde bu zayıf kuvvet, elektromanyetizma kadar güçlenebilir ve “elektrozayıf” adı verilen birleşik bir kuvvetin parçalarından biri gibi gözükür.

MADDENİN ETKİLEŞİMDE BULUNDUĞU 4 TEMEL YÖNTEM



YER ÇEKİMİ



ELEKTROMANYETİZMA

ELEKTROMANYETİK KUVVETE BENZER AMA ONDAN ÇOK DAHA ZAYIFTIR.



ZAYIF KUVVET



ŞİDDETLİ KUVVET

Güçlü Nükleer Kuvvet

Bu kuvvet, atom çekirdeğindeki proton ve nötronları bir arada tutan kuvvettir. Eğer bu kuvvet olmasaydı, çekirdeğin içindeki pozitif yüklü bütün protonlar birbirlerini iter ve serbest kalırlardı.

Karanlık Madde Nasıl Etkileşimde Bulunur?

Yukarıdaki listenin sadece tasvir amaçlı olduğunu belirtmekte fayda var. Fiziğin bu anlamda bir botanik bilimine benzediğini söyleyebiliriz. Bu kuvvetlerin *neden* var olduklarını anlayamayız. Bu sadece gözlemlediğimiz şeylerin bir listesidir. Listenin tam olup olmadığını bile bilemeyiz. Ama bugüne kadar parçacık fiziğinde yapılmış her türlü deneyi bu dört kuvveti kullanarak açıklayabiliriz.

Öyleyse bu karanlık madde neden bu kadar karanlık? Bir kütlesi var, dolayısıyla kütle çekimi yaratıyor. Ama etkileşimlerine bakarak çıkarabildiğimiz bütün bilgi bu kadar. Karanlık maddenin elektromanyetik etkileşimde bulunmadığını *düşünüyoruz*. Bildiğimiz kadarıyla ışık yaymadığı veya ışığı yansıtmadığı için onu doğrudan *görmemiz* de mümkün değil. Karanlık maddenin zayıf veya güçlü nükleer kuvvetlerle de pek işi yok gibi duruyor.

Bir başka deyişle karanlık madde, keşfedilmemiş herhangi bir türden etkileşim dışında bizimle, teleskobumuzla veya dedektörlerimizle normal şartlar altında hiçbir şekilde etkileşimde bulunamaz. Bu da incelenmesini son derece zor hale getirir.



Maddelerin birbiriyle etkileşimde bulundukları dört temel yöntemden sadece bir tanesinin, yani kütle çekiminin karanlık maddeyi kesin olarak etkilediğini biliyoruz. Karanlık madde tanımındaki “madde” ibaresi de işte buradan gelir. Karanlık maddenin bir kütlesi vardır. Kütlesi varsa çekimi de hissediyor demektir.

Karanlık Maddeyi Nasıl İnceleyebiliriz?

Sizi karanlık maddenin var olduğuna inandırdığımızı ümit ediyoruz. Oralarda bir yerlerde, yıldızların uzay boşluğu içinde sağa sola savrulmasını engelleyen, galaksilerden yayılan ışığı büken ve tıpkı filmlerdeki araba patlaması sahnelerinde ağır ağır (ve arkasına bakmadan) yürüyüp giden aksiyon kahramanları misali devasa kozmik çarpışmaların içinden öylece geçip giden bir şey kesinlikle var. Karanlık madde aslında epey havalı bir madde.

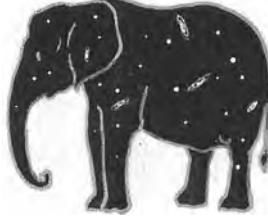
Ama hâlâ cevaplanmamış bir soru var: karanlık maddeyi meydana getiren şey nedir? Sadece en kolay kısım olan yüzde 5'lik dilimi incelersek, evrenin nasıl meydana geldiğine dair bu önemli soruya cevap bulamayız. Geri kalan yüzde 27'lik kısmı görmezden gelemeyiz. Verebileceğimiz en kısa cevap karanlık maddenin ne olduğuna dair hâlâ elimizde büyük bir bilgi olmadığıdır. Onun orada olduğunu, evrenin ne kadarını oluşturduğunu ve kabaca nerelerde bulunduğunu biliyoruz, ama onun hangi tür parçacıklardan meydana geldiğini, hatta parçacıklardan meydana *gelip gelmediğini* bile bilmiyoruz. Bu esnada, tek bir sıradışı madde türünden yola çıkarak tüm evreni ilgilendiren bir sonuca varmak konusunda da çok dikkatli olmamız gerektiğini söylemeliyiz.* Evrene ve onun içindeki yerimize dair düşünme şeklimizi değiştirecek keşifleri yaparken açık görüşlü olmanın gerekliliğini unutmamalıyız.

İlerleme kaydedebilmek için belirli fikirleri incelemeli, sonuçlarını gözlemlemeli ve bunları test etmek için çeşitli deneyler tasarlamalıyız. Karanlık maddenin, yeni ve algılanması zor, tuhaf parçacıkların oluşturduğu dans eden, kozmik, mor renkli fillerden meydana geliyor olması ihtimaller dahilinde olsa da bu teoriyi test etmek son derece güç olduğundan şimdilik önceliğimizi diğer fikirlere vereceğiz.**

* Bugün, öğle yemeğinde peynirli sandviç yemiş olmanız bundan sonraki bütün öğle yemeklerinizin peynirli sandviçten ibaret olacağı anlamına gelmez.

** Bilimin fonlanması, bu metnin yazıldığı tarihten itibaren öngörülemezdir.

*Kusura bakma,
şu an önceliğimiz sen değilsin.*



Çok basit ve elle tutulur fikirlerden biri, karanlık maddenin normal madde ile çok ama çok zayıf bir biçimde etkileşimde bulunmak için yeni tür bir kuvvet kullanan yeni tür bir parçacıktan oluştuğu fikridir. Neden tek bir tür parçacık peki? Çünkü en basit fikir budur, bu yüzden incelemeye buradan başlamakta fayda olabilir. Tıpkı normal madde gibi karanlık madde de birkaç çeşit parçacıktan meydana geliyor olabilir; karanlık parçacıklar çeşitli ve değişik etkileşimlerde bulunabilir ve bunların sonucunda da karanlık kimya hatta karanlık biyoloji, karanlık hayat ve (düşüncesi bile ürkütücü ama) karanlık hindi gibi şeyler ortaya çıkabilir.

Zayıf etkileşimli büyük kütleli parçacık olarak adlandırılan bu parçacık adayına kısaca WIMP* denmektedir (yani kütlesi olan ve normal madde ile zayıf bir etkileşimi olan şey). Bu parçacığın, bildiğimiz anlamdaki maddeyle yeni bir tür kuvvet kullanarak nötrino seviyesinde, yani çok ama çok az miktarda etkileşimde bulunduğunu varsayıyoruz. Bilim, bir süreliğine Jüpiter boyutlarında devasa bir küme oluşturan normal maddeler gibi başka fikirleri de göz önünde bulundurdu. Bunları WIMP'ten ayırt edebilmek için, onlara MACHO** (büyük kütleli sıkı halo cisimleri) adı verildi.

* WIMP kısaltması, bu parçacığın İngilizcedeki orijinal adı olan "Weakly Interacting Massive Particle" kelimelerinin baş harflerinden oluşturulmuştur. (ç.n.)

** MACHO kısaltması, bu parçacığın İngilizcedeki orijinal adı olan "Massive Astrophysical Compact Halo Objects" kelimelerinin baş harflerinden oluşturulmuştur. (ç.n.)

KARANLIK MADDE ADAY PARÇACIKLARI



Karanlık madde parçacıklarının kütle çekim dışında başka bir yöntem izleyerek normal madde ile etkileşime girdiklerini nereden biliyoruz? Bilmiyoruz. Öyle olduğunu ümit ediyoruz, çünkü bu onları çok daha kolay gözlemlenebilir hale getirecektir. O yüzden yapılması neredeyse imkânsız deneylere girişmeden önce yapılması çok zor deneyleri başarmaya çalışıyoruz.

Fizikçiler, bu farazi karanlık madde parçacıklarının varlıklarını gözlemleyebilmek amacıyla çeşitli deneyler tasarlamışlardır. Bu deneylere klasik bir örnek, bir kabın içini, sıkıştırılmış soğuk asal gazla doldurduktan sonra etrafını, gaz *atomlarından birinin* karanlık maddeyle çarpışması sonucunda sinyal verecek dedektörlerle donatmaktır. Bugüne kadar, bu deneyler sonucunda karanlık maddenin varlığını işaret edecek herhangi bir bulguya rastlanmamıştır, ama bu deneyler hassasiyetlerini yeni yeni arttırmaya başlamıştır, bu sebeple karanlık maddenin varlığına dair bulgulara erişebilme ihtimaline sahibiz.

Bu yöntemin dışında başka bir yaklaşım da normal madde parçacıklarını (protonları veya elektronları) yüksek enerjili parçacık çarpıştırıcıları vasıtasıyla çok yüksek hızlara ulaştırıp birbirleriyle çarpıştırarak karanlık maddenin ortaya çıkmasını sağlamaya çalışmaktır. Bu kendi içinde harika bir yöntemdir, aynı zamanda yeni parçacıkların

da keşfine olanak vereceği için ek faydası da dokunmuş olur. Böyle bir imkâna sahip olabilmemizin sebebi, bu deneylerle bir madde türünü diğer madde türlerine dönüştürebilmemizdir. Parçacıklar çarpıştığında içlerindeki yapıyı yeni bir yapıya dönüştürecek şekilde tekrar düzenlemekle kalmazlar, aynı zamanda eski madde yok olur ve yeni madde formları ortaya çıkar. Bunun bir nevi atomaltı seviyesinde simya (şaka değil!) olduğunu bile söyleyebiliriz. Bunun anlamı, neyin ortaya çıkacağını bilmeden, var olan herhangi bir parçacığı limitler dahilinde oluşturabilmemizdir. Bilimciler, bu çarpışmaları inceleyerek karanlık madde parçacıklarının ortaya çıkışına kanıt oluşturacak verileri elde etmeye çalışmaktadır.

Üçüncü bir yaklaşım, teleskobumuzu, karanlık maddenin yoğunlaştığını düşündüğümüz noktalara odaklamaktır. Bize en yakın olanı, çok büyük bir karanlık madde kümesine sahipmiş gibi gözükten galaksimizin merkezidir. İki karanlık madde parçacığının rasgele çarpışması sonucunda birbirlerini yok edebileceklerine dair bir görüş de vardır. Karanlık maddenin kendisiyle bir şekilde etkileşime girmesi mümkünse şayet, o zaman karanlık madde parçacıkları da birbirleriyle çarpışıp normal madde parçacıklarına dönüşebilirler, tıpkı iki normal madde parçacığının çarpışarak karanlık maddeyi oluşturması gibi.* Bu olay yeteri kadar çok tekrarlanırsa ortaya çıkacak normal madde parçacıkları da belirli bir enerji seviyesine ve konumuna sahip olacaklardır. Böylece karanlık madde çarpışmalarından ortaya çıkacak bu maddelerin teleskopla gözlenmesi mümkün olacaktır. Ama bunu anlayabilmek aynı zamanda galaksimizin merkezinde neler olup bittiğine dair bazı bilgilere de sahip olmamızı gerektirir, bu da bizim için son derece gizemli başka bir konudur.

* Eğer iki normal madde parçacığı, karanlık madde parçacıklarına dönüşebiliyorsa o zaman bu süreç tersine de işleyebilir; iki karanlık madde parçacığı, normal madde parçacıklarına dönüşebilir.

Karanlık Madde Neden Bu Kadar Önemli?

Henüz evrenin doğasını anlama yolundaki keşif ve araştırmalarımızın o kadar başındayız ki karanlık madde bu anlamda bizim için büyük bir ipucu gibidir. Hatta kavrama seviyemizin, mağara bilimci Ook ve Groog ile aynı seviyede olduğunu söyleyebiliriz. Karanlık madde, evrene dair mevcut matematik ve fizik modellerimizin içinde bile yer almamaktadır. Çok büyük bir şey bizi sessizce çekiştirmekte, ama bunun ne olduğunu bilmiyoruz. Bu kısmını anlamadan da içinde bulunduğumuz evreni anlayabildiğimizi iddia edemeyiz.

Şimdi, etrafınızda süzülüp duran tuhaf, karanlık ve gizemli şeyler yüzünden paranoyaya kapılmadan önce şöyle düşünün; ya karanlık madde *harika* bir şeyse?

Karanlık madde, doğrudan etkileşimde bulunmadığımız bir şeyden meydana gelir. Daha önce hiç görmediğimiz ve büyük ihtimalle hayal edemeyeceğimiz tepkimelere sahip bir şey.

Bu durumun olası, muhteşem potansiyelini bir düşünün.



Ya karanlık madde, yüksek enerjili çarpıştırıcılarımızda üretip denetim altına alabileceğimiz yeni tür bir parçacıktan meydana geliyorsa? Ya nasıl meydana geldiğini keşfetmemizin ardından fizik kanunlarına dair, farklı bir etkileşim yolu veya mevcut etkileşim yollarının farklı bir çalış-

ma prensibi gibi daha önceden bilmediğimiz yeni bir bilgiye ulaşırsak? Ya yeni keşiflerimiz sayesinde normal maddeyi yeni yöntemlerle değiştirmenin yolunu bulursak?

Hayatınız boyunca oynadığınız bir oyunu, bir gün ve birdenbire yepyeni kurallar ve taşlarla oynayabileceğinizi keşfettiğinizi düşünün. Karanlık maddenin ne olduğu ve hangi prensiplerle etkileşimde bulunduğu öğrendiğimizde, nasıl bir teknolojiye ve kavrayışa ulaşacağımızı hayal edin.

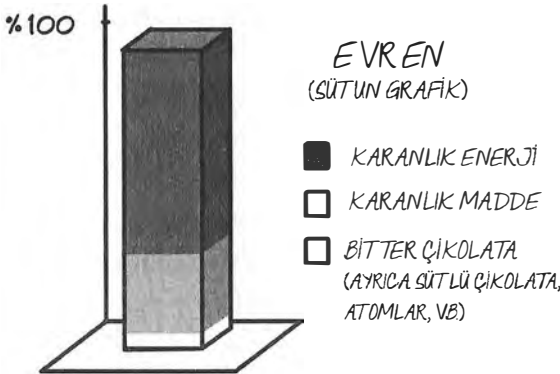
Bu konuları görmezden gelemeyiz. Karanlık olması önemsiz olduğu anlamına gelmez.



3. Karanlık Enerji Nedir?

Genişleyen Evren Aklımızı Başımızdan Alır

Evren hakkında bildiğinizi sandığınız her şeyin, yıldızlararası seyahat eden uzaylı bir ırk tarafından düzenlenmiş testte yüzde 5'lik puanı zar zor alabileceğini düşünmek sizi biraz bozguna uğratmış olabilir. Gerçekle yüzleşelim, bir uzaylı üniversitesine kabul edilme şansınız epey düşük.* İnsan ırkı olarak neleri bildiğimizi tekrar özetlemek için evrene dair aşağıdaki grafiğe bakalım (kusura bakmayın, grafik türlerimiz pek fazla değil):



* Bu, bir anlamda daha iyi olabilir çünkü kantindeki yemeklerin epey tuhaf olduğu söyleniyor.

Hayatınız boyunca harika, alabildiğine büyük bir evde yaşadığınızı ve yaşama dair her şeyi orada algıladığınızı, sonra bir gün aslında yaşadığınız yerin yüz katlı, son derece lüks bir apartman binasının ilk beş katı olduğunu keşfettiğinizi düşünün. Hayat şartlarınız birdenbire, eskisine göre daha karmaşık hale gelecektir. Binanın 27 katında karanlık madde adında çok ağır olduğu söylenen ama gözle görülemeyen bir şey oturmakta. Bu şey, harika bir komşu olabileceği kadar bir baş belası da olabilir. Üstelik bir sebeple sizinle koridorda karşılaşmaktan devamlı kaçınıyor.

Binanın geri kalan altmış sekiz katıysa *tamamıyla bir sır perdesi*. İşte, evrenin bu geri kalan yüzde 68’lik kısmına bilimciler “karanlık enerji” adını verir. Bu kısım, evrene dair en büyük sırrı barındırır ve ne olduğuna dair neredeyse en ufak bir fikrimiz dahi yoktur.

Öncelikle, ona neden karanlık enerji adının verildiğini merak ediyor olabilirsiniz. Aslında ona herhangi bir isim verebilirdik.* Neden herhangi bir isim? Çünkü evrenin *hızla genişlemesine* sebep olması dışında hakkında *hemen hemen hiçbir şey bilmiyoruz*.

Ona dair ikinci sorunuz da şu olabilir: “Orada olduğunu nereden biliyoruz?” Cevap: bir tesadüf eseri. Karanlık enerji, bilimciler bambaşka bir sorunun cevabını bulmaya çalışırken tamamıyla bir sürpriz sonucu ortaya çıkmıştır. Evrenin büyümesinin ne oranda yavaşladığını ölçmeye çalışırken, aslında tam tersi yavaşlamak bir kenara, gittikçe daha da hızlanarak büyüdüğünü fark etmişlerdir. Artık ayağa kalkıp merdivenleri çıkmanın ve yukarıdaki gizemli katlarda neler olup bittiğini öğrenmenin zamanı geldi.

Genişleyen Evrenimiz

Evrenin üçte ikilik kısmının tamamıyla başka bir şey araştırılırken bulunmasının tuhaflığı ve harikallığını anlayabilmek için bizi bu keşfe iten ilk sorumuza geri dönelim:

* Karanlık Taraf hariç, çünkü Yıldız Savaşları filmi bizden önce davranmış.



İçinde yaşadığımız evrenin bir başlangıcı var mı, yoksa ezelden beri bu haliyle mi mevcut?

Bu çok basit bir soru gibi gözükebilir ama aslında derin bir içeriğe sahiptir. Yaklaşık yüzyıl öncesine kadar en hassas bilimciler bile, evrenin ezelden beridir bu haliyle var olduğunu ve sonsuza kadar da bu haliyle var olmaya devam edeceğini düşünüyorlardı. Evrenimizin değişmekte olduğu çoğunun aklına bile gelmemişti. Onlara göre, var olan bütün yıldızlar ve gezegenler, tavandan sarkan bir dönence gibi veya hiç durmaksızın çalışan saatlerle dolu bir oda gibi sürekli ve değişmeksizin varlıklarını sürdürüyorlardı.



Gelgelelim bir gün, gökbilimciler tuhaf bir şey fark ettiler. Etrafımızı çevreleyen yıldızlar ve galaksilerden yayılan ışığı ölçtüler ve her şeyin birbirinden uzaklaşmakta olduğu sonucuna vardılar. Evren, mevcut haliyle olduğu yerde durmuyordu; *genişliyordu*.

Evrenin önceden beridir genişlemekte olduğu da hesaba katılırsa, o zaman şu anda geçmişe göre daha büyük olduğu söylenebilirdi. Bu düşünceyle devam edip zamanda geriye gittiğimizde evrenin, bir zamanlar çok küçük olduğu fikri de bir noktada ortaya çıkmış oluyordu.



EVRENİN İLK HALİ

Birçok fizikçi bu fikri komik buldu ve alay etmek için “Büyük Patlama” adını verdi. Eğer bu fizikçiler hâlâ yaşıyor olsaydı, parmaklarını havaya kaldırır ve gözlerini devirerek dalga geçmek için elleriyle havaya tırnak işareti yapardı. Bu fikre böyle bir isim konulmasının amacı, fikri bulanlarla alay etmektir ama bu isim nedense değiştirilmedi. Demek ki fizikçiler huysuzlaşıp asabileştiklerinde, evreni anlama yöntemlerimizin de kökten değişime uğraması an meselesi oluyor.

Böylece, evrenin genişlemekte olduğu gökbilimciler tarafından 1931 senesinde keşfedilmiş oldu. Bu, aynı zamanda evrenin çok, çok, çok** yoğun bir noktacıktan şu anki haline doğru büyüdüğü anlamına da geliyordu. (Bu noktanın büyük bir uzay boşluğunun içinde yüzmediğine dikkatinizi çekmek isteriz, o zaten uzayın *ta kendisiydi*. Uza-ya dair bu alışılmadık ve yeni fikre 7. bölümde değineceğiz.) Evrenin devamlı genişlemesiyle uyumlu olarak, Büyük Patlama’dan daha farklı teoriler de vardı ama bu teoriler, genişleyen evrenin yoğunluğunu sabit tutmak için sürekli olarak yeni madde üretilmesi gerekliliğini beraberrinde getiriyordu.

* İngilizcedeki orijinal ismi “Big Bang”. (ç.n.)

** Söz konusu noktanın ne kadar küçük ve yoğun olduğunu anlatmak için sonsuz sayıda çok kelimesi yazmak gerekebilir. Bütün evrenin bir noktacığın içerisinde toplandığını düşünün.

EVRENİN OLASI SONLARI

DENK GELEN
EMOJİ

A. EVRENDE O KADAR FAZLA MADDE VARDIR Kİ ÖNÜNDE SONUNDA YER ÇEKİMİ GALİP GELECEK VE BUNUN SONUNDA EVRENİN BÜYÜMESİ YAVAŞLAYIP TAM TERSİ KÜÇÜLMEMEYE BAŞLAYACAKTIR. BUNA BÜYÜK ÖĞÜTME DEMİR.	:0
B. YER ÇEKİMİNİN, EVRENİN GENİŞLEMESİNİ YAVAŞLATABİLMESİ İÇİN YETERİ KADAR MADDE YOKTUR. BU SEBEPLE EVREN SONSUZA KADAR GENİŞLEMEMEYE DEVAM EDECEKTİR TA Kİ SONSUZ DERECEDE SEYRELİMİŞ VE SOĞUK (VE TENHA) BİR EVREN HALİNE GELENE KADAR.	: (
C. YER ÇEKİMİNİN, TAM DA EVRENİN GENİŞLEMESİNİ YAVAŞLATABİLMESİNE OLANAK VERECEK KADAR MADDE VARDIR AMA BU YİNE DE GENİŞLEMİYİ TAMAMEN DÜRDÜRMÜŞ VEYA KÜÇÜLTME YOL AÇACAK KADAR DEĞİLDİR. EVREN GENİŞLEMEMEYE DEVAM ETMEKTEDİR AMA BU GENİŞLEME HIZI SIFIRA DOĞRU YAKLAŞMAKTADIR.	:

Eğer evrenin bir başlangıcı varsa bir sonunun da olabileceği fikrini düşünebilirsiniz. Böylesine büyük, hayranlık uyandırıcı ve harikulade tuhaf bu yerin sonu nasıl gelebilir ki? Hepsinden önemlisi, uzun zamandır üzerinde çalıştığınız şu romanı bitirmek için zamanınız var mı?

Evrenin sonunu ne getirebilir? Bu sorunun cevabını eski dostumuz kütle çekim verecektir.

Maddenin, Büyük Patlama'nın kozmik etkisiyle dört bir yana dağıldığı sırada kütle çekimin de tersine işlev gördüğünü unutmayın. Evrendeki her madde zerresi, evreni toparlamak için elinden geleni yapan kütle çekim kuvvetini hisseder. Bu, evrenin kaçınılmaz kaderine dair bize ne ifade etmektedir? Bu konuda birkaç farklı görüş var.

İşin akıl almaz kısmına geldik. Doğru cevap: *hiçbiri!* Garip olsa da gerçek, sadece birkaç bilimcinin dikkate aldığı (çünkü son derece akıl almaz bir fikir) *gizli* bir dördüncü seçenektir:

İnanılmaz derecede güçlü ve gizemli bir kuvvet evreni genişlettiği için *evren hızla büyümekte.*

Bugüne kadar gözlemlediklerimizle uyumlu olan tek seçenek bu dördüncü fikirdir.

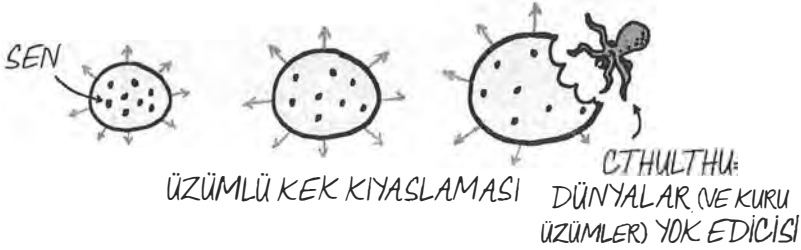


Evrenin Genişlediğini Nereden Biliyoruz?

Evrenin kaderinin ne olacağı sorusu çok önemli bir soru olsa da şimdilik rahatlayabilirsiniz. Tartıştığımız gelecek bundan milyarlarca yıl sonrasıdır. Hâlâ çoksatınlar listesine girecek romanınızı bitirebilir, hatta devam kitabını bile yazabilirsiniz. Bu konunun bizim açımızdan önemli olmasının sebebi, bu tarz derin soruların cevaplarına ulaşabildiğimiz takdirde içinde yaşadığımız evrenin de işleyişini daha iyi anlayabilecek olmamızdır. Bazen bu soruları sorarak gündelik hayatı doğrudan etkileyebilecek şaşırtıcı bir bilgiye ulaşabiliriz. Örneğin, telefonun GPS özelliği hoşunuza gidiyor mu? GPS sisteminin bugün var olmasının sebebi Einstein'ın, cisimler ışık hızıyla hareket ettiklerinde (ki bu sıkça karşılaştığımız bir durum değildir) ne olur sorusunu sormasıdır. Bu soru görelilik teorisini doğurmuş, böylece GPS sisteminin bugünkü şekliyle kusursuz çalışmasına olanak vermiştir.

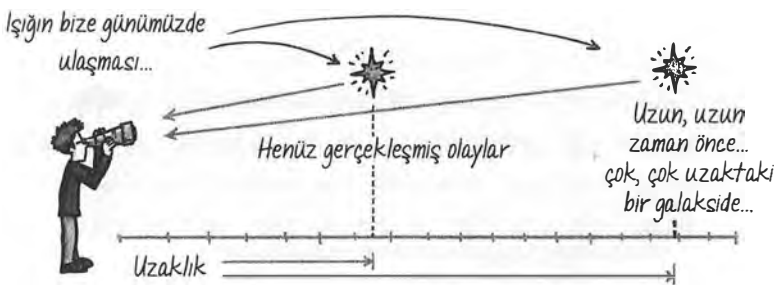
Evrenin kaçınılmaz kaderini tahmin edebilmek için bilimciler, evrenin ne kadarlık bir hızla büyüdüğünü bilmelidir. Bu bilgiye, etrafımızdaki galaksilerin bizden ne kadarlık bir hızla uzaklaştığını ölçerek ulaşmışlardır.

Öncelikle şunu anlamalıyız: genişlemekte olan bir evrende her şey, sadece evrenin merkezinden değil, aynı zamanda diğer şeylerden de uzaklaşmaktadır. Bir kek büyüklüğündeki evrenin içinde bir kuru üzüm tanesi olduğumuzu düşünelim. Kek fırında pişip kabardıkça bütün kuru üzüm taneleri diğerlerinden uzaklaşır, fakat boyutları aynı kalır.



Ama evrenin kaderini öğrenebilmek için bu genişlemenin değişip değişmediğini öğrenmeliyiz: galaksilerin bizden uzaklaşma hızları birkaç milyar yıl öncesine göre daha mı *yavaş*tır yoksa daha da *hızlanmış* mıdır? Öğrenmek istediğimiz, bu genişlemenin ivmesinin *zamana göre nasıl değiştiğidir*. Bunu görebilmek için galaksilerin *geçmişte* bizden hangi hızda uzaklaştıklarını bilmeli ve bunu *şimdiki* hızlarıyla karşılaştırmalıyız.

Geleceği görmek zordur, ama gökbilimciler için geçmişe bakmak kolaydır. Evren son derece büyük olduğu ve ışık da sınırlı bir hıza sahip olduğu için, uzaktaki objelerin ışığının Dünya'ya ulaşması uzun zaman alır. Bu, uzaktaki yıldızlardan bize ulaşan ışığın aslında çok *eski* olduğu anlamına gelir. Dolayısıyla taşıdığı bilgi de eskidir. Bu ışığa bakmak zamanda geriye bakmak gibidir.



Bu mantığın tersi de söz konusudur. Eğer çok uzaktaki bir gezegende yaşayan uzaylılar şu anda teleskoplarıyla Dünya'ya bakıyorlarsa, bizden uzun yıllar önce ayrılan ışığa bakıyorlardır. Tam şu anda, yıllar önce başınıza gelen o utanç verici olayı (*hangisi olduğunu çok iyi biliyorsunuz*) bile gözlemliyor olabilirler.

Kısacası obje ne kadar uzaktaysa bize ulaşan ışık da o kadar eskidir ve zamanda da bir o kadar geriye bakıyoruzdur. Bu da demektir ki çok uzaktaki objelerin belirli bir hızla hareket ettiklerini ölçüp ardından da bize daha yakın olan objelerin bundan farklı bir hızda hareket ettiklerini görürsek, bundan objelerin hızlarının zaman içerisinde değişime uğradığı sonucunu çıkartabiliriz. Uzaktaki bir yıldızın hareket hızını, tıpkı polisin sizi aşırı hız yaptığınız zamanda yakaladığı yöntemle (Doppler etkisi), bir başka deyişle ışığın frekans spektrumundaki değişimine bakarak belirleriz. Yıldız bizden ne kadar hızlı uzaklaşırsa ışığı da o kadar kırmızı olur.

Objelerin ne kadar uzakta olduğunu belirlemek için akıllı bilimsel yöntemler kullanmak gerekir. Örneğin, bize yakın olan sönük ışıklı bir yıldız ile uzak olan parlak ışıklı bir yıldız arasındaki farkı nasıl anlarız? Teleskoptan bakıldığında ikisi de aynıdır; gece vakti iki sönük ışık noktacığı olarak gözükür. Bu, bilimciler özel ve büyük ihtimalle evrenin her yerinde aynı şekilde davranan bir yıldız keşfedene kadar böyleydi. Bu özel yıldızlar, boyut ve yapıları yüzünden aynı ivmeyle büyür ve belirli bir boyuta ulaştıklarında aynı şeyi yaparlar: patlarlar. Ya da tam olarak söylemek gerekirse, şiddetle kendi içlerine doğru çökerler ama bu çökme o kadar şiddetlidir ki sonuç olarak ortaya büyük bir patlama çıkar.* Bu tür bir patlamaya tip 1a süpernova denir. Bu tür patlamaların genel olarak bize ulaştırdığı faydalı bilgi, hepsinin de aynı şekilde patlıyor olmasıdır. Dolayısıyla, sönük ışıklı olana rastlarsanız o yıldızın uzakta olduğunu, parlak ışıklı olana rastlarsanız da o yıldızın yakında olduğunu

* Astronomi, bir Michael Bay filmine oranla çok fazla patlama görür.

anlamamız gerekir. Sanki evren bu işaretleri, ne kadar büyük ve harika olduğunu anlayabilelim diye her tarafa koymuştur (evren sırlarla dolu olsa da asla alçakgönüllü değildir).



Gökbilimciler, tip 1a süpernovaları “standart mumlar” olarak adlandırırlar (böyle de romantiktirler). Bu mumlar sayesinde gökbilimciler, objelerin ne kadar uzakta olduklarını (ve aynı zamanda ne kadar eski olduklarını) ve (Doppler etkisini kullanarak) ne kadar hızla hareket ettiklerini anlayabilirler, bu sayede evrenin genişleme değişimini ölçebilirler.

Bu bilgiye eriştikten kısa bir süre sonra, bilimcilerin oluşturduğu iki farklı grup evrenin genişleme hızını ölçebilmek amacıyla birbirleriyle yarışa girdiler. Ama patlamaları çok kısa süreli olduğu için süpernovaları bulmak o kadar kolay değildi. Birisini yakalamak için gökyüzünü devamlı taramaları ve aniden parladıktan sonra sönen yıldızları bulmaları gerekti.

İki grup da evrenin büyümesinin ya yavaşlamakta olduğu ya da aynı hızda devam ettiği konusunda hemfikirdi. Bu mantıklı bir öngörüdür. Eğer evren bir patlamadan meydana gelmişse ve kütle çekim de her şeyi tekrardan yerine oturtmaya çalışıyorsa, o zaman geriye sadece iki seçenek kalır: ya kütle çekim kazanır ve her şey eski haline geri çekilir ya da her şey düzenli olarak büyümeye devam eder.

Bilimciler, süpernovaları ölçerek evrenin büyüme hızını hesaplamaya çalışmadan önce büyümenin yavaşladığını düşünüyordu. Bir başka ifadeyle, uzaktaki yıldızların (daha eski olanların) yakındaki yıldızlardan (bugüne daha yakın olanlardan) daha hızlı hareket ettiklerini

düşünüyordu. Onun yerine, tam tersinin söz konusu olduğunu fark ettiklerinde çok şaşırdılar: bugün yıldızlar bizden, geçmişe oranla çok daha hızlı bir biçimde uzaklaşıyordu. Evren, geçmişe göre *daha hızlı* genişliyordu.



Bu sonucun ne kadar şaşırtıcı olduğunu idrak edebilmek için biraz üzerinde duralım. Gökbilimcilerin kafasında iki şey vardır: uzun zaman önce meydana gelen bir patlamayla oluşan bir evren ve her şeyi tekrar yerine oturtmaya çalışan bir kütle çekim kuvveti. Bunun yerine üçüncü bir fikir daha var: uzayın büyüklüğü. 7. bölümde ilginç detaylarla anlatacağımız gibi uzay, evrenin bir tiyatro oyunu sergilediği durağan, boş bir zemin değildir. (Devasa objeler söz konusu olduğunda) Bükülebilen, (kütle çekimsel dalgalarla) dalgalanan ve genişleyen fiziksel bir oluşumdur. Üstelik hızla büyümektedir. Uzay, daha da büyümek için *acele etmektedir*. Çok sayıda uzayın yaratılmasını sağlayan bir şey vardır, bu sebeple de evrendeki her şeyi dışarıya doğru itmektedir.

İlk bulgular, evrenin büyüme hızının yavaşladığını gösterir. Ama son beş milyarlık yıl içerisinde bir şey evreni dört bir yandan iterek gittikçe daha hızla büyümesine sebep olmaktadır.

Evrenin gittikçe artan bir ivmeyle büyümesine sebep olan bu itici kuvvete “karanlık enerji” denir. Onu göremeyiz (bu yüzden “karanlık” denir) ve her şeyi itmektedir (bu yüzden “enerji” denir). Bu öyle büyük

bir kuvvettir ki evrendeki toplam kütle ve enerjinin yüzde 68'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir.



Pasta Grafiği

Şu ana kadar, evrensel pasta grafiğimizdeki tanımlamalar konusunda çok kesin davrandık. Yüzde 5'lik pay bir tahmin gibi gözükebilir, ama karanlık madde için yüzde 27 ve karanlık enerji için yüzde 68 gibi bir payın ayrıldığını duyduğunuzda, aslında fizikçilerin kabaca tahminlerde bulunmanın daha ötesine geçtiklerini anlamış olmalısınız.

Peki, evrendeki karanlık madde ve karanlık enerji miktarını nasıl biliyoruz?

Karanlık maddeyi, elimizdeki imkânları kullanarak (kütle çekimsel mercek etkisi ve dönen galaksiler) en ince ayrıntısına kadar ölçemeyiz, çünkü yıldızların veya karanlık maddenin dizilimi her zaman istediğimiz gibi olmayabilir. Ayrıca bulamayacağımız yerlerde daha fazla karanlık madde olma ihtimali her zaman vardır.*

Karanlık enerjiye gelince, onun da tam olarak ne olduğunu bilmiyoruz. Bu sebeple doğrudan ölçmemize imkân yok.

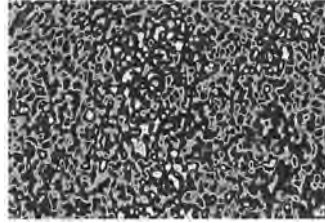
İşin etkileyici kısmıysa bunların ne olduğuna dair ne kadar kıt bilgiye sahip olduğumuzu da hesaba katarak, yüzdelerini birkaç farklı yöntemle

* Bütün kayıp çoraplarınız ve anahtarlarınızla beraber.

ölçmeyi başarabilmiş olmamızdır. Şu ana kadar başvuru alan tüm yöntemler birbirleriyle uyumlu sonuçlar vermiştir.

Karanlık madde ve karanlık enerji miktarını ölçmenin en hassas yolu da evrenin, çok küçük ve şirin bir bebekken* çekilen fotoğrafını incelemekten geçer.

İlerleyen bölümlerde evrenin bebeklik fotoğrafının nasıl çekildiğine ve neyi ifade ettiğine değineceğiz, şimdilik böyle bir fotoğrafın olduğunu bilin yeter. Bu fotoğrafa Kozmik Mikrodalga Arka Plan Işıması adı verilmiştir ve hemen hemen aşağıdaki gibidir:



*BEBEK EVREN
(BEBEK BEZİ HARİÇ)*

Tamam, o kadar şirin olmadığını kabul ediyoruz. Hatta (çoğu bebekler gibi) kırıxıklıklarla kaplı yamru yumru bir yığın gibi duruyor. Bu fotoğraf, evrenin oluşmaya başladığı ilk dönemlerden kaçan fotonları gösterir. Burada önemli olan şey, fotoğrafın içindeki kırıxıklıklar ve biçim düzenlerinin evrenin içindeki karanlık madde, karanlık enerji ve normal madde oranına duyarlı olmasıdır. Bir başka deyişle, bu oranı değiştirseniz fotoğraftaki biçimler de aynı şekilde değişecektir. Buradaki biçimlere bakarak yüzde 5 normal madde, yüzde 27 karanlık madde ve yüzde 68 karanlık enerji oranına ulaşılır. Bunun dışındaki herhangi bir şey bu oranlardan farklı bir sonuç verirdi.

Karanlık enerjiyi ölçmemizin başka bir yolu da süpernova standart mumlardan öğrendiğimiz evrenin genişleme ivmesidir. Karanlık enerji-

* Sizi siz yapan şeyi pohpohlamak her zaman iyidir.

nin her şeyi gittikçe artan bir hızla dışarıya doğru itmekte olduğunu biliyoruz. Normal madde ve karanlık madde öngörülerimizden yola çıkarak bu genişleme hızına ulaşılması için ne kadar karanlık enerjiye ihtiyaç olduğunu hesaplayabiliriz. Bu da bize evrende bulunan karanlık enerji miktarını tahmin etme fırsatı sağlar.

Son olarak karanlık madde, karanlık enerji ve normal madde oranlarını evrenin bugünkü yapısına bakarak söyleyebiliriz. Evren, belirli bir düzen içinde bir araya gelen yıldız ve galaksilerden oluşur. Bilgisayar simülasyonu kullanarak günümüzden Büyük Patlama'nın hemen sonrasına kadar olan zamana geri gidebilir, evrenin bugünkü haline ulaşması için kaç miktar karanlık madde ve karanlık enerjiye ihtiyacı olduğunu görebiliriz. Örneğin, bu simülasyonun içinde doğru miktarda karanlık madde olmazsa, galaksiler bugünkünden daha farklı şekillerde ortaya çıkar ve oluşumu bildiğimiz üzere erken döneme denk düşmez. Karanlık madde, devasa kütlesi ve kütle çekim enerjisiyle, galaksilerin erken dönemde oluşmasını sağlayacak normal maddenin bir araya yığılmasına yardım etmiştir. Bunun yanı sıra, evrendeki bütün enerjyi, karanlık enerjiyi hesaba katmadan sadece normal madde ve karanlık madde olarak açıklamaya kalkarsak (bu durumda karanlık maddenin oranı yüzde 95'e çıkar), galaksiler bir kez daha gerektiği şekilde meydana gelmemiş olur.



İşin en harika tarafı da bütün bu yöntemlerin bize aynı sonucu veriyor olmasıdır. Hepsi de evrenin yüzde 5 normal maddeden, yüzde 27 karanlık maddeden ve yüzde 68 karanlık enerjiden oluştuğunu söyler.

Bu bileşenlerin her birinin ne olduğu tam olarak bilinmese de en azından oranları kesin olarak söylenebilir. Ne olduklarına dair hiçbir fikrimiz yok, ama *orada olduklarını* biliyoruz. Hassas cehalet çağına hoş geldiniz.

Karanlık Enerji Ne Olabilir?



Karanlık enerjinin nasıl keşfedildiğini ve evrende ne oranda bulunduğunu gösterdik. Peki ama karanlık enerji gerçekte nedir? Buna verilecek en kısa cevap *hiçbir fikrimizin olmadığıdır*. Onun, evrenin şu anda *genişlemesine* sebep olan kuvvet olduğunu biliyoruz. Evrende madde formundaki her şeyi alıp dışarı itiyor. Şu anda bizi, sizi ve bildiğiniz her şeyi birbirinden uzağa itiyor.* Ve onun ne olduğunu hâlâ çözebilmiş değiliz.

Diğer bir yaygın fikir de karanlık enerjinin boş uzay enerjisinden meydana geldiğidir. Doğru duyunuz, *boş uzay*.

* Bizi ayıracak olan aşk değil karanlık enerjidir.

Bir şeyin boş olduğunu söylediğimizde, o şeyin içinde “hiçbir şey” bulunmadığını kastederiz. Daha teknik bir ifadeyle, hiçbir şeyi kapsamadığını düşünürüz. Galaksilerarası uzayda içinde hiçbir madde parçacığı (karanlık madde bile) bulunmayan kısımlar vardır. Şimdi düşünün: ya boş uzayın, içinde hiçbir madde bulunmamasına rağmen, ışıltıyı veya çok sönük bir uğultuyu andıran kendine ait bir enerjisi varsa? Bu enerjinin, boş uzayda hiçbir amacı olmadan bulunduğunu düşünün. Böyle bir şeyin gerçek olması halinde, söz konusu enerji, evreni dışarı itecek kütle çekim kuvvetini pekâlâ sağlıyor olabilir.

Bu kulağa çılgınca bir fikir gibi gelebilir ama aslında şaşırtıcı derecede mantıklı bir açıklamadır.

İşin gerçeği şu ki, kuantum mekaniğine göre bir boşluk enerjisinin olması gayet doğaldır. Kuantum mekaniğinde, (parçacıklar gibi) çok küçük objeler

*BOŞ UZAY ENERJİSİ
(BİZE GÜVENİN,
ORADA BİR YERDE VAR)*

için geçerli olan kurallar, (insanlar ve turşular gibi) daha büyük objeler için geçerli olan kurallardan farklıdır. Kuantum objeleri, belirli bir konuma sahip olmamak, içinden geçilemez bariyerlerin öbür tarafında belirlemek veya gözlemlenip gözlemlenmediklerine göre hareket etmek gibi turşular dünyasında hiçbir şey ifade etmeyen davranış biçimlerinde bulunabilirler. Ayrıca, kuantum fiziğine göre parçacıklar birdenbire var olup başka türlü bir boş uzay enerjisinden çıkabilirler.

Kuantum mekaniği, gerçekliği ve mutlak uzay ve zaman fikrinden uzaklaşmamıza sebep olan görelilik teorisini farklı algılamamızı sağlar. O halde boş bir uzaymış gibi görünen kısmın, evreni dışarıya iten bir boşluk enerjisine sahip olabileceği fikrini neden kabul etmeyelim?

Bu teorinin sorunu şudur: Bilimciler kuantum mekaniğine göre boş uzayın ne kadar enerjiye sahip olması gerektiğini hesaplamaya kalktıklarında son derece büyük bir rakama ulaşırlar. Büyüktен kastımız gerçekten büyük; 10^{60} veya 10^{100} katına varan bir rakamdır.* Bu neredeyse

* 1920’lerde Edward Kasner tarafından ortaya atılan ve tam olarak $(10^{10})^{100}$ olduğu düşünülen rakam. (ç.n.)

googolplex büyüklüğündedir (Google'dan araştırabilirsiniz). Karşılaştırma yapabilmek için, evren içerisindeki tüm parçacıkların tahmini sayısını 10^{85} olarak düşünelim. Böylece bu fikrin sınırları nasıl aştığını daha rahat anlayabiliriz.

ONU OLUŞTURURSAN
DURMAKSIZIN BÜYÜYECEKTİR.



ENERJİ DÜŞLERİ TARLASI

Bunun dışındaki fikirler, uzayın içinde elektromanyetik bir alan gibi işleyen yeni kuvvetleri veya özel alan formlarını kapsar. Evrenin genişlemesindeki ivme artışının neden sadece beş milyar yıl önce başladığını açıklayabilmek için bu alanların zaman içinde değişime uğradıkları varsayılmıştır. Bu teorilerin çok farklı çeşitleri olsa da ortak özellikleri teste tabi tutulmalarının son derece zor olmasıdır. Sonuçta, bu alanlardan bazıları normal parçacıklarla etkileşimde bulunmayabilir, bu da yerlerini saptamak için gerekli deney ortamını sağlamayı güçleştirir. Bazı alanlar da yeni parçacıkları gerektirebilir (Higgs alanının Higgs bozonuna sahip olması gibi), ama bu parçacıklar çok ama çok büyük olabilirler, bu durumda onları günümüz şartlarıyla ölçmek imkân dahilinde değildir. Peki, ne kadar bir büyüklükten bahsediyoruz? Şu ana kadar gördüğümüz her şeyden daha ağır olsa da kediniz kadar ağır değil.

Bütün bu fikirler henüz emekleme döneminde. Bilimcilerin, evrendeki enerjinin ne işler çevirdiğini eninde sonunda anlayacağı güne kadar onları, daha iyi fikirlere sürükleyecek ilk örneklerden ibarettir. Karanlık madde, karanlık enerjiye oranla çok daha basit görünür ve hakkında, karanlık enerjiye oranla daha fazla bilgiye sahibizdir; en

azından bir madde türü olduğunu biliyoruz. Karanlık enerjiyse kelimenin tam anlamıyla herhangi bir şey olabilir. İlk insanların yıldızları, Güneş'i veya havayı tuhaf kıyafetler giyen tanrıların bir işi olarak yorumlamasını nasıl komik buluyorsak, bundan beş yüzyıl sonra dünyaya gelecek bir bilimci de şu anki halimize baktığında, karanlık enerjiye ait mevcut fikirlerimizi son derece komik bulacaktır. Oralarda bir yerde, kavrayışımızın çok ötesinde, son derece güçlü birtakım etmenlerin olduğunu ve evren hakkında daha öğrenmemiz gereken çok fazla şey olduğunu biliyoruz.

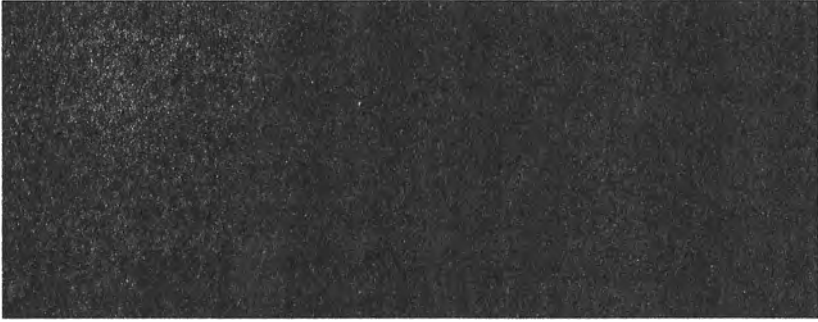


Bunun Geleceğimiz Açısından Anlamı Nedir?

Evren karanlık enerji yüzünden giderek artan bir hızla genişliyorsa şayet, her şeyden günbegün biraz daha hızlı uzaklaşıyoruzdur. Genişleme, hızını arttırdıkça birbirinden uzak olan şeyler de eninde sonunda ışık hızından da büyük bir hızla hareket etmeye başlayacaktır. Bu da yıldız ışıklarının bize bir müddet sonra ulaşamayacağı anlamına gelir. Bu gece bile gökyüzüne bakarsanız, göreceğiniz yıldız sayısının düne oranla daha az olduğunu fark edersiniz. Bu genişlemeyi doğal sürecinde takip edecek olursak, bundan milyarlarca yıl sonra gökyüzüne baktığımızda sadece birkaç tane yıldız görebiliriz. Hatta uzak bir gelecekte, gece vakti gökyüzünün tamamıyla zifiri karanlık olacağını söyleyebiliriz.

Gelecekte, Dünya'da yaşayan bir bilimci olduğunuzu hayal edin. Göremediğiniz yıldızların veya galaksilerin varlığını nasıl tahmin ederdiniz?* Genişleme devam ederse, Güneş sistemini, gezegeni ve hatta torunlarınızın elinden düşürmediği cep telefonlarını bile parçalara ayıracaktır. Öte yandan, genişlemeye sebep olan şeyin ne olduğuna dair fazla bir bilgiye sahip olmadığımız için, bu ivmenin gelecekte yavaşlaması ihtimali de söz konusudur.

Bu bilgiler size şunu düşündürmüş olmalı: eğer geçmişte, günümüze oranla daha fazla yıldız vardysa ve insanların da son 14 milyar yıldır ortalıkta olduğunu düşünürsek, bu muhteşem partiye dair kim bilir hangi harika şeyleri kaçırmışızdır?



GELECEKTEKİ GECE GÖĞÜ

* Eğer yıldızları görmek istiyorsanız, hep ertelediğiniz şu kamp gezisini milyarlarca yıl sonraya bırakmamanızı tavsiye ederiz.

4. *Maddenin En Temel Elementi Nedir?*

Görebildiğimiz Ufak Şeyler Hakkında Çok Az Bilgiye Sahibiz

İnsanların sahip olduğu bilgi ve bilimin toplamda, sadece ve sadece “normal madde” olarak adlandırdığımız yüzde 5’lik kısımdan ibaret olduğunu öğrenmek,

- a) Sizi küçük, aşağılanmış ve biraz da ürkmüş hissettirebilir.
- b) Her şeyi inkâr etmenize yol açabilir.
- c) Evren hakkında öğrenebileceğimiz onca şey için heyecan duymanızı sağlayabilir.
- d) Sizi bu kitabı okumaya devam etmeniz için cesaretlendirebilir.

Eğer aşağılanmış ve ürkmüş hissettiyseniz, iyi haberlerimiz var. Bu bölümün çoğunu normal madde hakkında konuşarak geçireceğiz. Bu arada, eğer karanlık maddenin de kendi karanlık fiziği, karanlık kimyası, karanlık

biyolojisi ve doğal olarak karanlık maddeden yapılmış fizikçileri varsa, onlar da büyük ihtimalle *kendi* maddelerinin “normal” olduğunu iddia ediyorlardır. Bu yüzden belki de bir parça aşağılanmış *hissetmelisiniz*.

Kötü haberlerimiz de var. Yüzde 5’lik kısma dair her şeyi bildiğimizi de söyleyemeyiz.



Bu, birçoğunuza büyük bir sürpriz gibi gelebilir. Ne de olsa sadece birkaç milyar yıldır etraftayız ve bilimsel ilerleme açısından çok da kötü sayılmayız. Hatta, evrenin bize ait bu küçük köşesini enine boyuna bildiğimizi bile söyleyebiliriz. Parmağımızın ucunda o kadar havalı teknolojiler var ki gündelik hayatın bilimine dair hemen hemen her şeyi çözdüğümüzü zannedebiliriz. Nerede, ne zaman olursak olalım saatler süren berbat TV programlarını izleyebiliriz. Bu, bir uygarlık için gerçekten de önemli bir kilometre taşıdır.

İlginçtir ki bu hem doğru hem de yanlıştır (burada, 24 saat boyunca berbat TV programları seyretmemizden değil, gündelik hayata dair birçok şeyi çözdüğümüzden bahsediyoruz).

Normal madde hakkında birçok şey bildiğimiz doğrudur. Ama aynı zamanda normal madde hakkında hâlâ birçok şeyi *bilmediğimiz* de doğrudur. En dikkat çekici olanı, bazı parçacıkların ne işe yaradıklarını hâlâ çözememiş olmamızdır. Gündelik yaşamın fiziğine dair, şu ana kadar 12 madde parçacığı keşfetmiş durumdayız. Bunlardan altısına “kuarklar”, diğer altısına da “leptonlar” dedik.



Etrafınızdaki şeyleri oluşturmak için bunlardan sadece üçüne ihtiyacınız var: yukarı kuark, aşağı kuark ve elektron (leptonlardan biri). Yukarı ve aşağı kuarkları kullanarak proton ve nötron oluşturabileceğinizi ve buna elektronu da eklediğiniz anda atomu elde edebileceğinizi hatırlayın. Öyleyse geri kalan dokuz parçacık ne işe yarar? Neden vardır? *Hiçbir fikrimiz yok.*

Ne kadar kafa karıştırıcı değil mi? Harika bir kek yaptığınızı, onu pişirip, süsleyip ve tattıktan sonra (tadı harika, muhteşem bir aşçısınız), hiç kullanmadığınızı dokuz farklı malzeme olduğunu hayal edin. O malzemeleri oraya kim koydu? Herhangi bir amacı var mı? Bu tarifi bulan kim?

İşin gerçeği, normal maddeye dair bilginizin eksikliği (yüzde 5) parçacık kekinden çok daha derine iner.



Özetlemek gerekirse, üç parçacığın (yukarı kuarklar, aşağı kuarklar ve elektronların) bir atomu oluşturmak için nasıl bir araya geldiğini anlıyoruz. Atomların molekülleri, moleküllerin de kek ve fil gibi karmaşık objeleri

nasıl oluşturduklarını biliyoruz. Kısacası *nasıl* sorusuna cevap verebiliyoruz: şeylerin nasıl birleştiğini ve nasıl birleştirileceğini biliyoruz. Bunu o kadar iyi biliyoruz ki ter emici iç çamaşırlarından tutun da uzay teleskoplarına kadar her şeyi imal edebiliyoruz. Oldukça iyi sayılırız, öyle değil mi?*

Bilmediğimiz bir şey varsa, o da *neden* sorusuna verilecek cevaptır: neden şeyler bu şekilde düzenleniyor? Neden daha farklı bir düzenle oluşmuyor? Bu, kendi içinde tutarlı evrenin tek kopyası mı, yoksa sicim kuramcılarının iddia ettikleri gibi 10^{500} farklı versiyondan sadece bir tanesi mi?

Evrendeki her şeyin bir araya gelme sebebini henüz temel anlamda bile olsa bilmiyoruz. Bu yönüyle durum biraz müziğe benziyor: nasıl müzik yapılacağını biliyoruz, dans ediyoruz, şarkı söylüyoruz ama bizi neden böylesine ritme sokabildiğini bilmiyoruz. Evren için de aynısı geçerli: sistemin çalıştığını biliyoruz ama *neden* çalıştığını bilmiyoruz.

Bazılarımız buna verilecek bir cevabın olmadığını, varsa bile cevabı anlamak şöyle dursun, var olduğunu bile bilemeyeceğimizi iddia edebilir. Bu tartışmayı şimdilik 16. bölüme bırakacağız. Yine de bu bilgiye sahip olmadığımızı gerçeğini hatırlatalım.

Meraklı biriyseniz ve bahsettiğimiz “nedenler” ile ilgileniyorsanız,** bu soruya nasıl bir cevap verilebileceğini ve sorunun, ne işe yaradıklarını bilmediğimiz parçacıklarla ne ilgisi olduğunu merak ediyor olmalısınız.

Evrenin yapısına dair sorulan “neden” sorusunun cevabını anlamak istiyorsak, ilk yapmamız gereken şey evrenin en derininde, en temelinde ne olduğunu öğrenmektir. Bu, evreni en küçük parçasına kadar paramparça etmek demektir. Gerçekliğin en küçük ve en temel parçası nedir? Eğer bu bir parçacıksa, o zaman bu parçacığı meydana getiren parçacığı, sonra onu meydana getiren parçacığı (bu, sonsuza kadar devam eder) bulmamız gerekir.

Temel parçacıkları bulduğunuz zaman inceleyebilir, evrenin yapısının neden böyle çalıştığını çözebiliriz. Bu, legolardan oluşan bir evrende en

* Gelgelelim hâlâ uçan araba yapabilmiş değiliz.

** Dipnotları bile okuduğunuz düşünülürse bu gerçekçi bir varsayımdır.

küçük lego parçasını bulmaya benzer. Bulduğumuz zaman, her şeyin bir-biriyle nasıl da iç içe geçtiğinin temel prensibini anlarız. Gerçeklik kadar, (ümit ediyoruz ki) karanlık enerji ve karanlık madde hakkında da derin ve temel bilgilere ulaşmış oluruz.



Şu anda evreni mümkün olan en küçük parçasına kadar bilip bilmediğimizden emin değiliz. Emin olsak bile bulduğumuz lego parçacıklarıyla ne yapacağımızı bilemez durumdayız. Ama işin heyecan verici kısmı, bir haritaya sahip olmamız. Elimizde evrene dair tamamlanmamış bir çapraz bulmaca var. Bu bulmaca aşına olduğumuz bir şeye, bir periyodik tabloya benzer.

Temel Parçacıkların Periyodik Tablosu

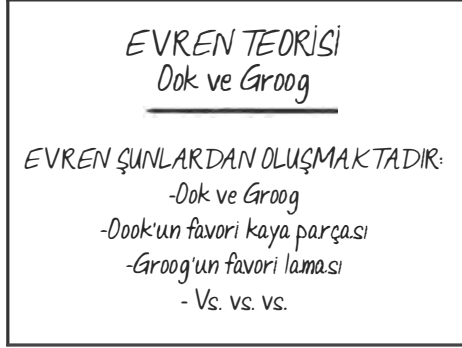
Yaklaşık yüzyıllık bir uğraştan sonra fizikçiler, 12 temel parçacığın aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi düzenlenebileceğini keşfettiler.

"TEMEL" MADDE PARÇACIKLARI

	1. NESİL	2. NESİL	3. NESİL	YÜK
KUARKLAR	YUKARI	TILSIM	ÜST	+2/3
	AŞAĞI	ACAYIP	ALT	-1/3
LEPTONLAR	ELEKTRON	MÜON	TAU	-1
	TAUELEKTRON NÖTRİNO	MÜON NÖTRİNO	TAU NÖTRİNO	0

BIRAZ KÜTLE BIRAZ DAHA KÜTLE DAHA DA FAZLA KÜTLE →

Buralara kadar gelebilmiş olmamızın ne kadar da önemli olduğunu anlayalım. Mağara dönemi fizikçileri Ook ve Groog'un evrenin nasıl meydana geldiğine dair teorisini hatırlayalım.*



Bu tamamlanmış bir tabloydu ama pek yardımcı olmadığını da söylememiz gerekir, çünkü temel anlamda bize bir şey söylememektedir, sadece bir durum değerlendirmesidir. Daha sonra Yunanlar her şeyin dört temel elementten meydana geldiği fikrini ortaya attılar: *su, toprak, hava ve ateş*. Bu tamamıyla yanlış bir fikirdi, ama en azından doğru yönde atılmış bir adımdı çünkü gezegenin tanımını *basitleştirmeye* çalışmıştı.

Ardından, değişik türde atomların bir araya gelerek elementleri, kayaları, suyu, toprağı ve lamaları oluştuğunu öğrendik. Bunun ardından atomların küçük parçacıklardan meydana geldiğini, hatta bunlardan bazılarının da daha küçük parçacıklardan (kuarklardan) oluştuğunu keşfettik. Bütün bunlardan çıkardığımız en önemli ders, atomların ve lamaların evrenin esas birimleri olmadıklarıydı. Eğer evrene dair temel bir denklem varsa bile bu denklemin içinde N_{lamalar} şeklinde bir değişken olmadığından emin olabiliriz. Çünkü aynı atomlar gibi lamalar da evrenin temel elementi değildir. Evrenin esas doğasını tanımlamazlar. Tıpkı rüzgârın bir araya gelerek hortumu; gaz ve kütle çekiminin ise yıldızları oluştur-

* Tablodaki vesaire vesaire ibaresi, vesaire vesairelenen en büyük maddenin rekorunu elinde tutar.

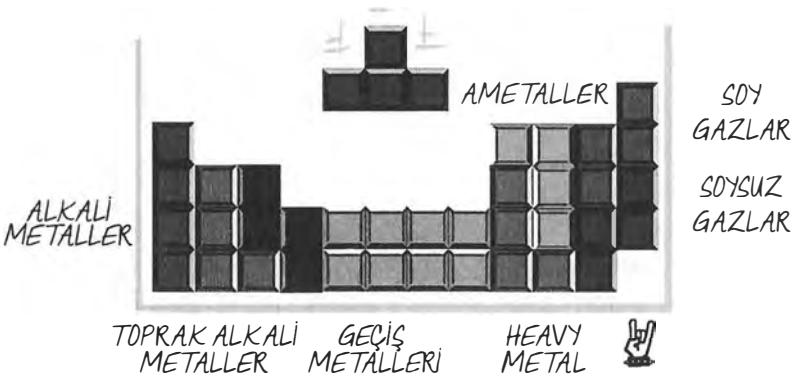
ması gibi, daha derin bir gerçeklik de (kusurumuza bakmayın lamalar) bir araya gelerek lamaları oluşturur (buna belirmiş fenomen denir).

EVRENİN TEMEL BİRİMLERİ OLMAYAN ŞEYLER:



Neyi bildiğimizi (ve bilmediğimizi) tablolara dökmek kurgumuzun içindeki kayıp parçaları ve olası düzeni keşfetmemizi sağlar. Bir an için 1800'lerde yaşayan bir bilimci olduğunuzu (ve komik gözlük'ler taktığınızı) düşünün ve atomların aslında çok daha küçük birimler olan elektronlar, protonlar ve nötronlardan oluştuğunu henüz bilmediğinizi hayal edin. Eğer bildiklerinizi elementlerin periyodik tablosuna dökmüş olsaydınız bazı enteresan şeyleri fark edecektiniz.

ELEMENTLERİN PERİYODİK TABLOSU (TETRİS VERSİYONU)



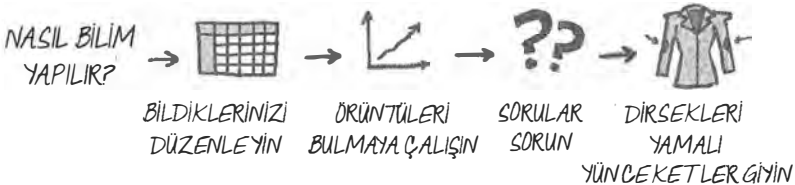
Bu tablonun bir tarafındaki elementlerin son derece tepkisel olmasına rağmen diğer tarafındakilerin neredeyse tamamıyla atıl olduklarını

görecektiniz. Ayrıca birbirlerine yakın element gruplarının birbirlerine benzer özelliklere sahip olduklarını ve bazı elementlerin bulunmasının da diğerlerine göre daha zor olduğunu gözlemleyecektiniz.

Bu ilginç tablo yapısı size, periyodik tablonun evrenin temel tarifi *olmadığının* ipucunu verir. Tam tersine daha derinlerde bir şeylerin olduğunu ima eder. Bu durum, bir grup kardeşle tanışıp onların aralarındaki benzerlikleri fark etmeye benzer. Hepsı farklı olsa da görünüşlerinden veya hareketlerinden onların aynı ebeveynden geldiklerini görebiliriz. Aynı şekilde, bilimciler periyodik tablonun ilk versiyonlarına baktıklarında benzerlikleri fark etmişler ve “*Yoksa bir şeyleri kaçırıyor muyuz?*” diye merak etmişlerdir.

Artık şunu biliyoruz; periyodik tablodaki düzen, elektron yörüngelerinin dizilişinin bir sonucudur ve her biri için bir element vardır, ancak bazı elementler radyoaktif çürümeye uğradıkları için diğerlerine göre daha seyrek bulunurlar. Bir elementi oluşturabilmek için tek yapmanız gereken doğru sayıda nötron, proton ve elektronu bir araya getirmektir.

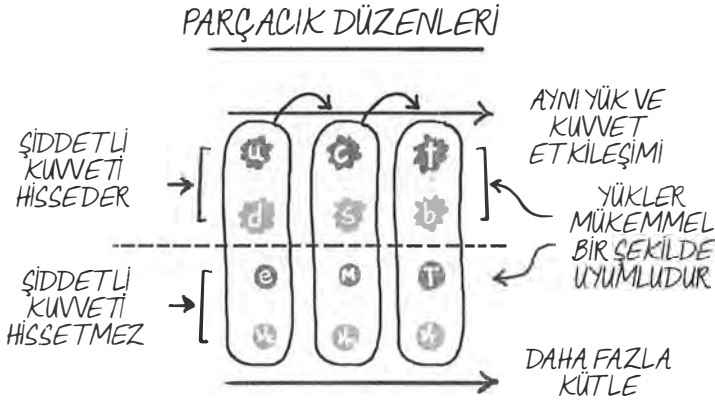
Özetle, sahip olduğumuz bilgiyi düzenleyip dikkatlice inceledikten sonra aralarında bazı benzerliklerin yanı sıra kayıp parçaların da bulunduğunu keşfetmemiz bizi doğru soruları sormaya yöneltmiştir ve bu da evrenin işleyişine dair daha derin bir kavrayışa sahip olmamıza yardım eder.



Temel madde parçacıklarının (kuarklar ve leptonlar) tablosunu oluşturmak 20. yüzyılın büyük çoğunluğunu almıştır. Bu parçacıklara “temel” diyoruz, çünkü onların kendilerinden bile küçük başka parçacıklardan meydana gelip gelmediklerini henüz bilmiyoruz. Hatta onların,

evrenin en temel yapı taşları olup olmadıklarına dair elimizde gerçek bir kanıt yok, tek bildiğimiz şu ana kadar gözlemleyebildiğimiz en küçük madde parçaları olduklarıdır.

Önceki sayfalarda karşınıza çıkan temel madde parçacıkları tablosunu incelediğinizde, bu tablonun ilginç bir düzene sahip olduğunu göreceksiniz. Öncelikle iki çeşit madde parçacığı olduğunu göreceksiniz: kuarklar ve leptonlar. Birbirlerinden farklı olduklarını biliyoruz, çünkü kuarklar şiddetli nükleer kuvveti hissederken, leptonlar için aynı durum söz konusu değildir. Ardından normal maddeyi oluşturan parçacıkların ilk sütunda sıralandığını göreceksiniz: *yukarı kuark*, *aşağı kuark* ve *elektron*. İlk sütunda aynı zamanda elektron nötrino (n_e) adı verilen dördüncü bir parçacık vardır. Bu parçacık, neredeyse hiçbir şeyle etkileşime girmeden kozmosun içinde bir hayalet gibi dolaşabilir.



Ama durun, dahası da var! Bu dördü dışında başka parçacıklar da vardır ve tıpkı diğerleri gibi sütunlara denk gelmektedir. Sonraki her bir sütun, kapsadıkları parçacıkların çok daha fazla kütleye sahip olmaları dışında ilkinе çok benzemektedir (aynı yük ve kuvvet etkileşimi özelliklerini taşırlar).* Bu sütunlara “nesil” adını verdik ve bugüne kadar yalnızca üç tanesini keşfedebildik.

* Onlar kendilerine iri kemikli denmesini tercih ediyor.

Parçacık tablomuza dair aklınıza bazı sorular takılmış olabilir.

- Bu tablonun huş ağacından olanı da var mı?

- Bütün bu parçacıklar ne içindir?

- Parçacıkların kütle düzeni ne anlama gelir?

- 1/3 yükler ne anlama gelir?

- Başka parçacıklar da var mı?

Bütün bu sorular akla gelmesi doğal sorulardır. Bu sır perdesi bazılarımızı ürkütebilir ama derin bir nefes almak önemlidir. Stratejimizin, bildiklerimizi düzenledikten sonra doğru soruları sorabilmek için örüntüleri ve gedik noktalarını araştırmak olduğunu unutmayın. Doğru soruları sormak bizi neler olup bittiğine dair daha derin bir kavrayışa götürecektir.

Temel parçacıklar tablosu, kuarkların ve leptonların bazıları daha keşfedilmediği için bundan yıllar öncesine kadar eksikti. Ama fizikçiler tablodaki örüntüleri incelediler ve buradan yola çıkarak kayıp parçacıkları araştırmaya başladılar. Örneğin, tabloda boş bir nokta bulunduğu için bilimciler altıncı bir kuark olması gerektiğini biliyorlardı. Keşfedilmemesine rağmen insanlar onun varlığından öyle emindiler ki tahmini kütleleriyle beraber birçok yazılı metnin içine bile dahil edildi. Yirmi yıllık bir süre sonunda da üst kuark bulundu. (Kütlesi tahmin edilenden çok daha fazlaydı, bulunmasının uzun sürmesinin sebebi de buydu. Bu yüzden bütün literatürün yeniden kaleme alınması gerekmişti.)

Böylece fizikçiler, bu önemli tabloyu doldurmak ve incelemek yolunda ilerleyebildi. Son birkaç on yıllık dönemde başka cevapların yanı sıra başka soruları da toparlamayı başardık.

Bütün Bu Parçacıklar Ne İçindir?

Kesin olarak bildiğimiz tek şey sadece üç nesil parçacık bulunduğudur. Higgs bozonunun (Higgs bozonuna dair tüm sorular için 5. bölüme ba-

kın) keşfiyle beraber dördüncü bir neslin var olma ihtimali tamamıyla seçenek dışı kalmıştır. Ama bu ne demektir? Üç sayısı evrende temel bir sayı mıdır? Evrendeki her şeyi tek bir denkleme indirgemek istesek içinde üç sayısı mı olması gerekir? Katolikler üç sayısına epey düşkündürler ama matematikçiler ve teorisyenler için pek öyle değildir; onlar daha çok sıfır, bir ve π rakamlarını severler. Üç sayısında özel bir şey görmezler.



Bu durum ne anlama gelir? Bir fikrimiz yok. Kelimenin tam anlamıyla hiçbir fikrimiz yok. Henüz parçacık nesillerinin

sayısına dair tatmin edici açıklamalar yapılmadı. Büyük ihtimalle, tıpkı elementlerin periyodik tablodaki dizilişleri gibi, bu konu da doğa kanunlarının bir sonucu olsa gerek. Bugünden yüzlerce yıl sonra bilimciler, günümüze baktıklarında *son derece aşikâr* olan kanıtların burnumuzun dibinde olmasına rağmen onları göremediğimizi anlayacaklardır. Bu konu hakkında bir açıklamanız varsa, lütfen vakit kaybetmeden yerel parçacık teorisyeninizi bulun ve kapısını çalın.

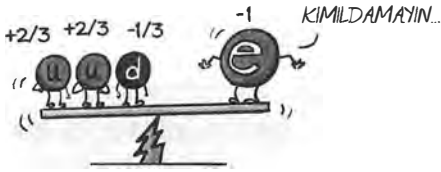
Parçacıkların Kütle Düzeni Ne Anlama Gelir?

Elementlerin periyodik tablosuna bakınca atomların kütleleri ve oluşturdıkları düzenin, neler olup bittiğine dair önemli ipuçları sağladığını gördük. Kütle düzeni sayesinde her elementin çekirdeğinde belirli sayıda proton ve nötron bulunduğu sonucuna vardık (çekirdeğin pozitif yüküyle hesaplanan atomik numara).

Ama ne yazık ki temel parçacıkların kütlelerinde böyle bir düzen yoktur. Aşağıdaki tabloda her bir parçacığın kütle değerlerini görüyorsunuz.

daha az) elektrik yüküne sahip olsalardı, protonların yük miktarları elektronların negatif yük miktarlarını tam olarak dengeleyemez ve bu sebeple de stabil nötr atomlar oluşamazdı. Şu mükemmel $-1/3$ ve $+2/3$ yükleri olmasaydı, biz de var olamazdık. Ne kimya ne biyoloji ne de yaşam olurdu.

Bu gerçekten de etkileyicidir (ya da paranoya seviyesine göre ürkütücü), çünkü mevcut teorimize göre parçacıklar herhangi bir yüke sahip olabilirler. Bu teori herhangi bir yük değeriyle uyumlu olurdu, ancak böylesine mükemmel bir denge içinde olmaları bugüne kadar öğrendiklerimize göre çok büyük ve şanslı bir tesadüftür.



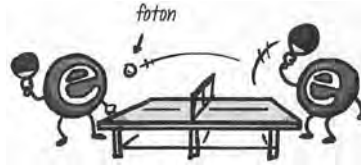
Bilim dünyasında da tesadüfler olur. Ay ve Güneş'in boyutu epey farklıdır, ama kozmik tesadüf sonucu (bu, "kozmetik tesadüf" kelimesini kullanabileceğiniz ender olaylardan biridir)

gökyüzünde neredeyse aynı boyutta gözükürler. Bunun sonucunda Güneş tutulması dediğimiz durum ortaya çıkar. Eski gökbilimciler için bu durum hem kafa karıştırıcı hem de anlamlı olmuş olmalı. Güneş'in ve Ay'ın bir şekilde birbirleriyle bağlantılı olduğu gibi yanlış fikirlere kapılmış olabilirler. Ama bu mükemmel bir tesadüf değildir. Gökyüzünde gördüğümüz Güneş'in ve Ay'ın boyutu birbirinden yüzde 1 oranında farklıdır.

Gelgelelim temel parçacıklar söz konusu olduğunda, proton ve elektronlar *tamı tamına* aynı (ama zıt) yüklere sahiptirler ve bunun nedenine dair hiçbir fikrimiz yoktur. Bulabildiğimiz en iyi açıklama bu rakamların herhangi bir rakam olabilecekleridir. Bu tesadüf, hiç fark barındırmaz. Bu, elektronlar ve kuarklar arasındaki ilişki yönünden ne anlama gelir? Bilmiyoruz, ama çok basit bir açıklaması olduğuna eminiz. Eğer 2000 dolarınızı kaybettiğiniz gün, komşunuzun 2000 dolar bulduğu güne denk gelirse, bu bir tesadüf mü olur? Belki, bir sürü seçeneği eledikten sonra olabilir.*

* Belki de başka bir mahalleye taşınmanın vakti gelmiştir.

Elektrik yüklerinin kusursuz uyumu, bu parçacıkların temelinde aslında daha derin bileşkenlerin olduğunun bir işareti de olabilir. Belki de bu iki tür parçacık bir madalyonun iki yüzü gibidir, ya da birbirine benzer süper küçük parçacıklı aynı lego takımından yapılmışlardır.*



PARÇACIK KUVVET ETKİLEŞİMİNİN
PEK DEYANLIŞ SAYILMAYACAK BİR TASVİRİ

Başka Parçacıklar Var Mıdır?

On iki madde parçacığına, yani altı kuark ve altı leptona ek olarak (antimadde parçacıklarını özgün parçacıklar olarak kabul etmiyoruz) kuvvet aktarımında bulunan başka parçacıklar da vardır. Örneğin, elektromanyetik etkileşimler fotonlar vasıtasıyla aktarılır. İki elektron parçacığı birbirlerini iterken aslında foton aktarımında bulunurlar. Matematiksel olarak doğru sayılmasa da bir elektronun diğer elektronu ona doğru bir foton fırlatarak ittiğini düşünebilirsiniz.

Dört adet kuvvet parçacığı vardır.

KUVVET AKTARAN PARÇACIKLAR		
	KUVVET PARÇACIĞI	AKTARDIĞI KUVVET
	FOTON	ELEKTROMANYETİK KUVVET
	W, Z BOZONLARI	ZAYIF KUVVET
	GLUON	ŞİDDETLİ KUVVET
	HIGGS BOZONU	KÜTLE
	KLORANLAR	GÜÇ

* Ne kadar küçük olursa olsun, üstüne bastığınız anda ayağınızı acıtır.

Daha önce bahsettiğimiz on iki madde parçacığıyla beraber bugüne kadar keşfettiğimiz bütün parçacıkların tam listesi budur. Ne var ki bunun, parçacıklara ait *eksiksiz* bir liste olup olmadığını henüz bilmiyoruz. Var olması muhtemel parçacıkların sayısına dair teorik olarak herhangi bir limit yoktur. Sadece on altı parçacık da olabilirdi, 100 veya 1.000 veya 10.000.000 parçacık da. Kuarklara ve leptonlara ait başka nesiller olmadığını biliyoruz ama başka tür parçacıklar elbette mevcut olabilir. Peki, bunlardan kaç tanesinin varlığı muhtemeldir? Hiçbir fikrimiz yok.

Maddenin En Temel Elementi Nedir?

Peki, bütün bu parçacıklar ne işe yarar? Eğer normal maddeyi oluşturmak için sadece üç tanesine (yukarı kuark, aşağı kuark ve elektron) ihtiyacımız varsa diğerleri neden işe yaramaz? Olası cevaplardan birkaçı aşağıdaki gibidir:

- Kim bilebilir ki? Ama durum bu.
- Birileri mutlaka biliyor. Durum bu değil.
- “İşe yaramaz” göreceli bir kavramdır.

Belki de evrenin işleyişi böyledir; bu parçacıklar evrendeki en temel parçacıklardır ve listedeki diğer parçacıkların var olmalarının, görünüşe göre belirli bir işlevi yoktur. Belki oralarda bir yerde bulunan farklı evrenlerin farklı parçacık listeleri vardır, ama onları da hiçbir zaman görme şansımız yok.

Belki de bu parçacıklar evrenin en temel parçacıkları değildir ve henüz keşfedemediğimiz daha küçük parçacıklardan oluşmaktadır. Bu durum, daha küçük parçacıkların birleşerek bildiğimiz parçacıkları oluşturduğu anlamına gelirdi. Ayrıca, bugün bildiğimiz parçacık tablosunda neden

böylesi örüntü ve tesadüfler olduğunu da açıklayabilirdi. Doğru cevap bu olabilir, ama (henüz) kanıtımız yok.

Ağır parçacıklar “işe yaramaz” da olabilir, çünkü en küçük parçacıkların stabil formları olan proton, nötron ve elektron yapımında kullanılmaz. Ama evrenin çoğunlukla küçük parçacıklardan meydana gelmesinin tek sebebi, bu kadar soğuk ve bu kadar devasa bir büyüklükte olmasıdır. Eğer evrenimiz daha küçük, daha sıcak ve daha yoğun olsaydı, o zaman bu ağır parçacıklardan daha fazla olurdu ve şu anki gibi işe yaramaz olmazlardı (o zaman her şey bambaşka olurdu).



Bütün bunlardan çıkarılacak en önemli sonuç, evrenin aşına olduğumuz yüzde 5’lik kısmını hâlâ anlamaya çalıştığımız gerçeğidir. Uzun bir yol katettik ama işleyişin nedenine dair temel bir bilgiye ulaşamadık. Evreni oluşturan şeylerin bir listesi var, ama bu listenin tamamlanıp tamamlanmadığından emin değiliz.

Bu soruyu irdelemek için sağlam bir dayanağımızın olması heyecan vericidir. Temel parçacıklar tablosu (fizikçiler buna Standart Model der) açıklanamamış ve “işe yaramaz” tüm parçacıkları bünyesinde barındırabilir, ama gerçek gözlemlere dayandığı için evrenin gerçek ve içsel düzenini keşfetmemiz için bir harita işlevi görürler. Yeni tür parçacıkları keşfetmek son derece heyecan verici olacaktır (günlük yaşamımızda işlevleri olmasa da), çünkü bize, evren haritamızı genişletme imkânı verecektir.

Karanlık maddenin henüz keşfedemediğimiz parçacıklardan meydana geldiğini düşünün. Evreni kavrama oranımızı yüzde 27 gibi okkalı bir miktarda arttıracaktır. Karanlık maddenin (bizim normal maddemiz ile son derece zayıf bir şekilde etkileşimde bulunan) tek bir parçacıktan

oluşturğunu keşfetmek, aslında olası karanlık madde teorilerinin en sıkıcı olanıdır. Karanlık maddenin bir sürü farklı parçacıktan oluşması, hatta parçacıktan tamamen farklı bir madde türünden meydana gelmesi daha heyecan verici olmaz mıydı?

İşin püf noktası, evrene dair temel soruları cevaplayabilmek için normal maddenin nasıl oluşturğunu derinlemesine incelemektir. Bu süreçte, normal maddeyle görünür hiçbir ilişkisi olmayan parçacıklara veya durumlara rastlayabiliriz. Açıklanamayan bu şeyler aynı zamanda evrenin birer parçası olduğu için, evrenin işleyişine dair birtakım ipuçları sunabilir. Bu sorulara cevap bulmak evreni nasıl algıladığımızı temelinden değiştirecektir. Başka bir deyişle, (kozmik) kekimizi bulup yiyebiliriz.



5. Kütle Ne Saklıyor?

Bazı Derin Sorulara Yüzeysel Bir Bakış



Çoğunlukla boşluktan meydana geldiğinizi (laboratuvar önlükleri giyen bilimcilerden veya şort, tişört giyen fizikçilerden) duymuşsunuzdur. Bunu kişisel olarak algılamayın. Bizi meydana getiren atomların, sanki duvarların içinden geçebilecekmişiz gibi, etrafı büyük bir boşlukla çevrili küçük bir çekirdekte yoğunlaştığını kastediyorlar.

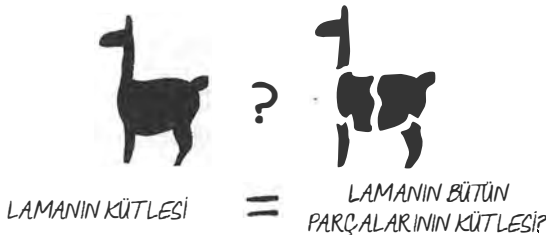
Bu kısmen doğrudur. Ama hikâye gittikçe tuhaflaşır ve “kütlenin” sırlarıyla doğrudan ilintilidir. Gördüğünüz gibi, evrenin büyük sırrı sadece yıldızlardan, galaksilerden veya tuhaf parçacıklardan ibaret değil. Bazıları etrafınızda, hatta içinizde.

Kütleyle dair birçok tanıma sahip olmamıza rağmen, ne olduğuna ve neden bir kütleyle sahip olduğumuza dair çok az bilgimiz vardır. Hepimiz kütleyle *hissederiz*. Daha bebekken, bazı nesneleri itmenin diğerlerine göre daha zor olduğunu deneyimleriz. Bu hissi deneyimlememize rağmen, çoğu fizikçi bu durumun altında yatan teknik detayları açıklamakta epey zorlanır. Bu bölümde göreceğiniz üzere, kütlelenizin büyük çoğunluğu içinizdeki parçacıkların kütlelerinin toplamından oluşmaz. Neden bazı şeylerin kütleyle sahip olup da diğerlerinin olmadığını, eylemsizlik halinin kütle çekim kuvvetini nasıl dengeleyebildiğini bilmiyoruz. Kütle gizemlidir, suçu dün akşam yediğiniz tatlıya atmayın.

Kütleyle dair cevaplanmamış sorular hakkında bilgi edinmek için okumaya devam edin. Kitabı şimdi bırakmak büyük bir hata olur.

Şeylerin Şeyi

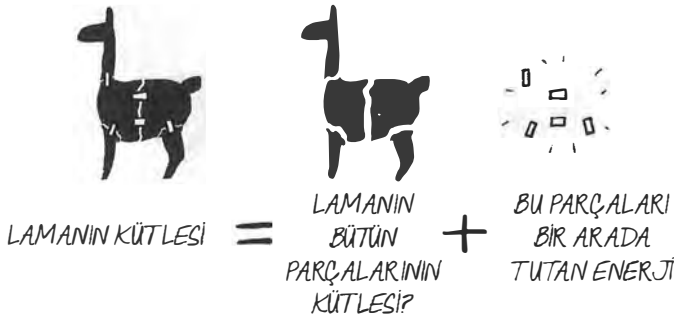
Objelerin kütlesi olduğunu düşündüğünüzde, ne kadar şey barındırdıklarını düşünüyor olabilirsiniz. Bu düşünme şekli genelde işe yarar, çünkü normal şeylerin, örneğin lamanın kütlesinin, içindeki parçacıkların kütlesinin toplamı olduğunu varsayabiliriz. Lamayı ikiye bölersek* kütlesinin, iki yarım parçanın kütlelerinin toplamına eşit olması beklenir. Lamayı dörde bölersek toplam kütle, dört parçanın kütlesinin toplamına eşit olması gerekir. Bu, sonsuza kadar gidebilir. Dolayısıyla bir lamayı n parçaya bölersek, kütlesinin de n sayıdaki parçaların kütlelerinin toplamı olması gerekir. Doğru mu?



* Bu bir düşünce deneyidir. Sakın evde denemeyin.

Hayır, değil! En azından kısmen doğru: $n=2,4,8...=10^{23}$ değerine kadar. Sonra durum farklılaşır. Bunun sebebi kulağa biraz tuhaf gelecek: lamanın toplam kütlesi, sadece içinde barındırdığı şeylerin kütesinden ibaret değil. *Şeyleri bir arada tutan enerjiyi de kapsar*. Bu epey ilginç bir fikir; hazmedebilmek için üzerinde biraz duralım.

Bu kavramı daha önce duymadıysanız, “kütle” kelimesini normal kullanımı dışında daha farklı ve teknik bir anlamda kullanarak semantik bir taktiğe başvurduğumuzu düşünüyor olabilirsiniz. Kısaca cevap verelim hayır, kütleyle tam da düşündüğünüz şekilde kullanıyoruz. Ama kütlenin, düşündüğünüz gibi bir anlamı yok.



Kütleden bahsederken ne kastettiğimizi açıkça anlatmamız gerek. Kütle, objelerin hızlarında meydana gelen değişimlere karşı koymasını sağlayan bir özelliktir. Basitçe ifade etmek gerekirse, bir şeyi iterseniz o şey ivme kazanır (hızını değiştirir). Ama farklı şeyleri aynı kuvvetle iterseniz bazılarının daha fazla, diğerlerinin daha az ivme kazandığını görürsünüz. Bunu evde deneyebilirsiniz: elinize oyuncak tabanca alarak etrafınızda bulunan peçeteleri veya uyuyan filleri vurmaya çalışın. Oyuncak mermi hemen hemen aynı kuvveti uygulayacaktır, ama merminin peçete üzerindeki etkisi uyuyan filin üzerindeki etkisine oranla daha fazla olacaktır.* İşte buna kütle diyoruz.

* Bu durum, filin neresine nişan aldığınıza bağlı olarak da değişebilir. O yüzden, tekrar düşününce, siz iyisi mi bunu da evde denemeyin.

Bu, günlük hayatta her gün deneyimlediğiniz bir durumdur. Herhangi bir hilesi yok. Filin kütlesi, peçeteye oranla daha fazladır. Bunun sebebi, fili hareket ettirmenin daha zor olması değildir. Bu, yalnızca daha fazla kütleye sahip olmak *demektir*: aynı kuvvet size uygulandığında daha az ivme kazanırsınız. Buna “eylemsizlik kütlesi” de denir, çünkü ivmeye karşı direnç göstermenin diğer adı eylemsizliktir. Bir objeye belirli bir oranda kuvvet uygulayıp ardından da ivmesini ölçerek eylemsizlik kütlesini belirleyebiliriz. (Kütlenin ayrıca ikinci bir yerçekimsel tanımı da vardır, ama bu konuya daha sonra değineceğiz.)

ENDİŞELERİNİZİ ANLIYORUZ
FAKAT YAPTIĞIMIZ HER ŞEY BİLİM ADINA!



Kütle ile neyi kastettiğimizi dikkatle tanımladığımıza göre artık bu tanımı, lamanın kütlesini resmî standartlar çerçevesinde NASA mühendisleri tarafından ayarlanan oyuncak tabancalar vasıtasıyla belirlemek için kullanabiliriz. Bu fikir bir köşede dursun, bu sırada biz de bilim uğruna atomlarına ayırdığımız lama denegimize geri dönelim.

Lamanın atomlarını bir arada tutan bağları ortadan kaldırırsanız, bu bağlardaki enerjiyi serbest bırakmış olursunuz. Bu sebeple parçalarına ayrılan lamanın toplam kütlesi azalır. Bu durumu, $n=2$ değerindeki lama parçalarında fark edemezsiniz. Gelgelelim lamayı büsbütün atomlarına ayırırsanız işler değişir. Lamanın parçaları arasındaki bağlarda depolanan

enerji, lamaya daha çok kütle kazandırır. Bu teorik bir varsayım değil, deneylerle gözlemlenmiş bir durumdur.*

Lama örneği elle tutulur bir etkiye sahip değildir. Örneğin, lamanın atomlarını birleştiren bütün kimyasal bağları kırsanız bile, lamanın kütleli ile lamanın bütün atomlarının toplam kütleli arasında çok büyük bir fark olmaz. Her bir atomunu proton, nötron ve elektronlarına bölseviz dahi, büyük bir fark olmaz (en fazla 0,005 oranında bir farktan söz ediyoruz).



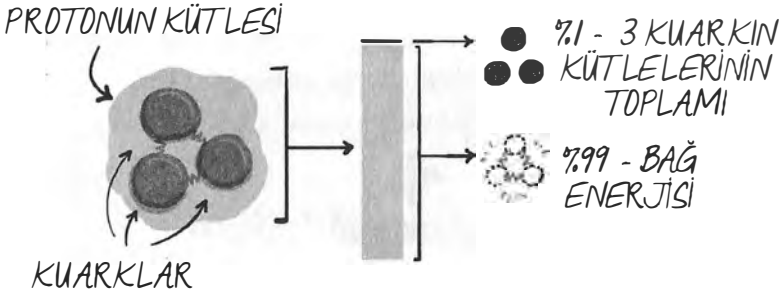
$$\text{LAMANIN KÜTLESİ} = \text{LAMANIN BÜTÜN ELEKTRONLARININ, PROTONLARININ VE NÖTRONLARININ KÜTLESİ} + \text{YAKLAŞIK OLARAK 0,005 ORANINDA BAĞ ENERJİSİ}$$

Daha küçük parçacıklar için durum farklıdır. Eğer lamanın her bir proton ve nötronlarını kuark bileşenlerine (her bir proton ve nötronun üç adet kuarktan meydana geldiğini hatırlayın) ayırabilseydik o zaman kütleliinde de *ciddi* bir fark gözlemleyebilirdik. Aslında, proton ve nötronların kütlelerinin *büyük bir kısmı* onların kuarklarını bir arada tutan enerjiden kaynaklanmaktadır.

Başka bir deyişle, bu üç kuarkın kütlelerini toplayarak (oyuncak tabancamızla her birini vurarak) elde ettiğiniz değeri aynı kuarkların, bir protonun veya nötronun içindeyken (proton veya nötronu oyuncak tabancayla vurarak) sahip oldukları kütleyle karşılaştırabilseydik,

* Bugüne kadar hiç kimse bir lamayı başarıyla atomlarına ayıramamıştır, ama benzer deneyler yapılmaktadır. (Bu arada lamaların atomlarına ayrılmasını kesinlikle tasvip etmiyoruz. Ama Perulu punk rock grubunuza “Lamaların Atomizasyonu” ismi vermek isterseniz, sonuna kadar arkanızdayız.)

aralarında büyük bir fark olduğunu gözlemlerdik. Bağımsız kuarkların kütlesi, proton veya nötronların kütlesinin yaklaşık olarak yüzde 1'ine denk gelir. Geri kalanı, söz konusu kuarkları bir arada tutan enerjiden kaynaklanır.



Bu örnekler bize, parçacıkların arasındaki bağlarda enerji depolandığı zaman ne olduğunu gösterir: bütün haldeki objenin kütlesi, parçalarının kütlelerinin toplamından daha fazladır.

Bu durumun ne kadar enteresan olduğunu görebilmek için üç adet fasulye tanesi alıp her birinin kütlesini ölçtüğünüzü düşünün. Üç fasulyenin kütlesi ne kadardır? Üç farklı kütlenin toplamıdır. Buraya kadar çok kolay. Şimdi de aynı üç fasulyeyi alıp onları son derece büyük bir enerjiyle bir arada tutan küçük bir çantanın içine koyduğunuzu düşünün. Çantanın kütlesinin, içine koyduğunuz fasulyelerin kütlesinden daha fazla olduğunu fark edeceksiniz. Çanta daha ağır olacaktır, bir yerden bir yere taşınması daha da zorlaşacaktır. Peki, ne olmuştur? Çanta yeni kütlesini, içindeki fasulyelerin kütlesini kendi kütlesine ekleyerek oluşturmamıştır, yeni kütleyle belirleyen esas etmen, fasulyeleri bir arada tutmak için gereken enerji olmuştur.

EĞER ONLARI BİRBİRİNDEN AYIRIRSAN
MUAZZAM BİR ENERJİ AÇIĞA
ÇIKARACAKLARDIR.



JACK VE FASULYE SİRİĞİ: KÜTLE FİZİĞİ
ÜZERİNE ÖZENLE HAZIRLANMIŞ BİR METAFOR

İşin çılginca tarafı, vücudumuzun büyük çoğunluğunun da bu fasulye (yani proton ve nötron) çantalarından oluşmasıdır. Bu da kütleminin büyük bir kısmının, yapıldığımız “şeyden” (kuarklar ve elektronlar) değil, o “şeyleri” bir arada tutmak için gereken enerjiden kaynaklandığı anlamına gelir. Evrendeki bir objenin kütlesi, kapsadığı şeyleri bir arada tutmak için gerekli enerjiyi de içerir.

Ve işin en akıl almaz tarafı da bunun nedenini bilmiyoruz olmamızdır.

Yani fasulyeleri bir arada tutan bu enerji, kuvvet uygulanan objelerin ne kadarlık bir hızla ivmeleneceklerini etkiliyor, ama biz bunun nedenini bilmiyoruz. Fasulye çantanızı ittiğiniz zaman, içindeki enerjiden etkilenebilir olmanız için görünürde hiçbir sebep yok. İçindeki fasulyelerin tükürükle veya japon yapıştırıcısıyla yapıştırılıp yapıştırılmadığının bir önemi olmaması gerekirdi. Ama belli ki önemli. Kütlenin en büyük sırlarından biridir bu. Onu ölçebilmenize rağmen, eylemsizliğin ne olduğunu ve neden hem parçacıkların kütlesiyle hem de parçacıkları bir arada tutan enerjiyle bağlantılı olduğunu bilmiyoruz. Bu konudaki bilgimiz bir fasulye yığınınından öteye geçmez.



EYLEMSİZLİK KÜTLESİ ÜZERİNE BİLDİKLERİMİZ

Özellikle Kafa Karıştıran Parçacık Kütleleri

Fizik biliminin eylemsizlik gibi çok temel bir durumu açıklayamıyor oluşu aklınızı başınızdan almaya yetmediyse bir sonraki ifşa için hazırlanın: kuarklar veya elektronlar gibi temel parçacıklara atfettiğimiz kütle aslında bir “şey” değildir. Aslında, “şey” diye bir şey yoktur. Fizik formüllerimizin içinde var olmamaktadır.

Mevcut teorimize göre parçacıklar, aslında uzaydaki bölünemez noktalardır. Bu, onların teorik olarak sıfır hacme sahip oldukları ve üç boyutlu uzayın içinde tam olarak sonsuz derecede küçük bir yerde konumlandıkları anlamına gelir. Boyutları yoktur.* Siz de parçacıklardan



meydana geldiğiniz için bu, çoğunlukla değil de *tamamıyla* boş uzaydan meydana geldiğinizi ifade eder!

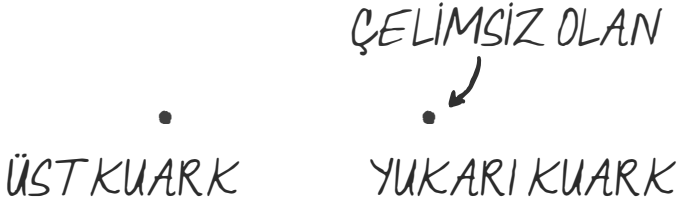
Bunun kütle kavramı açısından ne kadar *mantıksız* görüldüğünü bir düşünün.

Bazı parçacıkların neredeyse sıfıra yakın bir kütlesi varken, diğerlerinin devasa kütlelerde olduğunu hatırlayın. Örneğin, mantıklı gibi gözüken şu soruyu soralım: bir elektronun yoğunluğu ne kadardır? Bir elektronun kütlesi sıfırdan farklıdır, ama öte yandan da sıfır hacme sahiptir. Öyleyse yoğunluğu (kütle bölü hacimden hesaplasak) tanımsız mıdır? Hiçbir mantığı yok.

Şimdi de üst kuark ve yukarı kuark gibi, kütleleri dışında her anlamda birbirlerine özdeş iki parçacığı ele alalım. Üst kuark, yukarı kuarkın süper şişko kuzeni gibidir; aynı elektrik yüküne, aynı spine ve aynı etkileşimlere sahiptir. Her ikisi de temel noktasal parçacıklardır ama üst kuarkın kütlesi 75.000 kat daha büyüktür. Buna rağmen her ikisi de aynı miktarda boşluğu kaplarlar (yani hiç kaplamazlar) ve neredeyse aynı

* Parçacık boyutlarına dair, etraflarını çevreleyen parçacıkları da kapsayan bazı tanımlar vardır ama biz daha katı bir yaklaşım içinde bulunmayı tercih ediyoruz.

tepkileri verirler. Öyleyse birinin kütlesi bünyesinde daha fazla “şey” barındırmadan diğerinin kütlesinden nasıl daha fazla olur?



Bu durumun mantıklı gözükmemesinin sebebi, parçacıkların gündelik hayattaki deneyimlerinize hiçbir şekilde benzememesidir. Yeni bir şeyi anlamaya çalışırken mevcut bilgilerimize dayanarak ürettiğimiz modeller üzerinden yola çıkmamız son derece doğaldır.* Başka ne yapacaktık ki? Bu, üç yaşında bir çocuğa kaplanın ne olduğunu açıklamaya benzer. Onun “kocaman bir kedicik” olduğunu söyleyebilirsiniz ama bu tarif, hayvanat bahçesine götürdüğünüz üç yaşındaki çocuğunuz, elini kafese sokup kaplanı sevmek istediği ve eşinizin de sizi teorik olarak yetersiz örnekler kullanan kötü bir ebeveyn olmakla itham edeceği gün geçersiz kılınır. Bu tür zihinsel modeller faydalı olabilir ama sınırı her zaman bilmelisiniz.

Parçacıkları ufak, minik topçuklar şeklinde düşünmeye meyilliyiz. Parçacıklar gerçekte küçük topçuklar olmasa bile bu fikir birçok zihinsel deney için işe yarar. Aslında kuantum mekaniğine göre parçacıklar, evrene yayılmış kuvvet alanlarındaki süper tuhaf ve küçük dalgalanmalardır. Bu da onların, minik topçuklar dünyasında hiçbir şey ifade etmeyen kurallara bağlı oldukları anlamına gelir. Örneğin, bir anlığına içinden geçilemez bir bariyerin bir tarafında gözükürlerken hemen ardından, bariyerin içinden geçmeden** diğer tarafta gözükübilirler. Kuantum

* Bilinmeyi bilineneye dayanarak açıklamak fizik biliminin asli görevidir, ayrıca kokteyl partilerinde zeki görünmenizi sağlaması da cabası.

** Kuantum tünelleme. Doğruluğu kesin bir şekilde kanıtlanmış olduğu için günümüzde süper mikroskoplarda bile kullanılmaktadır.

parçacıklarını bildiğiniz şeyler üzerinden çözümlemeye kalkarsanız, son derece anlamsız gözüken davranışlarda bulunabilirler çünkü daha önce deneyimlediğiniz hiçbir şeye benzemez.

Bu tür modeller sezgilerimize yardımcı olması ve kafamızdaki fikirleri görselleştirmemiz bakımından faydalı olabilir, ama bunların sadece model olduklarını ve kolaylıkla yıkılabileceklerini de unutmamak gerekir. Noktasal parçacıkların kütleleri hakkında düşündüğünüz zaman beyninizde gerçekleşen tam da budur işte.

NEDEN??
NEDEN YETERİ KADAR İNİ DEĞİLİM?



RUHSAL ÇÖKÜNTÜYE UĞRAYAN PARÇACIK MODELİ

Bir diğer aşırılığı ele alalım: bir parçacığın kütlesi nasıl sıfır olabilir? Örneğin foton sıfır kütleyle sahiptir. Foton bir kütleyle sahip değilse, o zaman *neyin* parçacığdır? Eğer kütlenin, barındırdığı şeylere denk düştüğü fikrinden yola çıkarsak, kütesiz bir parçacığın bünyesinde hiçbir şey barındırmadığı sonucuna varmamız gerekir.

Bir parçacığın kütlelerini, süper küçük bir topçuğun içine ne kadar çok şey tıkıştırılabileceği fikrinden yola çıkarak tahlil etmek yerine onu, sonsuz derecede küçük bir kuantum objesine yapıştırdığımız bir *etiket* olarak düşünün.

Siz fark etmeseniz de bir parçacığın yükünden bahsedildiğinde beyniniz durumu zaten bu şekilde algılar. Elektronların negatif elektrik yüklü olduklarını hepimiz biliyoruz, ama bu bilgiyi düşündüğünüzde, negatif yükün elektronun *neresinde* olduğunu merak etmiş miydiniz? Ona bu

yükü veren şey nedir? Elektronun içinde bu miktarda bir yer var mıdır? Bu sorular kulağa saçma gelebilir, çünkü yükü, parçacığın sahip olduğu bir şey olarak düşünürüz. O bir etikettir ve bir sürü değeri olabilir: 0, -1, $2/3$ vb. Kütleli de aynı şekilde düşünürseniz kulağa daha anlamlı gelir.

OHOO! SENİN EPEY KİLO
VERMEN LAZIM.



Peki, ama elektrik yükü bir parçacığın elektrik kuvvetini hissettiği anlamına geliyorsa (diğer elektronlar tarafından itilmesi gibi), kütleli parçacık için anlamı nedir? Kütle, parçacığa eylemsizlik (harekete karşı direnç) özelliğini veren şeydir. Ama hâlâ anlayamadığımız bir şey var: şeylerin neden eylemsizlik gibi bir özelliği var? Nereden kaynaklanıyor? Ne anlama geliyor? Bu konuda bize yardım edecek şey nedir? Cevap: Higgs bozonu.



Higgs Bozonu

2012 senesinde parçacık fizikçileri büyük, uluslararası bir kutlamayla Higgs bozonunun keşfini ilan ettiler. Neredeyse hiç kimse Higgs bozonunun ne olduğunu anlamadı, ama bu haber çoğu insanı heyecanlandırmayı başardı. *New York Times* bu keşfin, “bilimin modern uygarlığa neler sunabileceğinin en iyi örneğini sergilediğini” yazdı. Doğru, Higgs

bozonu bilgisayarlardan, sifonlu tuvaletlerden ve TV şovlarından daha iyidir.*

Peki, Higgs bozonu nedir? Bilginizi sınamak için küçük bir test hazırladık. Testi, bu bölümü bitirdikten sonra bir kez daha yapın. Alacağınız sonucun en azından bir düşüş göstermeyeceğini ümit ediyoruz.

HIGGS TESTİ ya da "Hest"

1. Bir parçacığa isim olarak verilmeden önce "Higgs bozonu" aşağıdakilerden hangisi olarak meşhurdu?
 - a) Çok sevilen bir çocuk programındaki palyaçonun ismi.
 - b) CIA'deki en tehlikeli casusun kod adı.
 - c) Yıldız Savaşları filminde Luke Skywalker'ın çocukluk arkadaşının ismi.
 - d) Dungeons & Dragons oynayan arkadaşınızın takma adı.
2. Doğru mu, yanlış mı: Higgs bozonu, doğrudan tüketildiğinde Cheetos cipsinden daha fazla bağımlılık yaratabilir.
3. Doğru mu, yanlış mı: Higgs bozonu, Higgs ve Bozon adında iki teorisyen tarafından keşfedilen bir parçacıktır.

Dipnota bakın ve kaç doğru yaptığınızı kontrol edin.**

Şakayı bir kenara bırakırsak, Higgs bozonunun keşfi bilim dünyasında gerçek bir *zaferdi*. Örüntüleri araştırmanın evreni anlama yolunda önemli bir rehber olduğunun göstergesiydi.

* Kabul, hepsi olmasa da en azından birinden daha iyidir.

** Bu sorulara gerçekten cevap verdiyseniz, bu bölümü okuduğunuz için çok mutlu olduğumuzu söylemeliyiz.

Higgs bozonunun var olabileceği fikri, kuvvet aktarımında bulunan foton, W bozonu ve Z bozonu gibi parçacıkların düzenlerini araştırıp kütleleri hakkında sorular üretmeye çalışırken ortaya çıkmıştır. Fizikçiler şunu sormuşlardır: neden bir parçacık (foton) kütesizken diğerleri (W ve Z) devasa kütlelere sahiptir? Kütle adını verdiğimiz bu tuhaf etiketi ele alırsak, bu kütlenin bir parçacık için sıfır, diğerleri içinse sıfırdan farklı bir değerde olması mantıksız gözükür.

FORMUMU HER ZAMAN KORURUM.

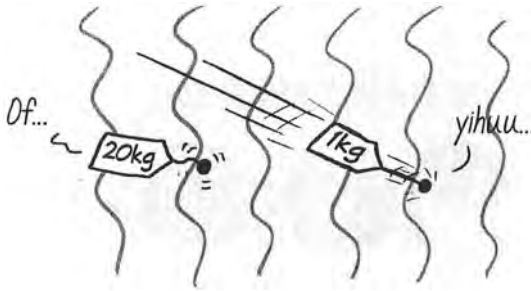


Peter Higgs ve diğer parçacık fizikçileri bu durumu bir süre gözlemledikten sonra çözümü buldular: bir şeyler uydurmak! Kelimesi kelimesine. Bu denkleme bir parçacık (Higgs bozonu) ve bu parçacığın alanını (Higgs alanı) eklediklerini varsaydıklarında, parçacığın bir etiketi olarak kütle ve neden bazı parçacıkların diğerlerinden daha fazla kütleyle sahip oldukları sorusuna bir açıklama getirebildiklerini gördüler.

Teori kabaca şöyledir: bütün evrene yayılmış bir kuvvet alanı düşünün, bu alan başka hiçbir alanın yapmadığı bir şeyi yapmaktadır; bir şeyleri çekmek veya itmekten ziyade parçacıkların hareket etmesini veya yavaşlamasını zorlaştırmaktadır. Bu alanın etkisi *eylemsizlik kütlelerine sahip olmanın etkisi ile özdeş*ir.

Söz konusu alan, bir parçacıkla ne kadar çok etkileşime girerse parçacığın da o oranda eylemsizliğe veya kütleyle sahip olduğu görülmektedir. Hatta bir adım daha ileri gidelim ve parçacığın, bu alanla etkileşerek ortaya çıkardığı eylemsizliğin, parçacığın *bizzat* kütlesi olduğunu söyleyelim. İşte bu, bir kütleyle sahip olmak demektir. Bazı parçacıklar bu alanı çok güçlü bir şekilde hissederler, bu da hızlanmaları veya yavaşlamaları

için daha çok kuvvete ihtiyaç duydukları, yani daha fazla kütleye sahip oldukları anlamına gelir. Diğer parçacıklar ise bu alanı hemen hemen hiç hissetmezler, o yüzden de hızlanmaları veya yavaşlamaları için daha az kuvvete ihtiyaç duyarlar. Bu sebeple neredeyse kütesizdirler. Higgs teorisine göre kütlenin tarifi budur.



Bu bilgileri düşünmek için biraz duralım. Bu teori birçok yaklaşımı temelinden değiştirecek bir kavrayış olabileceği gibi, aynı zamanda *tamamıyla keyfeker bir beyandır da*.

Birçok yaklaşımı temelinden değiştirebilir, çünkü kütlenin ne olduğuna dair farklı bir fikir sunar. Bu, oldukça önemli bir şey.

Ama aynı zamanda keyfekerdir çünkü kütlenin, bir parçacığın içinde barındırdığı şeylerin miktarından ziyade onun gizemli bir kuantum etiketi olduğu fikrini kabul ettiğinizde, kütle etiketinin ölçüsünün tüm evrene yayılmış gizemli bir kuvvet alanından kaynaklandığını öğrenmek, kütlenin ne olduğunu anlamamızı sağlamaz.

Hatta en önemli soruya cevap dahi vermez: neden madde parçacıklarının farklı kütleleri vardır? Higgs teorisine göre bunun sebebi, Higgs alanını farklı şekilde hissetmeleridir. O halde bu teorinin tek yaptığı şey, bir soruyu alıp başka bir soruya dönüştürmektir: neden bütün madde parçacıkları Higgs alanını farklı şekilde hisseder?

FAZLA KİLOLARIM HEP
HIGGS ALANININ SUÇU.



Bu teoriye göre, madde parçacıklarının kütlelerine dair bir açıklama yapılmaz. Sanki rasgele seçilmişlerdir ve şu ankinden tamamıyla farklı değerlere sahip olabilmişlerdir. Kütleleri değiştirsek bile teorimiz ve aynı fizik kanunlarımız geçerliliğini koruyacaktır. Elbette bazı parçacıkların

kütlesini azaltmanın ya da arttırmanın, çok pahalı kahve seçimleri (genel anlamda kimya ve biyoloji bilimi) yapmak için bel bağladığımız protonlar, nötronlar ve elektronlar gibi başka şeyler üzerinde büyük etkileri olacaktır. Ama mevcut teoriye göre madde parçacıklarının kütleleri keyfeker parametrelerdir, yani herhangi bir değere sahip olabilirler.

Higgs teorisi, kuvvet parçacıklarının (foton, W ve Z) neden mevcut kütlelerine sahip olduğunu açıklar ama madde parçacıklarının neden farklı kütlelere sahip olduklarını (ve neden bazılarının Higgs alanı ile yoğun etkileşime girerken diğerlerinin girmediğini) açıklamaz. Kütlelere dair bir örüntü söz konusu olabilir, ama şu ana kadar gözümüzden kaçmış olmalı. Bilgi düzeyimiz, şeyleri listeleyerek açıklamaya çalışan Ook ve Groog ile aynı düzeydedir. Bugün evrene dair en iyi teorimiz, tıpkı onların yaptığı gibi, madde parçacıklarının kütlelerini keyfeker rakamlarla listelemekten ibarettir.

ANNEM
HEP DER Kİ:

KÜTLEYİ DİŞ GÖRÜNÜŞÜYLE
YARGILAMAYIN.



Bir bilimci, gelecekte listemize baktığında cehaletimiz karşısında önce gözlerini devirecek, sonra da keyfekeder rakamlarımızın yerine, doğanın daha derin ve daha güzel bir tanımından yola çıkarak bulunan güncel kütle değerlerini basit bir teori halinde not edecektir. Şimdilik başka bir fikrimiz yok.

Yerçekimsel Kütle

Bu, bizi bulmacanın son parçasına getiriyor.

Bir şeyin kütlesini nasıl ölçeceğimizi düşündüğümüz sayfalarda, aklınıza oyuncak tabancadan daha farklı bir alternatif gelmiş olabilir, örneğin bir tartı kullanmak! Tartı bir objenin ağırlığını, yani Dünya'nın onun üzerindeki çekim kuvvetini ölçer. Bu, kütleyle yakından ilgilidir, çünkü bir şeyin ne kadar çok

kütlesi varsa üzerindeki kütle çekimi de o kadar fazla olacaktır. Dünya'nın bir fil üzerindeki kütle çekimi kuvveti, bir peçete üzerindekiinden daha fazladır.

Parçacıklar söz konusu olduğunda, yerçekimsel kütle-yi yerçekimsel *yük* olarak da düşünebilirsiniz. İki parçacık elektrik yüküne sahipse, ikisi de kendi üzerinde bir elektrik kuvveti hisseder, üstelik hissettikleri bu kuvvet yükleriyle orantılıdır. Aynı şekilde iki parçacık, birer kütleyle sahipse birbirlerine karşı kütleleri oranında bir kütle çekimi kuvveti hissederler.



YERÇEKİMİ SADECE ÇEKER.

Tuhaf olsa da negatif kütleyle sahip olamayız, dolayısıyla kütle çekimsel itiş diye bir şey söz konusu değildir, sadece çekim vardır.* Kütle çekimi bu anlamda diğer kuvvetlerden farklıdır. Bunu bir sonraki bölümde daha detaylı açıklayacağız.

İki Kütle Türü Birbiriyle Aynı Mıdır?

Yerçekimsel kütle, birkaç sayfa önce bahsettiğimiz eylemsizlik kütlesi ile aynı mıdır? Hem evet hem de hayır.

Hayır, çünkü “yerçekimsel kütle” adını verdiğimiz bu kütle, bir obje üzerindeki kütle çekim kuvvetini belirlemektedir ve bunu ölçmek için kullandığımız teknik (tartı), eylemsizlik kütlesini ölçmek için kullandığımız teknikten farklıdır.”



Evet, çünkü kütleyi iki şekilde de ölçebiliriz ve bugüne kadar objelerin eylemsizlik kütleleri ve yerçekimsel kütleleri arasında *en ufak bir farklılık* bile gözlemlenmemiştir.

Bunun ne kadar garip olduğunu bir düşünün. İkisinin aynı şey olması için görünürde hiçbir sebep yoktur. Biri (eylemsizlik kütlesi)

* Yani neredeyse. Karanlık enerji ve kozmik genişleme, kütle çekimsel itişten kaynaklanıyor olabilir.

** Bu yaklaşım, kütle çekimsel kuvvetler üzerine Newton'un öngörüsüdür. 7. bölümde genel görelilik alternatifindeyse kütle çekimsel kuvvetlerin olmadığını ve kütleyi bükülmüş uzay olarak düşünmenin daha mantıklı olduğunu göreceğiz.

objenin harekete karşı ne kadar dirençli olduğuyla alakalı, diğeri (yerçekimsel kütle) kütle çekimi etkisinde ne kadar hareket etmek *istediği* ile ilişkilidir.

Bunu çok basit bir deneyle doğrulayabilirsiniz. Farklı kütlelere sahip iki objeyi (bir kedi ve bir lamayı mesela) uzay boşluğunda (hava sürtünmesi olmasın diye) serbest düşmeye bırakın. Her ikisinin de aynı hızda düştüklerini göreceksiniz. Bunun sebebi nedir? Eğer lamanın yerçekimsel kütlesi daha fazlaysa bu daha büyük bir kuvvetle çekileceği anlamına gelecektir, ama aynı zamanda lamanın eylemsizlik kütlesi de daha fazla olacağı için onu harekete geçirmek için daha fazla kuvvet gerekecektir. Böylelikle iki etki kusursuz bir şekilde birbirlerini dengeleyecek ve lamayla kedi aynı hızla serbest düşüş yapacaklardır.

Mevcut fizik formülasyonlarımıza göre nedeni bilinmiyor. Sadece öyle olduğunu varsayıyoruz. Bu varsayımsal denklik Einstein'ın, kütle çekimine çok farklı bir noktadan bakan görelilik teorisinin özünü oluşturur. Kütle çekimini, parçacıklara keyfekeder atanmış yükler ve parçacıkları birleştiren enerjiler üzerinde etkili olan bir kuvvet yerine, hem kütleyi hem de enerjiyi çevreleyen uzayın bükülmesi ve bozulması olarak ele alır. Bağlantı, Einstein'ın teorisinde çok daha doğal gözükse de onun *neden* orada bulunduğunu açıklayamaz. İki keyfekeder parametre mi vardır (eylemsizlik kütlesi ve yerçekimsel kütle), yoksa bunlar birbirleriyle bağlantılı mıdır? Fizik kurallarını çiğnemenin birbirinden farklı olma ihtimalleri var mıdır?

İzafiyet teorisi dışındaki parçacık fiziği teorileri, yerçekimsel ve eylemsizlik kütlelerini farklı kavramlar olarak kabul eder, ama deneysel olarak ikisini de aynı kavramlar olarak gözlemliyoruz. Bu, her ikisinin de birbirlerine derinden bağlı olduklarına dair kuvvetli bir ipucudur.

Zor Sorular

Tekrarlamak gerekirse kütleinin tuhaflaştığı durumlar şunlardır:



Tuhaftır, çünkü bir şeyin kütlesi sadece kapsadığı şeylerin kütlesi değildir. Aynı zamanda o şeyleri bir arada tutan enerjiyi de kapsamaktadır. Ve bunun nedenini bilmiyoruz.



Tuhaftır, çünkü kütle aslında bir etiket veya yük gibidir (bir “şey” değildir) ve bazı parçacıklar buna sahipken (yani Higgs alanını hissederken), diğerlerinin sahip olmamasının nedenini bilmiyoruz.



Tuhaftır, çünkü kütleliyi ister eylemsizlik ister kütle çekimi prensibiyle ölçün, sonuç aynıdır. Aynı şekilde bunun nedenini de bilmiyoruz!

İşin ilginç yanı, kütle kavramı barındırdığı bütün sırlara rağmen, evrenin geri kalanını anlama yolunda ilerlememizi sağlamıştır. Galaksilerin dönüşlerini ve kayıp kütle oranından yeni tür görünmez bir maddeye dair ipuçlarını nasıl yakaladığımızı; yani karanlık maddeyi keşfedişimizi hatırlayın. Aslında karanlık maddeye dair tek bildiğimiz şey bir kütle (tam olarak söylemek gerekirse yerçekimsel kütle) sahip olduğudur.

Varoluşumuza dair bu kadar temel bir şeyin sırrını korumaya devam etmesi son derece şaşırtıcıdır. Geceleri yastığa başımızı koyduğumuzda, bu tür konularla fizikçilerin ilgilendiğini bilerek rahat bir uyku çekmek bizim de hakkımız değil mi? Ama hayır, ne kadar çok irdeler ve soru sorarsak kütleye dair bir sürü şeyin sırrını koruduğunu o oranda görürüz.

Açık (ve heyecan verici) olan şeyse kütlenin, evrenin işleyişine dair temel bir özellik olduğu ve hareket halinde olan bir sürü parçasını da (enerji, eylemsizlik ve kütle çekimi gibi) birbirleriyle bağlantılı hale getirdiğidir. Bu bağlantıların neler olduğunu tam olarak keşfetmek, bizi içinde yaşadığımız bu devasa ve harika evreni anlamaya bir adım daha yaklaştıracaktır. Bu, son derece bir harika olaydır.

GÖRÜNÜŞE GÖRE HER ŞEY ASLINDA
FASULYELERDEN MEYDANA GELMİŞ.



6.

Kütle Çekimi Kuvveti Neden Diğer Kuvvetlerden Bu Kadar Farklıdır?

Küçük Kütle Çekimine Dair Büyük Bir Soru

Kütle çekiminin ne olduğunu *biliyorsunuz*. Yıldızların hareketlerini kontrol eder, kara delikleri oluşturur ve meşhur fizikçilerin kafalarının üstüne elmalar düşürür.

Ama kütle çekiminin ne olduğunu gerçekten de *anlıyor musunuz*?

Onu, her gün etrafınızda işler halde görürsünüz ama kütle çekiminin çalışma şeklini, diğer temel kuvvetlerce ortaya konan prensiplerle karşılaştırdığımızda aralarında bir uyumsuzluk olduğunu hemen fark edersiniz. Kütle çekimi tuhaf derecede zayıftır, itmekten ziyade çekim kuvveti uygular ve kuantum dünyası açısından da uyumsuzdur.

Uyuma karşı bu direnç hali son derece gizemli ve kafa karıştırıcıdır, çünkü evreni anlama şeklimiz, içinde düzen aramak üzerinedir. Çevrenize bir bakın; güzel evrenimizin çeşitliliği ve karmaşıklığı aklınızı başınızdan alabilir ama örüntüleri bir kez buldunuz mu artık anlamaya

başlarsınız. Örneğin, internet geçmişini taradığınız bir kişi hakkında ne kadar bilgiye sahip olabileceğinizi düşünün. Tabii yine de bu, evrenin anlamak istemediğiniz bir kısmı da olabilir.



"BÜYÜK PATLAMA"?
"KARA DELİKLER"?
BU EPEY MÜSTEHCEN BİR
INTERNET GEÇMİŞİ DOSTUM!

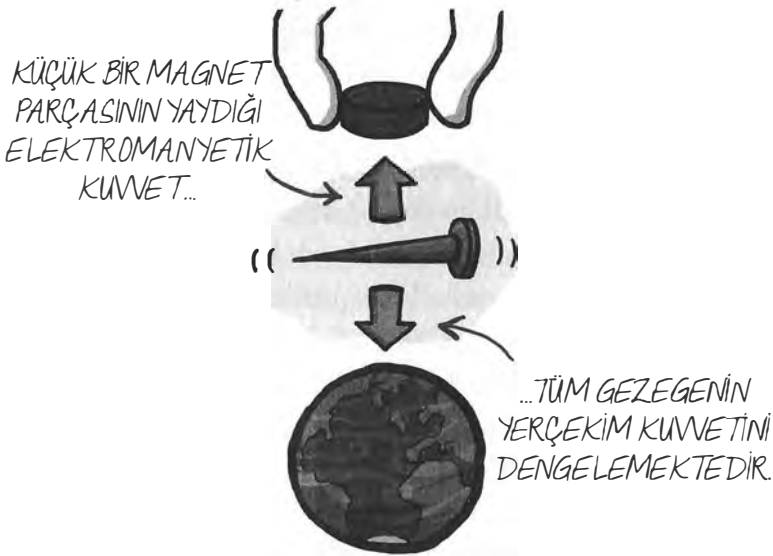
Bir şeyleri anlayabilmek için onları belirli bir kalıba sokma arzusu, fizikçilerin bütün fizik bilimini tek bir teorem altında birleştirme hayali yüzündendir.* Ve kütle çekiminin de diğer bütün kuvvetlerin düzenine karşı gelmesi bu hayalin gerçekleştirilmesinin önünde büyük bir engeldir. Bu bölümde kütle çekiminin neden bu kadar olağandışı olduğunu ve neden lamalardan daha da fazlasını Dünya'ya doğru çektiğini keşfedeceğiz. Kütle çekimine dair derin sırlar vardır, o yüzden hemen işe koyulup incelemeye başlayalım. Kim bilir, bazı cevaplara doğru bir çekim bile hissedebiliriz.

Bu kelime oyunları
fazla olmaya başladı artık.



* Dürüst olalım, fizikçiler epey hayalperest insanlardır.

deneyi yapmak için bodrum katına koyduğunuz bir parçacık çarpıştırcınızın olmasına da gerek yok. Basitçe mutfağınızdaki buzdolabı magnetlerinden birini alın ve ufak metal bir çiviye kaldırmak için kullanın. Bu deneyde çivi, bütün gezegenin yani Dünya'nın yerçekimi kuvvetiyle aşağı doğru çekildiği halde ufacık, küçük bir magnetin yarattığı manyetik kuvvet bile onu yukarı çekmeye yeterlidir. Küçük bir magnet tüm gezegene üstün gelmektedir, çünkü manyetizma, yerçekiminden çok daha kuvvetlidir.



Bu noktada şunu merak ediyor olabilirsiniz, eğer kütle çekimi diğer kuvvetlerden 10^{36} kat daha küçükse, evren için bu derece büyük bir öneme nasıl sahip olabiliyor? Kasırganın içinde kaybolan bir hapsirlik misali çevresindeki diğer büyük kuvvetler tarafından ezilmesi gerekmez mi? Nasıl oluyor da insanların Superman gibi uçmalarını engelleyip bütün gezegenleri ve yıldızları bir arada tutuyor? Diğer kuvvetler bu kadar güç-

* Kasırganın içinde kaybolan osuruk için de aynı soru sorulabilir.

lülense şayet, kütle çekimine hükmedip onun evrende var olan etkisini ortadan kaldırmaları gerekmez mi?



Cevabı kolay: kütle çekimi, devasa ölçekler ve devasa kütleler söz konusu olduğunda çok önemlidir. Zayıf veya şiddetli kuvvetler kısa menzillidir, bu yüzden çoğunlukla sadece atomaltı seviyesinde hissedilirler. Kütle çekimine oranla çok daha

güçlü olmalarına rağmen elektromanyetik kuvvetlerin, yıldızların ve galaksilerin hareket düzenlerinde önemli bir rol oynamamasının sebebi de kütle çekimine dair enteresan bir gerçekle bağlantılıdır: kütle çekimi sadece tek yönlü çalışır.

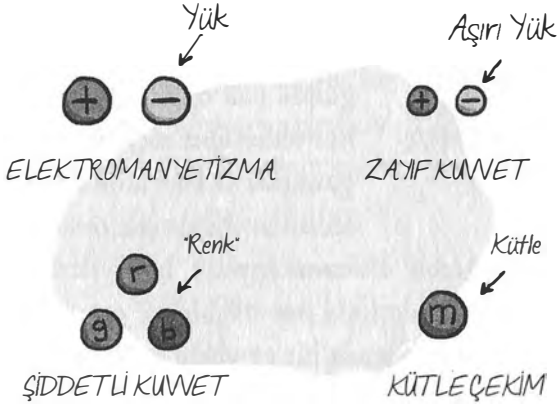
Kütle çekimi, şeyleri sadece çeker, itme kuvveti uygulamaz.* Bunun sebebi basittir: kütle çekimi kuvveti etkilediği objelerin kütleleriyle doğru orantılıdır ve kütlenin de var olabilecek tek bir hali vardır, yani pozitif hali. Buna karşılık elektromanyetik kuvvetler iki tür elektrik yüküne (pozitif ve negatif) sahiptirler. Ayrıca zayıf ve şiddetli kuvvetlerin de aynı elektrik yüküne benzer, hiperyükler ve renk yükleri adında birden fazla değere sahip olabilen özellikleri vardır.”

Kütle çekimi de bir anlamda böyledir. Kütle, parçacığın kütle çekimini ne oranda hissedeceğini belirleyen “yerçekimsel yük” olarak düşünülebilirsiniz. Ama “negatif” kütle diye bir şey yoktur. Kütle çekimi, parçacıkları kütleyle itmez.

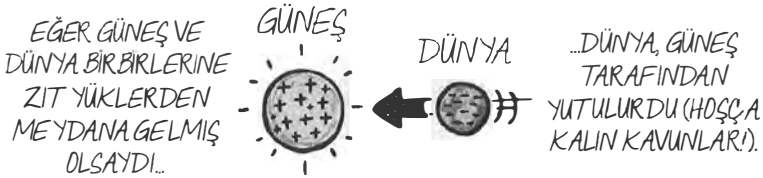
* Bu hemen hemen her zaman böyledir: Büyük Patlama esnasındaki itici kütle çekimi kuvveti tartışması için 14. bölüme bakın.

** Şiddetli kuvvetin yükü ikiden fazladır, tam üç tanedir! Bunlara “renk yükler” adı verilir ve “kırmızı,” “mavi,” ve “yeşil,” diye isimlendirilir. Kırmızı yükü sıfırlamak için bir mavi ve bir yeşil parçacık katarak nötr ya da “beyaz” obje elde edebilirsiniz. Ya da anti-kırmızı renginde bir anti-parçacık bulabilirsiniz.

TEMEL KUVVETLER



Bu önemlidir, çünkü kütle çekimini sıfırlayamayacağı anlamına gelir. Büyük ölçeklerde elektromanyetik kuvvetin başına gelen de budur. Güneş çoğunlukla pozitif elektrik yüklerinden, Dünya ise çoğunlukla negatif elektrik yüklerinden meydana gelseydi aralarındaki çekim *devasa* olurdu ve gezegenimiz uzun zaman önce Güneş tarafından emilip yutulmuş olurdu.



Ama hem Güneş hem de Dünya çoğunlukla eşit miktarda negatif ve pozitif elektrik yüklerinden meydana geldikleri için birbirlerini elektromanyetik olarak dengeler. Dünya'daki her pozitif ve negatif parçacık Güneş'teki pozitif ve negatif parçacıklar tarafından hem itilip hem de çekildikleri için (ve bunun tersi de geçerli olduğundan) bütün elektromanyetik kuvvetler sıfırlanmış olur.

NE ŞANSLIYIZ Kİ GÜNEŞ VE
DÜNYA EŞİT SAYIDA
POZİTİF VE NEGATİF
ELEKTRİK YÜKLERDEN
MEYDANA GELMİŞTİR...



...BÖYLECE DÜNYA, GÜNEŞ
TARAFINDAN
YUTULMADAN VARLIĞINI
SÜRDÜREBİLMEKTEDİR
(PARTİYE DEVAM).

Bu bir tesadüf değildir. Elektromanyetik kuvvet o kadar güçlüdür ki ortada herhangi bir dengesizlik kalmayınca dek bütün yükleri ileri geri emer. Maddenin nötr atomlara yerleşmesi ve elektromanyetik kuvvetlerin bir dengeye ulaşması evrenin oluşumunun henüz ilk yıllarında (yaklaşık olarak 400.000 yaşındayken ve henüz kavun-öncesi dönemini yaşarken) meydana gelmiştir.



Dünya ile Güneş arasında net bir elektromanyetik kuvvet olmadığı ve zayıf ve şiddetli kuvvetlerin bu mesafede etkili olması mümkün olmadığı için geriye tek kalan kuvvet kütle çekimidir.

Kütle çekimi, bu yüzden gezegenler ve galaksiler ölçeğinde hüküm sürer, çünkü bu ölçekte diğer kuvvetler dengededir. Kütle çekimi, herkes partide biriyle eşleşirken, son derece çekici olmasına rağmen elinde kavunla bir başına kalan kişiye benzetilebilir. Ve kütle çekimi, yalnızca çekme kuvveti uyguladığından kendisini de asla sıfırlayamaz.



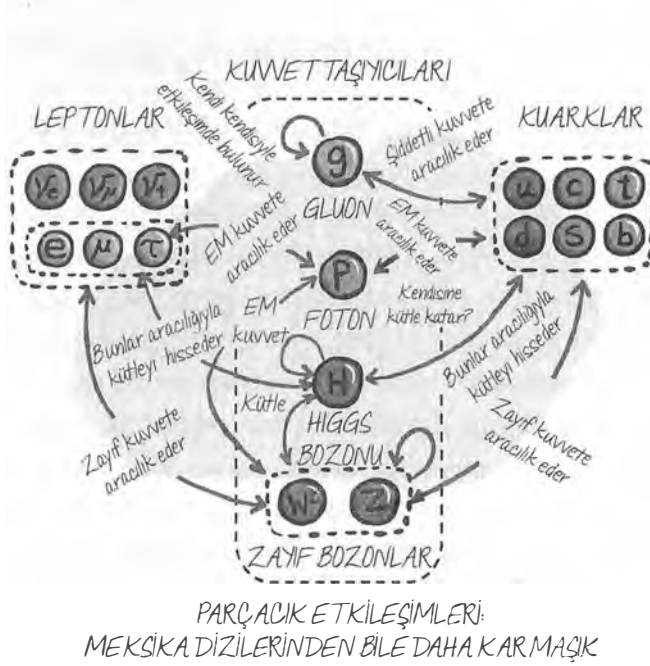
Uzun lafın kısı, kütle çekiminin gizemli ve hâlâ açıklanmamış iki özelliği vardır: birincisi diğer temel kuvvetlerle kıyaslandığında gerçekten de çok zayıftır. Herkes elinde bir ışın kılıcı ile dövüşürken sizin elinizde sadece bir diş fırçası olduğunu hayal edin. Kütle çekimine dair diğer gizemli özellikse, diğer bütün kuvvetler etkileşimde bulundukları parçacıkların yüklerine bağlı olarak o parçacıkları iterken veya çekerken, kütle çekiminin sadece çekme kuvveti uyguluyor olmasıdır. Kütle çekimi neden bu kadar farklıdır? Hiçbir fikrimiz yok.

Kuantum Bilmecesi

Kütle çekimi, diğer üç temel kuvvet tarafından ortaya konan düzene tam olmasa da kısmen uyar. Kütle çekimini, diğer kuvvetler gibi bir kuvvet olarak ve kütleyi de diğer yükler gibi düşünebiliriz. Ama kütle çekimi çok daha zayıftır ve sadece tek yönlü bir etkiye sahiptir. Temel kuvvetlerin düzeni içindeki bu aşikâr tutarsızlık ya bizim var olduğunu sandığımız düzenin aslında mevcut olmadığını ya da çok önemli bir noktayı gözden kaçırdığımızı göstermektedir.

Ayrıca kütle çekimi daha derin başka anlamlarda da tuhaftır. Tüm madde parçacıklarını ve dört temel kuvveti anlamak için kuantum mekaniği adını verdiğimiz matematiksel bir yapı vardır. Kuantum mekaniğinde her şey, üç temel kuvvet bile parçacık olarak tarif edilir. Bir elektron diğer bir elektronu ittiği zaman görünmez bir telekinezi formu uygulamaz. Fizikçiler bu etkileşimi, bir elektronun diğerine kendi momentumunun bir kısmını aktarabilmek için parçacığını fırlatması olarak düşünürler. Elektronlar söz konusu olduğunda kuvvet taşıyıcı bu parçacıklara foton adı verilir. Zayıf kuvvet söz konusu olduğunda ise parçacıklar W ve Z bozonu alışverişinde bulunurlar. Şiddetli kuvveti hisseden parçacıklar ise gluon transferinde bulunurlar.*

* Papayonu uydurduğumuz için bize inanmıyor olabilirsiniz, ama gluon gerçek!



Kuantum mekaniği yapısı, 4. bölümde gördüğümüz Parçacık Fiziği'nin Standart Modeli konusu, evrenin büyük bir kısmını anlamamızda epey yardım etmişti. (Evrenin büyük bir kısmı derken yalnızca yüzde 5'ini kastettiğimizi unutmayın!) Dünya'ya kuantum parçacıkları terimleriyle bakmak, deneylerini yaptığımız birçok şeyi açıklayabilir ve diğer madde parçacıkları veya Higgs Bozonu gibi daha önce hiç görmediğimiz parçacıkların varlıklarını tahmin etmemizi sağlayabilir. Zayıf kuvvetin neden bu kadar dar bir sınırı olduğuna bile açıklama getirir; kuvvet parçacıkları fazla kütleyle sahip olduğu için hareket edebilecekleri alan da kısıtlanmıştır. Ama Standart Model'e dair bir sorun vardır: Bu yaklaşım, kütle çekimini tanımlamak konusunda yetersizdir.

Graviton: Temel Bir Parçacık mı Yoksa Kötü Bir Çizgi Roman Kahramanı mı?

Kuantum mekaniği, kütle çekimini tanımlamakta iki sebepten dolayı başarısız olur. Birincisi, kütle çekimini Standart Model'e uygun hale getirmek için kütle çekimi kuvvetini ileten bir parçacığa ihtiyaç vardır. Fizikçiler bu varsayımsal parçacığa "graviton" adını vermişlerdir. Eğer bu parçacık gerçekten varsa bu, şu demektir: siz yerinizde oturur halde (veya ayakta dikilir durumda) kütle çekimi tarafından aşağıya doğru çekilirken vücudunuzdaki bütün parçacıklar, ayaklarınızın altındaki Dünya'nın bütün parçacıkları ile durmaksızın her iki yönde, küçük kuantum parçacıkları alışverişinde bulunur. Aynı şekilde Dünya da Güneş'in etrafında dönerken, sahip oldukları bütün parçacıklar, aralarında durmaksızın bir graviton transferi yapar. Fakat gravitonun varlığına bugüne kadar hiç kimse rast gelmemiştir, dolayısıyla bu teori tamamıyla yanlış da olabilir.



TEMBEL DEĞİLSİNİZ SADECE BÜTÜN GEZEĞENDEKİ HER BİR PARÇACIK
TARAFINDAN AŞAĞIYA DOĞRU ÇEKİLMEKTESİNİZ

Fizikçilerin, kütle çekimini kuantum mekaniğine uyarlamaya çalışmakta sıkıntı yaşamalarının diğer bir sebebi de, kütle çekimine dair *zaten* iyi bir teoriye, yani Einstein'ın 1915'te ortaya attığı teoriye sahip olmamızdır. Genel görelilik adı verilen bu teori kendi içinde epey tutarlıdır.

Kütle çekimine tamamiyla farklı bir açıdan bakar. Einstein, kütle çekimini iki obje arasındaki bir kuvvetten ziyade, uzayın bükülmesi olarak düşünür. Bu ne demektir? Einstein uzayı, her madde için görünmez bir zeminden, soyut bir kavramdan ziyade dinamik, akışkan veya bükülgen bir tabaka gibi düşünmeye başladığımız an, kütle çekiminin de çok basitleştiğini fark eder. Maddenin (veya enerjinin) varlığı, cisimlerin hareket yörüngesini değiştirerek etrafındaki uzayı bükerek. Einstein'ın teorisine göre kütle çekimi diye bir şey yoktur, sadece uzay bozunumu vardır.

KÜTLE ÇEKİME DAİR AKLA YATKIN TEORİLER



Genel görelilik teorisine göre, Dünya'nın uzay boşluğuna savrulmadan Güneş'in etrafında dönebilmesinin sebebi, onu yörüngede tutan bir kuvvetin bulunması değildir. Güneş'in etrafında döner, çünkü Güneş'in etrafındaki uzay, Dünya tarafından bir çizgi gibi hissedilse de aslında bir daire (ya da bir elips) olacak şekilde bozunuma uğramıştır. Bu senaryoya göre yerçekimsel kütle, bazı parçacıkların sahip olup diğerlerinin sahip olmadığı bir yük değil de, bir objenin etrafında bulunan uzayı bükme kapasitesinin ölçüsüdür. Bu teori, kulağa çok garip gelse de yerel kütle çekimini, kozmik kütle çekimini ve uzaydaki başka birçok garip şeyi açıklamada epey başarılı olmuştur. Işığın neden objeler etrafında büküldüğünü, GPS sisteminin nasıl çalıştığını açıklayabilmiş ve ayrıca kara delikleri de önceden tahmin edebilmiştir.

Genel görelilik teorisi çok iyi çalıştığı için onun, doğanın doğru bir tanımlaması olduğunu düşünmemize rağmen, bu teoriyi diğer temel

teorimiz olan kuantum mekaniği ile bağdaştırmayı hâlâ becerememiş olmamız büyük bir sorun teşkil eder. Üstelik kuantum teorisi *de* doğanın doğru bir tanımlaması gibidir.



Bu sorunun bir kısmı, iki teorinin Dünya'ya farklı bakış açılarıyla bakmasıdır. Kuantum mekaniği uzayı düz bir zemin olarak görürken, genel görelilik uzayın daha dinamik ve esnek bir şeyin, yani uzay-zamanın bir parçası olduğunu söyler. Sonuç olarak kütle çekimi, uzayın bükülmesi midir yoksa parçacıkların arasında etrafta uçuşan küçük kuantum tanecikleri midir? Evrendeki diğer her şey kuantum mekaniği kurallarına uyar, aynı kuralların kütle çekimi için de geçerli olması kulağa mantıklı gelse de gravitonların varlığına dair herhangi bir kanıt henüz ulaşılamamıştır.



KÜTLE ÇEKİM SON DERECE OYUNBOZAN OLABİLİR

İşin ilginç yanı, kuantum kütle çekimine dair bir teorinin neye benzeceği hakkında en ufak bir tahminimizin bile olmaması. Fizikçiler,

varlıkları sonradan deneylerle kanıtlanan (üst kuark veya Higgs bozonu gibi) parçacıklara dair tahminlerde bulunmuş olsalar da bugüne kadar kütle çekimiyle kuantum mekaniğini aynı potada eritmeye çalışan bütün teoriler başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Tüm bu teoriler, tıpkı “sonsuzluk” gibi mantıksız sonuçlar vermiştir. Teorisyenler (teoride) zeki insanlardır ve günün birinde söz konusu iki durumu birleştirebilecek (sicim teorisi veya döngü kuantum yerçekimi teorisi gibi) fikirleri de vardır, ama bugüne kadar çok az yol katetmiş olduklarını söylemek de yanlış olmaz. Bütün bildiklerimizi birleştirmeye çalışan teoriler hakkında daha fazla bilgi edinmek için 16. bölüme bakabilirsiniz.

Kara Delik Çarpıştırıcıları

Özetlemek gerekirse, kütle çekimi diğer kardeş kuvvetlerden öylesine farklı görünür ki herkes onun evlat edinildiğini ya da Evren Hanım’ın çevirdiği hıncır dolaplardan biri olduğunu düşünür. Kütle çekimi diğer kuvvetlerden oldukça küçüktür, tek yönlü olarak etki eder (itmez, çeker), diğer kuvvetlerin aksine aynı teorik yapıya dahil olmaz ve bunun nedeni-ne dair en ufak bir fikrimiz yok. Bunlar evrenin en başlıca sırlarıdır. Peki, bu bilmeceleri cevaplamak için ne yapıyoruz?

Dünya’nın düzenini anlamanın başlıca yollarından biri, onu deneylerle test etmek ve gördüklerimizi açıklayacak akıllıca fikirler bulmaktır. İdeal anlamda genel göreliliği (klasik kütle çekimi) ve kuantum mekaniğini, hangisinin doğru ve hangisinin yanlış olduğunu görebilmek için aynı anda test etmek isteriz. Örneğin, iki kütlenin graviton alışverişinde bulunduğunu gözlemlemek, kütle çekiminin kuantum teorisi prensiplerine uyduğunu gösterebilir.

Bu harika olurdu, ama böyle bir deneyin ne kadar zor olacağını bir düşünün. Kütle çekiminin ne kadar zayıf olduğunu hatırlıyorsunuzdur. Dünya’nın kütle çekimi hepten, ufak bir magnetin yaydığı elektromanyetik

kuvveti alt etmeye yetmez. Eğer iki parçacığı bir araya getirebilseydik, aralarındaki kütle çekimi neredeyse sıfır olurdu ve kendisinden çok daha kuvvetli olan elektromanyetik kuvvet, zayıf kuvvet ve şiddetli kuvvet tarafından yutulurdu.

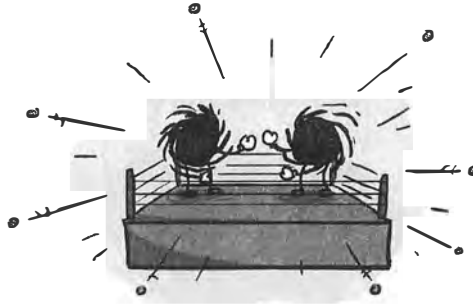


Gravitonları gözlemleyebilmek için büyük miktarda kütleye ihtiyaç duyulur. Diğer kuvvetler içinde dengeli, devasa ve kozmik boyutlardaki kütleleri çarpıştırabileceğimiz deneysel bir ortam gerekir. Hayır, milyonlarca kilo meyveyi birbirleriyle çarpıştırmaktan bahsetmiyoruz. Hayal gücünüzü zorlayın ve *kara delik çarpıştırıcısı* gibi inanılmaz bir kavram düşünün.

Birbirine çarpan iki kozmik obje! Kütle çekimini kuantum seviyesinde inceleyebilmek için ihtiyacımız olan budur. Bunun, inşa edilecek veya uygulamaya konacak pratik bir fikir olmadığı açıktır (en asgari müşterek bütçe tahminleri bile Ölüm Yıldızı'nı gölgede bırakırdı). Evren son derece tuhaf şeylerle dolu çok büyük bir yer olduğu için yine de şanslıyız. Etrafınızı uzun süre gözlemlerseniz, kara delikler de dahil olmak üzere aradığınız her şeyi bulabilirsiniz.

Bu tür olaylar bir takvime göre hareket edip tekrarlanmazlar, ama arada sırada da olsa kara deliklerin iyice yaklaşıp birbirlerini yutmaya çalıştıklarına rastlanır. Bu, tam olarak bilimcilerin aradıkları şeydir. Kozmosun içerisinde kara deliklerin ölümcül bir sarmalla birbirlerine dolandıkları yerler vardır ve birbirleriyle çarpışmaları her yöne dağılacak graviton parçacıklarını açığa çıkarabilir. Tek yapmamız gereken görmek! Ama bu o kadar kolay değil. Bir kara delik çarpışmasından ortaya çıkabilecek

gravitonları gözlemlemek bile epey zor olacaktır. Kütle çekimi zayıf olduğu için, bir gravitonun içinizden geçip gittiğini bile hissedemezsiniz. Nötrinoları, ışık yılı kalınlığındaki kurşunların içinden kolayca geçebilen hayaletimsi parçacıkları hatırlayın. Nötrinolar, gravitonlarla kıyaslandığında partilerde herkesle çene çalmaya bayılan son derece sosyal insanlara benzer. Yapılan bir hesaplama göre, elimizde Jüpiter büyüklüğünde bir dedektör olsa ve bu dedektör çok kuvvetli bir graviton kaynağının yakınında bulunsa dahi, bir gravitona rastlama şansı ancak on senede bir olurdu.



KARA DELİK MÜSABAKASI

Artık Gerçekçi Olmanın ve Bir Kara Deliği Ziyaret Etmenin Vakti

Tek bir graviton parçacığını bile görmek neredeyse imkânsızsa, kütle çekiminin kuantum teorisine uygun olup olmadığını nasıl anlayacağız? Bunu yapmanın bir diğer yolu da her iki teorenin uyumsuzluğa düştükleri tahmini fiziksel durumu bulmaktır. Örneğin, bir kara deliğin *içini* çok da gerçekçi olmayan bir senaryo bile inceleyebilir.

Genel görelilik bize kara deliğin merkezinde tekilliğin bulunduğundan bahseder. Bu noktada madde o kadar yoğundur ki kütle çekimsel alan sonsuz hale gelir. Bu, insanın aklını başından alan bir tecrübe olurdu, çünkü uzay-zaman bütün bildiklerinizi çarpıttı. Genel

göreliliğin bu önermeye bir itirazı yok, ama aynı şey kuantum mekaniği için geçerli değil. Kuantum mekaniği prensiplerine göre herhangi bir şeyi (tekillik gibi) tek bir noktaya dönüşüncüye kadar izole etmek imkânsızdır, çünkü her zaman bir belirsizlik olacaktır. O halde bu teorilerden birinin duruma uymadığı söylenir. Eğer bir kara deliğin içinde neler olduğunu bilebilseydik, kuantum mekaniğiyle kütle çekiminin birlikte nasıl çalıştıklarına dair çok önemli ipuçları elde edebilirdik. Ama ne yazık ki, bir kara deliği ziyaret edip hayatta kalabilmek, birkaç deney yaptıktan sonra kaçması imkânsız olan kütle çekimi alanından kaçmak ve ulaştığımız sonuçlarla Dünya'ya dönmek şimdilik mümkün gözüküyor.



KARADELİKLER OLABİLECEK EN KÖTÜ
TATİL BELDELERİDİR

Hepsi Bu Kadar

Gravitonları keşfetmek için kara delikleri kullanamamasak bile, kara deliklerin ölümcül sarmallarından bir şeyler öğrenebiliriz, çünkü bu çarpışmalar etraflarına *kütle çekimsel dalgaların* yayılmasına sebep olur.

Kütle çekimsel dalgalar ivmelenen kütlelerin uzayda yarattıkları dalgalanmalardır. Elinizi, su dolu bir banyo küvetinin içine sokup ileri geri hareket ettirdiğinizde meydana gelen duruma benzer. Eliniz suyun

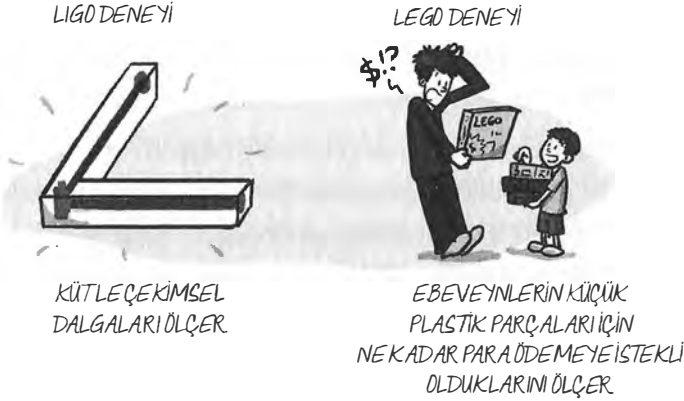
yüzeyinde kırışıklıklara, dalgalanmalara yol açacaktır. Aynı şey uzayda hareket eden devasa objeler için de geçerlidir. Hareket halindeki kütle uzayı bükerek ve uzay-zamanın içinde bir dalga gibi çoğalarak yayılan bir bozulmaya yol açar.

İşin enteresan yanı, bir kütle çekimsel dalganın takip ettiği istikamet üzerindeki her şeyi büküp eğmesidir. Bir daire anlık olarak bir elipse ve bir kare anlık olarak bir dikdörtgene dönüşür. Kulağa epey havalı geliyor, öyle değil mi? Kitabı, şekil değiştirip değiştirmedigini anlamak için elinizden bırakmadan önce şunu söyleyelim: kütle çekimsel dalgalar uzayı sadece 10^{-20} derecesinde deforme eder. Bunun anlamı şudur: elinizde 10^{20} milimetre (yani 10 ışık yılı) uzunluğunda bir sopa olsaydı, kütle çekimsel dalga onu sadece bir milimetre kadar kısaltabilirdi. Bu ölçmesi epey zor bir sonuçtur.



Ne var ki bilimciler zeki ve sabırlı insanlar olduklarından LIGO* (Lazer İnterferometre Kütle Çekimsel Dalga Gözlemevi) adında bir deney yapmayı akıl etmişlerdir. LIGO, birbirine dik açıda iki adet dört kilometrelik bir tüneli kapsar ve tünellerin uçları arasındaki mesafenin değişimini ölçmek amacıyla da lazer ışını kullanılır. Ortaya çıkan kütle çekimsel dalga, uzayı bir yönden genişletirken diğer yönden de sıkıştırır. Farklı uçlardan seken lazer ışınlarının birbirleriyle olan etkileşimini ölçmek isteyen fizikçiler, aradaki uzayın genişleyip genişlemediğini veya sıkıştırılıp sıkıştırılmadığını hassaslıkla belirleyebilirler.

* LIGO, orijinal olarak Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory adının kısaltılmış halidir. (ç.n.)



2016'da, 620 milyon dolarlık yatırım ve onlarca sene süren gözlemlerden sonra bilimciler kütle çekimsel dalgalanmayı gözlemlemeyi başardılar. Böylelikle Einstein'ın kütle çekiminin uzayı büktüğü teorisi de doğrulandı. Ama ne yazık ki kütle çekiminin nasıl çalıştığına dair kuantum bilgisine ulaşamadı, çünkü kütle çekimsel dalgalar gravitonlara benzemez. Bu, ışığın var olduğunu ispatlayıp fotonlardan meydana geldiğini ispatlayamamaya benzer. Her şeye rağmen çok büyük bir keşiftir.

Kütle Çekimi Kendine Özgü Olabilir

Öyleyse kütle çekiminin sırları nasıl açıklanır? Neden bu kadar zayıftır, neden diğer kuvvetlerin teori ve örüntülerine uymaz?

Bunların sebebi kütle çekiminin kendine özgü olması olabilir. Aslında, kütle çekiminin diğer kuvvetler gibi olması gerektiğine veya bütün kuvvetlere hükmedecek tek bir fizik teoremi olması gerektiğine dair bir kural yoktur. Evrene dair bildiklerimizin hâlâ çok karanlık olduğunu her zaman aklımızın bir köşesinde tutmalıyız. Yaptığımız birçok varsayımın

sıklıkla yanlış olduğunu veya sadece çok özel koşullar altında geçerli olduğunu unutmamalıyız. Kütle çekimi belki de daha önce bildiğimiz her şeyden farklıdır. Ya da değildir. Amacımızın evreni anlamak olduğunu ve bunu yapabilmek için de fazla varsayımda bulunmaktan kaçınmamız gerektiğini unutmayalım.

Kütle çekiminin kendine özgü olduğu ve diğer temel kuvvetlerden farklı olduğu ortaya çıkacak olursa bu, büyük resme dair ipucu verebilir. Kütle çekiminin, kozmosun özüne işlemiş çok daha derin bir anlamı olduğunu gösterebilir. Bazen kurallar yerine istisnalar da bir şeyler öğretebilir. Bu sırları açıklamak için ortaya konacak heyecan verici fikirlerin eksikliğini çektiğimiz de söylenemez.



Kütle çekiminin zayıflığına dair insanın aklını başından alan diğer bir açıklama da, *fazladan boyutların* mevcudiyetidir. Çizgi romanlarda rastladığınız alternatif boyutlardan bahsetmiyoruz: uzayda, içinde bulunduğumuzdan çok daha fazla sayıda olan boyutları kastediyoruz. Bazı fizikçiler kütle çekiminin bu kadar zayıf olmasının sebebini, göremediğimiz farklı boyutların yarattıkları küçük döngülerin kütle çekimini seyreltmesine bağlar. Fazladan boyutları da hesaba katarsak, kütle çekiminin en az diğer kuvvetler kadar güçlü olduğu ortaya çıkar. Bu fikri 9. bölümde daha detaylı konuşacağız.

Bu kitapta kuantum mekaniği ve genel görelilik kavramlarının birleştirilmesinin ve gravitonun gözlenmesinin zorluklarından bahsetmiş olsak da fizikçiler bilinen bütün kuvvetleri tek bir çatı altında toplayacak tek bir teori bulma fikrinden vazgeçmediler. Peki, her şeyi toparlayacak tek basit denklemi bulmaya ne kadar yaklaşılabildik? Bunu 16. bölümde irdedeceğiz.

Bu Ne Anlama Gelir?

Kütle çekiminin sırlarını anlamak, etrafımızı saran Dünya'yı anlamamızı sağlar. Kütle çekiminin büyük çapta etkili olan tek kuvvet olduğunu unutmayın. Bu, onun, evrenin şeklini ve kaçınılmaz kaderini belirleyecek olan ana kuvvetlerden biri olduğu anlamına gelir.

Kütle çekiminin uzayı ve zamanı bükebiliyor olması, bizi heyecan verici başka ihtimallere götürebilir. Şimdilik kendi yıldız sistemimiz dışında kalan başka bir yıldız sistemini ziyaret etmemiz mümkün gözüküyor. Mesafeler çok uzun. Fakat kütle çekiminin sırlarını çözebilirsek, uzayın nasıl bükülüp kontrol altına alınabileceğini veya solucan deliklerinin nasıl yaratılıp yönlendirilebileceğini anlayabiliriz. Bunu başardığımız zaman, uzay-zamanı bükebilir ve şimdilik imkânsız gözükse de evrenin bir ucuna seyahat etme hayallerimizi gerçekleştirebiliriz. Kütle çekiminin elinde tuttuğu anahtar bu olabilir.

Kim demiş, kütle çekimsel kuvvetler ayağımızı yere sağlam basmamızı sağlıyor diye?



FİZİKÇİLER SON DERECE ACIMASIZ FİLM ELEŞTİRİSİ YAPABİLİRLER.

7. Uzay Nedir?

Ve Neden Bu Kadar Çok Yer Kaplar?



Kitabımızın ilk birkaç bölümünde sizlere şeylerin sırrını anlatmaya; en küçük parçalar nelerdir ve evreni oluşturmak için nasıl bir düzenle çalışırlar, sorularına cevap vermeye çalıştık. Etrafımızı çevreleyen somut şeylere dair bazı cevaplara ulaşabilsek bile, bu konu arka planda hâlâ sırrını korur. Bu sır, arka planın ta kendisidir, uzaydır.

Peki, uzay nedir?

Eğer bu soruyu bir grup fizikçi ve filozofa soracak olursanız, “uzay-zamanın dokusu, konumun evrensel doğası ile örülü kuantum entropi

kavramlarının fiziksel olarak tezahür etmesidir,” gibi son derece derin, ama bir o kadar anlamsız cümlelerle dolu uzun bir tanımın arasında sıkışıp kalmanız son derece olasıdır. Tekrar düşününce, belki de filozoflarla ve fizikçilerle derin konuşmalar yapmaktan kaçınmak daha iyi olacaktır.

Uzay, her şeyin temelinde yatan sonsuz bir boşluk mudur? Ya da şeylerin *arasındaki* boşluk mudur? Ya bunlardan hiçbiri değil de, içi su dolu bir banyo küveti gibi etrafa sıçrayabilme potansiyeli olan fiziksel bir şeyse?

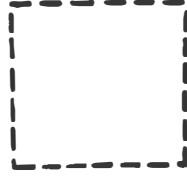
Öyle görünüyor ki uzayın doğası evrenin en büyük ve en garip sırlarından biridir. O yüzden hazırlanın çünkü uzay yolculuğumuza başlıyoruz.



Uzay Bir Şeydir

Bütün derin sorular gibi, uzay nedir sorusu da ilk başta kulağa çok basitmiş gibi gelir. Ama bildiklerinizi sınar ve soruyu tekrar incelerseniz aslında net bir cevap vermenin pek de kolay olmadığını keşfedersiniz.

Birçok insan uzayı, kocaman boş bir depo veya evrenin tiyatrosunu sergilediği bir sahne misali, üzerinde şeylerin yer aldığı bir boşluk olarak hayal eder. Bu bakış açısına göre uzay *bir şey içermez*. Orada öylece doldurulmayı bekleyen bir boşluk gibidir, tıpkı yemek sonrası “Tatlı için yer ayırdım,” ya da “Çok uygun, boş bir park alanı buldum,” demeye benzer.



SERGİ A. UZAY

Bu düşünce biçiminine göre uzay, bünyesinde herhangi bir madde bulundurmadan kendi kendine var olabilen bir şeydir. Örneğin, evrenin sınırlı miktarda maddeye sahip olduğunu ve evrene dair bütün maddeyi geride bırakana kadar uzağa yolculuk ettiğimizi düşünelim.* Artık tamamıyla saf, boş uzayla karşı karşıya kalırız, üstelik uzayın sonsuzluğa uzanıyor olması da gerekir. Bu bakış açısına göre uzay, sonsuzluğa uzanan bir boşluktur.



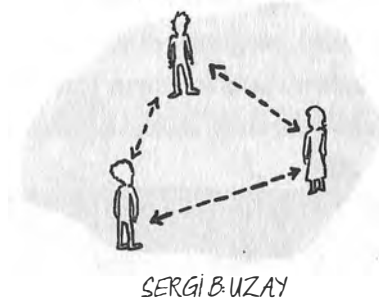
Böyle Bir Şey Mümkün Müdür?

Uzayın bu tasviri mantıklıdır ve deneyimlerimizle örtüşür. Ama geçmişten aldığımız dersleri unutmamalıyız, çünkü bir şeyin tamamen doğru olduğunu düşündüğümüzde (örneğin Dünya'nın düz olması ya da düzinelerce İzcı Kız kurabiyesi yemenin sağlığınıza iyi gelmesi gibi), aslında yapmamız gereken şey, şüpheli davranarak bir adım geri atmak, durumu dikkatlice tekrar incelemek, hatta daha da ileriye giderek aynı deneyimi farklı radikal açıklamalarla tanımlamaya çalışmak olmalıdır. Belki akıl edemediğimiz başka teoriler de vardır. Ya da evrene dair deneyimlerimizin sadece tuhaf bir örnekten ibaret olduğu başka teoriler de

* Bu epey uzun zaman alacaktır. Siz iyisi mi yanınıza, yolculuk için bu kitaptan iki kopya daha alın.

olabilir. Bazen işin en zor kısmı, varsayımlar bu kadar doğal ve gün gibi ortadayken onları tekrar sorgulayabilmek olur.

Mevzubahis örneğimizde, uzayın ne olabileceğine dair daha başka mantıklı fikirler de vardır. Ya maddeden bağımsız var olamıyorsa? Ya maddeyle arasındaki bir ilişkiden ibaretse? Bu fikre göre, “boş uzay” diye bir şey yoktur, çünkü madde olmadan uzayın var olabileceği fikri mantıklı değildir. Örneğin, elinizde parçacık yoksa iki parçacık arasındaki mesafeyi ölçemezsiniz. Onu tanımlayacak madde parçacıkları olmadan “uzay” kavramı diye bir şey mümkün olamaz. Bunun ötesinde ne vardır? Boş uzay değil.



Daha önce uzaysızlık diye bir kavram tecrübe etmediğimizi düşünecek olursak, uzaya dair bu düşünce biçimi son derece tuhaf ve mantık dışı gelir. Ama şunu da belirtmeliyiz ki tuhafılık, fizik bilimi söz konusu olduğunda asla bir engel olmamıştır, o yüzden açık fikirli olmak her zaman için iyidir.

Uzay Nasıldır?

Uzaya dair bu fikirlerden hangisi doğrudur? Uzay, doldurulmayı bekleyen sonsuz bir boşluk mudur? Yoksa sadece madde söz konusu olduğunda mı var olabilir?

Uzayın bunlardan hiçbiri olmadığına hemen hemen eminiz. Uzay kesinlikle bir boşluk *değildir* ve kesinlikle maddeyle arasındaki bir ilişki *değildir*. Bunu biliyoruz, çünkü uzayın bu fikirlerin hiçbiriyle örtüşmeyecek şekilde davrandığını gördük. Uzayın *büküldüğünü* ve *dalgalandığını* ve *genişlediğini* gözlemledik.

Aklınızın başınızdan gittiği ve “Neeeeeee?” diye bağırdığınız kısım işte burası.

Eğer biraz dikkatliyseniz, “uzayın bükülmesi ve genişlemesi” gibi tanımları okuduğunuzda kafanızın biraz karışmış olması gerekir. Bunlar ne anlama gelir? Mantığı nedir? Eğer uzay bir fikirse o zaman bükülmesi veya genişlemesi, tabii bir de küp küp doğranıp kişnişle sotelenmesi* söz konusu bile olamaz. Eğer şeylerin konumlarını ölçebilmek için kullanacağımız cetvel referansı uzaysa, uzayın bükülmesini veya genişlemesini nasıl ölçeriz?

Güzel sorular! Uzayın bükülebilmesi fikrinin bu kadar kafa karıştırıcı olmasının sebebi uzayı, üzerinde şeylerin meydana geldiği görünmez bir zemin olarak hayal etmemizden kaynaklanır. Belki de uzayı daha önce bahsettiğimiz gibi, döşemesinde ahşap tahtaları ve yanlarında duvarları ile bir tiyatro sahnesi gibi hayal ediyorsunuzdur. Ya da belki evrendeki hiçbir şeyin bu sahneyi bükemeyeceğini, çünkü soyut resmin evrenin bir parçası değil de evreni *kapsayan* bir şey olduğunu düşünüyorsunuzdur.



Ne yazık ki zihninizde kurduğunuz hayallerin hataya düştüğü yer burasıdır. Genel göreliliği ve uzaya dair diğer modern fikirleri kavrayabilmek için uzayı soyut bir şey gibi düşünmeyi bırakıp onun *fiziksel* olduğunu kabul etmelisiniz. Uzayın kendine has özellikleri, davranış şekilleri olduğunu ve evrendeki maddeye tepki verdiğini hayal etmelisiniz. Onu çimdikleyebilir, hatta sıkıştırabilirsiniz ve evet, bolca kişnişle de doldurabilirsiniz.**

Bu noktada kafanızdan, “Bu saçmalık da neyin nesi?” şeklinde fikirler geçiyor olabilir. Belki de dudak büküp elinizdeki kitabı duvara fırlattınız. Bunu anlıyoruz. Ama kitabı elinize tekrar aldığınızda lütfen hazırlıklı olun, çünkü işin en akıl almaz kısmına daha gelmedik. İşimiz bittiğinde

* California hariç, oraya giderseniz kişniş kullanarak her türlü yemeği pişirebildiklerini görürsünüz.

** Bir sonraki kitabımız *Fizikçilerden Lezzetli Yemekler* için beklemede kalın.

kafanızda deli gibi çalan mantıksızlık zilleri artık bitap düşmüş olacak. Ama söz konusu fikirleri iyi anlayabilmek için elimizdeki kavramları çok dikkatli çözümlemeli ve uzaya dair cevaplanmamış bütün temel ve gerçekten de tuhaf sırlara gereken özeni göstermeliyiz.

Uzay Yapışkanı, Onun İçinde Yüzüyorsunuz

Uzay nasıl olur da dalgalanabilen ve bükülebilen fiziksel bir şey olabilir ve bu ne demektir?

Anlamı şudur: Uzay, boş bir odadan ziyade, kalın yapışkan bir maddeden oluşan devasa bir küttedir. Normal şartlarda, tıpkı bizim havayla dolu bir odada etraftaki hava partiküllerini fark etmeksizin dolaşabilmemiz gibi, şeyler de bu şekilde yapışkan madde içinde hareket edebilirler. Ama bazı durumlarda bu yapışkan madde bükülebilir ve böylece içinde hareket halinde olan şeylerin de güzergâhını değiştirebilir. Ayrıca ezilebilir veya dalgalanabilir, bu da içindeki şeylerin şekillerini değiştirebilir.



SERGI C. UZAY

Bu yapışkan madde (ona “uzay yapışkanı” diyelim) uzayın doğasını anlatmada kusursuz bir benzetme olmayabilir, ama en azından içinde bulunduğunuz uzayın soyut ve değişmeyen bir şey olmadığını anlamınıza yardım edebilir.* Aslında, şu anda betonumsu bir şeyin içindesiniz ve bu şey algılayamayacağınız şekillerde uzayabilir, sallanabilir veya deforme olabilir.

* Yapışkan madde kusursuz bir benzetme değildir çünkü yapışkan madde de uzayın içinde var olan bir şeydir. Yapışkan maddeye benzer özelliklere sahip olmasına rağmen uzayın herhangi bir şeyin içinde var olup olmadığını henüz bilmiyoruz.

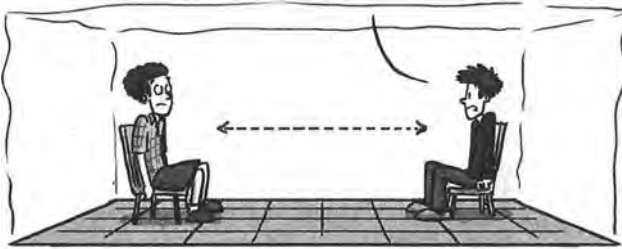
Belki de tam şu anda bir uzay dalgası içinizden geçiyordur. Ya da belki de belirli bir yöne doğru uzamaktasınızdır, ama bunun farkında bile değilsiniz. Şu ana kadar bu yapışkanımsı şeyin farkında bile olmadığımız için onu hep hiçlik olarak düşündük.

Peki, bu uzay yapışkanı neler yapabilir? Öyle görünüyor ki epey tuhaf şeyler yapma kapasitesine sahip.

Öncelikle, uzay genişleyebilir. Uzayın genişlemesinin ne anlama geldiğini dikkatle düşünelim. Bu, şeylerin *yapışkan maddenin içinde hareket etmeksizin* birbirlerinden uzaklaşabilmesi demektir. Benzetmemize geri dönecek olursak, yapışkan maddenin içinde oturduğunuzu ve bu maddenin birdenbire büyüyüp genişlemeye başladığını hayal edin. Eğer karşınızda oturan biri varsa, yapışkan maddenin içinde hareket etmediğiniz halde o kişi sizden biraz daha uzaklaşmış olacaktır.



GİTTİKÇE BİRBİRİMİZDEN UZAKLAŞIYORMUŞUZ
GİBİ GELİYOR BANA.



UZAY GENİŞLEMESİ

Yapışkan maddenin genişlediğini nasıl bilebiliriz? Eğer bir ölçüm yaparsak, elimizdeki cetvelin de aynı şekilde genişlemiş olması gerekmez mi? Böyle bir durumda cetvelin atomlarının arasındaki uzayın da genişleyeceği doğrudur. Cetvel o yumuşak bonbon şekerlerinden yapılmış olsaydı yine genişlerdi. Ama esnemez bir cetvel kullanırsak, bu cetvelin atomları (elektromanyetik kuvvetler sayesinde) birbirlerine sıkıca tutunur ve cetvel de aynı uzunlukta kalır. Bu sayede uzayın ne kadar genişlediğini ölçme imkânına da erişilir.

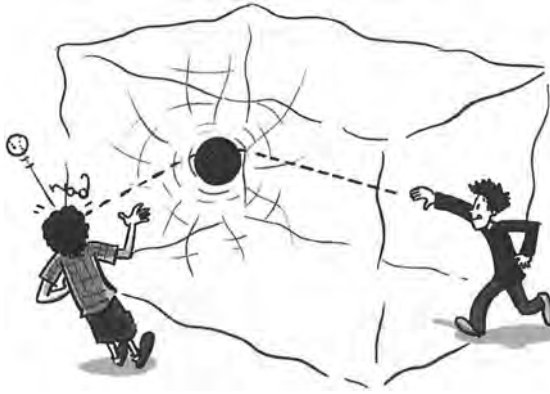
Uzayın genişlediğini biliyoruz çünkü onun genişlediğini *gördük*; karanlık enerjinin nasıl keşfedildiğini hatırlayın. Evrenin oluştuğu ilk zamanlarda uzayın inanılmaz ölçüde uzayıp genişlediğini biliyoruz. Günümüzde de buna benzer bir genişleme gerçekleşir. Büyük Patlama'ya dair açıklamalar için 14. bölüme ve bizi evrendeki her şeyden uzaklaştırmak için elinden geleni yapan karanlık enerji için 3. bölüme bakabilirsiniz.

UZAYIN GENİŞLEMESİNİ ÖLÇMENİN YOLLARI:



Ayrıca uzayın *bükülebildiğini* de biliyoruz. Yapışkan maddemiz aynı bir bonbon şekeri gibi ezilebilir ve deforme olabilir. Bunu biliyoruz, çünkü Einstein'ın genel görelilik teorisine göre kütle çekimi budur: uzayın bükülmesi.* Bir şey kütleye sahipse, etrafındaki uzayın da deforme olup şekil değiştirmesine sebep olur.

Uzay şekil değiştirirken içindeki şeyler de hayal ettiğimiz gibi hareket etmekten vazgeçer. Mesela bir beyzbol topu, bükülmüş bir yapışkanın içinde düz bir çizgi boyunca ilerlemektense, eğrisel bir yol izleyecektir. Eğer yapışkan madde, bir bowling topu gibi gerçekten ağır bir madde tarafından deforme edilirse, beyzbol topu dairesel bir döngü içinde bile hareket edebilir, tıpkı Ay'ın Dünya'nın etrafında veya Dünya'nın Güneş'in yörüngesinde dönmesi gibi.



EINSTEIN'IN HİLELİ ATIŞI.

Bunu çıplak gözle gözlemleyebiliriz! Örneğin ışık, Güneş veya büyük karanlık madde kütleleri gibi devasa objelerin yanından geçerken güzergâhını değiştirir. Eğer kütle çekimi, uzayın bükülmesinden ziyade kütlesi olan objeler arasında bir kuvvet olsaydı, o zaman kütleli fotonları da çekmezdi. Işığın izlediği yolu değiştirmesinin tek açıklaması, uzay bükülmesidir.

* Einstein, "Yapışkan madde evrenle kumar oynamaz," dememiştir.

Son olarak uzayın *dalgalanabildiğini* de biliyoruz. Uzayın uzayabildiğini ve bükülebildiğini bildiğimize göre dalgalanması çok da abartı sayılmaz. İşin ilginç yanı, bu uzama ve bükülmenin uzay yapışkanı boyunca *yayılabilmesidir*. Biz buna kütle çekimsel dalga deriz. Eğer uzayın içinde bir bozulmaya yol açarsanız, bu deformasyon bir ses dalgası veya su halkaları gibi dışarıya yayılacaktır. Bu tarz bir davranış uzayın soyut bir kavram veya saf bir boşluk değil de, tam aksine kendine has fiziksel bir doğası olması durumunda mümkün olabilir.

Bu dalgalanmanın gerçek olduğunu biliyoruz, çünkü (a) genel görelilik bu dalgalanmaları öngörür ve (b) biz de bu dalgalanmaları gerçek anlamda hissedebiliriz. Evrende bir yerlerde, birbirlerine kenetlenmiş bir halde dönmekte olan iki devasa kara delik vardır ve bu dönüş, uzayın dışına doğru yayılan dev dalgalanmalara sebep olur. Bu dalgalanmaları, çok hassas ekipmanlar kullanarak Dünya üzerinde belirlemeyi başarabildik.

Dalgalanmaları, uzayıp büzüşen uzay dalgaları olarak düşünebilirsiniz. Uzay dalgalandığında, bir yönde büzüşürken diğer yönde genişler.



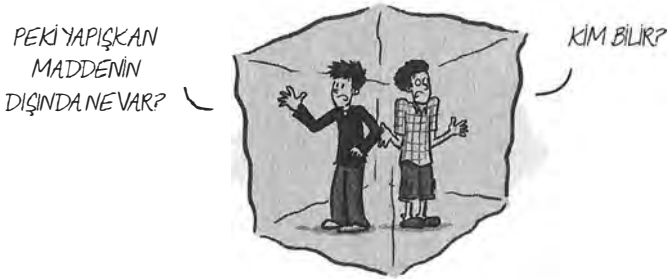
Bu Bilgiler Kulağa Yapış Yapış Geliyor. Emin Misiniz?

Uzayın saf boşluk değil de, fiziksel bir şey olması fikri kulağa ne kadar çılgınca gelse de evrene dair tecrübelerimiz bize bunun doğru olduğunu söyler. Deneyisel gözlemlerimiz, uzayda objeler arası mesafelerin görünmez, soyut bir zemine bağlı olarak değil de, içinde yaşadığımız uzay yapışkanının özelliklerine bağlı olarak ölçülebileceğini açıkça kanıtlamıştır.

Uzayı, fiziksel özellikleri ve davranışları olan dinamik bir şey olarak düşünmek, bükülebilmesi ve uzayabilmesi gibi tuhaf durumları açıklasa da bizi başka sorularla yüz yüze getirir.

Örneğin, eskiden uzay olarak adlandırdığımız şeyin artık fizik yapışkan ("fiyap") olarak adlandırılması gerektiğini düşünüyor olabilirsiniz, ama bu yapışkan şey de bir şeyin *içinde* olması gerektiğinden o şeye uzay demeliyiz. Bu akıllıca olabilirdi, ama bildiğimiz kadarıyla bu yapışkanın herhangi bir şeyin içinde olmaya ihtiyacı yoktur. Uzayın bükülüp eğilmesi, kendi parçalarının arasındaki ilişkiyi değiştirecek şekilde *içsel olarak bükülmesidir*, yapışkan maddenin, içini doldurduğu daha büyük başka bir hacme bağlı olarak bükülmesi değildir.

Ama uzay yapışkanının bir şeyin içinde bulunmaya *ihtiyacının olmaması*, içinde *olmadığı* anlamına gelmez. Belki de uzay adını verdiğimiz şey aslında, "süperuzay"* denen kendisinden çok daha büyük bir şeyin içindedir. Belki de süperuzay da sonsuz bir boşluk gibidir, ama bu konuda da hiçbir fikrimiz yok.



Evrenin bazı kısımlarının uzaysız olması mümkün mü? Başka bir deyişle eğer uzay, yapışkan madde gibiyse onun yapışkan olmadığı veya yapışkanlığının kalmadığı kısımları da olabilir mi? Bu kavramların anlamı belirgin değildir, çünkü fizik kurallarımızın tamamı uzayın varlığını

* Tuhaftır, süperuzay, oranın müdavimi olan iyi huylu uzayla bir kez bile aynı odada görülmemiştir.

kabul eder. Peki, uzayın dışında hangi kurallar geçerlidir? Hiçbir fikrimiz yok.

Aslında uzaya dair bu yeni düşünce şekli ortaya çıkmalı çok olmamıştır, dolayısıyla uzayın ne olduğunu anlama sürecinin daha başında olduğumuzu söyleyebiliriz. Birçok anlamda, aslında hâlâ sezgisel güdülerimizin esareti altında sayılırız. Bu güdüler, avcı ilk insanların işine yaramış olabilir, ama bu kavramların prangalarından kurtulmanın ve uzayın, hayal edilenden daha farklı olduğunu kavramanın zamanı geldi.

Bükülmüş Uzaya Dair Tutarlı Düşünceler



Eğer yapışkanımı uzay bükücü kavramlar başınızı ağrıtmadıysa uzaya dair başka bir sırla daha tanışın: uzay düz müdür, yoksa eğri midir (ve eğriyse hangi yöndedir)?

Bu sorular çılgınca gözükebilir, ama uzayın şekil verilebilir olduğunu kabullendiğiniz anda, kulağa mantıklı gelecektir. Uzay, kütleli olan objelerin etrafında bükülebiliyorsa, o zaman genel anlamda bir eğriliğe sahip olması gerekmez mi? Bu, yapışkan maddenin düz olup olmadığını sormaya benzer: üzerindeki herhangi bir noktaya baskı uyguladığımızda sallanabileceğini ve deforme olabileceğini biliyoruz, peki ama eğilir mi? Ya da kusursuz bir şekilde dümdüz mü kalır? Aynı sorular uzay için de sorulabilir.

UZAY...



Bu soruları cevaplayabilmek, evreni anlamada büyük bir etkiye sahip olacaktır. Örneğin uzay düzse, bir yönde durmaksızın ilerlediğiniz takdirde yolunuza sonsuza kadar devam edebileceğiniz anlamına gelir.

Ama uzay eğriyse, o zaman daha enteresan şeyler gerçekleşebilir. Uzayın genel olarak pozitif bir eğrisi varsa o zaman bir yön boyunca devamlı ilerlemek sizi aslında bir yörüngeye sokacak ve başladığınız noktaya ters yönden geri döneceksiniz. İnsanların birden arkanızda belirmesinden hoşlanmıyorsanız, bu bilginin faydasını epey görebilirsiniz.



EVRENİN MUHTEMEL EN UZUN ŞAKASI

Eğri uzay fikrini açıklamak çok zordur, çünkü beynimiz bu kavramları görselleştirmek için donanımlı değildir. Neden olsun ki? Gündelik hayata dair (yırtıcı hayvanlardan kaçmak veya kaybolan anahtarlarımızı bulmak gibi) deneyimlerimizin çoğu, son derece basit ve belirli kanunlarla sınırlı üç boyutlu gezegenimizde gerçekleşir. (Uzay eğriliğini kontrol edebilen gelişmiş bir uzay ırkı tarafından saldırıya uğrama ihtimaline karşı, bu konuyu bir an önce çözüme kavuşturmamız yararımıza olur).

Uzayın bir eğriliğe sahip olması ne anlama gelir? Bunu görselleştirmenin yolu, bir kâğıt parçası içinde hapsoldüğümüzü ve iki boyutlu bir âlemde yaşadığımızı hayal etmektir. Bu, sadece iki yönde hareket edebileceğimiz anlamına gelir. Söz konusu kâğıt dümdüz bir şekilde durursa, uzayın düz olduğu söylenebilir.



Gelgelelim bu kâğıt herhangi bir sebeple kıvrılırsa, uzayın eğri olduğu söylenebilir.



POZİTİF EĞRİ

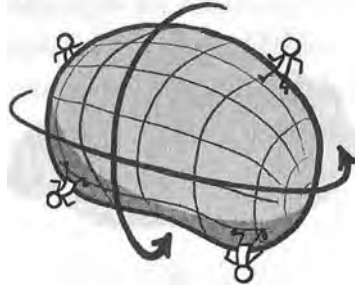


NEGATİF EĞRİ

Kâğıdın kıvrılabilmesinin iki yolu vardır: ya tamamıyla tek bir yönde kıvrılır (buna “pozitif eğri” denir) ya da bir at eyeri ya da bir Pringles cip-si gibi tamamıyla farklı yönde kıvrılır (buna da “negatif eğri” veya “diyeti bozmak” denir).

İşin havalı kısmı şudur: uzayın her yerde düz olduğunu keşfedersek bu, kâğıdın (uzayın) potansiyel olarak sonsuza kadar devam edebileceği anlamına gelir. Ama uzayın her yerinin pozitif bir eğriliğe sahip olduğunu keşfedersek, bu da bizi her noktasında pozitif eğriliğe sahip tek bir şekil, yani küre olduğu sonucuna ulaştırır. Ya da daha teknik olarak ifade etmek gerekirse, bu fikir yaşadığımız evrenin (patates gibi) küre şeklinde olduğu anlamına gelir. Bu, evrenin kendi etrafında döndüğü bir düzen demektir. Hepimiz, dolayısıyla hangi yöne gidersek gidelim yine aynı noktaya dönebileceğimiz üç boyutlu kocaman bir patatesin içinde yaşıyor olabiliriz.

Öyleyse hangisidir? Uzay düz müdür, yoksa genel bir eğriliğe sahip midir? Ve eğer bir apartmanda yaşıyorsanız, dairesel olarak konuşmak gerekirse bu, dairenizin dairesel olduğu anlamına mı gelir?

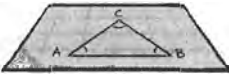


VARSAYIMSAL PATATES DÜNYASI

Bu sefer gerçekten de bir cevabımız var. Uzay 0,4 gibi bir yüzde oranıyla hemen hemen düzdür. Bilimciler, iki farklı yöntem kullanarak uzayın (en azından görebildiğimiz uzayın) eğriliğinin sıfıra yakın olduğunu hesaplamışlardır.

Nedir bu iki yöntem? Biri, üçgenleri ölçmektir. Eğriliğe dair ilginç olan şey, üçgenlerin düz uzayda uydukları kurallara eğrisel uzayda uymamalarıdır. Kâğıt benzetmemizi hatırlayın. Düz bir kâğıt üzerine çizilmiş bir üçgen kıvrılmış kâğıt yüzeyine çizilmiş üçgenden daha farklı görünecektir.

ÜÇGENLER...



DÜZ UZAYDA



POZİTİF EĞRİLİ UZAYDA

NEGATİF EĞRİLİ
UZAYDA

Bilimciler evrenin ilk aşamalarını gösteren fotoğrafa bakarak (3. bölümdeki Kozmik Mikrodalga Arka Plan Işıması) üç boyutlu evrenimizde çizili üçgenlerin hesaplamasına denk bir hesaplama yaptılar ve fotoğrafta görünen farklı noktalar arasındaki konumsal ilişkileri incelediler. Elde ettikleri sonuç, ölçümünü yaptıkları üçgenlerin düz uzayınkilerle uyumlu olduğunu gösterdi.

Uzayın düz olduğunu anlamanın bir diğer yolu da onun eğrilmesine sebep olan şeye, yani evrendeki enerjiye bakmaktır. Genel göreliliğe göre evrende, uzayın bir yönde bükülmesine sebep olacak belirli miktarda bir enerji (aslında enerji yoğunluğu) vardır. Evrende ölçebildiğimiz mevcut enerji yoğunluğu, tam da uzayın bükülmemesi için gerekli olan miktarla aynıdır (burada yüzde 0,4 hata payı vardır).

Bir yönde sonsuza kadar ilerlediğiniz takdirde etrafta dönüp duracak üç boyutlu kozmik bir patatesin içinde yaşamadığımızı öğrenmek hayal kırıklığı yaratmış olabilir. Hangi birimiz, bir motosiklete binip evrenin etrafında Evel Knievel* gibi tur atmayı düşünmedik ki? Ama sıkıcı ve düz bir evrende yaşadığımız gerçeği keyfinizi kaçırmayın, hatta tam tersine biraz daha meraklanın. Neden mi? Çünkü bildiğimiz kadarıyla düz bir evrende yaşıyor olmamız devasa bir kozmik tesadüftür.



Bir düşünün. Uzaya eğriliğini veren şey, evrendeki kütle ve enerjidir (kütle ve enerjinin uzayı büküğünü hatırlayın) ve bir parça daha fazla kütle ve enerjiye sahip olsaydık uzay bir yöne doğru eğrilmiş olurdu. Ya da daha azına sahip olsaydık diğer yöne doğru eğrilecekti. Ama uzayın kusursuz derecede düz olması için *tam da* olması gereken miktarda küt-

* Robert Craig "Evel" Knievel Jr. ünlü bir Amerikalı dublördür. (ç.n.)

le ve enerjiye sahibiz. Eğer her metre-küp uzayda *altı* hidrojen atomuna sahip olsaydık, ya da *dört*, bütün evren çok daha farklı (daha kıvrımlı ve daha seksi) olurdu.

İşler daha da garipleşiyor. Uzayın eğriliği maddenin hareketini, madde de uzayın eğriliğini etkileyebildiği için karşılıklı etkileşimler söz konusudur. Bir başka deyişle, evrenin oluşma sürecinde daha fazla veya daha az madde olmuş olsaydı, o zaman uzayın düz olması için gereken yoğunlukta olamazdık ve her şey çok farklı olurdu. Uzayın şu anki gibi hemen hemen düz olması demek, evrenin oluşmaya başladığı ilk zamanlarda da *son derece* düz olması gerektiği anlamına gelir, *belki de* onu düz tutan başka bir şey vardır.

Bu, uzaya dair en büyük sırlardan biridir. Uzayın tam olarak ne olduğunu bilmediğimiz gibi, bunun nedenini de bilmiyoruz. Tüm bildiklerimiz maalesef sınırlı.

Uzayın Şekli

Uzayın yapısı söz konusu olduğunda eğriliği haricinde kafamızı kurcalayan başka derin sorular da vardır. Uzayın sonsuz bir boşluk olmadığını, özellikleri olan fiziksel bir belki-sonsuz oluşum olduğunu kabul ederseniz, hakkında bütün tuhaf soruları sorabilirsiniz. Örneğin, uzayın boyutu ve şekli nedir?

Uzayın boyutu ve şekli, bize ne kadar uzay olduğunu ve kendiyle nasıl bağlantılı olduğunu gösterir. Uzay hemen hemen düz olduğu için ve bir patates ya da bir eyer (ya da eyer üstünde bir patates) şeklinde olmadığı için, uzayın boyutu ve şeklinin bir anlamı olmayacağını düşünebilirsiniz. Ne de olsa uzay düz ve bu durum sonsuza kadar uzanıyor olmalı, öyle değil mi? Hayır, öyle değil!



UZAYIN ŞEKLİ KESİNLİKLE BU DEĞİL.

Uzay düz ve sonsuz olabilir. Ya da düz olabilir ve bir sınırı da olabilir. Ya da daha da tuhafı, düz olabilir ve *hâlâ* kendi etrafında dönebilir.

Uzayın nasıl olur da bir sınırı olabilir? Aslında düz olduğundan, sınırsız olmaması için hiçbir sebep yok. Örneğin, bir disk düzgün ve kesintisiz kenarları olan iki boyutlu, düz bir yüzeydir. Belki üç boyutlu uzay da, kenarlarında bulunan tuhaf geometrik şekillerden dolayı sınırlıdır.



İşin şaşırtıcı kısmı, uzayın hem düz hem de kendi etrafında bir döngüye sahip olması ihtimalidir. Ekranın bir kenarından girip diğer kenarından çıktığınız şu bilgisayar oyunlarına (*Asteroids* veya *Pac-Man*) benzer. Uzay kendisi henüz farkında olmadığı bir biçimde bağlantı kuruyor olabilir.

Örneğin, solucan delikleri genel göreliliğin teorik tahminleridir. Uzayda birbirlerinden çok uzakta olan iki nokta bir solucan deliğinin içinde birbirleriyle bağlantılı olabilir. Bu mantıktan yola çıkarak uzayın kenarlarının birbirleriyle bağlantılı olduğunu söyleyebilir miyiz? İşin aslı, bunu bilmiyoruz.

Kuantum Uzayı

Son olarak, uzayın, televizyon ekranındaki pikseller misali farklı, küçük uzay parçacıklarından meydana gelip gelmediğini ya da herhangi iki noktası arasında bulunabileceğiniz sonsuz sayıda yere sahip olup olmadığını sorabilirsiniz.

Bilimciler eski zamanlarda havanın küçük, ayrık moleküllerden meydana geldiğini hayal edememiş olabilirler. Sonuçta hava süreklilik gösterir. Her hacmi doldurabilir ve (rüzgâr ve hava durumu gibi) çeşitli ilginç dinamik özellikleri barındırır. Yine de havaya dair sevdiğimiz tüm şeylerin (serinletici yaz rüzgârının yanağınızı nazikçe okşaması veya sizi oksijensiz bırakmaması gibi), aslında milyarlarca tekil hava molekülünün birleşik bir davranış şekli olduğunu, tekil moleküllerin temel özellikleri olmadığını biliyoruz.

Düz bir uzay senaryosu akla yatkın gibi gözüktür. Ne de olsa uzayda hareket etme deneyimimiz, içinde sürekli ve zahmetsizce süzülmemizden ibarettir. Bilgisayar oyunlarında kahramanın ekranda hareket ederken bir pikselden diğerine zıplaması gibi sıçradığımız söylenemez.

Ya da sıçırıyor muyuz acaba?

KAÇINI! PASTA DİYACAMI GELİYOR!



Şu anda evrene dair bildiklerimizi göz önünde bulundurunca evrenin sonsuz derecede düz olması aslında *daha* şaşırtıcı olacaktır. Bunun sebebi, her şeyin nicemlenmiş olduğunu bilmemizdir. Madde nicemlenmiştir, enerji nicemlenmiştir, kuvvetler nicemlenmiştir. Daha da önemlisi kuantum fiziğine göre en kısa mesafe diye bir şey bile olması ihtimali vardır, o da 10^{-35} metre olarak belirlenmiştir.* Bu sebeple, kuantum mekaniği perspektifinden baktığımızda, uzayın da nicemlenmiş olması akla yatkındır. Ama her zamanki gibi bu konuda da hiçbir fikrimiz yok.

Ama fikrimizin olmaması, fizikçileri çılgınca olasılıkları hayal etmekten hiçbir zaman alıkoymamıştır! Uzay nicemlenmişse bu, uzayda hareket ettiğimiz zaman aslında küçük, farklı lokasyonlardan, bir başka küçük ve farklı lokasyonlara zıpladığımızı gösterir. Bu bakış açısına göre uzayı, tıpkı metro istasyonları gibi, birbirine bağlı boğum noktalarının oluşturduğu bir ağ olarak düşünebiliriz. Her boğum bir konumu temsil eder ve boğumlar arasındaki bağlantılar da, konumlar arasındaki ilişkiyi temsil eder (hangisi hangisinin yanında olduğu gibi). Bu, uzayın maddeyle arasındaki bir ilişki biçimi olduğu fikrinden farklıdır, çünkü uzay boğumları içi boş olmalarına rağmen hâlâ var olmaya devam edebilir.

Ayrıca boğumların, bir yapının veya *kendilerinden daha büyük bir uzayın içinde bulunmasına* gerek yoktur. Onlar sadece var olabilir. Bu senaryoya göre, uzay diye adlandırdığımız şey boğumlar arasındaki ilişkidir ve evrendeki bütün parçacıklar da onun elementleri değil, uzayın özellikleridir. Örneğin, boğumların titreşimli biçimleri olabilirler.

* Bu uzunluk hayal etmesi zor olsa bile kafadan uydurulmuş bir uzunluk değildir. Buna Planck uzunluğu denir, en anlamlı kısa uzunluğa dair şu ana kadar yapılan en iyi tahmin. Ayrıntılar için 16. bölüme bakın.



Bu, aslında görüldüğü kadar imkânsız değildir. Mevcut parçacıklar teorisi, uzayı dolduran kuantum alanları fikrine dayanır. Bir alanın olması, uzaydaki her bir noktayla ilişkilendirilmiş bir rakamın, bir değer bulduğu anlamına gelir. Bu görüşe göre parçacıklar bu alanların harekete geçmiş halleridir. Yani, bu teoriden çok da uzakta olduğumuz söylenemez.

Bu arada, fizikçiler bu tür fikirlere, yani bize çok basit gibi gözüken (uzay gibi) bir şeyin aslında çok daha derin bir konudan tesadüf eseri ortaya çıkması fikrine bayılır. Perdenin arkasına bakıp da daha derin bir gerçekliğe ulaşmış gibi hissederler. Hatta bazıları, uzay boğumları arasındaki ilişkinin, parçacıkların kuantum dolaşıklığından kaynaklandığından bile şüphelenir, ama bu sadece fazla kafein tüketmiş bir avuç teorisyenin matematiksel varsayımdır.

Uzayın Sırları

Özetlemek gerekirse, uzayın şu ana kadar çözümlenmemiş büyük sırları şunlardır:

- Uzay bir şeydir, ama o şey nedir?
- Uzay var olan her şeyin kendisi midir, yoksa çok daha büyük bir süperuzayın içinde mi yer alır?

- Evrende, uzayın olmadığı kısımlar var mıdır?
- Uzay neden düzdür?
- Uzay nicemlenmiş midir?
- Muhasebe bölümünde çalışan Anna neden diğer insanların kişisel alanına* saygı göstermemektedir?

Buraya kadar olan kısmı derinlemesine anladıysanız veya en azından zihninizde çalan “Saçmalık bu!” zillerini susturduysanız, uzaya dair en çığgınca fikri irdelemenin zamanı geldi (evet, işler daha da çığgınlaşacak).

Uzay, bir zemin veya bir çerçeveden ziyade, nicemlenmiş uzay parçalarından oluşması muhtemel, bükülmek ve dalgalanmak gibi dinamik özelliklere sahip fiziksel bir oluşumsa, o zaman şunu merak etmemiz normaldir: uzay *başka* neler yapabilir?

Belki de hava gibi değişik biçim ve evreleri vardır. Belki, olağanüstü koşullarla karşı karşıya kaldığında kendini hiç beklenmedik şekilde yeniden düzenleyebilir veya tıpkı havanın katı, sıvı ve gaz hallerinde değişik tepkiler vermesi gibi, o da tuhaf ve beklenmedik özelliklere sahip olabilir. Belki de bildiğimiz, sevdiğimiz ve içinde yaşadığımız uzay, ender bulunan bir uzay türüdür ve oralarda bir yerlerde bizim tarafımızdan keşfedilmeyi veya yaratılmayı bekleyen farklı uzay türleri bulunmaktadır.

DİĞER OLASI UZAY TÜRLERİ:



ÇİÇEK DESEN
UZAY



İÇSEL
UZAY



MASAÜSTÜ



UZAAAAAY!!

* Bu cümleden geçen “kişisel alan” ifadesi İngilizce “personal space” olarak yazılmıştır. *Space*, Türkçede alan dışında uzay anlamında da kullanıldığı için yazar burada kelime oyunu yapar. (e.n.)

Bu soruyu cevaplayabilmek için bize gereken en etkili araç, uzayın kütle ve enerji tarafından deforme edilebildiği gerçeğidir. Uzayın ne olduğunu ve neler yapabildiğini anlayabilmek için sahip olduğumuz en iyi koz da onun, kara delikler gibi devasa kütleler tarafından sıkıştırılıp zorlandığı olağandışı koşulları gözlemlemektir. Kara deliklerin yakınına gözlemleyebilirsek, uzayın akıl almaz boyutlarda dilimlenip doğrandığını bile görmemiz mümkün olabilir.

İşin heyecan verici kısmıysa, uzayın olağandışı deformasyonlarını incelemeye her zamankinden daha yakın olmamız. Yakın bir geçmişe kadar kulaklarımız evren boyunca yayılan kütle çekimsel dalgaların sesine sağırken, artık uzayın yapışkan maddesini elleyen ve sallayan kozmik olaylara kulak kabartma imkânına sahibiz. Belki de yakın bir gelecekte uzayın gerçek doğasını daha iyi anlayıp etrafımızı saran derin soruların cevaplarına ulaşabileceğiz.

O yüzden sakın pes etmeyin. Ve olası cevaplara zihninizde yer açın.



8. *Zaman Nedir?*

Zaman (Bilinmeyen) Bir Özden Meydana Gelir

Uzay, kütle ve madde gibi temel kavramların aslında düşündüğümüzden ne kadar farklı olduklarını gördük. Peki, Dünya’da tuhafıklarını herkesten saklayan başka hangi temel elementler vardır? Artık zamana dair bazı soruları sormanın vakti geldi:

Zaman nedir?

Eğer Dünya’yı ziyaret eden bir uzaylı olsaydınız ve kafelerde veya manavlardaki konuşmaları gizlice dinleyerek dilimizi öğrenmeye çalışsaydınız, bu soruyu cevaplamamız epey zor olurdu. İnsanlar zaman hakkında konuşarak çok fazla zaman geçirirler, ama zamanın gerçekte ne olduğunu bilmek için hiç zaman harcamazlar!



Zamanı her zaman kontrol etmek isteriz. Kötü zamanlarımız, iyi zamanlarımız, eski zamanlarımız, çlgın zamanlarımız olduğundan bahse-
deriz. Zaman ayırırız, zaman tutarız, zaman yaratırız, zaman harcarız,
zaman geçiririz. Zaman hiç kimseyi beklemez! Bazen uçar gider, bazen
çaktırmadan yanaşır ve bazen de acımasızca geçer gider. Genelde zama-
nımız hiçbir şeye yetmez.

Peki, zaman nedir? Uzay ve madde gibi fiziksel bir şey midir, yoksa
evrene dair tecrübelerimizin en üstüne yerleştireceğimiz soyut bir kav-
ram mıdır?

Fizikçilerin, bu derin ve kafa karıştırıcı soruya cevap bulduklarını dü-
şünüyorsanız, zamanlamanızın pek doğru olmadığını söylemek isteriz.
Zaman fizik bilimi için en büyük sırlardan biridir, öyle ki fiziğin tanı-
mını sormayı bile gerektirir. O yüzden bir parça zaman ayıralım ve bu
zamansız konuyu dikkatle incelemeye başlayalım.



ZAMAN ÜZERİNE ÇOK FAZLA KELİME
OYUNU MU DEDİNİZ?
BİRAZ ZAMAN VERİN LÜTFEN...

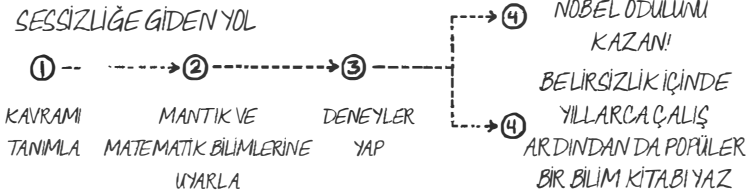
Zamanın Tanımı

Evrene dair sorabileceğiniz bütün soruların içinde *en* eğlenceli olanlar,
ilk başta kulağa en basit gibi gelen, ama aslında cevaplaması çok zor olan
sorulardır. Burnumuzun dibinde oldukları halde belirgin açıklamaları-
mızın olmadığını fark ettiğimiz sorulardır.

Bu tür sorular, konulara tamamıyla yanlış açıdan baktığımız ihtimali-
ni doğurur, tıpkı geçmişte sıklıkla yaptığımız gibi (örneğin, “Dünya’nın
düz olması” veya “şu sülükleri üstüne koyayım da iyileş”) bu sorulara sağ-
lam, tutarlı cevaplar bulmaya çalışmak, evrene ve içindeki konumumuza
dair algımızı değiştirebilir. Bu, epey risklidir!

Yapmamız gereken ilk şey zamanın ne olduğunu tanımlamaya çalışmaktır. Ne de olsa fizik biliminin zor sorulara yaklaşımı bu şekildedir. Öncelikle anlamaya çalıştığımız şeyin dikkatli bir tanımını yapmalı, ardından bu tanımını matematiksel ifadeye dönüştürmeliyiz. Böylece elimizdeki veriyi bir mantığa oturtup deneylerle destekleyebilir ve bizi nereye götüreceğine bakabiliriz.

Öyleyse zaman nedir? Sokaktan geçen insanları durdurup onlardan zamanı tanımlamalarını isteseydiniz, aşağıdakilere benzer cevaplar alırdınız:



“Zaman, şimdi ile sonra arasındaki farktır.”

“Zaman, olayların bize ne zaman olacağını söyleyen şeydir.”

“Zaman, saatlerin ölçtüğü şeydir.”

“Zaman nakittir, o yüzden lütfen beni rahat bırakın!”

Zamana dair akla yatkın tanımlar vardır, ama bunlar da başka soruların önünü açar. Örneğin, “Neden bir ‘önce’ ve ‘sonra’ kavramı vardır?” ya da “Zaten ‘ne zaman’ ne demektir ki?” ya da “Saatler de zamana bağlı değil midir?” ya da “Kimin böyle sorular için zamanı var ki?”

KELİME ANLAMLARIYLA ZAMAN



HER ŞEYİN HEM EN İYİSİNİN
HEM DE EN KÖTÜSÜNÜN
YAŞANABİLECEĞİ BİR ZAMAN



BÜYÜK BİR
ZAMAZINGO TOPU



MC HAMMER
ZAMANI

Zamanın tanımını bile yapamıyorsak ilerlememiz zor, ama paniğe gerek yok. “Zaman nedir?” sorusu beş yaşında bir çocuğun sorabileceği türden bir soruymuş gibi gözüktü de son derece aşına olduğumuz bir kavramı hassas biçimde tanımlamakta veya tarif etmekte ilk defa sıkıntı çekmiyoruz.* Bu başka alanlarda da başımıza geliyor; biyologlar yıllardır “yaşamın” ne olduğu üzerine tartışmakta (zombi hakları aktivistlerinin de güçlü bir lobi grubu olduklarını belirtmeden geçmeyelim), nörologlar “bilinç” kavramı üzerine çekişmekte ve godzillaloglar** da “canavar” tanımlaması üzerinde mutabakata varmış değil.

Zamanı tanımlamanın bu kadar zor olmasının bir sebebi de bu kavramın deneyimlerimizin ve düşünce şeklimizin içine yerleşmiş olmasıdır. Zaman, şu anda elimizde olan “şimdi” ile geçmişte elimizde olan “şimdiyi” ilişkilendirmemizi sağlar. İçinde bulunduğumuz anda ne yaşıyorsak ona şimdi adını veririz, ama şimdi geçicidir ve ele avuca sığmaz; onu saklamanın veya uzatmanın hiçbir yolu yoktur. Yaşadığımız her saniye, şimdinin deneyiminden geçmişin soluklaşan anısına doğru anında değişime uğrar.



ŞİMDİNİN DAYANILMAZ HAFİFLİĞİ

Ama zaman bir yandan da gelecekle alakalıdır. Geleceği geçmişle ve şimdiki zamanla birbirine bağlayabilmek önemlidir. İster bir sonraki kışı sağsalım çıkarmayı ümit eden bir mağara insanı, ister akıllı telefonunu şarj etmek için yer arayan modern çağ insanı olun, geleceği düşünmek ve geçmişten ders almak hayatta kalmanız açısından kritik bir önem taşır. Bu sebeple, bir insan deneyimini içinde zaman kavramı olmaksızın hayal etmek zordur.

* Fizikçiler, hiç büyümeyen beş yaşında çocuklardır.

** Üzgünüz, bu gerçek bir meslek değil.

Aynı şey fizikçilerin zamanı düşünme biçimleri için de geçerlidir. Zaman, fizik tanımlarının içinde bile yer alır! Fizik, sağlam kaynaklara göre (bkz. wikipedia) “maddenin araştırılması ve onun uzay ve zaman içerisindeki hareketinin incelemesidir.” Tek başına “hareket” kelimesi bile, zaman kavramının bu kurgunun içine dahil edilmesini gerektirir. Fiziğin temel görevi, geçmişini kullanarak olası gelecekleri anlama ve onlara nasıl etki edebileceğimizi bulmaktır. Zaman kavramı olmadan fizik biliminin de bir anlamı yoktur.



Gerçek şu ki insanlar tarafından yapılacak herhangi bir zaman tanımını kendi deneyimlerimizin doğası uyarınca deforme olmaya mahkûmdur. Düşünün: zaman hakkında düşünmek bile zaman *gerektirir*! Uzaylı fizikçilerin, düşünce biçimleri ve düzenleri bizden farklı olduğu için, daha farklı bir zaman kavramları olabilir ve biz de öznel deneyimimiz yüzünden zamanın doğasını gerçek anlamda kavrayamıyor olabiliriz.

Öyleyse Söyleyin Bize: Zaman Nedir?

Gelin, biraz da gelincikler hakkında konuşalım.

Fizikçilerin zamanı nasıl düşündüklerini daha iyi anlayabilmek için çok bilindik bir senaryo üzerinden hareket edelim. Örneğin, evinizde beslediğiniz gelinciklerin, akşam işten eve döndüğünüzde başınıza su dolu bir balon düşürmeyi planladıklarını hayal edelim. Sonuçta bu her zaman başımıza gelebilir, öyle değil mi?

Şimdi, zamanı kesintisiz bir deneyimler akışı olarak düşünmek yerine onu dilimlere ayırılım ve tıpkı bir film mantığıyla hareket ettiğini; yani anlık birçok görüntüyü bir araya getirip birleştirdiğini düşünelim.

Fizikçiler için bu anlık görüntülerin her biri, belirli bir ana dair etkileşim durumunu tarif eder. Yani elimizde bir sürü enstantane var demektir:

1. Islık çalarak, umarsızca ön kapınıza doğru yürüyorsunuz.
2. Gelincikler su balonunu uygun pozisyona yerleştiriyorlar.
3. Anahtarınızı kapıdan içeri soktunuz.
4. Gelincikler su balonunu bırakıyorlar.
5. Baştan aşağı ıslanıyorsunuz.
6. Gelincikler katıla katıla gülüyorlar.



Her bir görüntü farklı yerel durumun tanımıdır; her şeyin nerede olduğu ve o belirli anda ne yaptığını tarif eder. Her biri donmuş, statik ve değişmezdir.

Ne şanslıyız ki, evrenimiz bundan daha ilginç. Bu enstantaneler, biri olmadan bağımsız olarak var olamazlar. Zaman onları iki önemli açıdan birbirleriyle ilişkilendirir.

Birincisi, enstantaneleri belirli bir sıralamaya sokarak onları bir düzen içine yerleştirir. Örneğin, bu sıralama aşağıdaki gibi olsaydı bize pek de doğru gelmezdi, öyle değil mi?



İkinci olarak da enstantanelerin nedensel olarak birbirlerine bağlı olmaları gerekir. Bu, evrendeki her an ondan bir önce gelen ana bağlı demektir. Bu etki ve sonuç ilişkisinden başka bir şey değildir. Örneğin, bir an için kanepenizde oturmuş dondurmanızı yerken, biraz sonra bir maraton koşusunun yarısında olamazsınız.

Fizik kanunlarının görevi budur, evrenin nasıl değişebileceğini veya nasıl değişemeyeceğini anlatmak. Fizik bilimi, belirli bir enstantaneye bakarak olası olan ve olmayan gelecek enstantaneleri söyler. Zaman da bu gözlemin temelinde yatmaktadır. Zaman kavramı olmasaydı durağan bir evren hayal etmek zorunda kalırdık, çünkü her türden değişim veya hareket zamanı şart koşar.



ZAMANSIZ BİR EVRENDE BİR DAKİKA SONRA
NELER OLABİLECEĞİNİ KESTİREMEZSİNİZ

Peki bunu, zaman deneyimimizle nasıl ilişkilendirebiliriz? Bu enstantaneleri birbirleriyle birleştirip ve aralarındaki zaman farkını da istediğimiz kadar azaltarak olabildiğince düzgün ve süreklilik arz eden bir film yaratabiliriz.*

* Kısmen, çünkü belirsizlik prensibi zaman için de geçerlidir ve dolayısıyla temel bir belirsizlik söz konusudur.



ZAMAN = KUPÜR DEFTERİ

Fiziğin matematiksel dili olarak adlandır-
dığımız kalkülüsün (yüksek matematiğin)
icat edilme sebebi de budur: bir sürü ufak
dilimi düzgün bir değişkene dönüştürmek.
Bir film seyrederken, seyrettiğinizin aslında
anlık görüntülerin art arda sıralanması ol-
duğunu fark etmezsiniz, çünkü aralarındaki
zaman farkı çok küçüktür. Aynı şekilde ha-

reket ve değişimle dolu bir evren tanımımız da, fizik kurallarına göre bir-
birleriyle ilişkilendirilip sıraya dizilmiş anlık enstantanelerin oluşturduğu
bir bütündür. Zaman da bu enstantanelerin düzenleyicisidir.

Kafam Hâlâ Biraz Karışık!

Eğer zamana dair yaptığımız bu tanımlama size biraz karışık ve ye-
tersiz geldiyse sıraya girin, çünkü fizikçiler, filozoflar ve beş yaşındaki
çocuklar yüzyıllardır zamanın tam olarak ne olduğu konusunda tartışıp
duruyor. Üzerinde evrensel olarak anlaşmaya varılmış bir tarife, bugüne
kadar rastlanmadı.* Fizik üzerine yazılmış kitaplara göz gezdirecek olur-
sanız, çok azının bu konuya el atmaya yeltendiğini görürsünüz. Zamanın
en büyük sırlarından biri de budur, hakkında mutlak bir tanımlama ya-
pılmasına adeta karşı koyar. Zaman, Dünya'yı algılama ve onu kavrama
yöntemlerimizin içine öylesine işlemiştir ki yapabileceğimiz en iyi şey,
genel terimlerle konuşmak ve dikkatimizi “kalkülüs” ve “gelincikler” gibi
süslü kelimelerle dağıtmaya çalışmaktır.

Evrendeki yerimizi anlayabilmek için kullandığımız bütün yöntem-
ler, zamanın sürekliliğini öngörür ve çoğunlukla işe de yarar.” Ama zama-
na dair bu belirsiz kavram hakkında sorabileceğimiz hâlâ bir sürü soru

* Dürüst olmak gerekirse, bugüne kadar *herhangi bir şeyin* tarifine dair evrensel mutabakata
varıldığını söylemek pek doğru değil.

** En azından aşına olduğumuz yüzde 5'lik kısım için.

vardır. Örneğin, zaman neden var? Neden sadece ileriye doğru hareket ediyormuş gibi gözükür? Gerçekten de sadece ileriye doğru mu hareket eder? Bazıları uzay-zamanın bir parçası olduğunu söylüyor, peki uzaydan neden bu kadar farklı? Zamanda geriye gidebilir ve 2001 Google hisselelerinden satın alabilir miyiz?

Zaman konusunda daha derinlere inmenin zamanı geldi.



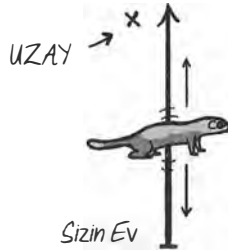
Zaman Dördüncü Boyuttur (Yoksa Değil Midir?)

Siz de fark ettiniz mi, zamanın içinde ilerleyebildiğimiz uzun bir sürekliliğe sahip olması fikri, evrenin bir başka temel bileşeni olan uzayla şaşırtıcı bir benzerlik gösteriyor.

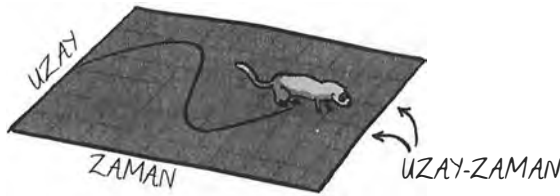
Zaman içindeki yolculuğumuzu durağan anlık görüntüler halinde dilimleyebilme mantığı, aynı şekilde uzay içindeki hareketimize de uygulanabilir. Bu da bizi, uzay ve zamanın birbirleriyle son derece yakından ilişkili oldukları ihtimaline götürür.

Gerçekten de modern fizik bize, uzay ve zamanın birbirlerine epey benzediklerini söyler. Ve zamanı, içinde ilerleyebildiğimiz bir başka yön olarak düşünmek de doğrudur. Bu fikri hazmetmek için biraz duralım. Genelde olduğu gibi evrenimizi biraz basite indirgemek bize yardımcı olabilir. Aşına olduğumuz tara üç yönü bir kenara bırakıp uzayda hareket edebileceğimiz yalnızca tek yön olduğunu hayal edin.

Şimdi de tek boyutlu evcil gelinciğinizin bir gününü düşünün. Sabah uyanır, önünde yapılması gereken bir sürü iş vardır. (Balon şakası kendi kendine planlanıp organize olamaz!) Siz eve dönmeden önce, birkaç kere baloncuya gidip gelmesi gerekir.



Yukarıdaki grafikte gelinciğin gün boyu tek boyutlu hareketi gösterilir. Ama gelinciğinizin güzergâhını uzay-zaman adını verdiğimiz iki boyutlu bir düzlemde de düşünebilirsiniz. Aslında fizik biliminde, zamanı dördüncü boyut olarak düşündüğümüz takdirde hareketin matematiği daha basit bir hale dönüşür. (Sadece üç adet uzamsal boyuta sahip olduğumuz varsayımından yola çıkıyoruz. Diğer olasılıklar için lütfen 9. bölüme bakın.)



İki farklı kavramı birleştirip ardından bunların aslında daha büyük bir yapının parçaları olduğunu fark etmek keyif verir. Daha derin bir kavrayışa giden yolun ilk basamağı da genelde buradan geçer. Tıpkı çikolata ve fıstık ezmesinin birlikte son derece lezzetli olduklarını ve bu sebepten dolayı evrensel bir çikolata-fıstık sürekliliğinin parçası olmaları gerektiğini kavramanız gibi.

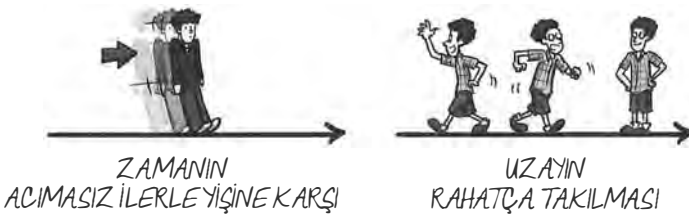
Hemen heyecana kapılmayın. Zamanın ve uzayın ilişkili olması zamanı, tüm olası çıkarımlarıyla beraber bir tür uzay boyutu gibi düşünebileceğiniz anlamına gelmez. Zamanın uzaydan çok farklı olduğu birkaç konu vardır. Zamana dair temel bazı sırları az sonra göreceğiz, uzay-zamanın içinde yer alan büyük resmi anlamamız için bize bazı ipuçları sağlayacaklarını umarız. Bugün gelebildiğimiz noktada, hangi soruları hangi biçimde soracağımızı bile güçlükle kestirebiliyoruz.

Soru 1:

Zaman Uzaydan Ne Anlamda Farklıdır? (Neden?)

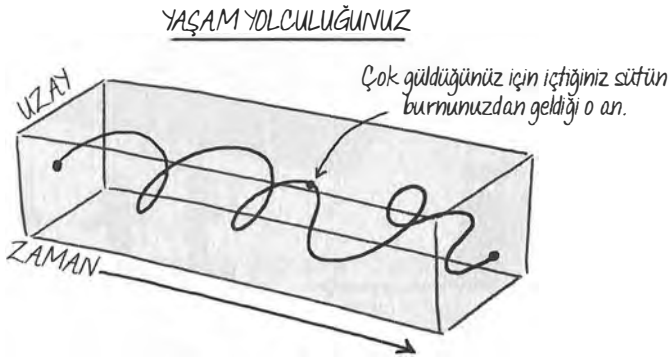
Zamanı ve uzayı bağdaştırmak faydalıdır, çünkü bize birbirlerine nasıl da benzediklerini gösterirken, bir yandan da ne kadar farklı oldukları ortaya çıkar. Zamanla olan ilişkiniz uzayla olan ilişkinizden çok daha farklıdır.

Başlangıç olarak, uzayda istediğiniz biçimde hareket etme özgürlüğüne sahipsiniz. Daireler çizebilir veya daha önce bulunduğunuz yerlere geri dönebilirsiniz. Ayrıca hızlı veya yavaş, uzayda istediğiniz hızda hareket edebilirsiniz. Ya da bir yerde oturur ve bir süre hiç hareket etmeyebilirsiniz. Ama zaman farklıdır. Söz konusu zaman olunca, bu tür özgürlükleriniz olmaz.



Zamanda sabit bir tempoda ilerleriz (saniye başına bir saniye).* Zamanda izlediğiniz yolun tersinde hareket edemez veya döngüler yaratamazsınız. Zamanda birdenbire geri gitmeye karar verip geçmişte uzayda bulunduğunuz konumdan daha farklı bir yerde olamazsınız. Uzayda farklı zamanlarda aynı konumda bulunabilir, ama aynı zamanda farklı konumlarda bulunamazsınız.

Bir şeyin sabit bir konumu (uzayda tek bir konumu) olduğunu düşünmek normaldir, ama sabit bir zamanı olduğunu düşünmek son derece gariptir, çünkü zaman kıyıyı döven dalgalar gibi durmaksızın ilerler. Bir anı geride bıraktığımızda o, artık sonsuza kadar kaybolur (az önce sehpa önünüzde duran patates cipsleri gibi). Buna karşın uzaydaki konumunuz da değişkendir ve sınırlandırılmamıştır. Uzayda, hayatınız boyunca hiçbir zaman ziyaret etmeyeceğiniz bir sürü yer olduğu gibi, defalarca ziyaret edeceğiniz bir sürü yer de olacaktır. Doğumunuz ve ölümünüz arasındaki süre boyunca zamanda tek bir yönde ilerlerken uzayda farklı yönlerde ilerlersiniz. Hayatınız çok olağandışı olmadığı müddetçe (galaksiler arası seyahatlere çıkan bir koloni gemisinde değilseniz), zamandaki yolculuğunuz, uzaydaki yolculuğunuzdan çok farklı olacaktır.



* Eğer bir kara deliğin yakınındaysanız ya da çok hızlı hareket ediyorsanız, zaman başka insanlar için daha hızlı veya daha yavaş geçerken, sizin zamanı algılayışınız yine saniye başına bir saniye olacaktır.

Zamanı başka bir boyut olarak düşünmek mevcut matematiksel teorilerimizle uyumlu olsa da onu son derece farklı kılan çok önemli farklar olduğunu unutmamalıyız. Zamanın işleyişi uzayın mantığından çok farklıdır, çünkü zaman birbiriyle bağlantılı konumların oluşturduğu bir bütün değildir. Onun yerine zamanı, evrenin anlık enstantanelerinin birbirlerine gelişigüzel bir şekilde bağlanarak oluşturduğu bir bütün olarak düşünebiliriz. Bu, zamanla ne yapabileceğimiz (veya yapamayacağımız) konusunda son derece etkilidir.

Soru 2: Zamanda Geriye Gidebilir Miyiz?

Bu kitaptan şu ana kadar öğrendikleriniz, bir şeyin imkânsızlığı konusunda sizi epey şüpheci bir hale getirmiş olmalı. Ne de olsa, şu an imkânsız dediğimiz bir şeyin, evreni daha iyi anlayabildiğimiz zaman gayet mümkün olabileceğini gördük. Cep büyüklüğündeki telefon cihazları sayesinde, insanlığın bilginin çoğuna ya da gereksiz ıvır zıvıra erişim olanağı gibi, eskiden imkânsız gözükten birçok şey artık mümkün.*

Gelgelelim zaman yolculuğu söz konusu olduğunda, modern fizik bilimi bunun mümkün olmadığından emindir. Zamanda geriye yolculuk edebileceğinize dair herhangi bir senaryo, evrenin işleyişine dair kabul ettiğimiz tüm temel fikirleri derinden sarsan tutarsızlıklara yol açacaktır.

*DOK. BROWN, SİZ NE DOKTORUSUNUZ YAHU?



* Ancak ihtiyaç duyulduğunda telefon çekmez, dolayısıyla yeterli sinyale ulaşmak nedense hâlâ imkânsız.

Bazı bilimkurgu hikâyelerine baktığımızda, uzaylıların veya gelişmiş insan ırklarının zamanı uzamsal bir boyut gibi algıladığını ve içinde ileri geri hareket ettiklerini görürüz. Bir koridorda ileri geri hareket eder gibi zamanda da istedikleri gibi devinirler. Bu hikâyeler okuması ve izlemesi çok eğlenceli olsa da içlerinde fizik bilimi açısından son derece ciddi tutarsızlıklar barındırır.*

Öncelikle, zamanda geriye gitmek nedensellik ilişkisini bozar. Evrene dair mantıklı açıklamalar peşindeyseniz bu durumun çok ciddi problemlere yol açacağını kolaylıkla görebilirsiniz. Ama eğer sebepten önce sonucun gelmesi gibi durumlar sizi etkilemiyorsa (bu kitabı satın almadan önce fiyatı, ekstrenize yansması veya gelinciklerinizin kahvaltınızı siz daha hazırlamadan önce mideye indirmesi gibi), bizden çok daha açık görüşlü olduğunuzu kabul etmek gerekir.

Nedensellik olmadığı takdirde hiçbir şeyin anlamı yoktur. Örneğin, artık bu duruma alıştığınız ve olacakları önceden öngörebildiğiniz için gelincikleriniz, eve geldiğinizde kafanıza su balonları düşürmekten bıkarlarsa hemen bir zaman makinesi yaparak 2005 senesine, yani gelincikleri sahiplenmeden önceki o naif zamanınıza geri dönmeye karar verebilirler. Sizi tongaya düşürme konusundaki bu planlarında başarılı olurlarsa beklenmedik sonuçlarla da karşılaşabilirsiniz. O zamanlar gelincik sahiplenme konusunda kararsız olabilirdiniz, bu durum karar sürecinizi etkileseydi ne olurdu? Eğer gelincik sahiplenmekten vazgeçseydiniz, kafanıza su balonları düşürmek için zaman makinesi icat edecek gelincikleriniz de olmazdı! Ama 2005 senesinde kimse kafanıza su balonları düşürmediği için belki de gelincik almaya karar verecektiniz. Böylece gelincik tutarsızlığına dayalı sonsuz bir döngünün içine hapsolurdunuz. Bu hikâyenin ana fikri şudur: Zaman yolculuğu nedenselliği hiçe saydığı için mümkün değildir ve gelincik almadan önce iki kere düşünmeniz gerekir. İşte ünlü gelincik paradoksu budur.**

* Fizik bilimi, eski çağlardan beri eğlenceyi mahvediyor.

** En azından bize göre ünlü.

MEŞHUR HAYVAN PARADOKSLARI

GELİNCİK
PARADOKSUÖRDEK ÇİFTİ
PARADOKSUKÖPEK VE
ARMUT
PARADOKSUÖKÜZ
PAPAĞAN
PARADOKSU

Daha da önemlisi, o eğlenceli bilimkurgu hikâyelerinde olan biteni dikkatle gözden geçirdiğinizde uzaylıların uzay-zamanın içinde *hareket* ettiğini görürsünüz, ama *hareketin* zaman demek olduğunu unutmayın. Söz konusu uzaylılar uzay-zaman içinde belirli bir konuma sahipken, ardından başka bir konuma geçerler. “Ardından” derken ne kastedilmektedir? Bu, söz konusu iyi niyetli yazarların, zamanın doğrusallığı fikrini, kendi uzay-zaman evrenlerine esas aldıkları anlamına gelir. Buradan alınması gereken ders; sanal dahi olsa zamanın uzay gibi düşünüleceği tutarlı bir evreni hayal etmek çok zordur.

Soru 3:

Zaman Neden İleri Akar?

Zamanda geriye gidemediğimize göre şu soruyu sorabiliriz: “Zaman neden ileri akar?”

Zamanın ileri *akmaması* kavramı tuhaftır. Fırına koyduğunuz pişmiş bir yemeğin çiğ hale gelmesini veya sıcak bir yaz gününde bardağınızda buz küpleri belirmesini bekleyemezsiniz. Bütün bunlar ileri hareket eden zaman için normaldir, ama bunların tersine döndüğünü görürseniz içtiğiniz ilaçların dozunu azaltsanız iyi olur.

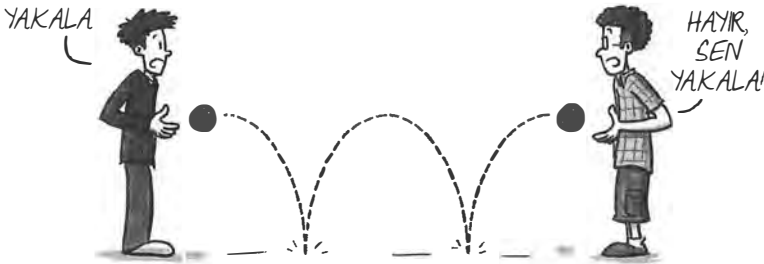
Aynı şekilde, yalnızca geçmişte olan şeyleri hatırlayabilirsiniz, geleceği hatırlamanız mümkün değildir.* Zamanın tercih ettiği bir istikamet vardır ve bunun nedenine dair en ufak *bir fikrimiz yok*.

* Olur da hatırlarsanız hemen bizi arayın. Size bazı sorularımız olacak.



Zamanın neden sadece ileri aktığı sorusu fizikçilerin kafasını çok uzun süreden beri meşgul eder. Aslında “zamanda ileri” tanımlı bile tanımsızdır. Zamanın tersine aktığı başka bir evrende bilimcilerin o yönü ileri olarak tanımlıyor olmaları kuvvetle muhtemeldir. O yüzden belki de sorulması gereken soru şudur: Zaman neden aktığı yönde ilerler?

Üzerinde düşünülmesi gereken ilk şey, zaman tersine aktığında evrenin işleyişine ne olacağıdır. Fizik kuralları zamanın tek bir yönde akmasını mı gerektirir? Başka bir evreni gösteren bir video izlediğinizi düşünün. Videonun ileri mi, yoksa geri mi oynatıldığını anlamanız mümkün olur muydu? Yukarı aşağı zıplamakta olan bir top videosu izlediğinizi hayal edin örneğin. Top kusursuz bir şekilde zıplamaya devam ettiği sürece (sürtünme veya hava direncinden dolayı enerji kaybetmediğini de varsayarsak) bu kaydın ileriye veya geriye doğru oynatılması *tıpatıp aynı şey* olacaktır! Aynısı metal bir kabın içindeki gaz partikülleri veya bir nehirde akan suyun içindeki moleküller için de geçerlidir. Hatta kuantum mekaniği bile ters yönde mükemmel işler.* Aslında hemen hemen bütün fizik kanunları ileri yönde işlediği kadar ters yönde de işler.



* Dalga fonksiyonunun çökmesi hariç. Bazıları bunun geri dönüştürülemez olduğunu savunurken, bazıları da uyumluluk kaybı olduğunu iddia eder.

Tabii hepsi değil.

Kusursuz bir şekilde zıplayan top örneği aslında gerçekçi değildir, çünkü topun yer düzlemiyle arasındaki sürtünmeyi, hava direncini ve topun enerjisini azaltan diğer etkenleri yok sayar. Birkaç zıplamadan sonra en favori basket topunuz bile gittikçe daha az yükseğe çıkacak ve eninde sonunda yerde sabit kalacaktır. Bütün enerjisi, hava veya yer moleküllerinin ısısına dönüşecektir.

Şimdi de gerçek bir topun zıplayışını tersinden izlemenin ne kadar tuhaf olduğunu düşünün; yerde sabit durmakta olan bir top gittikçe daha yükseğe sekecek. Enerji akışı daha da garip gözükecek: hava, top ve zemin sıcaklıkları düşerken kayıp ısı enerjisi topun hareket enerjisine dönüşecek.

Az önceki örnekte ileri ve geri hareket arasındaki farkı gördük. Aynı şey daha yukarıda verdiğimiz örnekler (fırındaki yemek ve buz küpü) için de geçerlidir. Peki, ama özellikle difüzyon ve ısı mikrofiziğine dair olan çoğu fizik kuralı ters yönde de geçerliyse, makroskobik ölçekteki örnekler neden sadece tek yönde geçerlidir? Bunun sebebi, *entropi* diye bilinen sistemin içindeki düzensizliğin miktarıdır. Zaman içerisindeki ilerlemeyi tercih ettiği yön son derece belirgindir.



Entropi zamana paralel olarak devamlı artar. Bu, termodinamiğin ikinci kanunu olarak da bilinir. Entropiyi herhangi bir şeyin içindeki düzensizlik miktarı olarak düşünün. Gelinciğinizi beslemeyi unutursanız ve o da oturma odanızı karıştırır ve bu kitabın imzalanmış kopyalarının muntazam bir şekilde dizildiği yığını yere devirirse, o zaman düzensizliği artırarak odanızın entropisini de arttırmış olacaktır.

Eğer eve gelir ve etrafı düzenlerseniz, o zaman odanızın entropisini azaltmış olursunuz, ama bunu yapmak da bir parça enerji gerektireceği için, bu eylem etrafınıza ısı ve yığınlık yaymakla beraber oda arkadaşınıza bir gelincik sahiplenmenin ne kadar kötü bir fikir olduğunu mırıldanmanıza yol açacaktır. Bu yüzden odanızı düzenlerken harcayacağınız enerji miktarı toplam entropiyi yine de arttıracaktır. Kısıtlı herhangi bir alanda düzen yarattığınız her defasında; kitaplarınızı düzenlediğiniz, bir deste kâğıda işaretler koyduğunuz veya havalandırmayı çalıştırdığınız zamanlar, sürecin yan ürünü olarak aynı zamanda ısı enerjisi düzensizliği de yaratmış olursunuz. İkinci kanuna göre, *ortalama olarak*, zamanın ilerlediği yönde toplam entropiyi azaltmak imkânsızdır.

(Not: Bu, olasılığa dayanan bir önermedir. Teknik olarak bir grup kızgın gelinciğin, kaza eseri kendilerini mükemmel düzende bir ekibe dönüştürüp entropi seviyelerini düşürmeleri mümkündür, ama çok küçük bir olasılıkla. İstisnai durumlar her zaman vardır, ama entropi ortalama olarak her zaman artar.)

ODAMI TEMİZLEYEBİLİRDİM
AMA BU, TERMODİNAMİĞİN
İKİNCİ KANUNUNA AYKIRI.



Bu durumun tüyler ürpertici bazı sonuçları vardır: Entropi yalnızca arttığı için, eninde sonunda, çok, çok, çok, çok uzak bir gelecekte evren bir tür maksimum düzensizlik haline ulaşacak. Buna, kulağınıza çok hoş geleceğine eminiz, “evrenin ısısal ölümü” adını da verebiliriz. Böylesi bir durumda tüm evren aynı sıcaklık derecesine sahip olacak, bu da her şeyin tamamıyla bir düzensizlik içinde olacağı ve (insan ırkı gibi) yararlı, düzenli yapıların artık var olmayacağı anlamına gelecek. Evren, maksimi-

mum düzensizlik haline henüz ulaşmadığı için, o güne kadar telafi edici düzensizlikler yaratmak vesilesiyle sınırlı, ufak düzenler oluşturulabilir, yani hâlâ vaktimiz var.

Şimdi, zamanda geriye doğru düşünelim. Büyük Patlama'nın olduğu ana kadar geri gidecek olursak, geçmişte evren, şu anda sahip olduğundan çok *daha az* entropiye (daha fazla düzene) sahipti. Büyük Patlama'yı nakliyat kamyonları ve etrafta koşturan küçük çocuklarınızla yeni evinize taşınmadan bir önceki an olarak hayal edin. Evrenin entropi seviyesinin en düşük olduğu bu ilk hali, evrenin doğumu ve ısısal ölümü arasındaki sürenin de belirleyicisidir. Eğer evren, mevcudiyetine bünyesinde büyük bir düzensizlik barındırarak başlamış olsaydı, o zaman ısısal ölümden önce pek zamanımız olmayacaktı. Ama evren, başlangıçta son derece büyük bir düzene sahip olduğu için maksimum entropi seviyesine ulaşmamıza epey zaman var.

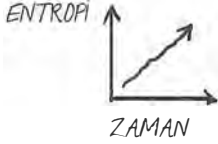
Evren, ilk zamanlarında neden düzenli bir yapıya ve düşük entropiye sahipti? Hiçbir fikrimiz yok. Ama durum böyle olduğu için şanslıyız, çünkü evrenin başlangıcından bitişine kadar olan süre içerisinde, gezegenler, insanlar ve buzlu dondurmalar gibi son derece keyifli ve enteresan şeylerin oluşumu için yeterli süreyi kazanmış olduk.

Entropi Zamanı Anlamamızı Sağlar mı?

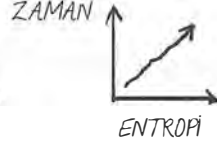
Entropi, zamanın nasıl ilerlediğiyle yakından ilgili birkaç fizik kanunundan biridir.

Gaz moleküllerinin birbirleri üzerinden nasıl sektiğini belirleyen kinematik kanunları gibi, entropiyi etkileyen süreçlerin birçoğu kusursuz bir şekilde tersine de işler. Ama kümeleşme söz konusu olduğunda zamanla azalacak bir düzen miktarını gerektiren bir kanuna göre davranırlar. Yani, zaman ve entropi bir şekilde birbirleriyle bağlantılıdır. Ama şu ana kadar bulabildiğimiz tek bağlantı, entropinin zamanla arttığıdır.

ZAMANSAL OLASILIKLAR



ENTROPİ, ZAMANIN BİR
SONUCUDUR.



ZAMAN, ENTROPİNİN
BİR SONUCUDUR.



ZAMAN VE ENTROPİ BU BÖLÜMDE
ZAMAN ÜZERİNE YAPILAN KELİME
OYUNLARININ BİR SONUCUDUR.

Bu, bir tepenin suyun akış yönünü aşağı olacak şekilde belirlemesi gibi, entropinin de zamanın sadece ileriye hareket etmesine *sebebi olduğu* anlamına mı gelir? Ya da entropi, hortuma yakalanmış bir obje gibi zamanın ilerlediği yönü mü *takip eder*?

Entropinin zamanla arttığını kabul etsek bile bu, yine de zamanın neden sadece ileriye aktığını açıklamak için yeterli değildir. Örneğin, zamanın geriye aktığı ve entropinin de *negatif* zamanla beraber *azaldığı* bir evreni hayal edebiliriz, böylelikle aralarındaki bağlantı aynen devam edecek ve termodinamiğin ikinci kanununa da aykırı davranmamış olacaklar!

Bu yüzden entropi, zamanı kavrama konusunda bir ipucu olmaktan öteye geçemez. Ama zamana dair birkaç yegâne ipucundan biri olduğu için, dikkatle incelenmesi gerekir. Entropi, zamanın aktığı yönü anlayabilmemizi sağladığı için mi önemlidir? Bir sürü yoruma karşın hâlâ net olarak bilmiyoruz. Üstelik anlamamamızı sağlayacak çok fazla seçenek yok.

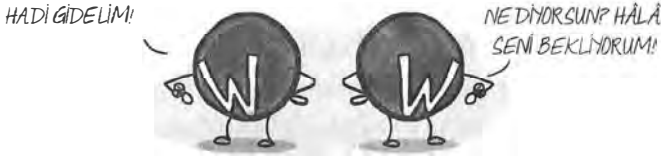
Zaman ve Parçacıklar

Küçük parçacıklara gelecek olursak, zamanın yönü söz konusu olduğunda genel anlamda değişken davrandıklarını gözlemliyoruz. Örneğin; elektron, foton yayımlayabilir veya absorbe edebilir. Bir kuark çifti, bir Z bozonu oluşturmak üzere kaynaşabilir veya bir Z bozonu iki kuarka dönüşecek şekilde dağılabilir. Çoğunlukla, münferit parçacık etkileşimleri-

ne bakarak zamanın, evrende hangi yönde ilerlediğini anlamak mümkün değildir. Tabii bu, her durum için geçerli değildir. Zamanın ileri veya tersi yönünde farklı şekilde davranan belli bir parçacık etkileşimi vardır.

W ve Z bozonları sayesinde oluşan ve nükleer bozulmadan sorumlu olan zayıf kuvvetin zamansal bir yön tercihi vardır. Detayları çok önemli değildir ve sonuçları da küçük olmasına rağmen gerçektir. Örneğin, şiddetli kuvvet tarafından bir arada tutulan bir kuark çifti için mümkün iki farklı düzenleme vardır. Zayıf kuvveti kullanarak bu iki düzenleme arasında gidip gelebilirler, ama bu iki düzenlemeden bir tanesine geri gelmek diğerine göre daha fazla zaman alır. Yani bu sürecin video kaydını tersten oynatmak mümkün olsaydı, ileri oynatmaya göre çok daha farklı gözükürdü.

Bunun zamanla bağlantısı nedir? Tam olarak bilmiyoruz, ama yararlı bir ipucu gibi gözüküyor.



Soru 4:

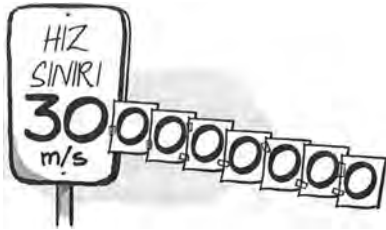
Zaman Herkes Tarafından Aynı Şekilde mi Hissedilir?

20. yüzyıla kadar bilim, zamanın evrensel olduğunu öngörüyordu; evrendeki herkesin ve her şeyin zamanı aynı şekilde hissettiğini kabul ediyordu. Bu varsayıma göre evrenin farklı noktalarına birbirlerine özdeş saatler koyabilseydik hepsinin sonsuza kadar aynı zamanı göstermesi gerekiyordu. Ne de olsa günlük yaşantımızdaki tecrübelerimiz hep bu yöndedir. Herkesin saati farklı hızda çalışırsa ortaya çıkabilecek kaosu bir düşünsenize!

Albert Einstein'ın genel görelilik teorisinin, uzayı ve zamanı tek bir kavram, yani "uzay-zaman" kavramı olarak birleştirmesi her şeyi değiştirdi. Einstein'ın meşhur teorisi uyarınca, hareket halindeki saatlerin daha yavaş çalışması gerekir. Işık hızına yakın bir hızda komşu yıldızlardan birine seyahat edecek olursanız, geride Dünya'da bıraktıklarınıza oranla zaman sizin için *daha az* akacaktır. Bu, *Matrix* filminde olduğu gibi zamanı daha yavaş hareket ediyormuş gibi algıladığınız anlamına gelmez. Bu, Dünya'da geride bıraktığınız insanların saatleri, sizin uzay geminizdeki saate göre çok daha ileri bir zamanı gösterecektir. Her birimiz zamanı aynı şekilde hissederiz (saniyede bir saniye), ama birbirimize kıyasla çok farklı ve çok büyük hızlarda hareket ettiğimiz takdirde saatler bu konuda aynı şekilde davranmaz.

Şu anda İsviçre'de bir yerlerde bir saat yapımcısı kalp krizi geçirmiş olabilir.

Birbirlerinin tıpatıp aynısı saatlerin farklı ivmelerle zamanı gösteriyor olması, bütün mantık ve sebep ilişkilerine aykırı gibi gözüксе de evrenin işleyişi böyledir. Bunun doğru olduğunu biliyoruz, çünkü bunu günlük hayatımızın içinde her gün gözlemleyebiliyoruz. Telefonunuzdaki (veya arabanız ya da uçağınızdaki) GPS alıcısı, Dünya'nın etrafındaki yörüngede bulunan GPS uyduları için (bunlar, Dünya'nın devasa kütesinin büktüğü uzayın içinde saatte binlerce kilometre hızla hareket eder) zamanın daha yavaş aktığı prensibine göre çalışır. Eğer bu fikir üzerinden hareket edilmeseydi, GPS cihazınız konumunuzu, bu uyduların yaydığı sinyallere göre kusursuz bir şekilde senkronize edemezdi. Aslında evren, kendi açısından



mantıklı sayılan kurallara göre işlerken bu kurallar sizin beklentilerinizle örtüşmeyebilir. Örneğimizdeki suçlu, evrendeki hız limitini belirleyen ışık hızıdır.

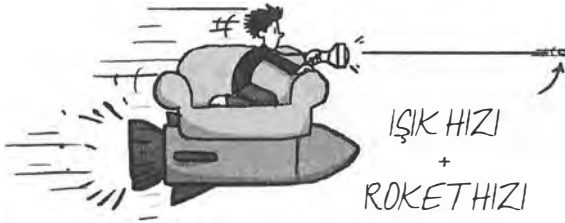
* Einstein'ın dehası, teorilerine yaratıcı isimler bulmaktan daha farklı alanlarda da görülür.

Einstein'ın görelilik teorisine göre hiçbir şey, bilgi ya da anında teslim edilen pizza bile ışıktan daha hızlı hareket edemez. Bu yüksek hızın (birim zamanda aşılın mesafe) zamana dair algılarımızı zorlayan bazı tuhaf sonuçları vardır.

Öncelikle bu hız sınırının ne olduğunu iyice anladığımızdan emin olalım. Bu noktada en önemli şey, bu hız sınırının herhangi bir açıdan herhangi bir hızı ölçmeye çalışan herkes için geçerli olduğudur. Hiçbir şeyin ışıktan daha hızlı hareket etmediğini gözlemlediğimizi söylediğimiz zaman, gerçekten de *hiçbir şeyi* kastediyoruz.

O halde basit bir düşünce deneyi yapalım. Kanepenizin üstünde oturduğunuzu ve cep fenerini açtığınızı düşünün. Size göre, fenerden çıkan ışık sizden ışık hızıyla uzaklaşmaktadır.

Peki, kanepenizi bir roketin üstüne bağlarsak ve roket de son derece büyük bir hızla hareket etmeye başlarsa ne olur? Feneri bu halde yakarsanız ne olur? Fenerinizi roketin önüne doğru tutarsanız bu, ışığın artık, kendi hızı artı roketin hızı şeklinde hareket ettiği anlamına mı gelir?



Bu konuyu 10. bölümde daha detaylı göreceğiz, ama işin püf noktası şudur: Fenerden çıkan ışığın herkes (hem roketin üzerindeki siz hem de Dünya'daki insanlar) tarafından aynı şekilde, ışık hızında hareket ettiğinin algılanabilmesi için en azından bir şeyin farklı olması gerekir, bu şey de zamandır.

Bunu anlamak için zamanı, uzay-zaman olarak düşündüğümüz kavrama geri dönelim. Ayrıca, evrendeki hız sınırının, hem zaman hem de uzay

içindeki hareketiniz için de geçerliliğini koruduğunu unutmayın. Dünya'da, kanepenizin üstünde oturuyorsanız, uzaya göre sıfır hıza sahipsiniz demektir (Dünya açısından), yani zamana göre hızınız daha yüksek olabilir.



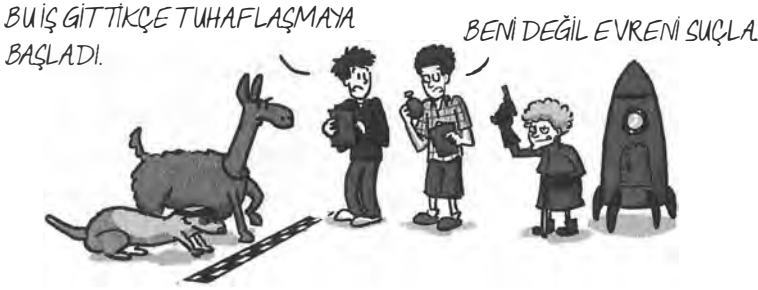
Ama eğer ışık hızına yakın bir hızda hareket eden bir roketin üstündeyseniz, hızınız uzaya göre çok yüksek olur. Bu yüzden, Dünya'ya oranla, uzay-zaman içindeki toplam hızınızın evrenin hız limiti içinde kalabilmesi için (tıpkı Dünya'daki saatlerin ölçeceği şekliyle), zamana göre hızınızın azalması gerekir.



Hâlâ bizimle misiniz?

İnsanların zamanı farklı şekillerde algılayabilmeleri algılarınızı zorluyor olabilir, ama bu evrenin işleyişidir. Daha da tuhafı, insanlar bazı belirli durumlarda *bazı olayların meydana geliş sıralamaları* hakkında bile fikir ayrılığına varabilir ve hepsi de kendi bakış açıları uyarınca haklıdır. Örneğin, farklı hızlarda hareket etmekte olan iki gözlemci bir araba yarışını kimin kazandığı konusunda anlaşmazlığa düşebilir.

Eğer evcil gelinciğiniz ve evcil lamanız arasında bir yarış düzenlenseydi, yarışı kimin kazanacağı ne kadar hızlı hareket ettiğinize ve nerede bulunduğunuza göre değişebilirdi. İki hayvan da yarışı kendine göre algılayacaktı ve eğer büyükanneniz ışık hızına yakın hareket etme yeteneğine sahip olsaydı, eminiz ki o da diğerleriyle anlaşmazlığa düşecekti. İşin tuhafı, *hepsi de kendi bakış açılarına göre haklı olacaktı!* (Unutmadan, aynı şekilde hepsi yarışın *başlangıç* zamanı hakkında da fikir ayrılığına düşebilirdi.)



İnsanların zamanı farklı şekilde algılayabilmeleri kolay hazmedilebilecek bir fikir değil, çünkü evrenin saf bir geçmişe sahip olduğunu düşünmeye meyilliyiz. Teorik olarak bir kişinin, bugüne kadar evrende olmuş her şeye dair tek (ve son derece uzun, büyük ihtimalle de süper sıkıcı) bir hikâye yazabileceğini düşünürüz. Böyle bir şey mümkün olsaydı, herkes kendi deneyimleriyle karşılaştırırdı ve bu hikâye, bulanık bazı hatıralar ve basit hatalar dışında hepsiyle örtüşürdü. Ama Einstein'ın görelilik teorisi her şeyin göreceli olduğunu son derece net bir şekilde açıklar. Ve sonuç olarak olayların tanımı bile o tanımı yapan kişiye göre değişebilir.

Uzun lafın kısıası zamanı, tüm evren için geçerli tek, mutlak bir saat gibi düşünmekten vazgeçmeliyiz. Bu yeni düşünce biçimi içgüdülerimize aykırı gelse de, zamansal bakış açısının denenmiş ve doğruluğu ispatlanmış olduğunu unutmamalıyız. Fizik alanında devrim niteliğindeki çoğu buluşta olduğu gibi, sezgilerimizden uzaklaşmak ve zamana dair öznel

deneyimlerimizden etkilenmeden matematiksel bir yol izlemek durumundayız.

Soru 5: Zamanın Durması Mümkün Müdür?

Zamanın en başta duracağı fikrini kabullenmek pek olası değil. Bugüne kadar zamanın ileriye akmaktan başka bir şey yaptığını gözlemlemedik, dolayısıyla başka bir şekilde davranması mümkün olur mu bilmiyoruz. Zamanın neden daima ileriye aktığına dair çok az fikre sahip olduğumuz için, bunun her zaman böyle süreceğini söylemek pek kolay değil.

Bazı fizikçiler, zamanın “okunun”, entropinin devamlı artması gerekliliğine göre belirlendiği ya da zamanın yönünün, artan entropinin yönüyle aynı olduğu fikrindedir. Peki, bu önerme doğruysa, evren maksimum entropiye ulaştığında ne olacak? Böylesi bir evrende her şey dengede olacak ve düzen hiçbir şekilde var olmayacaktır. O noktada zamanın durması veya anlamını yitirmesi söz konusu olabilir mi? Bazı filozoflar o ana gelindiğinde zamanın okunun ve entropinin artması kanununun, kendilerini terse çevireceğini ve evrenin tekillik noktasına varana kadar küçüleceği varsayımını ortaya atmıştır. Ama bu varsayım, bilimsel bir hesaplamaдан ziyade basit bir tahminden ibarettir.



Başka teoriler, Büyük Patlama esnasında *iki* evrenin yaratıldığını; birinde zaman ileriye akarken, diğesinde geriye aktığını öne sürer. Hatta

zaman akışının çok yönlü olduğunu öne süren daha çılgın fikirler de vardır. Neden olmasın? Uzayda hareket edebileceğimiz üç (belki de daha fazla) yön varsa, aynı şey neden zaman için de geçerli olmasın? Her zamanki gibi bu konulara dair hiçbir fikrimiz yok.

Sonuç Zamanı

Zamanın doğasına dair bu sorular son derece derin sorulardır ve cevapları da modern fiziği temelinden sarsabilir. Bu soruların ölçekleri, onları heyecan verici ve üzerinde kafa patlatmaya değer bir hale getirir de, bir o kadar da zorlaştırmaktadır.

Böylesi bir soruna yaklaşımımız ne olmalı? Bu kitapta telaffuz ettiğimiz diğer bazı soruların aksine, zaman konusunda bazı cevaplara ulaşabilmek için yapabileceğimiz gerçek bir deney yok. Zamanı incelemek için durdurmamız mümkün değil ve aynı olayın tekrarlanmış zaman ölçümelerini de yapamayız. O kadar derin ki doğrudan bu konu üzerinde çalışan yalnızca birkaç bilimci var. Bu iş çoğunlukla emekli profesörlerin veya riskli alanlarda çalışmak isteyen hevesli, genç araştırmacıların uğraş ve uzmanlık alanlarına girer.

Bu sorunları inceleyerek bir ilerleme kaydedebiliriz veya farklı bir sorun üzerinde çalışırken bu konuya dair çok önemli bir bulguya rastlayabiliriz. Bunu zaman gösterecek.



9. *Kaç Boyut Vardır?*

Yeni Boyutlar Hakkında Çok Az Bilgiye Sahibiz

Evrenin doğası hakkında derin bir kavrayışa ulaşmak, bazen temel varsayımlarımızı ve uzun zaman önce cevaplanmış bazı soruları tekrar gözden geçirmemizi gerektirebilir. Örneğin, aşağıdaki soruları sormamıza sebep olabilir:

- JFK, uzaylılar tarafından mı suikaste uğramıştı?
- Uzayda üçten daha fazla mı boyut bulunmakta?
- Evren, tek boynuzlu atlar sayesinde mi var?
- Hiç kilo almadan, yalnızca şeker yiyerek diyet yapabilir miyiz?

Birçok durumda bu sorulara ya “Hayır” ya da “Lütfen bir psikiyatriste görünün,” şeklinde cevap veririz. Ama bu soruları sormak bize yeni düşünce şekillerinin kapılarını açabilir ve bu da günlük hayatımıza dair aklımızı başımızdan alabilecek sonuçlara sebebiyet verebilir.

TEK BOYNUZLU ATLAR
ET PİŞİREBİLİR Mİ?

HAYR



Uzayın, evrenin boş bir zemini değil de yapışkan, fiziksel bir madde olduğu fikrine artık ufak ufak alışmaya başladıysanız eğer, kemerlerinizi bağlayın ve *uzaydaki boyutların sayısı* hakkında yapacağımız araştırmaya hazırlanın.

Uzayda, aşına olduğumuz üç boyuttan (yukarı-aşağı, sola-sağa, ileri-geri) başka boyutlar da var mıdır? Başka boyutlarda hareket eden parçacıklar veya canlılar olabilir mi? Bu boyutlar gerçekten mevcutlarsa, neye benziyorlar? Onları ayakkabı dolabı veya karın bölgemizdeki yağları gizlemek için kullanabilir miyiz? Ya da yakın komşu yıldızlara varmak için kısa yollar oluşturabilir miyiz? Bu fikirler kulağa son derece mantık dışı gelebilir, ama doğa her zaman tuhaftır.

Her zaman olduğu gibi bunlara da cevap veremiyoruz, ama başka boyutların var olabileceğine dair bazı umut verici teoriler mevcut. O zaman, multiboyutsal gözlüklerimizi takalım ve gizemli evrenin bu gizli kalmış kısmını inceleyelim.

TEMEL BOYUTLAR



YUKARI-AŞAĞI



SOL-SAĞ



İLERİ-GERİ



KAFASI NI

Boyut Gerçekte Ne Demektir?

Yapmamız gereken ilk şey, boyutu tanımlamak olmalıdır. Popüler kitaplarda ve filmlerde “boyut” kelimesi sıklıkla paralel evren anlamında kullanılır; kurallarının bizimkilerden farklı olduğu ve insanların süper güçlere sahip oldukları evrenlerdir bunlar. Bazen bu iki farklı âlem arasında gidip gelebilmek için “başka boyutlara açılan kapılar” kullanılır. Bunlar eğlenceli hikâyelerdir ve paralel evrenlerin var olması da ihtimal dahilindedir, ama bilimsel olarak “boyut” kelimesi tamamıyla başka bir anlama gelir.



Bir kelime nasıl olur da popüler kültürde başka, bilimde başka bir anlama gelebilir? Bunun için bilimcileri suçlayabilirsiniz. Bilimciler yeni keşfettikleri veya hayal ettikleri bir şeyi ne zaman yeni bir kelimeyle tanımlamak isteseler a) ya yeni bir kelime üretirler (Güneş sistemimizin dışındaki gezegenleri tanımlayan “Güneş dışı gezegen” gibi) b) ya yakın anlamlı bir kelimeyi tekrar kullanırlar (gerçekte dönmeyen ama fiziksel dönmeye yakın matematiksel özellikler taşıyan küçük parçacıkların davranışını tanımlamak için kullanılan “kuantum spini” gibi) c) ya da bambaşka anlama gelen bir kelimeyi kullanırlar (pek de tılsımlı sayılmayan “tılsım kuark” gibi).

“Boyut” kelimesinin bilimdeki anlamının her şeyin çikolatadan yapıldığı ve borçlarınızı da şekerlemelerle ödediğiniz bir alternatif evren olmadığını öğrendiğinizde, bu kelimeyi çalıp ona farklı bir anlam

verdikleri için sinir bozucu bilimcilere kızabilirsiniz. Kendinizi utanç verici bir duruma düşürmemek için bu kadar aceleci davranmamanızı tavsiye ederiz, çünkü bu utanç bilimkurgu yazarlarına aittir. Matematikçiler ve bilimciler bu kelimeyi *yüzyıllardır* doğru kullanmaktadır.

Bilim ve matematik açısından “boyut” kelimesi bir hareketin olası yönünü ifade eder. Eğer düz bir çizgi çizerseniz, o çizgi boyunca herhangi bir hareket tek boyutta bir harekettir.

Tek boyutlu bir âlemden her şey sonsuz ince bir çizgi üzerindedir. Hareket edecek başka bir yön olmadığı için, 1-D bilimcileri sıraya kaynakamaz, birbirleriyle yer değiştiremez. Bir kolyeye dizilmiş ve komşularını seçme şansından yoksun incilere benzerler.

MÜSVEDDELERİN O KADAR
FAZLA KİONLARI
BASMAK İÇİN
BAŞKA BİR BOYUTA
İHTİYACIM VAR!



HILBERT UZAYINA
GİDE BİLİRSİN!



BOYUTLAR BİLİMCİLERİN NE İŞİNE YARAR?

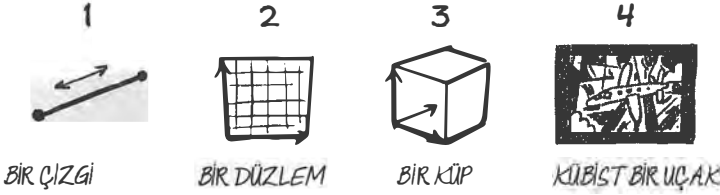
Şimdi de ilk çizgimize dik açı (90 derece) oluşturacak şekilde ikinci bir çizgi çizelim. Dik açıyla çizmemizin sebebi, ikinci çizgi boyunca hareketin ilk çizgi boyunca yapılan hareketlerden tamamıyla bağımsız olmasıdır. Eğer açı dik açıdan biraz daha yamuk olsaydı, ikinci çizgi boyunca herhangi bir hareket aynı zamanda birinci çizgide de harekete sebep olurdu. Bu iki çizgi, üzerinde iki boyutta hareket edebileceğiniz bir düzlem oluşturur.

Yani bir çizgi boyunca hareket tek boyutludur ve iki çizgi tarafından tanımlanan düz bir düzlemin üzerindeki hareket ise iki boyutludur. Şu ana kadar 1-D bir âlemin (bir çizgi) ve 2-D bir âlemin (bir düzlem)

tanımlarını yaptık. Üçüncü boyutu elde edebilmek için tek yapmamız gereken diğer iki çizgiye dik olacak şekilde başka bir doğru çizmektir. Böylesi bir çizgi, düz düzlemin aşağısı ve yukarısını işaret eden yönde çizilecektir.

Boyut şudur: İçinde hareket edebileceğiniz ve bir yöndeki hareketin diğer yöndeki hareketlerden bağımsız olduğu, her biri kendine has yönler.

BOYUT NUMARALANDIRMASININ SİMGESEL ANLATIMI



Üçten Fazla Boyuta Sahip Olabilir Miyiz?

Çizdiğimiz üç boyut şu ana kadar aşına olduğumuz bütün hareket biçimlerini kapsar: yukarı-aşağı, sağa-sola ve ileri-geri. 3-D gezegenimizin içerisine dördüncü bir boyutu sıkıştırmak için yer yok gibidir, yani içinde yaşadığımız Dünya üç boyutlu gözüktür, öyle değil mi? Ama fizikçiler neden üçten fazla boyuta sahip olamayacağımıza dair bugüne kadar sağlam bir açıklama yapabilmiş değiller. Matematiksel anlamda, dördüncü boyutun olmasının bir sakıncası yok.

Bu noktada şunu düşünüyor olabilirsiniz: “*Hadi ama!* Eğer üç boyuttan daha fazlası olsaydı bunu kesinlikle hissederdik!”

Gerçekten mi? Başka boyutların olduğunu anlayabilir miydik? Bu, ciddi anlamda sormamız gereken bir soru. Örneğin, gezegenimizde fiziksel olarak başka boyutlar varsa da zihnimizin kapasitesi bunu algılamaktan çok uzaksa ne olacak? Zihnimiz, uzayda sadece üç boyut olduğuna

içtenlikle inanıyor olabilir, ama daha farklı boyutları fark edemiyor olmamız da muhtemeldir.



Düz bir kâğıt parçasının içine hapsolmuş kelime ve çizimler gibi düz bir düzlemde yaşayan 2-D bir fizikçi olduğunuzu hayal edin. Farkındalığınız ve algılarınız sadece düzlem üzerindekiyle sınırlı olacaktır (çünkü kâğıdın dışını göremezsiniz), böylelikle düzlemsel Dünya'nın aslında 3-D bir Dünya'nın içinde yer aldığının farkına varmanız mümkün olmayacaktır. Aynı şekilde, bizim bildiğimiz ve sevdiğimiz 3-D Dünya aslında başka boyutlara da sahip bir uzayın içinde yer alıyor olabilir. Bütün bu süre boyunca, 4-D fizikçileri (veya 5-D, 6-D...) bizi izliyor ve sınırlı bakış açımızla eğleniyor olabilirler, tıpkı bir karınca yuvasının içinde mahsur kalan karıncalarla dalga geçmemiz gibi.

Peki ama diğer boyutları neden görüp hissedemeyelim ki? Yüzeysel bir bakışla bu tuhaf (ve haksızca) gözüktür, ama bir saniyelğine durun ve algılarınızın nasıl çalıştığını düşünün. Beynimiz, yaşadığımız âlemin üç boyutlu bir modelini yaratır, çünkü bu hayatta kalmamız için gereklidir. Bu, çevremizin doğasını tamamıyla algılayabildiğimiz anlamına da gelmez. Tam tersine, yaşadığımız evrenin, günlük hayatımızla hiç ilgili olmasa da gerçeğin temel doğasını anlamamızı sağlayan önemli nüanslarına karşı şok edici derecede kör olduğumuzu söylemek gerekir.

Örneğin, etraftaki yırtıcıların ve şekerlemelerin nerede olduklarını anlayabilmemiz için ışığa duyarlı yaratıldık. Ama etrafımızı saran ve evrenin işleyişine dair önemli ipuçları barındıran karanlık maddenin varlığını algılamamız veya farkına varmamız mümkün değil. Başka bir örnek

de, cildimizin her santimetre karesinden saniyede bir geçmekte olan 10^{11} kadar nötrinoyu hissedemiyor olmamız. Hissedebilseydik güneş ve parçacık etkileşimlerine dair birçok şeyi öğrenme imkânına kavuşurduk.

Vücudumuz her gün, modern fizik açısından son derece değerli birçok bilgiye maruz kalır, ama bunu doğrudan hissedip algılamamız mümkün değil. Bunun sebebiyse bunların öncelikle toplanması ve gözlemlenmesi çok zor bilgiler olması, ayrıca evrimsel geçmişimizin içerisinde hayatta kalmamız için bir işe yaramamalarıdır.



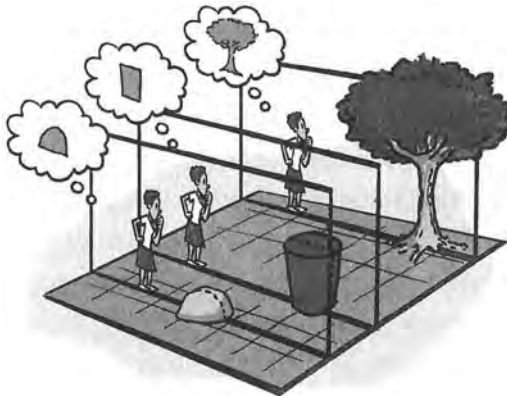
Yani, “Üçten fazla boyuta sahip olabilir miyiz?” sorusuna yanıtımız, evet. Matematiksel olarak konuşursak, üçten daha fazla boyut olmaması için hiçbir sebep yok. Bu boyutların algımızın dışında olması mümkündür, özellikle aşına olduğumuz diğer üç boyuttan çok farklıysalar. Bu konuya birazdan detaylarıyla değineceğiz.

Nasıl 4 Boyutlu Düşünürüz?

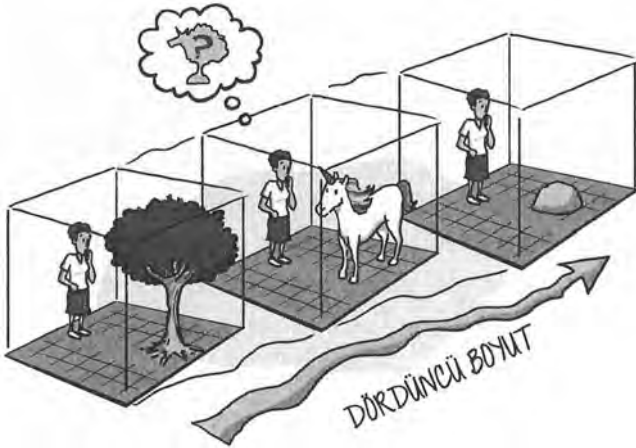
Favorimiz üç boyuta benzeyen diğer bir boyutun içinde hareket etmek nasıl *hissettirirdi* acaba? Bizim gibi 3-D insanlar için üç boyutlu bir âlemden farklı bir konumda bulunmayı hayal etmek zordur. Bunun nasıl bir şey olduğunu kavrayabilmek amacıyla gelin boyut kavramını mercek altına alalım ve bir anlığına da olsa kendimizi 3-D bir Dünya’da bulan 2-D insanlar olarak hayal edelim.



Eğer 3-D bir Dünya'nın içinde 2-D bir insan olsaydınız, 2-D vücudunuz etrafınızdaki her şeyi gene iki boyutlu "dilimler" veya düzlemler olarak düşünecek ve algılayacaktı. Normal olarak deneyiminiz bununla kısıtlı kalacaktı. Ama eğer diğer boyutta hareket etme yeteneği kazanırsanız, 3-D Dünya'nın içinde farklı dilimler arasında gezinme imkânına sahip olursunuz. 2-D algılarınızın ve zihinsel bakış açınızın yeni boyuttaki hareketinizi algılamaması mümkündür, ama karşınıza çıkan her dilimin farklılığı size etrafınızdaki 2-D Dünya'nın değişmekte olduğunu fark ettirecektir. 2-D zihninizi üç boyutlu uzay kavramına açmayı başarabildiğiniz takdirde (çok fazla 2-D migrenine yol açmadan tabii), elinizdeki bütün dilimleri birleştirerek etrafınızdaki 3-D Dünya'ya dair daha belirgin bir resme sahip olabilirdiniz.



Şimdi bu fikri alalım ve kendi durumumuzla bağdaştıralım. Eğer Dünya'nın gerçekten de dördüncü bir boyutu varsa ve biz de bir şekilde bunun içinde hareket etme yeteneği kazanmışsak o zaman bu harekete bağlı olarak etrafımızdaki Dünya'nın ne şekilde değiştiğini gözlemleyebiliriz. Dördüncü boyutta hareket ettikçe etrafımızdaki 3-D Dünya'nın değiştiğini görebiliriz. Biraz hayal ve zihin gücü ile bütün verileri tek bir 4-D modelin içine yerleştirmemiz mümkündür.



Bu, bir anlamda zaten yapmakta olduğumuz bir şey. Eğer zamanı, hareketin dördüncü boyutu olarak düşünürsek elimizdeki durum yine benzerlikler taşır. Etrafımızdaki 3-D Dünya zamanla değişirken, biz de zihnimizde bir sürü farklı zamansal dilimleri birleştirip bunlardan gezegenimizin dört boyutlu (üç uzamsal boyut + bir zaman boyutu) bir resmini çıkarırız. Bütün dört boyutu aynı anda algılayamayabiliriz, ama belirli bir zaman çizelgesi üzerinde bunların 3-D enstantanelerini birleştirip düzenleyebiliriz.

Diğer Boyutlar Nerededir?

Şu soruyu sormak aklınızdan geçebilir, gerçekten de (zaman dışında) dördüncü bir uzamsal boyut *varsa* neden göremiyoruz?

Öncelikle, bu boyuttaki hareketimizi neden algılayamadığımız veya kontrol edemediğimizin ana sebeplerinden biri bunun, hayatta kalmamız için faydasız ve ilgisiz olmasıdır. Ayrıca şunu da biliyoruz ki, diğer (normal) boyutlar gibi doğrusal bir boyut daha mevcut olsaydı şayet, şimdiye kadar fark ederdik. Sadece üç boyutlu olarak algılayabilsek bile nesnelerin diğer boyutta hareket ederken bize doğru geldiklerini, bizden uzaklaştıklarını veya ortadan kaybolduklarını muhakkak gözlemledik.

Bu sebeple, bu üçüne benzeyen dördüncü bir uzamsal boyutun olmadığından neredeyse eminiz. Bu şekilde dördüncü bir boyut varsa bile bize görünmemek için son derece sinsi davranıyor olmalı. Bir ihtimal de, bildiğimiz bütün kuvvet ve madde parçacıklarının basit anlamda bu uzamsal fazladan boyutlar içinde hareket edememesidir. Bu da objelerin dördüncü boyuta kaymalarını ve enerjinin (özellikle foton gibi kuvvet parçacıklarının) bu farklı boyutlarda dağılmasını engellemektedir. Bu aşılabilir boyutlar mümkün mü? Evet, ama bildiğimiz bütün parçacıklar için aşılamazsalar, o zaman onları keşfetmek ve incelemek için çok fazla şansımız yok demektir.

Bir başka ihtimal de farklı boyutların sadece belirli parçacıklar, incelenmesi ve bulunması zor nadir parçacıklar için geçilebilir olmasıdır. Hepsinden de öte bu boyutlar, bir parça farklı olmaları sebebiyle gözümüzün önünde olmalarına rağmen görünmüyor olabilir.

Ne kadar farklı? Bu fazladan boyutların küçük daireler oluşturacak şekilde eğrisel olduklarını düşünün. Bu, boyutlar içinde hareket etmenin sizi mesafe olarak bir yere götürmeyeceği anlamına gelir. Aslında döngüsel bir boyut içindeyseniz, sonunda başladığınız yere dönmeniz gerekir.

DÖNGÜSEL BOYUTLAR



Eğer döngü oluşturan eğrisel bir boyut fikri size saçma geldiyse aramıza hoş geldiniz, bu konu aramızdaki en zekiler için bile çözülmesi zor bir problemdir. Hatta *bütün* uzamsal boyutların aslında döngülerden oluşması bile mümkündür. Bu döngülerin, aşına olduğumuz üç boyutta, gözlemlenebilir evrenden bile büyük olması gerekir (uzay hakkında konuşurken bu olasılıktan bahsetmiştik).

Eğer bu fazladan boyutlar son derece küçük ve döngüsel, ayrıca içlerinde sadece belirli birkaç parçacık hareket edebiliyorsa bu, onları neden fark edemediğimizin bir başka açıklaması olabilir. Bu küçük döngüsel boyutların içinde hareket eden objelerin, *algılayabildiğimiz* üç boyutlu Dünya'da değişime uğrama ihtimalleri fazla değildir. Yine de araştırmanın bazı yolları vardır, buna bu bölümün ilerleyen kısımlarında değineceğiz.

Fazladan boyutlar gerçekten de var mıdır? Üçten fazla boyuta sahip olan bir uzayın içinde miyiz? Verilecek en kısa cevap hiçbir fikrimizin olmadığıdır. Ama şunu da belirtmeliyiz ki, evrenin uzamsal olarak üçten fazla boyuta sahip olabileceğine dair fizik temelli sağlam gerekçeler de vardır. Daha da heyecan verici olanı, bu yeni boyutları keşfetmek için gerekli yöntemlere sahip olduğumuzu bile söyleyebiliriz. Bu soruyu nasıl cevaplayabileceğimizi ve hiçbir şey başaramayacağımızı düşünen şu kendini beğenmiş 4-D fizikçilerini nasıl şaşırtacağımızı öğrenmek için okumaya devam edin.



Fazladan Boyutlar Diğer Sırların Cevabı Olabilir mi?

Fizikçilerin, başka boyutların var olabileceğine inanmalarının en önemli sebeplerinden biri de varlığının evrene dair diğer önemli soruları cevaplamamıza yardım etme ihtimalidir. Örneğin, farklı boyutların varlığı kütle çekiminin neden bu kadar zayıf olduğunu açıklamamızı sağlayabilir.

Kütle çekiminin gücünü diğer kuvvetlerle kıyasladığımızda onun biraz daha zayıf olmaktan ziyade *komik derecede* zayıf olduğunu görürüz. Diğer kuvvetler (zayıf kuvvet, şiddetli kuvvet ve elektromanyetizma) kendi aralarında farklılıklara sahiptir, ama kütle çekimiyle kıyaslandığında hepsi vücut geliştirme şampiyonu süper kahramanlara benzerken, kütle çekimi zayıf ve güçsüz, sıradan bir insana benzer. Bu tür aykırılıklar fizikçilerin hoşuna gitmez, çünkü onlar kendi aralarında hemen hemen her konuda anlaşmazlığa düşerken, söz konusu temel fizik kanunları olunca bir mutabakata varmak isterler. Yani kütle çekimine dair birçok sorudan bir tanesi de onun sıradışı zayıflığının başka birtakım şeyleri açıklayıp açıklamadığıdır.

Ben de sizin takıma.
katılabilir miyim?



HAYIR.

Kütle çekimi neden elektromanyetizma ve diğer kuvvetlerden çok daha zayıftır? Bunun sebebi diğer boyutların varlığı olabilir. Kuvvetler çoğunlukla mesafe arttıkça zayıflar. Ama bir kuvvetin şiddetinin mesafeye oranla ne kadar çabuk azaldığı, uzamsal anlamda kaç tane boyutun bulunduğu konusuna özellikle bağlıdır. Boyut sayısı ne kadar artarsa bir kuvvetin farklı boyutlara dağılması da o oranda artacaktır.

Bir parti esnasında birinin gaz çıkardığını düşünün. Kaynağa çok yakınsanız, koku çok keskin olur. Ama kaynaktan uzaklaştıkça, koku molekülleri (osuruk parçacıkları ya da “osurçacıklar”) havaya karışır ve iyice seyreler.



Gaz kaçırma eylemi dar bir koridorda meydana gelmiş olsaydı, koridorun içindeki herkes bunu son derece şiddetli bir şekilde hissedecekti.* Ama bu olay birkaç farklı koridorun kesişim noktasında meydana gelseydi, koku farklı yönlere dağılacak ve etraftaki insanlar tarafından daha az hissedilecekti. Kokunun seyreleme ivmesi ortamdaki havanın miktarıyla doğru orantılıdır, yani daha fazla koridor daha fazla hava demektir.



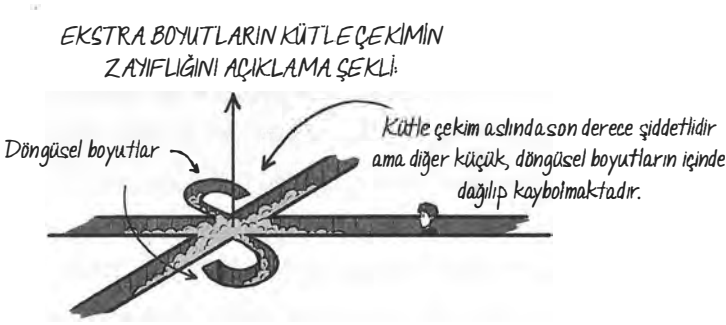
* Tek boyutlu bir Dünya’da osuruklardan kaçmanın imkânı yoktur.

Buna benzer bir durum, kuvvetler için de geçerlidir (koku olmadan tabii). Mevcut üçün yanı sıra fazladan iki uzamsal boyutun daha bulunduğunu varsayalım. Dolayısıyla, bir objeden hissedeceğiniz kuvvet (ister kütle çekimi ister elektromanyetizma olsun) bizim üç boyutumuzda *ek olarak* diğer boyutlara da dağılacaktır. Sonuç olarak, siz kuvvet kaynağından uzaklaştıkça kuvvetin şiddeti, normalde üç boyutlu bir Dünya'da olacağından çok daha hızla azalacaktır.

Üzerinde durulması gereken tek nokta, onları bugüne kadar neden göremediğimizdir. Çünkü bu fazladan boyutların son derece küçük (bir santimetreden daha küçük) ve döngüsel olmaları gerekir. Kütle çekiminin de bu anlamda, fazladan boyutlardan etkilenen tek kuvvet olması ve diğer kuvvet türlerinin bunlardan etkilenmiyor olması gerekir.

Birer santimetre büyüklüğünde iki adet fazladan döngüsel boyutun olduğunu varsayalım, diğer kuvvetlerin aksine bu boyutlara sadece kütle çekimi nüfuz edebilsin. Ne olur? Kütle çekimi kuvveti bir santimetrelik alan içerisindeki objelere göre farklı boyutlara dağılıyormuş gibi hissedilecektir. Bir santimetrelik alanın dışındaki objeler içinse, fazladan boyutların kütle çekimi kuvveti açısından bir etkisi olmayacaktır. Bu durum bize, kütle çekiminin neden diğer kuvvetlere oranla daha zayıf olduğunu açıklayabilir: kütle çekimi kuvveti, kısa mesafeler söz konusu olduğunda diğer kuvvetlerle aynı şiddetteyken, bir santimetreden uzak mesafelerde diğer boyutların içinde kaybolup gidiyor olabilir.

Kütle çekimi, koridorda havaya karışan osuruk kokusu gibi dağılır mı? Bundan emin değiliz. Fazladan boyutların varlığı ve kütle çekimini zayıflatıyor olmaları olasılığı hâlâ teorik bir durumdur. Yine de bu fazladan boyutların varlığını araştırmak için elimizde başka yöntemler de bulunur.



Yeni Boyutları Araştırmak

Fazladan boyutların var olabileceği fikri kulağa son derece hoş gelir, çünkü bu sayede kütle çekiminin neden diğer kuvvetlere oranla daha zayıf olduğuna çok basit ve geometriksel bir açıklama getirilir. Bunun doğru olup olmadığını kontrol etmenin çok kolay olduğunu düşünebilirsiniz. Tek yapmamız gereken kısa mesafeler içerisindeki kütle çekimini ölçmek, öyle değil mi? Ve eğer bu mesafeler içerisinde kütle çekimi kuvveti beklenenden çok daha şiddetliyse, o zaman küçük döngüsel boyutların varlığı kanıtlanmış olacaktır.

Maalesef durum bu kadar basit değil. Kütle çekimini ölçmek kolay gibi gözükebilir (ne de olsa tartıya her çıktığınızda kütle çekimini ölçüyor sayılırsınız), ama bu sadece onu uzun mesafeler söz konusu olduğunda ölçmeye alışkın olduğumuz için. Bir tartının üstüne çıktığınızda, siz ve *bütün* Dünya arasındaki kütle çekimini ölçersiniz.

Kütle çekimini kısa mesafelerde ölçmek bambaşka bir durumdur. Birbirlerinden bir santimetre uzakta olan iki obje arasındaki kütle çekiminin şiddetini ölçmek için, bu objelerin *merkezlerinin* de birbirlerinden bir santimetre uzakta olması gerekir. Bu, onların çok küçük olmasını ve dolayısıyla çok fazla



HERKESİN EN SEVDİĞİ KÜTLE ÇEKİM ÖLÇERİ

kütleye sahip olmamalarını gerektirir. Kütleler küçük olduğu zaman, aradaki kütle çekiminin de ölçülmesi neredeyse imkânsız derecede az olacaktır (kütle çekiminin ne kadar zayıf olduğunu hatırlayın). Örneğin, kurşundan yapılma top şeklindeki iki rulmanı birer santimetre mesafeye yerleştirirsek, birbirlerine karşı hissedecekleri kütle çekimi kuvveti bir toz zerresinin ağırlığından daha az olacaktır.

Ama söz konusu fizikçiler olunca işler değişir: bir şeyin “neredeyse imkânsız” olduğunu söylerseniz bu, onları daha da motive eder. Buna, böylesi bir ölçümün farklı boyutların varlığını kanıtlayabilme ihtimalini de eklerseniz, ağızları köpürmüş bir sürü akıllı fizikçinin, akıllara durgunluk veren yeni ölçüm aletleriyle karşımıza çıktığını göreceksiniz.

Son yıllarda yapılan yoğun çalışmalar sayesinde fizikçiler, kütle çekiminin bir milimetrelik mesafede bile nasıl değiştiğini ölçmeyi başardılar. Elde ettikleri bulgulara göre bir milimetreye kadar olan mesafede kütle çekimi kuvveti büyük ölçeklerde nasıl davranıyorsa gene aynı şiddettedir. Bu, farklı boyutların mevcut olmadığı anlamına gelmez. Sadece boyutların, bir milimetreden bile küçük olabilecekleri anlamına gelir.

Alın size fizikçilere dair başka bir gerçek daha (onlara dair bir sürü tuhaf şey var, ama biz sadece iki tanesini anlatıyoruz): bir fenomeni doğrulamak veya çürütmek için gerçek bir ölçüm yapana kadar, söz konusu fenomene dair her türlü spekülasyonu kaygısızca yapmakta serbesttirler. Fizik bilimi, deneysel olarak mümkün olan en küçük birime kadar bütün teorilerin geçerli olabileceğini söyler. Bu sebeple, şu aşamada kesin olarak söyleyebileceğimiz tek şey, eğer farklı boyutlar varsa, onların bir milimetreden küçük olmaları gerektiridir.



Hadi, Çarpıştıralım!

Kütle çekimini ölçmek farklı boyutların varlığını araştırmanın yollarından biridir, ama bundan başka yollar da var. Parçacık çarpıştırıcılarının gücünü kullanarak da farklı boyutları araştırabiliriz. Evet, on milyon dolar ve yirmi yedi kilometre uzunluğundaki makinelerin tek işi, Peter Higgs'in ismiyle anılan bozonları bulmak değil.

Farklı boyutların varlığını belirlemek için parçacık çarpıştırıcıları nasıl kullanılır? Elinizde, elektron gibi küçük bir parçacık olduğunu düşünün. O parçacık sadece bizim bildiğimiz üç boyutun içinde bulunmakla kalmaz, *aynı zamanda* diğer boyutlar içinde de hareket halinde olabilir. Diğer boyutların döngüsel olduklarını hatırlayın, bu sebeple parçacık bizim boyutumuzda bir yere gitmemesine rağmen, yine de hareket halinde olur. Bu fazladan hareketin, parçacığı algılamamız açısından nasıl bir etkisi olabilir?

Eğer parçacık farklı boyutlar içinde hareket ediyorsa o zaman bu, parçacığın diğer boyutlar içinde ivmeye, yani fazladan enerjiye sahip olduğu anlamına gelir. Ama parçacık bizim boyutlarımız içinde hareket etmediği için, bu fazladan enerjiyi fazladan kütle olarak deneyimlememiz gerekir. (Einstein'a göre kütle ve enerji aynı şeylerdir.) Başka bir deyişle, eğer bir parçacık farklı boyutlar içinde hareket halindeyse, o zaman farklı boyutlarda gezinmeyen başka bir parçacığa göre daha ağır olması gerekir.

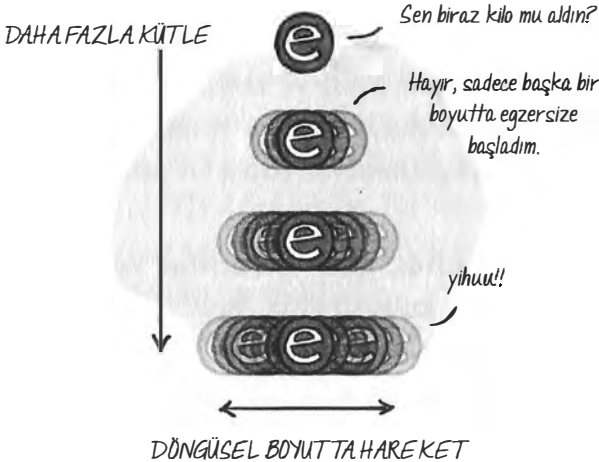
Parçacık çarpıştırıcılarını, farklı boyutların varlığını bulmak için işte tam da bu noktada kullanabiliriz. Eğer parçacıkları birbirleriyle çarpıştırır ve tıpatıp elektrona benzeyen (aynı yük ve aynı döngüye sahip vb.), ama farklı ağırlığa sahip bir parçacığa denk gelirsek, o zaman elektronun farklı boyutlar içinde hareket etmekte olduğuna kanaat getirebiliriz.

NORMAL PARÇACIK

EKSTRA BOYUTLARDA
GEZİNEN PARÇACIK

Farklı boyutlar gerçekten varsa, bütün parçacıkların tıpatıp kopyalarına denk gelmememiz için bir sebep yok. Tek farkla: Bu parçacıklar fazladan boyutlarda da hareket edebildiklerinden dolayı daha ağır olacaklardır. Buna dair öne sürülen bir teoriye göre, düzenli aralıklarda gittikçe artan kütleye sahip olan birbirlerine özdeş parçacık “kuleleri” (Kaluza-Klein kuleleri) bulabiliriz.* Gittikçe ağırlaşan özdeş parçacıkları bulabilirsek farklı boyutların varlığını ispat etmiş olabiliriz.

KALUZA-KLEIN KULESİ



* Müonlar ve taurar, elektronların fazladan boyutlardaki versiyonları değildir, çünkü onların düzenli bir kütle dağılımı yoktur ve elektronlarla aynı zayıf-kuvvet etkileşiminde bulunmazlar.

Fazladan Boyutlar Başka Neyin Habercisi Olabilir?

Fazladan boyutların, hatta küçük döngüsel olanlarının bile varlığının enteresan ve farklı sonuçları olabilir. Fizikçiler, kütle çekiminin zayıflığının, onun farklı boyutlara dağılmasından kaynaklandığı konusunda haklı çıkarlarsa bu, kütle çekiminin küçük ölçekler söz konusu olduğunda en az diğer kuvvetler kadar güçlü olduğu anlamına gelecektir. Yani kütle çekimi cılız, çelimsiz biri olmaktan ziyade aslında çelimsiz biri *taklidi* yapan son derece kuvvetli bir süper kahraman olabilir.

Bu da bir kara delik yaratmanın sandığımızdan çok daha kolay olduğu anlamına gelecektir!

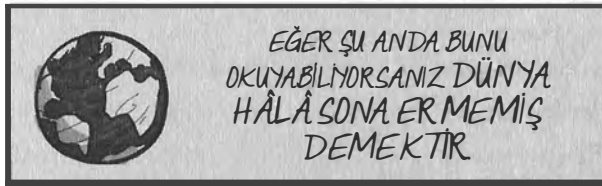


Normal şartlar altında bir kara delik yaratabilmek için çok küçük bir alan içinde devasa bir kütleye ve enerjiye gereksinimimiz vardır. Parçacıklar, özellikle (protonlar gibi) aynı elektrik yüküne sahip olanlar birbirlerine bu kadar yakın olmayı sevmezler. Bir kara deliği oluşturabilmek amacıyla gerekli kritik yoğunluğa ulaşabilmek için yeterli sayıda parçacığı bir araya getirmek ancak bir yıldız patlaması gibi kozmik ölçekte bir olayı gerektirir. Ama kütle çekimi gerçekten de kısa mesafeler içinde çok güçlüyse, o zaman fazladan kütle çekimi kuvveti daha basit yöntemlerle, örneğin Cenevre'deki parçacık çarpıştırıcısında yapıldığı gibi protonların bir kara delik oluşturması için yeterli sayılabilir.

Evet, Cenevre'deki Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın kara delik yaratma kapasitesi vardır. Eğer farklı boyutların büyüklükleri öngörüldüğü gibi gerçekten de bir milimetre civarındaysa, o zaman BHC'nin* saniye başına bir kara delik yaratması mümkündür.

Ama bu çok kötü bir fikir değil mi? Yaratılan bir kara delik, bütün Dünya'yı ve şekerlemeleri yutarak gittikçe büyümeyecek mi? Rahat olun, çünkü bu sorunun cevabı hayır! Eğer şüpheleriniz varsa gezegenin hâlâ yutulup yutulmadığını kontrol eden ve yaratıcıları tarafından devamlı güncellenen gerçek bir internet sitesi var.**

Hadron çarpıştırıcısının potansiyel olarak yaratabileceği kara delikler, patlayan yıldızların çöküşü sebebiyle ortaya çıkan devasa kozmik kara deliklerden farklıdır. Bu, varlığımızın devamı için büyük mutluluktur. Küçük ve sevimli kara delikler, İsviçre'yi ve ardından gezegenimizi yutmaktan ziyade, çabucak buharlaşıp kaybolur. Daha da rahatlayabilirsiniz, çünkü yüksek enerjili parçacıklar kaydı tutulamayacak kadar uzun bir süredir Dünya'yı bombalıyor, bir başka deyişle eğer parçacık çarpışmaları gezegen-yutan türde kara delikler yaratabilseydi, bu çoktan gerçekleşmiş olurdu ve biz şu anda burada olmazdık.



BU KİTAP AYNI ZAMANDA BİR KARA DELİK
DEDEKTÖRÜ İŞLEVİ DE GÖRMEKTEDİR.

* Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın kısaltması.

** hashthelargehadroncolliderdestroyedtheworldyet.com

Sicim Kuramı

Fizikçiler, bütün temel kuvvetleri (kütle çekimi, şiddetli kuvvet, zayıf kuvvet ve elektromanyetizma), her fikrin birbiriyle uyum içinde olduğu ve cevaplanmamış hiçbir sorunun kalmadığı, kapsamlı tek bir teorinin bir parçası olarak açıklamanın yollarını arar. Mümkün veya değil, her halükârda soylu bir amaç. İnsanlık hâlâ belirgin bir cevaba ulaşamamışsa da fizikçilerin kayda değer bir aşama kaydettiklerini de söylemek gerek.

Bu arayış sürecinde son derece eğlenceli fikirler de ortaya atılmıştır. Bunlardan bir tanesi de sicim kuramıdır: evrenin sıfır-boyutlu noktasal parçacıklardan değil de, küçük ve tek-boyutlu (yaklaşık 10^{-35} metre büyüklüğünde) sicimlerden oluştuğu fikri. Teori, bu sicimlerin çok farklı şekillerde titreşebileceğini ve her titreşim biçiminin de farklı bir parçacık türüne denk geldiğini savunur. Bu sicimlere (yaklaşık 10^{-20} metre) uzak-tan baktığınızda gerçek, sicimsel biçimlerini algılayamayacağınız için size noktasal parçacıklar olarak görüneceklerdir.

Bu teorilerin göze çarpan özelliklerinden biri de, eğer uzamsal farklı boyutlar gerçekten varsa, ortaya attıkları matematiğin de çok daha basit ve doğal olacaktır. Sicim kuramının farklı biçimleri vardır ve her biri evrendeki boyut sayısını farklı yorumlar. Mesela süpersicim teorisi evrende on uzamsal boyut olduğunu öne sürer. Bozonik sicim kuramı 26 boyutlu bir evreni tercih eder. Fazladan 23 boyut nerededir ve nasıl olur da gözümüzden kaçmıştır? Bu, ailenizin dört kişiden oluştuğunu düşünürken dolabın içinde bir yerlerde 22 tane daha akrabanızın olduğunu öğrenmeye benzer.



*bütün peynirler sicim gibi ayrılan
dil peynirleridir.*

BİRAZ DAHA PEYNİRE İHTİYACIMIZ OLACAK!



Tıpkı kütle çekiminin zayıflığını açıklamaya çalışan teori gibi, sicim kuramları da deneyimlerimize tutarlı bazı fikirler öne sürmeye çalışırlar. Bunu, öne sürdükleri yeni boyutları sonsuz uzunluklar yerine, içe kapanan daireler oluşturmaları fikrine dayandırarak başarmaya çalışırlar.

Yeni Boyutları Toparlayacak Olursak

Evrenin temel geometrisinin nasıl düzenlendiğini bilmek etrafımızdaki Dünya'yı kavramanın da en temel yollarından biridir. Evrene dair beklenmedik gerçekleri keşfetmek ve içinde yaşadığımız Dünya'nın aslında zannettiğimizden daha farklı olduğunu öğrenmek insana inanılmaz bir tatmin duygusu verir. Uzayın aslında gördüğünüzden çok daha farklı olduğunu öğrenmeyi ve bunu gündelik yaşantınızın içinde de deneyimlemeyi istemez miydiniz?

Farklı boyutları keşfetmenin pratik sonuçları da olabilir. Bu boyutların işimize yaraması muhtemeldir. Belki enerji depolamaya yarayabilirler ya da kim bilir, evrenin normalde ulaşamayacağımız noktalarına ulaşmamıza olanak sağlayabilirler.

BU BİR
BOYUTLAR
ARASI OSURUK



Ayrıca farklı boyutları keşfetmek, evrenin işleyişine dair çözemediğimiz bulmacayı (evrenin geri kalan yüzde 95'ini) çözmemizi sağ-

layabilir. Onların *var olmadığını* keşfetmek bile bir anlamda önemlidir. O zaman neden sadece üç boyuta sahip olduğumuzu sorabiliriz (neden dört veya otuz yedi veya bir milyon tane değil). Bu üç boyutu bu kadar özel yapan şey nedir?

Şu ana kadar kütle çekimini kısa mesafeler içinde ölçen deneyler umulmadık herhangi bir şeye rastlamamış, BHÇ herhangi bir kara delik yaratmamış veya parçacıkların hiçbiri farklı boyutlara geçiş yapmamıştır. Başka bir deyişle, sicim kuramının doğru olduğuna dair veya kütle çekiminin diğer boyutlara geçiş yaptığına dair herhangi bir bulguya rastlanmamıştır. Ayrıca evrenimizde kaç tane uzamsal boyut bulunduğuna dair de net bir fikir edinememiştir.

İşin daha da tuhafı, belki de evrenin farklı bölgelerinde farklı boyut-sallıklar söz konusu olabilir: belki payımıza düşen uzay 3-D iken evrenin diğer kısımlarında dört veya beş uzamsal boyut vardır.

Açık olan tek bir şey var: evren, hâlâ keşfedilmeyi bekleyen sırlarla doludur ve bu sırları açığa çıkarmak için doğru boyuta bakmamız yeterli olacaktır.



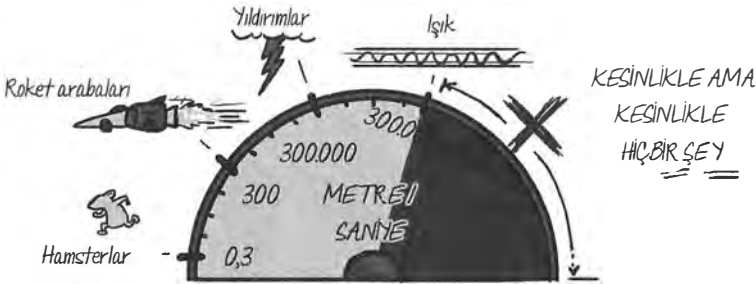
10.
Işıktan Hızlı Hareket Edebilir Miyiz?

Hayır.

Tamam, belki bir parça daha detaylı açıklamamız lazım.

Söz konusu fizik bilimi olunca, emin olmadığımız bir sürü şey var, ama evrendeki hiçbir şeyin (ışığın, uzay gemilerinin, hamsterların) uzayda, vakumlanmış ortamdaki ışığın hızından (saniyede 300 milyon metre) daha büyük bir hızla hareket edemeyeceğine dair çok az şüphe var.*

Bunu daha iyi anlatmaya çalışalım: bir hamster (acelesi olduğu zaman) saniyede yaklaşık yarım metre hızla koşar. Gezegenimizin en hızlı insanı saniyede on metre hızla koşar. Kara üzerinde bir araçla bugüne kadar ulaşılmış en yüksek hız saniyede 340 metredir. Yörüngedeki uzay uyduları saniyede 8000 metre hızla hareket ederler, bu da ışık hızının yüzde 0,0025'ine denk gelir. Bu seviyede bir hıza günlük hayatınızın herhangi bir kısmında denk gelmeniz mümkün değil, yine de böyle bir hızın var olduğu bilinmekte. Bu bilgi, muhteşem ve tuhaf evrenimizde bile sınırların olduğunu hatırlatan şaşmaz bir kuraldır.



Bu hız sınırı hiç şüphesiz ki gerçektir. Onu tanımlayan fizik (görelilik), son derece hassas testlere tabi tutulmuştur. Modern fizik teorilerine geçmiş bir kuraldır. Bu hız gerçek olmasaydı, bunu şimdiye kadar çoktan fark ederdik. Ne yaparsanız yapın, kimi tanırsanız tanıyın veya ne olursanız olun saniyede 300 milyon metreden daha hızlı hareket edemezsiniz.

* “Uzayda” ibaresi önemli. Lütfen okumaya devam edin.

Bu maksimum hız seviyesi evrenin tuhafılarından biridir. İleride göreceğimiz üzere, evrenin farklı kısımlarının birbirleriyle etkileşimde bulunmalarını önlemekten, şeylerin düzenine dair dürüst insanları birbirine düşürmeye kadar her türlü tuhaf sonuçlara yol açabilir.

Hız sınırı, modern fizik için kutsal bir kavram olsa da fizikçilerin kafasını kurcalayan birtakım sırlara da sahiptir. Örneğin, neden maksimum sınırı vardır? Neden saniyede 3 metre veya 300 trilyon metre değil de 300 milyon metredir? Bu sınır değişebilir mi? Kemerlerinizi bağladığınızdan emin olun, çünkü evrenin en büyük sırlarından birine son sürat dalmak üzereyiz.



LÜTFEN KOLLARINIZI VE
BACAKLARINIZI DAİMA
KİTABINIZIN İÇİNDE TUTUN.

Evrenin Hız Sınırı

Einstein, evrende bir hız sınırı olduğunu bizlere ilk defa sunduğunda kolayca anlaşılmadı. Neden evrende bir hız sınırı olması *gerekliyordu*? Neden bir roketle atlayıp, gaz pedalına sonuna kadar basıp inanılmaz hızlara ulaştıktan sonra galaksileri ardımızda bırakamayacaktık? Uzak gerçekten de boşsa bizi istediğimiz kadar hızlı gitmekten alıkoyan şey ne olabilir?

Evrenin boşluktan oluştuğu ve bizim de sonsuza kadar hızımızı arttırabileceğimiz fikri sorunun başladığı yerdir. 7. bölümde gördüğümüz üzere uzay, içinde gezinip durabileceğiniz boş bir sahne değildir. Aksine uzay, eğilip bükülebilen ve dalgalanabilen fiziksel bir oluşumdur. Ve

sorumsuzca hız yapıp gezinmenize alınabilir. Aslında fizikçilere uzayın bir boşluktan ziyade, başka bir şey olduğuna dair ilk ipucunu veren şey, evrenin bir hız sınırı olduğunu öğrenmek olmuştur.

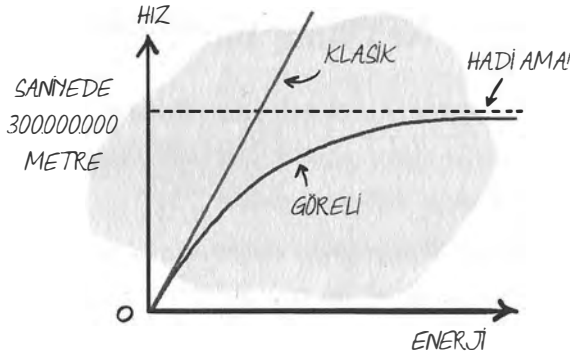
Peki, hız sınırı hakkında ne biliyoruz? Öncelikle ışıktan daha hızlı gitmeye teşebbüs ederseniz önünüze birdenbire çıkan bir duvara çarpmaz veya galaktik trafik polisi tarafından durdurulmazsınız. Motorunuz da birdenbire patlamayacaktır. İskoç gemi mühendisiniz (ona kabaca Scotty diyorsunuz) geminin bu hızı kaldıramayacağını söyleyip çığlıklar atmayacaktır.



Bir uzay gemisine atlayıp gazı sonuna kadar köklediğinizde sırasıyla, ışık hızının yakınlığında bir yerlere gelmeniz *gerçekten de* çok uzun zaman alacaktır; en üst düzey savaş pilotlarının bile zorlukla dayanabildiği 10g (kütle çekiminin on katı ya da 100m/s^2) ile ivmelenseniz dahi saniyede 300 milyon metre gibi bir hıza yaklaşmanız *aylar* sürecektir; ve bütün bu süre boyunca, burnunuzu bile kaşıyamadan veya tuvalete bile gidemeden koltuğunuza çakılı kalacaksınız. Kulağa çok da keyifli bir seyahat gibi gelmiyor.

Uzunca bir süre ivmelendikten sonra bile ışık hızından daha hızlı gidemeyeceksiniz. Durum basitçe budur. Dramatize edecek bir şey yok, o hıza asla ulaşamazsınız. Gittikçe hızlanacaksınız, ama bir yerden sonra daha fazla hızlanmanın gittikçe zorlaştığını fark edeceksiniz. Ne kadar fazla enerji harcarsanız harcayın, ne kadar ivmelenmeye çalışırsanız çalışın, ne kadar kararlı olursanız olun, saniyede 300 milyon metre hıza hiçbir zaman ulaşamazsınız.

Matematikseverler için bir tablo çıkaralım: Bu tablonun bize söylediği şey, motor sisteminize ne kadar güç verirsiniz verin, hızınızın bir yerden sonra artmadan kalacağıdır. Bu, yirmilerinizde sahip olduğunuz o atletik vücut yapısına geri dönmeye çalışmaya benzer, inanılmaz bir zaman ve enerji gerektirdiği halde varmanızın imkânsız olduğu gençliğinize.



Evrenin bir hız sınırının olması *gerçekten de* tuhaftır. Bir düşünün, daha hızlı hareket etmek istediğinizde, doğrudan üzerinize uygulanan belirli bir kuvvet olmadığı halde sizi alıkoyan bir şeyler var. Bu, uzay ve zamanın kumaşına dokunmuş asimptotik bir sınırdır. Bu aslında, koridorda yürürken ya da araba sürerken de gerçekleşir. Tabloda fark edebileceğiniz üzere bu durum düşük hızlarda da geçerlidir. Düşük hızlarda fazla hissedilmez, hatta ihmal bile edilebilir ama yine de oradadır. Bu, göreliliğin sadece ışık hızına yaklaşıldığında ortaya çıkan bir şey olmadığı anlamına gelir. Işıktan hızlı gitme konusundaki fikrinizi her an değiştirebilme ihtimaline karşın o, hareketinizi engellemek ve bükmek için her zaman oradadır. Üç sayılık atış yapabileceğinizden emin misiniz? O zaman basket topunu daha güçlü fırlatsanız iyi edersiniz, çünkü uzay topunuzun hızını kesmek için bekliyor.

Evrenin hız limiti, bir üst sınır fikri ya da sert bir tavana çarpmak demek değildir. Nasıl olmaları gerektiğine dair sezgilerimizin aksine, hı-



zın uzayda nasıl bozulduğuyla alakalıdır. Uzay-zamanın bir parçasıdır ve tuhaftır ama her bir hızı sınırlamak için hep oradadır.

Ne Olmuş Yani?

Bu noktada şöyle düşünüyor olabilirsiniz: *tamam, ışıktan hızlı hareket edemiyoruz, anladık. Ne olmuş yani? Zaten 100 kilometreden (hadi 130 diyelim) daha hızla gitmeyi düşünmüyordum.*

Haklısınız. Saniyede 300 milyon metre hız sınırı günlük hayatınızı hiçbir şekilde etkilemez. Ancak bu sınırın, evreni algılama şeklimize derin etkileri vardır. Örneğin; zaman (hatta olayların bile) sıralamasının herkes için aynı olduğu fikrinden vazgeçmemiz gerek.

Açık kanıtlar da beraberinde sunulduğu takdirde, sağduyulu insanlar olarak mutabakata varırız. Aslında içinde bulunduğumuz evrende durum tam olarak böyle değildir. Olayların sıralaması, farklı insanlara farklı görünebilir ve bunun tek suçlusu evrenin hız sınırındır.

Evrenin hız sınırının hem uzayda hem de olay sıralaması anlamında, nasıl olup da böyle tuhaf şeylere yol açtığını anlayabilmek için bilindik bir durumu ele alalım: sahip olduğunuz hamstera bir cep feneri verdiğinizizi düşünün. Hatta biraz abartalım. *İki* cep feneri verelim.



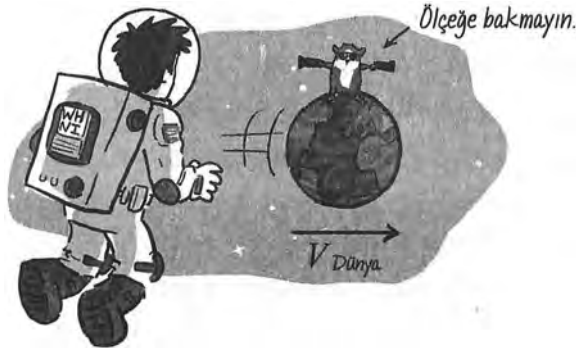
Şimdi de hamsterın fenerleri iki tarafa tuttuğunu ve ikisini de aynı anda yaktığını düşünelim. Çok basit bir soru soralım: fenerlerden çıkan fotonlar ne kadarlık bir hızla hareket eder?

Kolay, değil mi? Işık hızıyla.* (Işığın fotonlardan oluştuğunu hatırlayın.) Her bir foton, farklı her yöne ışık hızıyla yol alacaktır. Hamster ışığın hızını, yere göre göreceli olarak ölçebilseydi bu sonuca ulaşacaktı (bu noktada hamsterın deneysel fizik dalında derecesi olduğunu varsayıyoruz).



Mantıklı, öyle değil mi? Görünürde bir uyumsuzluk yok. Hepimiz, cep fenerini yaktığımız zaman fenerden çıkan ışığın ışık hızında (ismine yakışır şekilde) hareket edeceğinde hemfikiriz.

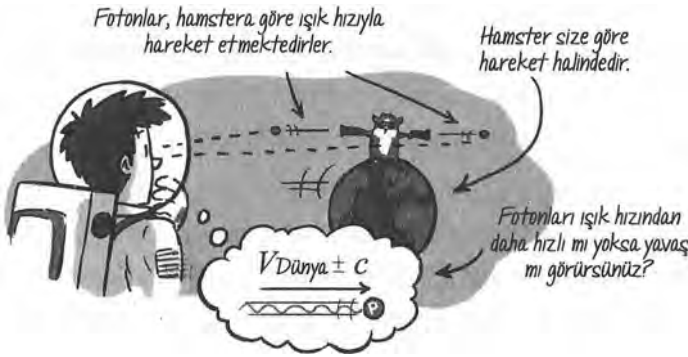
Şimdi, hamsterın aslında uzayda gezinen Dünya adlı kocaman bir kütlenin üzerinde dikilmekte olduğunu hayal edin. Ardından uzay kıyafetlerinizle uzayda süzülmemekte olduğunuzu ve çok sevdiğiniz hamsterınızın, iki elinde foton fırlatıcılarıyla (ya da cep fenerleri) Dünya'nın üzerinde dikilmiş bir şekilde karşınızdaki geçtiğini hayal edin.



* Işık hızı, Latince hız anlamına gelen “celeritas” kelimesine atfen “c” sembolü ile ifade edilir. (ç.n.)

Yani Dünya'nın $V_{\text{Dünya}}$ hızıyla sağa doğru hareket ettiğini izliyorsunuz. Şimdi şu soruyu soralım: İki farklı yöndeki fotonları (astronot olan siz) hangi hızda görürsünüz?

Eğer fotonlar Bertha'ya kıyasla (söylemeyi unuttuk, hamsterın ismi Bertha) ışık hızıyla hareket ediyorlarsa ve siz de Bertha'nın önünüzden geçişini seyrederken, o zaman sezgileriniz size bu iki hızı birbirine eklemeniz gerektiğini söyleyecektir. Büyük ihtimalle şöyle düşüneceksiniz: Sağ yöndeki foton ($c + V_{\text{Dünya}}$) hızına sahipken, sol taraftaki foton ($c - V_{\text{Dünya}}$) hızıyla hareket edecektir. Ama c ışık hızını temsil ediyorsa bu, bir fotonu ışık hızından daha hızlı hareket ederken diğerini de ışık hızından daha yavaş hareket ediyormuş gibi göreceğiniz anlamına mı gelir?

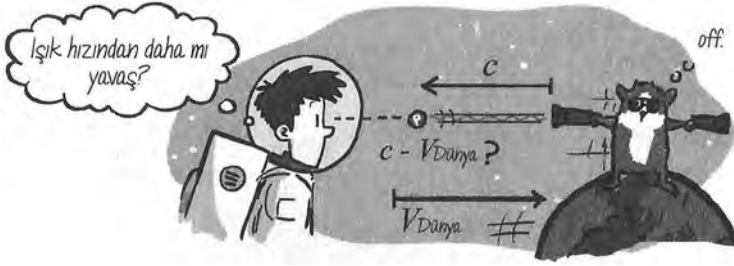


Hayır! Bu imkânsızdır, değil mi? Hiçbir şey, ışığın kendisi bile ışık hızından daha hızlı hareket edemez! O zaman, gerçekte ne olmaktadır?

Öncelikle, Dünya ile aynı yönde (sağa doğru) hareket eden fotonu düşünün. Sezgileriniz size, bu fotonun ışık hızından daha hızlı hareket etmesi gerektiğini söylüyor. Ama hız sınırı yüzünden bu fotonun (size göre) *tamı tamına* ışık hızında hareket ettiğini göreceksiniz. Bu tuhaftır, çünkü Bertha da bu durumu *kendisine göre* aynı şekilde görmekte. Siz ve hamster farklı hızlarda hareket etmenize rağmen, ikiniz de fotonun kendinize göre *aynı* hızda hareket ettiğini görürsünüz.

Neden-sonuç kurallarına nasıl da aykırı değil mi? Herkesin her şeyi aynı şekilde görmesi, beklentilerimizi suya düşürür. Bunun, tuhaf evrenimize dair mantıksız bir fenomen olduğu gerçeğinden kaçmanın imkânı yok gibi.

Aynı derecede tuhaf olan bir diğer şey, sola doğru hareket eden fotonundur. Bu fotonun ışık hızından daha yavaş ($c - V_{\text{Dünya}}$) hareket etmesini beklemeniz çok normal, çünkü foton zaten sağa doğru hareket eden Dünya'dan çıkmıştır. Ama boşlukta bulunan (fotonlar gibi) kütsüz parçacıkların tuhaf özelliklerden biri de, *her zaman evrenin izin verdiği en yüksek hızda hareket etmeleridir*. Asla yavaşlamazlar.*



Bir başka deyişle ışık, kimin ölçtüğünden ve ölçenlerin hızından bağımsız olarak, her zaman ışık hızında hareket eder. Bu, uzayda süzülürken Dünya'yı karşınızda görürseniz her iki fotonun da size göre tam olarak aynı ışık hızında hareket ettiği anlamına gelir. Dünya'nın üzerinde dikilen Profesör Bertha da aynı şekilde bu iki fotonu kendine göre ışık hızıyla hareket ediyormuş gibi görecektir.

Bu durum, evrenin hız sınırına dair akıllara durgunluk verir: Objeler arasında *mutlak* hızlardan ziyade *göreceli* hızlara sebep olur.

* Fotonlar gibi kütsüz parçacıkları ışık hızında tutan şey nedir? Bu durum ne kadar tuhaf gözükse de ışığın yavaşlaması aslında çok daha tuhaf olurdu. Eğer kütsüz bir parçacık maksimum hızdan daha az bir hızla hareket edebilseydi, o zaman devasa bir objenin ona yetişecek hıza erişmesi mümkün olurdu. Peki, bu neye benzerdi? Kütsüz parçacık, hareket enerjisinden başka bir şey değildir (kütsüz yoktur). Eğer ona yetişebilseydiniz ve bu durumda size göreceli olarak hareket etmiyor gibi gözükseydi, o zaman herhangi bir hareketi veya kütsüz olmayacaktı ve bu durum da onu bir hiç haline getirecekti. Tuhaf gözükse de, ışığın her zaman maksimum hızda hareket ediyor olması aslında daha mantıklıdır.

Bunun sebebi, evrende mutlak hız diye bir şeyin olmamasıdır. Uza-
yın içinde süzülüp etrafınızdan geçen şeylerin hızı konusunda kendinizi
bir otorite olarak görebilirsiniz, ama gerçekte hem siz hem de Dünya,
başka şeylere (örneğin, Güneş veya galaksinin merkezine ya da galaksiler
kümesinin merkezine) göre göreceli olarak hareket halinde sayılırsınız.
Evrenin bir merkezi olsaydı bile (ki yoktur), gerçek hızınızın o merkeze
göre ne olacağını bilemezdik. Bu sebeple mutlak hızın bir anlamı yoktur.

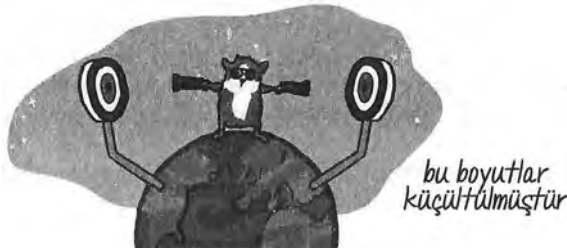
Evrenin hız sınırı bize, hiçbir şeyin, ışık hızından daha hızlı hareket
edemeyeceğini söyler. Bu onun tuhaf yanlarından biridir. Hatta işlerin
daha da tuhafılamaya başlamasının sebebi de sayılabilir.



İşler Tuhaflaşıyor

Demek ki hem siz hem de hamster fenerlerden çıkan ışığı, hamster
sizden uzaklaşıyor olmasına rağmen aynı hızda gördünüz. Bu epey tuhaf-
tır, ama işler birazdan daha da karışacak.

Diyelim, hamsterın iki tarafına birer hedef koyduk ve şu soruyu sor-
duk: Fenerden çıkan fotonlar ilk olarak hangi hedefi vuracak?



Fotonların her iki yönde de eşit hızda hareket ettiğini gören Bertha'ya soracak olursanız, her iki hedefi de aynı anda vuracaklarını söyleyecektir, çünkü iki hedef de ondan eşit uzaklıktadır.



iki foton da hedeflerine aynı anda ulaşır

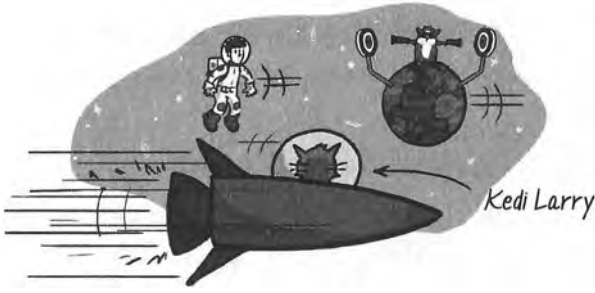
Ama SİZİN göreceğiniz şey daha farklı olacak.

Siz, fotonların fenerden ışık hızıyla ayrıldıklarını görürsünüz (size göre), ama aynı zamanda Bertha'nın da (ve hedeflerin de) hareket ettiğini görürsünüz. Böylelikle fotonlar hedeflerine doğru yol alırken siz, hedeflerden birinin fotonlara *yaklaşırken* diğer hedefin *uzaklaştığını* görürsünüz. Sonuç olarak, fotonlardan birinin (soldakinin) hedefini diğer foton hedefine ulaşmadan önce vurduğunu görürsünüz.

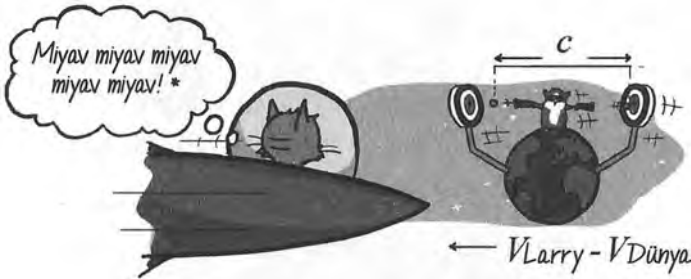


Başka bir deyişle olayları tamamiyle farklı bir sıralamada görürsünüz! Bertha, ışığın hedefleri aynı anda vurduğunu görürken *siz* ışıklardan birinin hedefi önce vurduğunu görürsünüz. İşin tuhaf kısmı ise her ikiniz de kendinize göre haklısınız!

İşin içine biraz daha evcil hayvan katarsak olaylar daha da tuhaflaşır!* Hamsterınızla evrene dair bir tuhaflığı daha keşfetmeye çalışırken, kedinizin (adını Larry koyalım) uzay gemisiyle (geminin ismi de *Kedi Nanesi* olsun) eve döndüğünü varsayalım. Kedi, Dünya'nın size göre hareket ettiği yönde ilerliyor (sağa doğru), ama Dünya'dan *daha hızlı* bir hareketle. Bu sebeple Larry camdan dışarı baktığında Bertha'yı ve Dünya'yı kendi gemisine göre sola gidiyormuş gibi görür.



Evrendeki hız sınırının sürekliliği için, Larry de Bertha'nın fotonlarının ışık hızında hareket ettiğini görür, ama Bertha'yı sola gidiyormuş gibi gördüğü için hedefini ilk vuran fotonun *sağdaki* foton olduğunu söyleyecektir!



* IŞIK İLK OLARAK SAĞDAKİ HEDEFİ VURUYOR!

* Bu önerme her koşulda doğrudur.

Şu anda birbiriyle çelişen üç durum raporu çıkardık: Bertha ışığın her iki hedefi de aynı anda vurduğunu görüyor, siz ışıklardan birinin hedefi daha önce vurduğunu görüyorsunuz ve sizi uzayda fizik deneyleri yaparken yakaladığı için son derece şaşırان Larry, diğer ışığın hedefi önce vurduğunu görüyor. Herkes haklı!



Evrende bir hız sınırı olduğunu kabul ederken, her şeyin herkes için aynı anda gerçekleştiği fikrinden de vazgeçmeliyiz. Kulağa mantıklı geldiğini düşünsek de evrende olup bitene dair tek bir ortak tanımın olmayacağını artık kavramış olmalıyız. Durum, sorduğunuz hayvana göre değişecektir!

ÇİFT FENERLİ HAMSTER DENEYİ ÖZETİ

	GÖZLEMCİ	EYLEM	GÖZLEM
	SİZ	UZAYDA ÖYLESİNE TAKILMAK	SOLDAKİ FOTON İLK OLARAK HEDEFİ VURUR.
	PROF. HAMSTER BERTHA	FİZİK ÜZERİNE ALDIĞI YÜKSEK EĞİTİMİN BURALARDA HARCANIP HARCANMADIĞINI DÜŞÜNMEK	HER İKİ FOTON DA HEDEFİ AYNI ANDA VURUR.
	UZAYDA GEZİZEN KEDİ LARRY	İPLİK YUMAĞI STOKLARINI TAZELEMELİK ÜZERE EVE DÖNMELİK	SAGDAKİ FOTON HEDEFİ İLK OLARAK VURUR.

Geçmiş Geçmiştir

Bütün bu okuduklarınız sizi şaşırtmış olmalı. Her şeyden önce bu, evrende gerçekleşen olayların mutlak bir sıralaması olmadığı anlamına gelir. Sağduyulu insanlar (ve onların evcil hayvanları) olan biteni kendilerine göre doğru, ama farklı şekillerde raporlayabilir!

Başka bir açıdan düşünelim, olayları farklı hızlarda izleyerek sıralamasını da değiştirebilirsiniz. Siz, hamster ve kedi, hepiniz olayları farklı sıralamalarda görürsünüz, çünkü farklı hızlarda hareket edersiniz. Bu, sezgilerimize son derece aykırıdır çünkü evrenin tek bir geçmişi olduğunu, onu olayların gerçekleşme zamanlarına dair mutlak bir liste gibi düşünmek isteriz. Ama böyle bir şey söz konusu değildir. Evrensel saat veya evrensel eşzamanlılık diye bir şey yoktur, çünkü ışık hızının herkes için aynı olması gerekir, çünkü evrende bir hız sınırı vardır.

Nedensellik İlkesinin Kırılması

Olayların tekrar sıralanmasını nereye kadar zorlayabiliriz? Elimizdeki en hızlı gözlemci kedidir ve hedefi ilk olarak sağdaki fotonun vurduğunu görür. Peki, kedi gerçekten de evrenin hız sınırını *aşabilen* bir geminin içinde olsaydı ne olurdu? Kedi giderek hızlandıkça fotonun fenerden çıkışıyla hedefi vurması arasındaki zamanın gittikçe kısaldığını görecekti. Bir noktadan sonra kedi Larry o kadar hızlı hareket ediyor olacaktı ki fotonun hedefi fenerden çıkmadan önce vurduğunu görecekti!



*FOTON PARÇACIĞI FENERDEN ÇIKMADAN ÖNCE
HEDEFİ VURUYOR!

Ama bu durum mantıklı değil, çünkü nedensellik ilkesine (sebebin, sonuçtan önce gelmesinin gerekliliği, bunun diğer türlü olmasının imkânsızlığı) aykırı. Nedenselliğin olmadığı bir evrende her şey son derece tuhaflaşacaktır: daha ocağı yakmadan su kaynayacak, evcil hayvanlarınız henüz yapmadığınız hatalar yüzünden sizi dolaba kilitleyeceklerdir. Böylesine tuhaf bir evrende olayların nasıl gerçekleştiğini anlamak, son derece zor olacak ve mantıklı fizik kanunları inşa etmek de imkânsızlaşacaktır.

Evrenin hız sınırı tesadüfen bulunmuştur. 1887 senesinde Michelson ve Morley adındaki iki bilimci, az önce farazi hamsterla yaptığımız farazi deneye benzer bir çalışma yapmak amacıyla (hamster olmamasına rağmen), birbirlerine dik iki farklı yönde iki ışık hüzmesi göndermişlerdir. Ardından, iki ışık hüzmesinin de aynadan yansıyarak başlangıç noktasına aynı zamanda dönüp dönmediklerini ölçmüşlerdir. Hamster Bertha örneğinde olduğu gibi, ışığın farklı yönlerde hareket etmesi aynı süre içinde gerçekleşmiştir. Dünya da evrenin geri kalanına göre bilinmeyen, göreceli bir hızda hareket ettiği için, sizin göreceli hareketiniz ne kadar yavaş veya hızlı olursa olsun, ışığın hızının hep aynı kaldığı sonucuna varmışlardır.



MICHELSON MORLEY DENEYİ

Bundan çıkaracağımız sonuç, hiçbir şeyin ışıktan hızlı hareket edemeyeceğidir, çünkü nedensellik ilkesinin kırılmasına yol açar (Larry'nin hedefi, fotonun daha fenerden çıkmadan vurduğunu görmesi gibi). Nedensellik ilkesinin kırılması öyle hafife alınacak bir şey değildir. Tam tersi, evren bunu fazlasıyla ciddiye almaktadır.

Sınırlı Sebepler

Peki, neden bir hız sınırı vardır? Evren, kedilerin veya hamsterların ne kadarlık bir hızla hareket ettiğini neden bu kadar umursar? Bu hangi amaca hizmet ediyor olabilir?

Hız sınırını, herhangi bir temel ilkeye dayandırabilir miyiz? Ya da bunun bir anlamı olabilir mi? Verilecek en kısa cevap, evrenin neden bir hız sınırına sahip olduğuna dair mantıklı bir açıklamamızın olmadığıdır, ama hız sınırının iyi bir sebebi vardır. *Sınırlı* ve *nedensel* bir evrenin var olması için hız sınırı gereklidir.

Nedensellikten bahsettik ve evren için gayet mantıklı bir gereklilik olduğunu gördük. *Sınırlılık* derken sizi etkileyebilecek olan şeylerin, yakınınızda bulunan şeylerle sınırlı olması fikrinden bahsediyoruz. Evrenin içinde bir hız sınırı olmasaydı, evrenin herhangi bir yerinde gerçekleşen bir olay, anında Dünya'yı da etkilerdi. Böylesi bir evrende teorik olarak

uzaylılar, arkadaşlarınıza gönderdiğiniz mesajları okuyabilir ya da uzaylı bilimciler Dünya'daki herkesi anında öldürebilecek silahları rahatlıkla geliştirebilirdi. Neyse ki herhangi bir şeyin (ışık, kuvvetler, kütle çekimi, öz çekim, ölümcül uzaylı ışınları) ne kadar hızlı hareket edebileceğini belirleyen bir sınır var da, sınırlı çevremizdeki şeyler bizimle nedensel bağlantılar kurabiliyor.



Eğer uzaktaki uzaylılar tarafından yapılmış, anında kitlesel imha yaratacak silahlara maruz kalmak istemiyorsak ve içinde sebep ve sonuç ilişkisine saygı duyulan bir evren istiyorsak o zaman bazı şeylerin, biraz tuhaflaşması gerektiğini kabul etmeliyiz; örneğin nedenselliğe dayanmayan olayların sıralamasına dair insanların ve evcil hayvanların anlaşmazlığa düşebilmeleri gibi.

Peki, Ama Neden Bu Hız?

Nedensellik ve sınırlılık ilkelerine uyan bir evrende *bir* hız sınırının olmasının mantıklı olduğundan bahsettik.

Ama fizik bilimi söz konusu olunca, bir soruyu cevaplamak daha derin ve temel başka soruları ortaya çıkarıyor: evren neden neden-sonuç ilişkisine uymak zorundadır? Evrenin zihin yapımıza uygun olacak şe-

kilde tasarlanmasını bekleyemeyiz.* Neden bir başka hıza değil de tam olarak bu sınıra sahibiz?

Evrenin neden nedensel olduğuna dair tatmin edici bir cevap vermek şöyle dursun, bunu tartışmak bile son derece zordur. Nedensellik, düşünme biçimimizin içine öylesine işlemiştir ki dışına çıkıp var olmadığı bir evreni hayal bile edemeyiz. Mantiğımızı ve tümevarım yöntemlerini kullanarak mantığın ve tümevarımın olmadığı bir evreni hayal etmek imkânsızdır. Bu gerçekten de çok derin bir sırdır ve bilim de genel anlamda nedensellik ve mantık ilkelerine dayandığı için, bu sorunun cevabı bilimin sınırlarının çok ötesindedir. Belki de hiçbir zaman çözemeyeceğimiz ya da bilinci kullanarak içinden çıkamayacağımız sorulardan biridir.

Daha kolay gözüken bir başka soru vardır: neden *bu* hız? Teorilerimizden hiçbiri şu veya bu şekilde belirli bir değeri işaret etmez. Işık hızının daha fazla olduğu nedensel bir evren, bizimkine göre daha az sınırlıyken, daha düşük bir ışık hızına sahip nedensel bir evren aşırı sınırlı olacaktır. Ama bu evrenlerin her biri kendi içlerinde düzenlerini yine de devam ettirecek ve ışık hızına dair herhangi bir değer fiziğin içinde kalmaya yine de devam edecektir. Evrendeki ışık hızını ölçtük ve bunun saniyede 300 milyon metre olduğunu bulduk. İnsan deneyimine göre son derece hızlı olan bu değer, yıldızlar veya galaksiler arasında mesafeler söz konusu olduğunda son derece yavaştır.

EVRENİN HIZ SINIRI



* Neden ve sonuç ilişkisinin bulunduğu bir evrende, zeki yaşam formlarının bunu keşfedecek olmaları ve nereden kaynaklandığını anlamasalar bile bu durumu kendi mantık sistemlerine adapte edecek olmaları da bir önermedir.

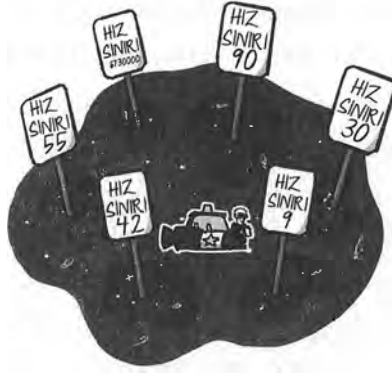
Şu anda hız sınırının neden özellikle *bu* olduğuna dair hiçbir fikrimiz yok. Ama farklı ihtimaller üzerine varsayımda bulunabiliriz.

Bunun uygun olan tek değer olması ve bu değer, evrenin ve uzay-zamanın doğasına dair derin bir sırrı içinde barınması ihtimallerden biridir. Örneğin, uzay-zaman gerçekten de nicemlenmişse, ışık hızı, uzay-zamanda birbirlerine yakın boğumlar arasındaki bilgi iletiminden kaynaklanıyor olabilir. Bir gitarın tellerini ele alalım, teller boyunca meydana gelen dalgalanmaların hızı telin kalınlığı ve telin gerginliği tarafından belirlenir. Buna benzer bir durum, ışık hızının belirlenmesinde geçerli olabilir.

Belki bir gün, bilgi ve ışığın neden belli bir hızda iletilmesi gerektiğini açıklayacak bir uzay-zaman teorisi ortaya çıkacak ve bütün sorularımız cevaplanmış olacak. Ama şu an için bu, evcil hayvanlarınızın size akşam yemeği hazırlaması kadar uzak bir ihtimaldir.

Öte yandan, evrenin sıfır ve sonsuzluk arasında (bu değerler hariç) herhangi bir ışık hızı değerine sahip olması da mümkün olabilir. Sıfır değeri etkileşimde bulunmayan bir evrene, sonsuzluk ise sınırlılığın ortadan kalktığı bir evrene sebebiyet verir. Evren için herhangi bir değer geçerli oluyorsa, o zaman neden özellikle *bu* değer seçilmiştir? Gerçekten de hiçbir fikrimiz yok. Size aksini iddia eden biri varsa, ya gelecekte günümüze gelmiş zaman yolcusu bir fizikçidir ya da ciddi psikolojik sorunları vardır. Her durumda, sakın ola ki bu insanlardan evcil hayvanlarınıza göz kulak olmalarını istemeyiniz.

Belki de ışık hızı, Büyük Patlama sonrası uzay-zamanın nihai şeklini alış biçiminin sonucu olarak evrenimizin bize ait bu kısmı için geçerlidir, bir başka deyişle sınırlı bir fizik kanunudur, evrensel değildir. Belki de evrenin farklı her bölgesindeki ışık hızı, rastlantısal mekanik kuantum süreçlerle belirlenmektedir. Bu fikir, evrenin farklı bölgelerinde son derece değişken bir yelpaze içinde çok farklı değerlerde ışık hızları olduğunu önerir. Bu fikirlerden hiçbirisi, ölçümlenebilir bilimsel bir hipotez olmamış, hatta bütünlüklü bir fikir bile oluşturmayı başaramamıştır. Yine de ne olursa olsun, eğlenceli oldukları kesindir.



Geçmiş ve Gelecek

Eğer ışık hızının neden bu değerde olduğunu bilmiyorsak, o zaman gelecekte değişmeyeceğini veya geçmişte daha farklı olmadığını nereden biliyoruz?

Deneyler yapmak için geçmişe seyahat edemeyiz, ama evren bize, kadim zamanlara dair çok güzel bir astronomik olaylar galerisi sunmuştur: gece göğü.

Gökyüzüne baktığınızda, o anda olup bitene değil de geçmişe baktığınızı unutmayın. Obje ne kadar uzaktaysa ışığının bize ulaşması da o kadar zaman alacak, günümüze ulaşan imajı da bir o kadar eski olacaktır. Daha uzaktaki objelere bakarak geçmişimize etkili bir şekilde bakabiliriz. Gökbilimciler, ışık hızı da dahil olmak üzere mevcut fizik kanunlarını, gökyüzünde gözlemleyebildiğimiz yörüngesel hareketler, patlamalar ve çarpışmalar üzerinde test etmişler ve evrensel hız sınırı ihlaline dair herhangi bir ipucuna rastlamamışlardır.

Gelecek söz konusu olduğundaysa tahminlerde bulunmak güç. 14 milyar yıllık tarihe bakarak geleceği kestirmeye çalışabiliriz, bu kulağa mantıklı gelir ama bu varsayım, evrenin gelecekte de aynen geçmişte davrandığı gibi davranacağı kabulüne dayanır, sonuçta evrenin, geçmi-

şinde birkaç defa epey farklı dönemler yaşadığını biliyoruz (Büyük Patlama Öncesi, Büyük Patlama esnasında, mevcut genişleme dönemi). Bu sebeple evrenin gelecekte değişmeyeceği öngörüsünde bulunmak büyük bir özgüven sorununa yol açar.



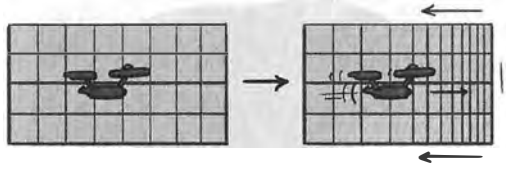
Belki Diğer Yıldızlara Seyahat Edebiliriz

Işıktan hızlı hareket edebilmek ilgi çekici bir olasılıktır. Fotonlarla yapılacak bir yarış kazanmak amacıyla değil de, insanların etrafındaki evreni keşfetmek için içgüdüsel olarak duydukları meraktan dolayı. Yabancı gezegenlere gidebilmek, uzaklardaki güneşleri görebilmek, belki uzaylılarla karşılaşmak ve onların şirin evcil hayvanlarıyla arkadaş olmak... Çok az insan bunlardan birini yapma şansını geri çevirebilir.

Başka bir yıldız sistemini veya komşu galaksiyi ziyaret etmek amacıyla ilk buldukları uzay gemisine atlamak için sabırsızlananlar varsa, saniyede 300 milyon metre hızın, mümkün en yüksek hız olduğunu öğrenince hayal kırıklığına uğrayacaklardır. Çünkü Güneş sistemimize en yakın yıldız bize 40.000.000.000.000.000 metre uzaklıktadır.

Ama belki de yanlış soruyu soruyoruz. "Işıktan daha hızlı hareket edebilir miyim?" diye sormak yerine, "Uzaktaki yıldızlara makul bir zamanda ulaşmamız mümkün müdür?" sorusunu sormalıyız, çünkü bu defa sorunun cevabı daha merak uyandırıcı olacaktır: "Mümkün, ama son derece pahalıya patlar."

Sizin (ya da benim ya da kedinizin) uzayda hareket edebilmeniz için ışık hızının mümkün olan en yüksek sürat olduğunu hatırlayın. Ama uzay da öte yandan soyut bir zemin değildir. Genişlemek ve büzüşmek gibi tuhaf özellikleri bünyesinde barındıran dinamik, fiziksel bir oluşumdur.



BÜKÜLMÜŞ BİR FİKİR

Bu kısım çok önemli, uzaktaki bir konuma makul bir süre içinde varmak için, uzayda aşırı hızla gitmek yerine bizle o konum arasındaki uzayı *sıkıştırabilseydik* ne olurdu? Bu mümkün mü? Bu fikir kocaman bir soru işaretidir. Uzay-zamanın doğasını anlamak için önümüzde daha uzun bir yol var, ama en azından onun deforme edilebildiğini ve büzülebildiğini biliyoruz. Ne yazık ki bunu yapmak inanılmaz derecede büyük bir enerji gerektirir; sonsuz sayıda hamsterın tekerleği mümkün olduğunca döndürmeye çalışmalarına benzer bu. Bilimciler, bir uzay gemisinin önündeki uzayı büküp sıkıştırabilecek güçte bir motorun, inanılmaz miktarlarda enerjiyi su içi gibi harcayacağını öngörür.

VARINI YDĞUNU ORTAYA KOYUYOR KAPTAN!



Veya Solucan Delikleri?

Işık hızını kullanmadan seyahatlerimizi kısaltmanın bir başka yolu da solucan deliklerini kullanmak olabilir. Evcil kertenkelelerinizi beslemek için küçük, şirin solucan çiftliğinizde ürettiklerinizden değil, genel görelilik teorisi tarafından tahmin edilenlerden bahsediyoruz. Doğru koşullar altında, bir solucan deliği evrende birbirinden çok uzak mesafelerde bulunan iki noktayı birbirine bağlayabilir ve bu sayede iki konum arasında seyahat etmenize olanak verir. Popüler bilimkurguya baktığınız zaman bir solucan deliği, çılgın ışık hüzmeleri, gürültülü çarpma sesleri ve utanç verici derecede şişini tutamama içerir.* Gerçekte, hiç kimse bunun nasıl bir şeye benzeyeceğini bilemez. Belki de bir kapı eşiğinden içeri adım atmak gibidir.

Eğer uzayda üçten fazla boyut varsa 3-D uzayın içinde birbirlerine çok uzak gibi görünen kısımların aslında diğer boyutlarda dip dibe olmaları da mümkündür. Evrenimizin bir tuvalet kâğıdı gibi rulo haline getirildiğini ve uzayın da yine katmanlar halinde üzerine katlandığını düşünün. Katmanların üzerine gelecek şeyler birbirlerine yaklaşacak ve solucan delikleri sayesinde birbirleri arasında geçişler yapabilecektir.



EVRENİMİZ ÇOK FİYAKALIDIR.

* Sonuncusunu biz uydurduk, ama solucan deliği seyahatlerine dair diğerleri de uydurma olduğu için biz de aynısını yapalım dedik.

Solucan delikleri kulağa fantazi gibi gelebilir, ama öte yandan fiziğin herhangi bir kuralıyla tutarsızlıkları tespit edilmemiştir. Ancak yapılan hesaplamalar, solucan deliklerinin son derece istikrarsız yapılar olduğunu ve neredeyse anında çöktüklerini göstermektedir, yani siz daha ne olduğunu anlamadan içine girdiğiniz solucan deliği çökecektir.

Buna ek olarak, solucan deliklerinin nasıl yaratılabileceğine dair hiçbir fikrimiz yok, bu yüzden peşlerine düşmek ve bizi nereye götüreceklerini izlemek zorunda kalabiliriz. Bu, Manhattan'da gözleri bağlı bir şekilde gezinip bir yabancıнын arabasına binerek Los Angeles istikametine gittiğini ümit etmeye benzer.

Hayallerimizi Yaşatalım

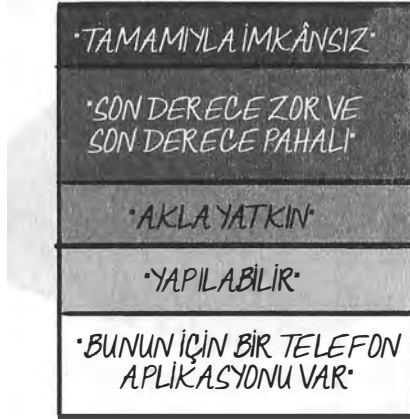
Temin edilmesi imkânsız enerji gereksinimi ve uzay bükücü gemilerle, solucan delikleri yaratmaya dair teknolojik yetersizliğimize benzeyen pratik koşulları bir kenara koyalım. Çünkü bu tarz sinir bozucu detaylar, sizin gibi gayretkeş okuyucularımızın paragraflar dolusu okuma yaptıktan sonra üzerine ışıktan da hızlı bir şekilde soğuk su içmek zorunda kalacağınız galaksiler arası seyahat fantezileriyle ters düşer.

Uzayı sıkıştırıp bükmek veya solucan delikleri yaratmak son derece zordur, ama fizikçilerin “tamamıyla imkânsız” seviyesindeki galaksiler arası seyahati alıp “son derece zor ve pahalı” seviyesine çıkarmayı başara bildiklerini unutmayın. Bu, hiç yoktan iyidir.

Uzak gelecekte teknolojinin seyredeceği yön üzerine tahminlerde bulunmak ya tesadüfen doğru ya da utanç verici derecede naif olacaktır. Bu yüzden herhangi bir tahminde bulunmayı şimdilik reddediyoruz. Ama insanlık tarihine baktığımızda, gelecekte bizi teknolojik harikaların beklemekte olduğunu rahatlıkla söyleyebiliriz. Galaksiler arası seyahatin gerçeğe dönüşmesinin, temel fizik kuralları açısından da bir sakıncası

olmadığını düşünürsek hâlâ umut var demektir. Peki, ne zaman gerçekleşecek? Hiçbir fikrimiz yok.

FIZİĞİN ALARM PROGRAMI

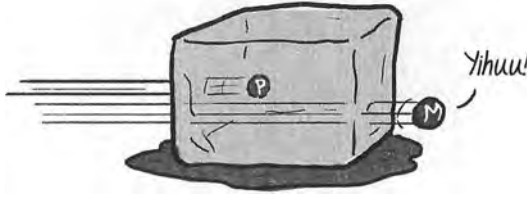


Müonlar Bunu Hep Yapıyor!

Fizik bilimi detaylar söz konusu olduğunda son derece tebdirli davranır. Doğanın kanunu rayından ne zaman ufak da olsa çıksa, oralarda bir yerde umarsızca caka satan bir parçacık olduğundan emin olabilirsiniz. Eğer kuralları bir hukukçu dikkatiyle okursanız, maksimum hız sınırı ışığın *vakumlanmış* ortamdaki hızıdır. Neden “vakumlanmış”? Çünkü ışık hızı içinden geçmekte olduğu şeye bağlıdır. Işığın havadaki, camdaki, sudaki veya tavuk çorbasındaki hızı vakumlanmış ortamdaki hızından azdır. Bunun sebebi de fotonların belalı tavuk çorbası parçacıklarıyla (onlara “tavopon” ismini verelim) etkileşimde bulunmaları ve bu sebeple genel hızının azalmasıdır.

Buradan yola çıkarak, “Işıktan hızlı hareket etmek mümkün müdür?” sorusunu bir kez daha sorduğunuz zaman cevap, “teknik olarak

evet” olacaktır. Teknik olarak derken, ışığın belirli bazı ortamlardaki hızına göre daha hızlı hareket etmek mümkündür, ancak vakumlanmış ortamda hiçbir şey ışıktan hızlı hareket edemez. Örneğin, yüksek enerjili bir müon küplerce buzun içinden, ışığın geçtiğinden çok daha büyük bir hızla geçer. Teknik olarak bu anlamda, “ışıktan hızlı” hareket eder.



Savulun millet! Işık hızından da hızlı!

Bu, sizin uzak bir gezegende kendi koloninizi kurma ve kendinizi Güneş sisteminizin tanrısı ilan etme hayallerinize pek yardım etmese de epey havalı sonuçlar doğurur. Bir gölün üstünde ilerlemekte olan sürat motoru yarattığı dalgalardan daha hızlı ilerliyorsa bu dalgalar da başka dalgaların yaratılmasına sebep olacaktır. Bir uçak sestten daha hızlı uçuyorsa sonik patlama denilen şok dalgalarına sebep olur. Peki, bir müon bir buz küpünün içinde ışıktan daha hızlı hareket ettiğinde ne olur? Işık patlamasına yol açar! Bu, aynı zamanda Cherenkov radyasyonu olarak da bilinir ve patlamayla yayılan soluk mavi renkli ışık halkaları, fizikçiler tarafından bu parçacıkların varlığını algılamak ve hızlarını ölçmek için kullanılır.

Bir başka deyişle, evrenimiz birdenbire kozmik bir tavuk çorbasıyla (veya buzla) dolsaydı, teknik olarak ışıktan daha hızlı hareket etmek mümkün olacaktı ve siz de evinize dönerken etrafa parlak mavi ışık halkaları yayacaktınız.

Özet

Işıktan daha hızlı hareket edebilir miyiz?

Cevap: Evet ama hayır, ama evet ama hayır.



11. *Süper Hızlı Parçacıkları Dünya'ya Kim Gönderiyor?*



Bir sabah uyandığınızda evinizin mermilerle delik deşik edildiğini görürseniz bunu acil bir durum olarak değerlendirirdiniz. Öylece keyfinize bakıp, giyinip kuşanıp gününüze devam ederken, bilimcilerin fon sıkıntısı çekseler de eninde sonunda bu durumu çözeceklerini düşünmezsiniz.

Siz bunları okurken aslında tam olarak bunu yapıyorsunuz: Dünya'yı eviniz ve kozmik ışınları da mermiler olarak düşünmeniz yeterli. Bu mermilerin milyonlarcası, bir nükleer bombanın patlama enerjisinden çok daha fazla birleşik enerjiyi beraberinde taşıyarak atmosferi her gün bombalamakta.

İşin korkutucu yanı, bunları neyin (veya kimin) gönderdiğine dair hiçbir fikrimizin olmaması.

Tam olarak nereden geldiklerini veya neden bu kadar çok olduklarını bilmiyoruz. Ayrıca, hangi doğal sürecin böylesi bir enerji mühimmatına sebebiyet verebileceğine dair de bir fikrimiz yok. Bunu yapan uzaylılar da olabilir, daha önce hiç görmediğimiz bir şey de. Cevap, son derece hayalperest bilimcilerin bile hayal edebileceğinden daha farklı olabilir.

Peki, bu gizemli kozmik ışınlar nedir? Neden bu devasa enerjiler tarafından bombardımana tutulmuş durumdayız? Siper alın ve bu kozmik sır hakkında daha fazla bilgi sahibi olabilmek için okumaya devam edin.



Kozmik Işınlar Nedir?

“Kozmik ışın” ismi gereksiz abartılıyor olabilir, aslında kastedilen basitçe, uzaydan gelen parçacıklardır. Yıldızlar ve diğer objeler etraflarına durmaksızın foton, proton, nötrino ve hatta ağır iyon yayarlar.

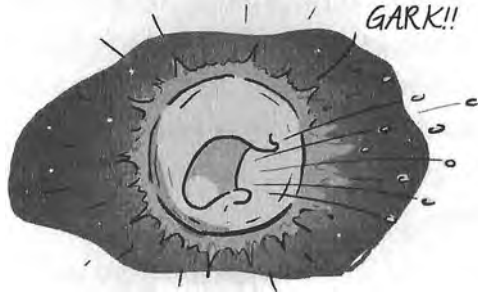
Örneğin Güneş bu uzay parçacıklarının başlıca üreticilerindendir. Güneş, ününü ışığı yaratmasına borçlu olduğu gibi, yüksek enerjili fotonların (UV ışınları, gama ışınları) yaratılmasından da sorumludur. Bu ışınlar sizi, kansere sebebiyet verecek kadar etkileyebilir. Bu, Güneş’in füzyon fırınından gelen nötrinolarla oranla hiçbir şey değildir. Her saniye yaklaşık 100 milyar civarı nötrino Güneş’ten gelir ve içinizden geçip

gider. Nötrinolar diğer madde parçacıklarıyla nadiren etkileşimde bulundukları için, bu hissedebileceğiniz veya endişe etmeniz gereken bir durum değildir. 100 milyar parçacıktan en fazla bir tanesi, belki farkınıza varabilir ve başparmak parçacığınıza çarpıp sekebilir. Normal bir nötrino parçacığı hiçbir etkileşimde bulunmadan Dünya'nın içinden geçip gidecektir. Bir başka deyişle son derece fazla sayıdaki bu nötrinolarla karşı hiçbir korumanız yok, ama size iyi bir haberimiz var: nötrinolar sizin farkınızda bile değil.



Son derece hassas olan insan yaşamı için en tehlikeli olanıysa, protonlar veya atomik çekirdekler gibi ağır yüklü parçacıklardır. Yüksek enerjili bir proton insan vücudunda belirgin yıkımlara yol açabilir. Astronotlar bu sebeple her zaman çok dikkatli olmak ve iyi korunduklarından emin olmak zorundadır; tabii bu bol miktar güneş kremi sürmekten fazlasını gerektirir. Daha da önemlisi Güneş, devasa bir ateş topu gibi önceden kestirilemez davranışlarda bulunabilir. Çoğunlukla kendi halinde ve usul usul, içten içe kaynakken bazen hazımsızlık problemleri sonucunda, Güneş patlamalarına sebebiyet verebilir. Bu patlamalar uzayın derinliklerine doğru plazma ışınları yayarken, aynı zamanda fazla dozda tehlikeli parçacıkların açığa çıkmasına sebep olur. Bu sebeple, uzayda vakit geçirmek isteyen biri Güneş'in durumuna dair kesin verilere sahip olmalı ve bu patlamalardan biri söz konusu olduğunda da mutlaka kendine fazladan koruma sağlayacak bir kalkanın arkasına geçmelidir.

Özetle, Dünya'yı *durmaksızın* bombalayan sonsuz uzay parçacığı vardır. Ve bu parçacıklar, çok fazla enerji taşırlar.



Neyse ki Dünya'nın atmosferi sayesinde koruma altındayız.* Dünya'ya çarpan yüksek enerjili parçacıkların çoğu, atmosferdeki hava ve gaz molekülleriyle buluştuğunda dağılıp parçalanırlar ve bu da düşük enerjili parçacıklara dönüşmelerine sebep olur. Eğer aurora borealis veya aurora australis'in (kuzey ve güney ışıklarının) nereden kaynaklandığını merak ediyorsanız bunlar, Dünya'nın manyetik alanı tarafından Kuzey veya Güney Kutuplarına yönlendirilen kozmik ışınlardan yayılan ışıltıdır.

Gelgelelim bu koruma, siz Dünya yüzeyindeyken geçerlidir. Dünya yüzeyinin üzerinde yeteri kadar vakit geçirirseniz, ister uçuş görevlisi olun ister kaçak yolcu, o zaman radyasyona daha fazla maruz kalırsınız. Ve ne yazık ki güneş kremi sürmek sizi korumaya yetmeyecektir.

Bu parçacıklar ne kadarlık bir hızla hareket ederler? Hızlı parçacıklar üretme rekoru, 10 teraelektron volt (10^{13} eV) ile Dünya yüzeyinde Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'na aittir. İsminin başına "tera" ekini alan her şey kulağa son derece etkileyici gelse de, bunu uzaydan gelen parçacıklarla kıyaslandığımızda sonuç "eh işte" dedirtir. On teraelektron volt enerji seviyesinde, kozmik ışınlr Dünya atmosferini durmaksızın bombalar. Bu parçacıklar Dünya'nın atmosferine şu anda saniye ve metrekaşe başına bir

* Bu kitabı Uluslararası Uzay İstasyonu'nda okuyorsanız, bize bir fotoğraf gönderin.

adet düşecek şekilde çarpar. Bu rakam size fazla geldiyse doğru düşünüyorsunuz, çünkü bu parçacıkların taşıdıkları enerji düşük bir hızda ilerleyen bir otobüsün, Dünya atmosferinin her metrekaresine saniye başına çarpmasına eşdeğerdir.



Bunun yanı sıra, Dünya'ya çok daha fazla, çok ama çok daha fazla yüksek enerjiyle çarpan kozmik ışınlar da vardır. Onlara kıyasla BHÇ ile ivmelendirdiğimiz parçacıklar, fıstık ezmesi içinde ağır çekim emekleyen bebekler gibi kalır. Bugüne kadar Dünya'ya çarpan en yüksek enerjili parçacık olarak kaydedebildiğimiz kozmik ışın 10^{20} eV gücündedir, bu da BHÇ'de yaratılan en hızlı parçacıklardan *iki milyon* kat daha fazla enerji yükü demektir. Rekor kıran bu uzay parçacığı o kadar hızlı gelmiştir ki fizikçiler bu parçacığa Aman-Tanrım parçacığı ismini vermişlerdir. Bezgin fizikçiler şaşkın ergenler gibi konuşmaya başladıklarında, gerçekten etkilendiklerini bilin.

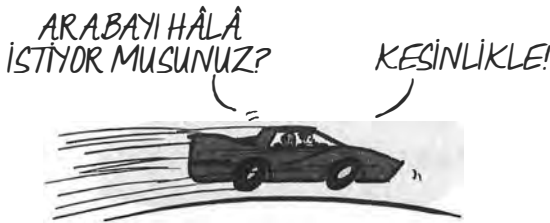
Bu derece yüksek enerji seviyesindeki parçacıklar tahmin edebileceğinizden çok daha yaygındır. Her sene neredeyse 500 milyon tanesi Dünya'ya çarpmaktadır. Bu da her gün bir milyondan fazla ya da saniye başına 300 parçacık demektir. Tam şu anda, siz bu cümleyi okurken yaklaşık

olarak bin tanesi (yavaş hareket eden iki milyar otobüsün enerjisine denk olacak şekilde) Dünya'ya çarpıyor.

Ama bu derece yüksek enerji seviyelerine sahip parçacıklara dair esas şaşırtıcı şey şudur: *evrende bu derece yüksek enerjili parçacıkları üretebilecek kapasitede herhangi bir şey henüz bilinmemektedir.*

Doğru duydunuz, her gün milyonlarca yüksek enerjili parçacık tarafından bombardımana tutuluyoruz ve bunları yaratan şeyin ne olabileceğine dair herhangi bir fikrimiz yok. Astrofizikçilere bir parçacığın, uzayda *herhangi* bir yerde *sahip olabileceği* en yüksek hızın ne olduğunu tahmin etmelerini isteyecek olursanız* a) öncelikle bu soruyu sorduğunuz için teşekkür edecekler b) patlayan süpernovalardan yayılan parçacıklar veya bir mancınık misali çevrelerine parçacık sallayıp duran kara delikler gibi çılgınca fikirlerden bahsedecekler c) yine de sorunuzu net bir şekilde cevaplayamayacaklar. Evrene dair şu ana kadar tüm bildiklerimize bakarak uzaydaki en yüksek enerjili parçacığın 10^{17} eV gücünde olması gerektiğini söyleyebiliriz, bu bile her gün Dünya'yı bombalayan parçacıklardan yaklaşık bin kat daha az enerji yüklüdür.

Satın aldığınız Ferrari marka araba için satıcının size verdiği bilgiye göre arabanızın yapabileceği maksimum hızın saatte 320 km'den daha az olduğunu öğrendiğinizi ve sizin de ardından arabaya binip satıcıya arabanızın 320 km hız yapabildiğini gösterdiğinizizi varsayalım. Bundan çıkıracacağınız sonuç Ferrari uzmanlarının bile uzmanlık alanlarına yeterli kadar hakim olmadıkları yönünde olacaktır.**

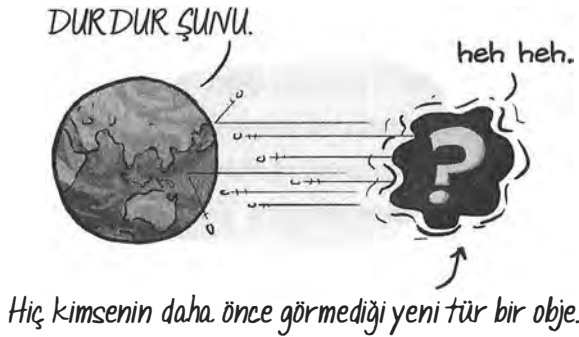


* İstedik.

** Evet, bu analoga göre Ferrari satıcıları astrofizikçileri temsil eder.

Durum, kozmik ışınlar söz konusu olduğunda da aynıdır. Dünya'ya çarpan kozmik ışınlar o kadar yüksek enerjilidir ki evrende bildiğimiz herhangi bir şeyle açıklanamazlar. Buradan sadece tek bir sonuç çıkabilir: evrende henüz bilmediğimiz *yeni tür bir obje* bulunmaktadır.

Tamam, bu şekilde yazdığımız zaman kulağa mantıklı geliyor, ama hâlâ son derece inanılmaz bir önerme. Demek ki, evrene dair bildiğimiz her şeye rağmen (en azından yüzde 5'ine) ve yüzyıllar boyu yıldızları incelememize, artık yüksek hassaslıkta aygıtlar yapabilmemize rağmen evrende hâlâ göremediğimiz şeyler var. Bu çılgın enerji seviyelerindeki kozmik ışınları yaratan her neyse, bizim için bir sır. Işın eğlenceli kısmı, bize gönderilen bu parçacıklar sonuçta kaynağın *nerede* olabileceğinin ve *ne* olabileceğinin ipuçlarını kendi içlerinde barındırması. Bu da incelememiz gereken özel bir bulmacayla karşı karşıya olduğumuz anlamına gelir.



Nereden Geliyorlar?

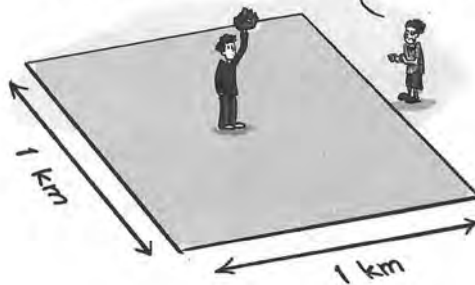
Eğer bir şey size süper yüksek enerji yüklü birtakım zımbırtılar fırlatıyorsa (kartopu, sümük, meyveli şekerler) ilk yapacağınız şey bunların nereden geldiğini görmek için etrafa bakınmak olacaktır. Bu yüksek enerjili parçacıklar bir yıldızdan mı geliyor? Ya da süper büyük kütleli bir kara delikten mi? Ya da belki yabancı bir gezegenden? Belki de *her yönden*.

Neyse ki, uzaydan gelen bu parçacıkların enerjileri ne kadar yüksekse, yaratıcılarına dair de o kadar çok ipucu barındırırlar, çünkü yüksek enerjili parçacıkların onlarla bizim aramızdaki herhangi bir manyetik veya kütle çekimsel alanlar tarafından bükülmesi mümkün olmaz.

Ama nereden geldiklerini çözebilmemiz için birkaç örneğe ihtiyacımız var. Onları çatılardaki keskin nişancılara benzetebiliriz: ne kadar çok atış yaparlarsa yerlerini belirlemek o oranda kolaylaşır. Kozmik ışınların nereden geldiklerini çözerken karşılaşılan bir sıkıntı da Dünya'nın epey büyük bir hedef olmasıdır. Her gün milyonlarcası Dünya'yı bombalıyorsa da, bir dedektör yerleştirip doğru zamanda yakalamak son derece zor. Yüzlercesinin her saniye Dünya'ya çarptığını daha önce söylemiştik. Bu bilgi doğrudur, ama öte yandan da Dünya çok büyük bir kütledir. O yüzden de aslında doğru rakam, tipik bir dedektör alanını (kilometrekarelerce) vuran kaç tane kozmik ışının olduğuudur.

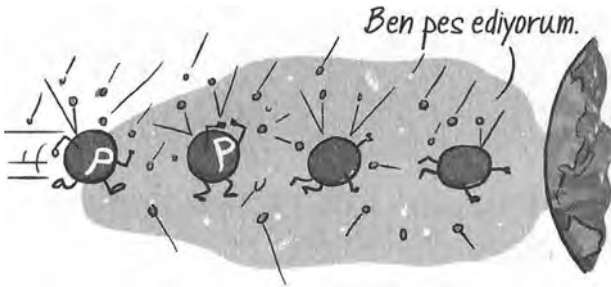
BHÇ enerjisi seviyesindeki (10^{13} eV) parçacıklar her saniye kilometrekare başına bin adet olacak şekilde Dünya'ya çarpmaktadır. Daha yüksek enerji seviyesindeki (10^{18} eV) parçacıkların çarpışı daha nadirdir: her *sene* kilometrekare başına bir adet. Ama esas önemli olan, 10^{20} eV enerji seviyesindeki parçacıklara son derece ender rastlanmasıdır: kilometrekare başına her *milyenymda* kabaca bir adet.

TAMAM, ŞİMDİ ORADA YAKLAŞIK OLARAK
BİN SENE KADAR BEKLE SEN.



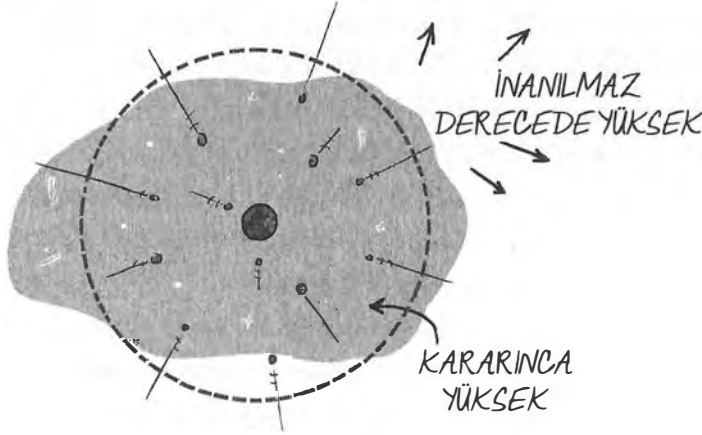
Bu, nereden geldiklerini bulmamızı son derece zorlaştırır, çünkü bunu sağlayacak büyüklükte bir dedektör yapsanız bile söz konusu yüksek enerjili parçacıklardan birini yakalama olasılığı son derece düşüktür. Bugüne kadar, yaptığımız bütün kozmik ışın teleskoplarıyla toplayabildiğimiz süper hızlı parçacık sayısı bir elin parmağını geçemedi. Aynı şekilde bugüne kadar bu çılgın uzay mermilerinin kaynağı hakkında da bir bulguya ulaşabilmiş değiliz.

İyi haber, bunların nereden geldiğine dair elimizde önemli bir ipucunun olmasıdır. Çok uzaktan gelmeleri pek ihtimal dahilinde değildir. Görünür ışık, dağılmadan veya yavaşlamadan milyonlarca kilometre mesafe katedebilir, akıl almaz uzaklıklarına rağmen diğer galaksileri görebilmemizin sebebi de budur. Galaksilere bakmayı, Los Angeles havzasının hemen karşısındaki dağlara bakmakla kıyaslayın,* uzayda bu kadar uzak mesafeleri görebildiğiniz için büyüleneceksiniz. Ama uzay bize ne kadar boş ve temizmiş gibi gözükse de, elektrik yüklü yüksek enerjili bir parçacık, kalabalık bir tren istasyonunda kendine yol açmaya çalışıyormuş gibi gözükür. Evrenin bebeklik resmini, yani Kozmik Mikrodalga Arka Plan Işıması'nı oluşturan ışık, aynı zamanda evreni bir tür fotonik sisle de doldurmuştur. Kozmik ışınlar bu sisle etkileşimde bulunmakta ve hızları da bu sebeple azalmaktadır. 10^{21} eV seviyesindeki bir parçacık, 10^{19} eV veya daha aşağı seviyelere düşecek şekilde yavaşlamadan önce birkaç milyon ışık yılı kadar yol alabilir.



* Ayrıca Los Angeles'ın nefes almak için çok da müthiş bir yer olmadığını da hatırlayacaksınız.

Bu da Dünya'ya çarpan yüksek enerjili parçacıkların göreceli olarak yakın sayılabilecek bir kaynaktan çıktığı anlamına gelir, aksi takdirde fotonik sis tarafından yavaşlatılmaları gerekir. Çok uzakta bir yerden geliyor olmalarının tek mantıklı açıklaması, *inanılmaz* derecede yüksek enerjiye sahip bir kaynaktan çıkmış olmaları ihtimalidir. İnanılmaz derecede yüksek enerji kaynağı seçeneğini bir kenara koyduğumuzda varacağımız sonuç, bunları yaratan her neyse* galaktik sınırlarımızın içinde olması gerektiğidir. Bu bir anlamda yararlı bir ipucudur, çünkü uzayın çok büyük bir bölümünü bu tartışmanın konusu olmaktan çıkarır, ama başka bir anlamda da yararsızdır, çünkü geriye kalan uzayın hacmi devasadır.



Bütün bu bilgileri toparlayacak olursak şu inanılmaz önermeyi çekinmeden söyleyebiliriz:

YAKINLARIMIZDA BİR YERDE BİR OBJE BİZE SON
DERECE YÜKSEK ENERJİLİ PARÇACIKLAR
GÖNDERMEKTEDİR VE NE OLDUĞUNA DAİR DE BİZİM
HİÇBİR FİKRİMİZ YOKTUR.

Bu da evrende hâlâ keşfedilmeyi bekleyen bir sürü yeni şeyin olduğunun kozmik bir ispatıdır.

* Ya da kimse (dım dım dım tı tıs!)

Onları Nasıl Görürüz?

Yüksek enerjili bir parçacık atmosferin üst kısmıyla temas ettiğinde (nasıl da şanlısınız), havada dağılmadan ve gaz moleküllerine çarpmadan Dünya yüzeyine kadar ulaşamaz. 10^{20} eV enerji seviyesindeki bir parçacık atmosferde ilk molekülle çarpıştığında yarı enerjisi seviyesinde iki parçacığa ayrışır. Ardından bu iki parçacık da diğer moleküllerle çarpışırlar ve çeyrek enerji seviyesinde dört parçacık ortaya çıkar ve süreç bu şekilde kendini tekrarlayarak devam eder. En sonunda 10^9 eV seviyesinde trilyonlarca parçacığın Dünya yüzeyine bir sağanak gibi yağmasıyla bu süreç son bulur. Bu parçacık sağanağı genel olarak bir veya iki kilometre çapındadır ve çoğunlukla yüksek enerjili fotonlar (gamma ışınları), elektronlar, pozitronlar ve müonlardan oluşur. Böyle büyük ve güçlü sağanaklar sayesinde süper yüksek enerjili bir parçacığın Dünya'ya çarptığını anlarız.



Ama bir kilometreden fazla genişlikteki bir sağanağı görebilmek için çok büyük bir teleskop gerekir. Neyse ki böyle bir teleskobun çok geniş olması gerekse de kesintisiz olmasına gerek yoktur. Hiç kimsenin bir kilometreden geniş bir parçacık dedektörü yapmaya bütçesi yetmez, bu

yüzden biraz arazi satın alıp onu noktalar halinde küçük dedektörlerle donatırsınız. Güney Amerika'daki Pierre Auger Gözlemevi böyle bir teleskop düzenine sahiptir. 3000 kilometrekarelik bir arazi içerisinde 1600 adet parçacık dedektörü ve yaklaşık olarak 10 binden fazla inek bulunmaktadır.*



Bu dedektör ultra yüksek enerjili kozmik ışıklardan kaynaklanan sağanakları algılamakta çok başarılıdır. Ama süper yüksek enerjili parçacıkların kilometrekare başına denk gelme periyodunun ortalama olarak bin senede bir olduğunu unutmayın. Yani 3000 kilometrekarelik bir alanı kaplamış olsak bile senede en iyi ihtimalle birkaç tane parçacık görebiliriz, bu durum parçacıklara dair onlarca yıllık gözlem yapsak bile bizi bir sonuca götürmeye yetmez.

Peki, başka ne yapabiliriz? Kaynaklarının ne olduğuna dair seçenekleri daraltmak ve bu parçacıkların orijinlerine dair bir şeyler keşfedebilmek için çok daha fazla örneğe ihtiyacımız vardır. Ama öte yandan de mevcut teknolojileri kullanarak daha büyük bir teleskop yapmak son derece maliyetlidir. Örneğin, Auger teleskopu yaklaşık 100 milyon dolara mal olmuştur.

Diğer ilginç bir fikirse hâlihazırda başka amaçlar için yapılmış bir aygıt bulup onu bir kozmik ışın teleskobu işlevi görecektir şekilde değiştirmektir.** Eğer kusursuz bir kozmik ışın teleskobunun tanımını yapacak olsaydınız, büyük ihtimalle aşağıdaki listede yazanları isterdiniz:

* İnekler, bilimsel olarak bir amaca hizmet etmez... En azından öyle olduğunu sanıyoruz.

** İşta ediyoruz: Bu fikrin sahibi bu kitabın yazarlarından biridir. Hayır, karikatürist olan değil, diğeri.

- Tüm gezegeni kapsayan
- Minimum maliyette
- Harika bir ses sistemine sahip
- Hâlihazırda yapılmış ve konumlanmış

Bu özelliklerin tuhaflığına dudak bükmeden önce bir anlığına bunların mümkün olup olmadığını düşünün. Gezegenimizin dört bir tarafına dağılan, parçacık dedektörlerinden oluşan ve çoğunlukla kullanımda olmayan bir şebeke var mıdır acaba? Bu soruyu akıllı telefonunuzdan Google'da aratıyorsanız, cevaba sandığınızdan da yakınsınız.



Akıllı telefonlarımızda bulunan dijital kameralar, aynı zamanda parçacık dedektörü olarak da kullanılabilirler. Telefonları, öğle yemeğinde yediğiniz suşiyi veya çocuklarınızın oynadığı piyesi fotoğraflamakta bu kadar başarılı yapan teknoloji aynı zamanda onları, yüksek enerjili parçacıkların atmosferimizde yarattığı sağanaklara karşı da hassaslaştırır. Akıllı telefonlar her yerdedir, bu metnin kaleme alındığı tarihte üç milyardan fazla akıllı telefon aktif kullanımdadır. Bu telefonlar programlanabilir, internete bağlanabilir, GPS desteği alabilir ve bütün bunlara rağmen gece boyunca hiç kullanılmadan öylece durur. Eğer akıllı telefonlara, kameraları parçacık algılamak üzere kullanacak bir uygulama yüklenebilseydi, her yere dağılan, çoklu veri sağlayan, küresel bir kozmik ışın teleskobuna sahip olabilirdik. Bazı* bilimcilerin ortaya attıklarına göre, yeteri kadar

* "Bazı" bilimcilerden kastımız Daniel ve arkadaşları. Konuyla ilgili daha fazla bilgi için <http://crayfis.io> sitesini ziyaret edebilirsiniz.

insan (birkaç on milyon) telefonlarını geceleri bu amaca yönelik kullanırsa, ortaya çıkacak şebeke ağı sayesinde çok daha fazla sayıda yüksek enerjili kozmik ışınları tespit etmemiz mümkün olur. Bu uygulamayı ne kadar çok insan kullanırsa, o kadar büyük bir şebeke ağı oluşturulur ve o kadar fazla ışın verisi toplanabilir. Bu insanlardan biri de siz olabilirsiniz! Her zaman astrofizikçi olmak istediğinizi siz de biliyorsunuz ve bu çılgın fikir bir işe yararsa o zaman evrene dair en büyük sırlardan birinin çözülmesinde sizin de payınız olacak demektir.

Ne Olabilirler?

Astrofizikçiler bu parçacıkların sahip oldukları yüksek enerjiyi, bildiğimiz obje türleri üzerinden açıklayamaz. Eğer onlara yeni tür objeler icat etmeleri için gerekli özgürlüğü sağlarsak, birçok eğlenceli fikirle karşı karşıya kalacağımız kesin.

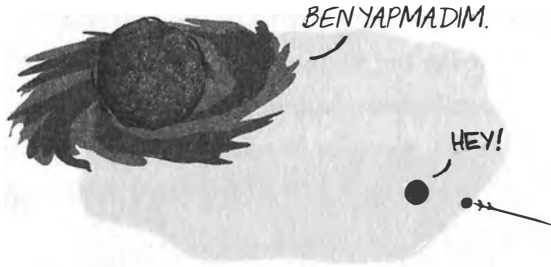
Astrofizikçiler yaratıcı insanlardır ve uzay araştırmalarının tarihine baktığımızda evrenin bizden çok daha yaratıcı olabildiğini görürüz. Şimdi size, bu duruma dair bazı enteresan fikirler sunacağız, ama bunlardan hiçbirinin doğru olmadığını ve gerçek açıklamanın, çılgın bilimcilerin hayallerinin de ötesinde ve akıl almaz bir şey olduğunu unutmayın.

Süper Kütleli Kara Delikler

Uzun seneler boyunca gündemde kalan bir açıklama yapıldı: yüksek enerjili parçacıklar, galaksilerin merkezinde yer alan son derece kuvvetli kara delikler tarafından yaratılır. Kara deliklerin Güneş'ten binlerce, hatta milyonlarca kat daha büyük kütleye sahip oldukları öngörülür. Kara deliğin* içine çekilmiş bir sürü şeyin yanı sıra devasa büyüklükte

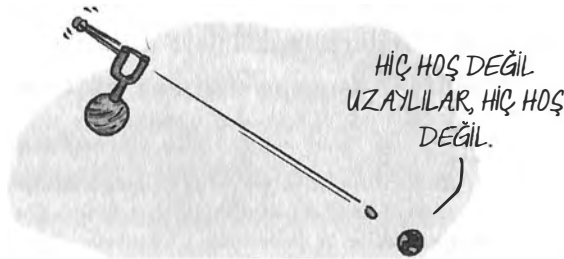
* "Delik" tabiri aslında son derece yoğun ve katı olan bir şey için epey kötü bir isim seçimidir. "Kara Kütle" daha uygun bir isim olabilirdi.

gaz ve toz bulutları da içine girmek için sıra bekler. Emilmeyi bekleyen bu objeler devasa bir basınç altındadır, ayrıca etrafa inanılmaz derecede radyasyon yaydıkları tespit edilmiştir. Yine de gözlemlerimiz sonucunda toplayabildiğimiz yüksek enerjili parçacıklar, galaksilerin bu aktif çekirdekleriyle bölgesel anlamda örtüşmüyor gibidir. Bu, sebebi başka yerde aramamız ve kendimizi çok daha tuhaf fikirlerle hazırlamamız gerektiğinin habercisidir.



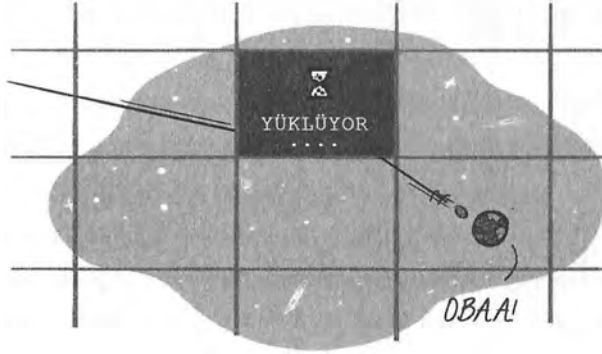
Uzaylı Bilimciler

Bazı bilimciler, maddeyi küçük parçalara ayırarak inceleyen tek akıllı canlı türünün bizler olup olmadığını merak eder. Peki ya uzaylılar (Dünya dışında yaşayan akıllı canlılar), maddeyi en küçük parçasına ayrıştırarak kapasitemizin çok üzerinde olan devasa bir parçacık çarpıştırıcısı yapmışlarsa? Maruz kaldığımız yüksek enerjili kozmik ışınlar onların deneylerinden geride kalan artıklar olabilir. Uzaylılardan bahsetmişken, kendinizi çok daha tuhaf ve eğlenceli bir fikre hazırlayın. Ya bu parçacıklar, yakınımızdaki bir yıldızın yörüngesinde dolaşan ve içinde yaşam barından bir gezegenden, yani tek bir noktadan geliyorsa? Bu ne kadar da şaşırtıcı bir keşif olurdu, öyle değil mi?



Matris

Fikirler daha da çılgınlaşmaya başlıyor. Bazı bilimciler evrenin, bir tür kozmik bilgisayarın içinde yaratılmış simülasyon olduğunu öne sürer. Çok daha büyük bir metaevrendeki canlılar bizim evrenimizi kullanarak bazı deneyler yapıyor olabilirler.* Bunu nereden bilebiliriz ki? Böylesi bir simülasyonün, evrenimizi yaratan bilgisayar kaynaklı birtakım arızalar yapması mümkün olabilir.** Eğer söz konusu simülasyon, evreni devasa küpler halinde ayrıştırıp her birinde farklı bir fizik simülatörü kullanıyorsa bu takdirde simülasyon, küpler arasında son derece hızlı hareket eden objeler için tuhaf sonuçlar verecektir. Başka bir deyişle, yüksek enerjili kozmik ışınların yönündeki örüntüler evrenimizin bir simülasyon olduğunu gösterebilir.



Yeni Bir Kuvvet

Bu parçacıkları, fizik bilimi çerçevesinde bilebildiğimiz bütün kozmik obje ve kuvvetler dahilinde açıklamaya çalışıyoruz. Ama bu kadar zamandır net bir sonuca ulaşamamış olmamız çok daha heyecan verici

* Bu fikir ilk defa Douglas Adams tarafından ortaya atılmıştır, ama bilimcilerin bunu çok ciddiye aldıklarını söylemeliyiz.

** Evrenin çökmemesi için, ümit edelim ki işletim sistemi Windows olmasın.

ve sezgilerimize uygun başka bir ihtimali daha akıllara getirir. Belki de bu parçacıklar henüz keşfedilmemiş başka tür bir kuvvetin sonucudur. Eğer böyle bir kuvvet varsa ve kozmik ışınları da yaratan oysa, etkilerini başka yerlerde göremiyor olmamızın bir sebebi olabilir. Son yıllarda yapılan araştırmalarla beraber, evrendeki tüm enerjinin yaklaşık olarak yüzde 68'ini karanlık enerjinin oluşturduğunu keşfetmiş olmamız, evrende hâlâ keşfedilmeyi bekleyen inanılmaz güçte kuvvetlerin var olabileceği ihtimalini de yaratır. Belki de bu parçacıklar, bizi doğanın bambaşka bir kuvvetiyle tanışmaya götürecek ipuçlarıdır.



Eski Tarz Fizik

Cevap, evrenin doğasına dair çok da şaşırtıcı olmayan basit bir sebebe işaret edebilir. Belki de yıldızların yaşam döngüsünde henüz bilmediğimiz bir aşama ya da yıldızları inceleyen insanlar için ilgi çekici ama evrene dair çok da derin cevaplar vermeyen yeni tür bir obje olabilir. Yine de umudumuzu kaybetmeyelim.



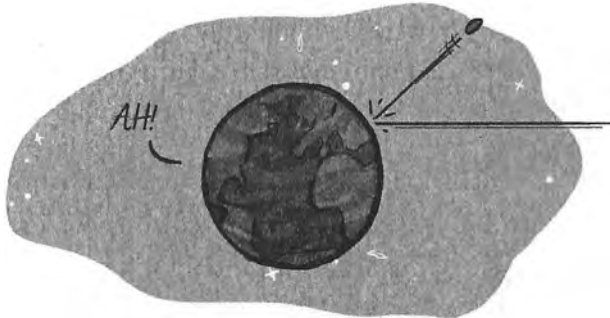
Kozmik Kuryeler

Büyük ihtimalle bütün hayatınızı süperenerjik uzay mermileri tarafından bombalandığınızı bilmeden geçirdiniz. Bu bölümü okumasaydınız, hayatınıza devam edip mutlu bir yaşam sürebilir, oralarda bir yerlerde tuhaf bir şeyin size bir şeyler fırlattığını ve hiç kimsenin de bunun kim veya ne olabileceğini bilmediğinden habersiz mutlu mesut yaşayacaktınız.

Eh, bunun için artık çok geç. 8. bölümde de öğrendiğiniz gibi, zamanda geriye gidemezsiniz. Ama artık bunu bildiğinize göre gökyüzüne daha sık bakmaya başlayacak ve evrenin akıllara durgunluk veren sırlarla dolu olduğunu düşüneceksiniz.

Bu kozmik ışınları, size zarar verecek mermiler gibi düşünmek yerine bir tür kurye olarak da düşünebilirsiniz: uzayda milyarlarca kilometre uzaktan getirdikleri bilgiler, daha önce hiç görmediğimiz, hayalini bile kuramayacağımız yeni ve çılgın şeylere işaret ediyor olabilirler. İnanılmaz miktarlardaki enerjileri üretecek süreçlere, yeni kuvvet türlerine, bilinmeyen birtakım kozmik mekanizmalara veya Dünya dışı yaşam formlarına dair kanıtları beraberlerinde taşıyor olabilirler. Bir başka deyişle hayranlık uyandırıcı keşifleri önümüze sunuyor olabilirler.

Böyle bir merminin, kaçınmak isteyeceğiniz türden bir mermi olmadığından eminiz!



12.

Neden Antimaddeden Değil de Maddeden İbaretiz?

Sorunun Cevabı Sizi Hayal Kırıklığına Uğratmayacak

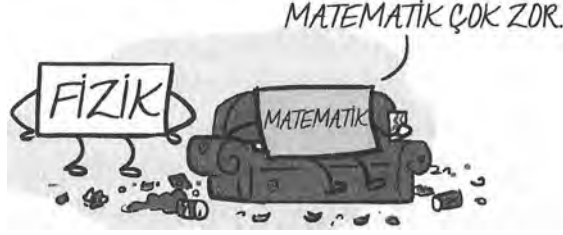
Matematik ve fizik bilimleri çok yakından ilişkilidir. Bu da uzun süredir beraber yaşayan ev arkadaşları gibi birbirleriyle çok iyi anlaştıkları anlamına gelir, ama bazen yemekten kalanları kimin yediği konusunda kavga ettikleri de olur.*

Örneğin, fizik bilimi $E=mc^2$ gibi fizik kanunlarının oluşturulabilmesi ve “Oda arkadaşıma fark ettirmeden kesebileceğim en kalın pasta dilimi ne kadardır?” gibi çok önemli hesaplamaların yapılabilmesi için matematik bilimine bağlıdır. İngilizce, Shakespeare için ne ifade ediyorsa, matematik de fizik için aynısını ifade eder. Eğer matematik bilmiyorsanız bir fizik sonesini okurken epey zorlanırsınız.** Aslında matematik bilerseniz

* Fizik o süper lezzetli çikolatalı pastayı günlerce buzdolabında bırakıyorsa, suç neden matematiğin olsun?

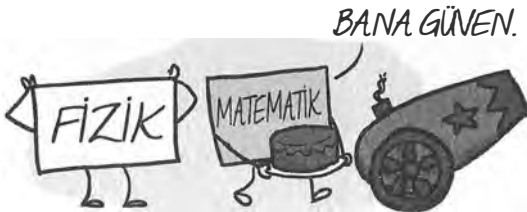
** “Seni, yaz günlerinin o mutlak toplamıyla karşılaştırır mıyım?” *Isaac Newton’ın Kayıp Şiirleri* adlı eserden.

bile fizikçiler tarafından yazılan şiirlerin pek de başarılı olmadıklarını söylemeliyiz.



Öte yandan matematik de kendisine faydalı bilgiler sağlaması için fizikten destek alır. Fizik olmaksızın matematik, hayali rakamlar ve şişirilmiş vergi borçları gibi soyut kavramlarla sınırlı kalırdı. Fizik bilimi, matematikçileri çözülecek yeni problemleri ortaya çıkarması anlamında da heyecanladırır. Örneğin, matematiğe dair bir sürü yeni yaklaşım, mutlak fizik teorisi adaylarından biri olan sicim kuramının geliştirilmesi sayesinde ortaya çıkmıştır.

Ayrıca bazen sezgilerimiz, fiziksel Dünya'yı kavrama yolunda, örneğin kuantum parçacıklarının tuhaf davranış şekillerini veya gelir vergisi formlarını anlamaya çalıştığımız zamanlarda bize engel oluşturabilirler. Böyle durumlarda matematiğin rehberliğine güvenmek yapılacak en sağlıklı iş olacaktır. Tek yapmanız gereken matematiğin sizi götürdüğü yere gitmektir. Doğru rakamları girdiğinizde matematik, gerçekliği sezgilerinizden çok daha doğru olarak tanımlar. 12 katrilyon liralık vergi borcunuzun olması veya kuantum parçacıklarının, aşılamaz engellerin diğer taraflarına rahatlıkla geçebiliyor olmaları mantığımıza uymuyor olsa da, arka plandaki matematik doğruysa olan biten her şey doğru demektir.



Bu durumun istisnaları da vardır. Bazen matematiğin yaptığı tahminler fiziksel olarak uygun düşmez ve reddedilmeleri gerekir. Örneğin, bir kek firmasının başında olduğunuzu ve çikolatalı keklerin dağıtımının daha hızlı yapılması için yeni bir sistemi test etmekte olduğunuzu varsayalım. Keklerin parabolik bir güzergâh izleyerek tam olarak müşterilerinizin kapısına teslim edilmesi için ne kadar hızlı atış yapmanız gerekecek? Atış hızını ve çikolatalı kek topunuzun açısını hesaplamak için şuna benzer bir denklemi çözmeniz gerekecektir: $y = ax^2 + bx + c$. Denklemin içinde bir x^2 bulunduğu için kekin yere nerede düşeceğine dair iki çözüm olacaktır.

Birinci çözüm fiziksel olandır: Bu alternatifte göre çikolatalı kekler müşterilere son derece lezzetli bir şekilde dağıtılacaktır. İkinci çözüm size mantıksız bir cevap sunacaktır: Bu alternatif başlangıç hızınızın negatif olması gerektiği, yani kekleri toprağa tersine doğru fırlatmanız tavsiyesinde bulunacaktır. Bu çözüm *matematiksel* olarak doğrudur, ama fiziksel olarak değil. Matematiksel yaklaşım, sistemin fiziksel sınırlamalarını hesaba katmayan (keklerin toprağın içinden geçip gidemeyeceği) bir model kullandığı için bu sonuca ulaşır. Ayrıca bütün bu kavram gökyüzünü çikolatalı keklerle doldurmanın can güvenliği açısından taşıdığı sıkıntıları da görmezden gelir, ama şu an için ilgilendiğimiz konu fizik.

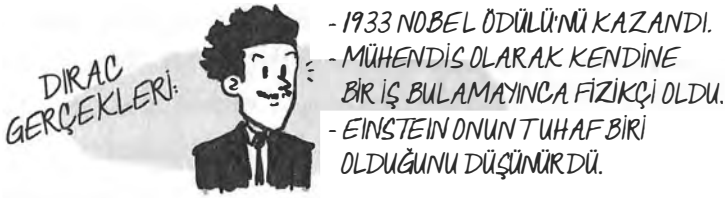


Başarısızlığa mahkûm olan kek dağıtım fikrinde olduğu gibi bazı durumlarda bir çözüm gerçek ve işe yararken, diğeri görmezden gelinmelidir. Fizikçiler buna alışkındır ve evren konusunda bizi bir kavrayışa götürmeyen matematiksel yapay olguları, bir başka deyişle fiziksel olmayan çözümleri sıklıkla bir kenara iterler.

Dikkatli olun siz kendini beğenmiş fizikçiler (ve kek girişimcileri), çünkü buradaki bazı yapay olguların gerçek olma ve Nobel ödülünün de pusuda bekleme ihtimali vardır. Bu bölümde, bir negatif çözümün, bizi antiparçacıklar ve antimaddenin keşfine nasıl götürdüğünü ve onlara dair hangi soruların henüz cevaplanamadığını göreceğiz.

Ayna Parçacıklar

Antimadde ilk defa Paul Dirac'ın çok yüksek hızlarda hareket eden elektronların kuantum mekaniğini tariflemek için birtakım denklemler üzerinde çalışması esnasında gündeme gelmiştir.



Daha öncesinde fizikçiler tembel ve yavaş hareket eden elektronların kuantum mekaniğini tarif etmek için denklemler bulmuşlardı. Bu buluşlar, gerçeğin doğasına dair en temel seviyelerde bile yeni bir bakış açısı gerektirdiği için, 20. yüzyılın akıllara durgunluk veren kuantum mekaniği devrimlerinden biridir. Kuantum mekaniği, fizikçileri, gezegenimize dair en temel ve en basit varsayımlardan, örneğin, şeylerin aynı anda iki yerde birden olamayacağı veya aynı deneyi tıpatıp yenilediğimizde aynı sonucu almamız gerektiği gibi fikirlerden uzaklaşmaya zorlamıştır. *Bum.* İnsanın aklı başından gidiyor.

HER ŞEY BİR DALGADIR



Ama 20. yüzyılın ilk dönemlerindeki fizikçiler, evrene dair naif algılarımızla bir değil tam *iki kez* oynamışlardır. Kuantum mekaniğinin felsefi çılgınlıklarının en başında geleni, devrimsel bir fikir diye nitelendirilebileceğimiz görelilik teorisidir. Görelilik bize evrenin ışık hızının (10. bölümü hatırlayın) varlığı sebebiyle evrene dair uzun zamandır kabul ettiğimiz bazı teorilerden vazgeçmemiz gerektiğini göstermiştir. Örneğin, zamanın evrensel olduğu ve şeylerin oluş sırasının herkes için aynı olduğu fikri gibi.



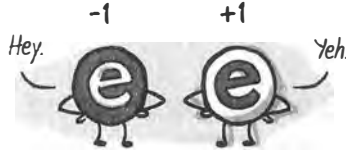
Dirac, sezgilerimize ters fizik olaylarını tanımlayan bu iki matematiksel çılgınlığa bakmış ve kendisine şu soruyu sormuştur: Bu iki durumu bir araya getirirsem ne olur? Eğer aradığı şey bir parça daha tuhafıksa bunu fazlasıyla bulduğunu söyleyebiliriz.

(Hayal gücüne dayanarak Dirac denklemi dediği) Bir denklem geliştirdi. Bu denklemle, kuantum mekaniği ve göreliliği de içine alacak şekilde yüksek hızda hareket eden elektronların davranışlarını tanımlamaya çalıştı. Denklemin akıllıca ve başarılı olduğunu söylemeliyiz, ayrıca küçük bir sorun dışında gayet tutarlıydı da.*

Dirac, denklemlerinin normal ve negatif yüklü elektronlar için gayet iyi işlediğini görür, ama bu denklemler ters elektrik yüküne sahip

* Kuantum mekaniğini özel görelilik ile birleştirdiğine dikkat edin. Bir başka deyişle düz uzay içerisindeki parçacıkların ışık hızına yakın hareket ettiklerini varsayar. Hâlbuki genel görelilik, uzayda hareket eden parçacıkların büyük kütleler tarafından deforme edildiği fikrini benimser. Bu, bilimciler için hâlâ bir bilmecedir.

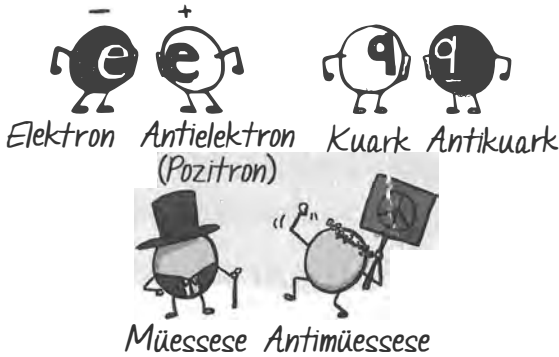
elektronlar için de geçerlidir.* Bir başka deyişle denklem, fizik kanunlarının pozitif yüklü elektronları için de geçerli olduğunu öne sürer. Dirac buna antielektron adını vermiştir. Antielektron birçok yönden elektrona benzemektedir, aynı kütleye sahiptir ve aynı kuantum özellikleriyle tarif edilir. Ama elektrik yükü diğerine göre terstir. Bu kafa karıştırıcıdır, çünkü o güne kadar böyle bir parçacık gözlemlenmemiştir.



Bazıları bunu matematiksel bir yapay olgu, görmezden gelinmesi gereken negatif bir çözüm olduğunu düşünüp gözardı edebilir. Ama Dirac meraklı bir adamdı. Ya bu durum matematiksel bir tuhaflıktan öte bir durumsa ve bir şekilde gerçeklikle bağı varsa? Sonuçta hangi fizik kanunu antielektron diye bir şey olamaz der ki? Bilindiği kadarıyla hiçbir.

Aslında Dirac denklemleri gözden geçirdikten sonra daha da ileri gitmiştir ve *bütün* parçacıkların karşıt bir parçacığa sahip olduklarını öne sürmüştür.

ANTİPARÇACIKLAR



* İşin daha da tuhafı, bu denklemler zamanda geriye giden normal ters yüklü elektronlar için de geçerlidir.

Böylece Dirac tamamıyla *yeni bir tür parçacık* öne sürerek, yeni bir parçacık tanımlamaktan çok daha farklı bir şey yapmıştır. Bu hafife alınacak bir fikir değildir. Yüzeysel olarak bakıldığında her parçacığın, filmlerde iyi yürekli kahramanların şeytani bir ikiz kardeşinin olması gibi, kendisinin tam tersi özelliklerde bir versiyona sahip olması fikri kulağa çılgınca gelir. Parçacıklar söz konusu olduğunda ikiz antiparçacığın sadece elektrik yükü farklı değildir, bunun yanı sıra zayıf ve şiddetli nükleer kuvvetler yükü de farklıdır. Bu bir film olsaydı durum şöyle olacaktı: İyi yürekli kahramanımız iri yarı, kilolu, esmer ve acı çikolata seviyorken, onun şeytani ikizi kısa boylu, zayıf, sarışın ve beyaz çikolata düşkünü olacaktı (gerçek bir kötü!).

Çılgınca bir fikir gibi gözükse de aynı zamanda doğrudur da. Hatta bilimciler, antiparçacıklara birkaç kez denk bile gelmişlerdir. Dirac'ın bu fikri öne sürmesinden kısa bir süre sonra, antielektronun (artık pozitron olarak adlandırılmakta) mevcudiyeti tespit edildi. Günümüzde, yüklü parçacıkların neredeyse hepsinin bir antiparçacığı olduğu belirlenmiştir. Antiparçacıklar, parçacık çarpışmalarında kolaylıkla üretilmektedir ve CERN laboratuvarlarında artık her sene birkaç pikogram antiparçacık üretilir. Uzaydan gelen kozmik ışınlar da bazen antiparçacıkları bünyesinde barındırabilmekte veya atmosferle çarpıştıklarında kısa süreli antiparçacıkların ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir.

Antiparçacıklar, fizik bilimi içinde en küçük ölçekte bulabileceğimiz simetrilere iyi bir örnektir. Parçacık/antiparçacık çiftini birbirinden bağımsız iki parçacık yerine, bir madalyonun iki yüzü gibi düşünmek gerekir. Bunun yanı sıra parçacıkların kopyalarının, evrenin düzeninde başka biçimlerde de var olduğunu hatırlatmak isteriz: her madde parçacığının kendisinden daha ağır iki kuzeni daha vardır. Örneğin, elektronun kuzenleri müon ve tau parçacıklarıdır ve neredeyse özdeş kuantum özelliklerine sahiptirler (aynı yük ve spin), ama kütesizdirler. Yani elektron iki şekilde kopyalanır, kendinden daha ağır kuzenleri ve bir de antiparçacığı vardır. Tabii ağır kuzenlerinin de *kendi* antiparçacıkları vardır.

Olay burada bitmiyor! Süpersimetri adındaki doğruluğu kanıtlanmamış bir başka teori, her parçacığın bir tür aynası olduğunu, orijinal parçacığa çok benzese de (aynı yüklü ve belki de aynı kütleli), farklı kuantum spinine sahip bir süperparçacığı bulunduğunu öne sürer. Buna göre evren, parçacık örüntülerini farklı çeşitlerde kopyalayan ve deforme eden aynalarla doludur.



“FİZİK: ESASLARA EĞLENCE KATAR.”

Ama her yeni parçacık yeni soruların sorulmasına yol açar, neden parçacıkların şeytani ikizleri var?* Ve neden bunlardan daha fazlasını günlük hayatımızda göremiyoruz?

Antiparçacık Yok Oluşu

Tıpkı bilimkurgu türünde olduğu gibi antimadde konusunda da bazı yanlış anlamalar ortaya çıkabilir. Örneğin, bir parçacığın kendi antiparçacığı ile temas ettiğinde patlayacağını duymuş olabilirsiniz. Kulağa son derece komik geliyor, öyle değil mi?

Bu defa söylenenler doğru.

* Televizyonda reyting patlamasına sebep olan ikizlerden bahsetmiyoruz.



Bir parçacık, antiparçacık ikiziyle karşılaştığında kucaklaşıp hasret gidermekten çok daha fazlasını yapar: *ikisi de birbirini tamamıyla imha eder*. İki parça da ortadan kaybolur ve kütleleri, foton veya gluon gibi yüksek enerjili kuvvet taşıyan parçacıklara dönüşür. İşte *yok oluş* dediğimiz de budur. Orijinal parçacıklardan hiçbir iz kalmaz. Bu sadece elektronlar ve pozitronlarla olmaz, kuarklar antikuarklarla veya müonlar antimüonlarla karşılaştığında da olur. Bir parçacığı ve onun şeytani ikiz kardeşini bir araya getirdiğinizde dozu yüksek bir dramaya ve bunun yanı sıra bir enerji patlamasına hazır olmalısınız. Yani, bilimkurgularda antiparçacıklara dair bahsedilen bu çılgın özellik gerçektir!

Bu çok önemlidir, çünkü kütlenin içinde depolanmış çok fazla enerji vardır. Albert Einstein'ın meşhur teorisinin de belirttiği gibi kütle ve enerji, $E = mc^2$ denklemiyle birbirlerine bağlıdır. Bu denklemde, hâlihazırda saniyede 300 milyon metre olan ışık hızının, yani " c " nin *karesinin* alındığına dikkatinizi çekmek isteriz: Bu bize, kütlenin ne kadar fazla enerji taşıdığını gösterir. Açık söylemek gerekirse, bir gramlık antiparçacık bir gramlık normal parçacıkla birleştiğinde ortaya kırk kilotondan daha fazla bir kuvvet çıkar, bu da İkinci Dünya Savaşı esnasında Amerika tarafından atılan bütün nükleer bombaların yarattığından iki kat daha şiddetli bir enerji seviyesi demektir. Normal bir kuru üzüm, yaklaşık olarak bir gram ağırlığındadır, yani bir kuru üzüm artı bir anti kuru üzüm, alın size bir kitle imha silahı.

Yok oluş kavramı tuhaf gelebilir, ne de olsa objelerin enerji ışınlarına dönüşmesi gündelik hayatta her gün görebileceğiniz bir şey değil.* Peki, iki şeyin yok olması ne demektir? İki şey birbirlerine yaklaşır, ardından birbirlerine dokunur ve *bum*, birden saf enerjiye mi dönüşür?

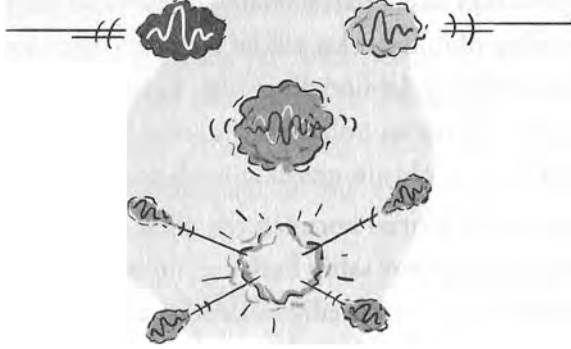


KURUYEMİŞ ÇOK TEHLİKELİ OLABİLİR

Öncelikli olarak hatırlamamız gereken şey bu parçacıkların küçük, minik küreler değil kuantum mekaniği objeleri olduklarıdır. Parçacıkları daha iyi anlayabilmek için onları bazen minik küreler olarak düşünebilir bazen de zihnimizde kuantum dalga fonksiyonunu canlandırmaya çalışabiliriz, ama her ikisi de tuhaf, hatta yakışsızdır. Tıpkı her yıl geleneksel aile pikniğinde gördüğünüz dayınız gibi. Hangisi olduğunu biliyorsunuz.

İki parçacık yeteri kadar yakınlaştıklarında aslında birbirlerine dokunmazlar, çünkü bildiğimiz anlamda yüzeylere sahip değildirler. Bunun yerine, kuantum mekaniksel özelliklerinin iç içe geçip kaynaştığını ve iki parçacığın başka tür bir enerji (çoğunlukla foton) oluşturmak üzere ortadan kaybolduklarını düşünebilirsiniz. Bu enerjiden, kaynaşmanın şiddetine bağlı olarak başka tür parçalar da yaratılabilir. Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın içinde yapılmakta olan şey tam olarak budur: Sıradan günlük parçacıklardan yeni tür parçacıklar yaratmaya çalışmak.

* Alev dışında, o da depolanmış enerjinin kimyasal bir dönüşüm sonrası ışığa dönüşmesidir.



KAYNAŞAN PARÇACIKLAR

Bu, şu anlama gelir: Bütün parçacık etkileşimleri bir anlamda, orijinal parçacıkların yeni parçacıklar oluşturmak üzere yok oluşuyla sonuçlanır. Parçacık ve antiparçacığa dair farklı olan şey, birbirlerinin ayna versiyonları olmaları, yani zıt yüklere sahip olmalarıdır. Bu, onların birbirlerine çekilmelerine sebebiyet verir ve bu yüzden de kaynaşmaya diğer parçacıklara oranla çok daha fazla eğilimlidir. Aynı zamanda birbirlerini kusursuz biçimde tamamlarlar, yani foton gibi daha nötr bir şeyi oluşturacak şekilde yok olurlar.

Akılda tutmamız gereken diğer bir şeyse, parçacıkların etkileşime girdiğinde (ya da örneğimizde olduğu gibi kaynaştıklarında) belirli bazı şeylerin *korunduğudur*. Örneğin, gözlemlerimize göre elektrik yükleri hiç yoktan yaratılmazlar ve hiçbir zaman da yok edilemezler. Yani parçacıkların, kaynaşmadan önceki ve sonraki elektrik yükleri aynı olmalıdır. Neden? Bilmiyoruz. Bu kuralların nedenini de bilmiyoruz. Tek yapabildiğimiz ortaya deneylerle çıkanları gözlemleyip teorilerimizle birleştirmek.

Bir elektron ve onun antiparçacığı olan pozitron birbirlerine yaklaştıklarında zıt yükleri (-1 ve +1) aralarındaki çekim kuvvetini artırır. Bir kez kaynaştıklarında da zıt yükleri kusursuz biçimde birbirlerini sıfırlar

ve varlıklarına dair bütün izleri silerek fotonun ortaya çıkmasına sebep olur. Bunu, herhangi başka parçacıklarla, diyelim iki elektronla yapmaya kalksaydınız sahip oldukları eksi yükler birbirini iteceklerdi. Ve bu itişin bir şekilde üstesinden gelebilseydiniz bile, kaynaşma sonrası korunması gereken eksi yük (-2) mevcut olacaktı. Bu, nötr bir foton oluşturmak için tam anlamıyla bir yok oluşun gerçekleşmediği anlamına gelecekti.

Ayrıca, kaynaşma sonrası korunan tek şeyin elektrik yükü olmadığını da gözlemledik. Zıt yüklere sahip herhangi iki parçacığın birbirlerini yok edip edemeyeceklerini merak ediyor olabilirsiniz (örneğin; -1 yüklü bir elektronla +1 yüklü bir antimüon). Ama bunun cevabı hayırdır. Anlaşılan o ki evrende, parçacıkların kaynaşmasına dair bir başka kural daha söz konusudur: “Elektronluğun” ve “müonluğun” korunması gereklidir. Bir elektronu elektron dışında bir parçacıkla yok edemezsiniz. Bunu sadece kendi antiparçacığıyla (pozitronla) yapabilirsiniz.* Aynı şey elektronun tüm diğer kuzenleri, müonlar ve taular için de geçerlidir.

YOK OLUŞ ESNASINDA KORUNAN NİCELİKLER



Hepsi bu kadarla da kalmıyor, korunan niceliklere dair dolu bir liste vardır (üç kuarktan oluşan parçacıkların korunması veya “üç-kuarklılık” gibi). Bu bilgiler, hangi parçacık etkileşimlerinin gerçekleşip hangilerinin gerçekleşmediğine dair yapılan gözlemlerden kaynaklanır.” Bu kurallar,

* Ya da elektron nötrinoyla; onun da elektronluk özelliği vardır. Bir elektron artı bir antielektron nötrino, bir W bozonu ortaya çıkarabilirler.

** Protonlar ve nötronlar gibi üç kuarklı parçacıklara baryon denir, bu yüzden “üç-kuarklılık” terimine çoğunlukla “baryon sayısı” dendiği de olur.

mutlak yok oluşu parçacık/antiparçacık kaynaşması çerçevesinde sınırlandırmış gibi gözükür.

Evrende neden tuhaf kurallar var? Bilmiyoruz. Belki bir gün, bütün bu kuralların parçacıklara ait çok daha basit bir teorenin doğal sonuçları olduğunu ispatlayabileceğiz. Ama şimdilik tek bildiğimiz, antiparçacıkların, evrenin temel kurallarına dair önemli ipuçları barındırdıklarıdır.

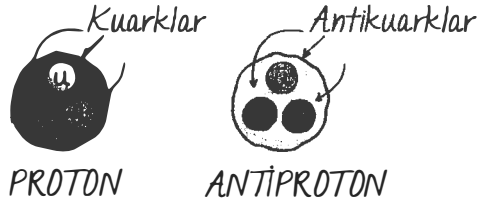
Anti-Siz

Demek ki antiparçacıklar, parçacıkların tuhaf, karanlık ikizleridir ve bir araya geldiklerinde, ölümüne çarpışan dövüş sanatları ustaları gibi birbirlerini yok ederler. İster inanın ister inanmayın, işler bu noktadan sonra daha da tuhaflaşacak.

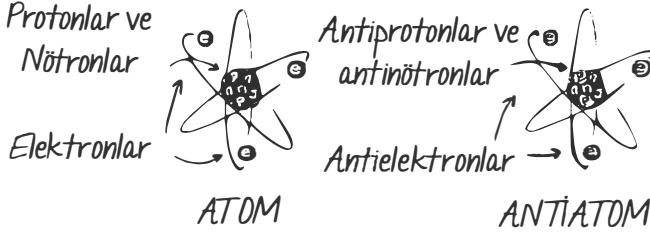
Antiparçacıklar da tıpkı normal parçacıklara benzer

şekilde nötronlar ve protonlar gibi daha karmaşık parçacıkların anti-versiyonlarını oluşturmak üzere birleşebilir. Örneğin, iki anti-aşağı kuarkı bir anti-yukarı kuark ile birleştirerek bir antinötron oluşturabilirsiniz. Sonuçta ortaya çıkan antinötron elektriksel olarak (aynı nötron gibi) hâlâ nötr kalır, ama içeriği antiparçacıklardan oluşur. Aynı şekilde iki anti-yukarı kuark ve bir anti-aşağı kuarkı birleştirerek de bir antiproton elde edebiliriz. Bir antiproton da proton gibidir, ama tek farkla: antiparçacıklardan oluştuğu için eksi yüke sahiptir.

Çok daha ilginç olan kısım, bir kez antielektronlara, antiprotonlara ve antinötronlara sahip oldunuz mu teorik olarak antiatomları da üretmenizin mümkün olması gereğidir! Pozitif elektron ve negatif proton, yükleri ters olsa da aynı şekilde davranırlar. Eğer bir antielektronla an-



tiprotonu alırsanız, antielektron antiprotonun etrafında dönecektir ve sonuç olarak antihidrojen elde etmiş olursunuz!



Teorik olarak, yeteri kadar antiparçacığı bir araya getirdiğinizde “anti-her şey” yapabilirsiniz. Örneğin, iki antihidrojeni bir antioksijen ile birleştirerek anti-H₂O ya da *antisu* elde edebilirsiniz. Antisu aynen normal su gibi görünecek, tepki verecek ve davranacaktır, tek farkla, eğer içerseniz etrafa büyük bir ışık saçarak patlayabilirsiniz. Kabul etmek gerekir ki bu, epey anti-rahatlatıcı bir durumdur.



SU



ANTI-SU

Başlamışken durmak olmaz. Eğer antisu yapabiliyorsak, teorik olarak herhangi bir atomun veya molekülün anti-versiyonunu yapmamız mümkündür. Hatta belki antikimya, antiproteinler veya anti-DNA bile üretilebilir.

Tamamıyla bambaşka bir Dünya'nın veya antiparçacıklardan meydana gelmesi dışında tıpatıp size benzeyen başka bir sizin mevcut olması da ihtimal dahilindedir. Bu antikişi antiarabasını sürüp antievinde yaşayabilir ve hatta antikâğıttan üretilmiş bu kitabın, bu sefer gerçekten de komik esprilerle yazıldığı anti-versiyonunu okuyabilir.*



KİTAP



ANTI-KİTAP

Aslında, bildiğimiz türde maddeye dair temel anlamda “maddesel” bir şey yoktur veya tam tersi, antimadde için “antimaddesel” bir şey yoktur. Eğer

* Ayrıca bu kitap, negatif sayılarla numaralandırılmış dipnotlarla dolu olacaktır.

şartlar tersine çevrilseydi ve biz de bir şekilde antiparçacık denilen şeylerden meydana gelmiş olsaydık, o zaman söz konusu antiparçacıkları “madde” ve normal olanlarını da bu sefer “antimadde” olarak tanımlayacaktık, çünkü sonuç olarak bütün bu tanımlamalar keyfekederdir. Başka bir deyişle, belki de şeytani ikizler aslında biziz! (Fonda şok edici bir müzik çalın.) Bu gerçekten de sürpriz bir final olmaz mıydı?

Elbette antiparçacıklar ve antimaddeye dair bütün bu konuşmalar tek bir soruyu akla getirir: bütün bu antimadde nerede?

Antimaddenin Sırları

Antiparçacıkların var olduklarını biliyoruz ve Dirac’ın formülü de yüksek hızlardaki davranışlarını açıklamada çok işimize yarıyor. Ama bu, onları tamamıyla anlayabildiğimiz anlamına da gelmez. Aslında bu konuya dair cevaptan çok soru vardır.



Örneğin, antiparçacıklar neden var? Parçacıklara dair modern teorilerimiz sonucu varlıkları ispatlanmış gözüküyor ama onların çok daha farklı versiyonlarının da bulunabileceği başka teorilerin olabileceğini unutmamalıyız (alçak üzüzler veya gaddar dördüzler gibi).

Başka sorular da mevcut: antiparçacıklar normal parçacıkların tam tersi midir yoksa davranış ve yapı gereği, ayrıca tat ve çikolata

tercihlerinde ufak farklılıklar var mıdır? Antiparçacıklar, kütle çekimini normal parçacıklar gibi mi, yoksa *tersine* mi hissederler?

Ama bu soruların en büyüğü en basit olanıdır: Dünya neden antimaddeden değil de maddeden meydana gelir?

Eğer bir parça negatiflikle baş edebilirim diyorsanız, bu sırlara dair daha fazla şey öğrenmek için lütfen okumaya devam edin.

Neden Antievren Değil de Evren?



Madde ve antimadde arasında çok büyük, çok önemli ve çok belirgin bir fark vardır, madde her yeredir ama antimadde neredeyse hiçbir yerde bulunmaz. Göründüğü kadarıyla evren, antimaddeden çok daha fazla maddeye sahiptir.

Eğer madde ve antimadde birbirlerine denk ama zıt versiyonlarıysa o zaman Büyük Patlama sonrasında aynı miktarda parçacık ve antiparçacığın ortaya çıkmış olmasını bekleriz. Ama bu senaryonun bir anlığına da olsa gerçeğe dönüştüğünü ve bizi nerelere götürebileceğini hayal etmeye çalışın: var olan her normal parçacık için bir antiparçacık mevcut olsaydı, eninde sonunda bu parçacıklar birbirlerini bulup yok ederler ve evrendeki bütün madde de fotonlara dönüşürdü. Hayatta olduğunuza ve bu kitabı okuduğunuza göre, bunun şu ana kadar gerçekleşmediğini biliyoruz.* Bu sebeple, ikisi arasında maddeden yana bir tercih olması mantıklı gözüküyor.

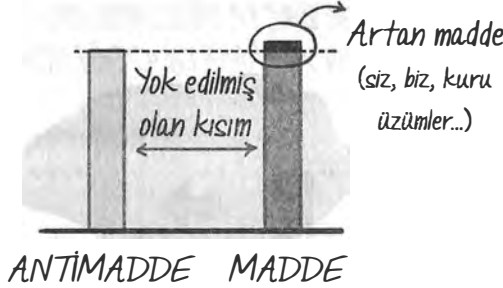
Bu eşitsizliği açıklamak için (en az) iki adet olasılık vardır:

* Harikasınız, ama *o kadar da* değil.

Olasılık 1:

Büyük Patlama esnasında antimaddeden daha fazla madde yaratımı olmuştur. Madde ve antimaddenin büyük çoğunluğu birbirlerini yok ederek unutuluşun sonsuzluğunda kaybolurken geriye kalan az miktardaki madde parçacıkları da bugün bildiğimiz haliyle galaksilerin, yıldızların, çikolatalı keklerin ve karanlık maddenin yaratılmasında kullanılmıştır.

OLASILIK 1: HER ŞEYİN BAŞLANGIÇINDA ÇOK AZ BİR DENGESİZLİK VARDI



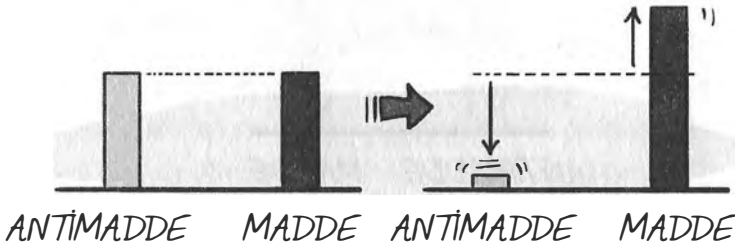
Bu olasılık bugünkü durumu açıklar ama temel kavrama dair bir varsayımda da bulunur. “Bildiğimiz evren neden antimaddeden değil de, maddeden meydana gelmiştir?” sorusunu alıp, “Başlangıçta evrende neden antimaddeden daha fazla madde vardır?” sorusuna dönüştürür. Ne yazık ki her iki soruyu da nasıl cevaplayacağımızı henüz bilmiyoruz. (Buna ek olarak, madde ve antimaddenin ilk yaratılırkenki eşitsizliği, evrenin ilk zamanlarına dair geliştirilen modern teorilerin çoğunluğuna uymaz.)

Olasılık 2:

Büyük Patlama esnasında eşit miktarda madde ve antimadde yaratılmış, ama parçacıkların kendi doğalarından kaynaklanan bir sebep yüzünden ortada antimaddeden daha fazla madde kalmıştır.

Antimaddeyi maddeye oranla daha hızlı yok eden veya antimaddeden daha fazla madde yaratan birtakım fiziksel reaksiyonların olması halinde bu olasılık mümkündür. Parçacıklar sürekli olarak yaratılıp yok edildikleri için bu sürece dair küçük bir farklılık bile sonuca baktığınızda çok büyük bir dengesizliğe yol açabilir.*

OLASILIK 2: İLK BAŞTA MİKTARLAR EŞİT Tİ AMA ZAMANLA BÜTÜN ANTIMADDE ORTADAN KAYBOLDU.



İkinci olasılık ümit verici gibi gözükür. Ama evrenin, antimaddeden ziyade normal maddeyi yaratmak ve korumak gibi bir içsel tercihinin olması mümkün müdür? Fizik kurallarının büyük çoğunluğu tamamıyla simetriktir. Bilindiği kadarıyla antiparçacıklar, normal parçacıkların yapabildiği her şeyin anti-versiyonunu yapabilirler. Örneğin, bir nötron

* Evren hiçbir zaman izin kullanmaz.

** Madde/antimadde yaratımı ve yok oluşuna dair herhangi bir asimetrinin, en az Büyük Patlama esnasında yaratılmış olan madde ve antimadde miktarlarındaki asimetri kadar tuhaf olduğunu düşünüyorsanız haklısınız. Ama ilk durum söz konusu olsaydı bunu günümüzde inceleyip test etme imkânımız da olurdu.

bir protona, bir elektrona ve bir antinötrinoya çözünebilir (buna nükleer beta çözünmesi adı verilir ve sıklıkla karşılaşılan bir süreçtir). Aynı şekilde bir antinötron da bir antiprotona, bir antielektrona ve nötrinoya çözünebilir.

Belki de bu çok küçük bir tercihtir. Fizikçiler, parçacıkların yaratılışını ve yok edilmesini incelerken onların madde ve antimadde versiyonları arasındaki küçük dengesizlikleri bulmaya çalışırlar. Ne yazık ki, belirli miktarda bir eşitsizliğe dair bir kanıtımız olsa bile, günümüzde mevcut olan devasa dengesizliğin yanına bile yaklaşamaz.



Bu sebeple evrenin, antimaddeden ziyade madde yönündeki tercihini açıklayan başka bir sebep olmalıdır. Bu sebep her neyse, daha en başında neden iki farklı parçacık olduğunun sebebine dair ipuçları da verebilir. Ama şimdilik, buna dair hiçbir fikrimiz yok.

Belki de Antimadde Başka Bir Yerdedir

Belki de her şeyi yanlış kurguluyoruz. Ya evrende eşit miktarda madde ve antimadde *mevcutsa*, ama farklı bölgelere dağılmışsa? Dünya ve onun komşusu olan her şey kesinlikle maddeden meydana gelmiştir. Ama ya antimaddeden yapılmış *başka* komşularımız da varsa?

Madde ve antimadde birbirlerine o kadar çok benzer ki çok uzaklardaki bir yıldızın sadece bize ulaşan ışığına bakarak onun maddeden mi, yoksa antimaddeden mi yapıldığını söyleyebilmek zordur. Her iki tür yıldız da aynı nükleer reaksiyonlara sahip olacak ve aynı miktarda enerjilere sahip aynı foton üretiminde bulunacaklardır.



Bu sebeple gelin, bize daha yakın örnekleri inceleyelim. Dünya'da kayda değer miktarda antimadde bulunmadığını biliyoruz, çünkü Dünya maddeden yapılmıştır ve üzerinde mevcut olabilecek herhangi bir antimadde buna patlamayla tepki verecektir. Bir adım daha ileri gidelim: Dünya'nın yakınlarında, uzayda, antimaddenin bulunduğu büyük alanlar olabilir mi? Güneş sistemindeki gezegenlerden biri antimaddeden meydana gelmiş olabilir mi?

Kesinlikle hayır! Madde ve antimaddenin birbirlerine yaklaştıklarında neler olduğunu hatırlayın: Akrabalarınızla yaptığınız siyaset tartışmalarından çok daha şiddetli olacaktır. Örneğin, Ay antimaddeden yapılmış olsaydı, her meteor çarpışmasında devasa patlamalar ve dev ışık parlamaları meydana gelirdi. Kuru üzüm büyüklüğünde bir meteor parçası bile bir atomik infilak kadar şiddetli patlamalara sebep olabilirdi. Ve bildiğiniz gibi hem Dünya hem de Ay sürekli olarak irili ufaklı madde meteorları tarafından bombalanmaktadır, en azından Ay'ın antipeynir-den yapılmadığını biliyoruz.

Aynı iddia, Güneş sistemimizdeki Mars ve diğer gezegenler için de geçerlidir. Eğer Mars antimaddeden meydana gelmiş olsaydı sürekli olarak patlayan fotonları görmemiz gerekirdi. Aslında, normal maddenin yakınlarında kayda değer oranda bir antimadde yoğunlaşması söz konusu olsaydı, bu ikisinin sınırlandığı yerde mütemadi yok oluşlara ve foton yayılımına şahit olmamız gerekirdi. Kendi sınırlarımız için-

de böyle bir duruma şahit olmadık, sonuç olarak Güneş sistemimizin tamamıyla normal maddeden yapıldığını rahatlıkla söyleyebiliriz.

Ayrıca Güneş sistemimizi araştırmak amacıyla normal maddeden yapılmış (insanlar da dahil) bir sürü objeyi uzaya gönderdiğimizizi ve bugüne kadar hiçbirinin şiddetli ışık patlamalarıyla yok olmadıklarını unutmamalıyız.*



*ETRAFIMIZDA DEVA SA PATLAMALAR GÖRMÜYÖR OLUŞUMUZ,
ETRAFIMIZDA DEVA SA ANTİMADDE BÖLGELERİNİN
BULUNMADIĞINIIN KANITIDIR.*

Gökbilimciler işi, galaksimizde antimaddeden yapılmış başka Güneş sistemlerini araştırarak kadar ileriye götürmüşlerdir. Ancak bugüne kadar, madde ve antimadde bölgelerinin kesişimlerinde olması gerektiği varsayılan parlak foton ışıklarına rastlanmamıştır. Hatta antimaddeden meydana gelmiş galaksilerin bile var olabileceği hesaba katılmıştır. Ama bu gerçek olsaydı, aynı şekilde maddeden oluşan galaksilerle antimaddeden oluşan galaksiler arasında da parçacıkların yok oluşlarından ortaya çıkacak foton ışıklarına rastlamamız gerekirdi. Günümüzde gökbilimcilerin yapabildiği gözlemler sayesinde, içinde bulunduğumuz galaksiler kümesinin tamamıyla maddeden yapıldığını güvenle söyleyebiliriz.

Doğrudan yapabildiğimiz gözlemlerimiz şu ana kadar bunlardır. Daha fazlası için belirgin bir şey söylemek mümkün değildir, çünkü

* En azından şimdilik.

galaksi kümeleri arasındaki açıklıklar, madde ve antimadde etkileşimine dair herhangi bir sonuç alınmasını zorlaştıracak derecede büyüktür.

Buna rağmen, evrenimizin geri kalanı da maddeden meydana gelmiş gibi gözükmektedir. Madde ve antimadde galaksi kümelerinden meydana gelmiş bir evren, maddenin ve antimaddenin, evrenin dört bir tarafına dağılmasını gerektirirdi ki ve bu başka birçok soruya yol açardı.

Özetlemek gerekirse, gözlemleyebildiğimiz evrenin içerisinde büyük oranda antimadde olduğuna dair herhangi bir kanıt rastlanmamıştır. Bu sebeple neden sadece maddeyi görebildiğimiz, ama antimaddeyi göremediğimiz sorusunun cevabı hâlâ açıktadır.



Nötr Maddeler

Her parçacığın bir antiparçacığı var mıdır? Bildiğimiz kadarıyla elektrik yüküne sahip olan her parçacığın belirli bir antiparçacığı vardır. Ama iş nötr parçacıklara geldiğinde cevap o kadar da basit değildir.

Örneğin, fotonun (yüksüzdür) bilinen hiçbir anti-versiyonu yoktur. Bazıları fotonun kendi kendisinin antiparçacığı olduğunu öne sürer, bu da soruyu cevaplamaktan ziyade sorudan kaçmaya benzer. (Kendi kendinizin en iyi arkadaşı olmanız, hiç arkadaşınız olmadığı anlamına mı gelir?) Aynı şey Z bozonu ve gluon için de geçerlidir. Bütün bunların kuvvet taşıyıcı parçacıklar olduğunu fark etmişsinizdir, ama kuvvet taşımalarına rağmen

W parçacıklarının da antiparçacıkları vardır. Neden bazı parçacıkların antiparçacıkları vardır ve neden bazılarının yoktur? Hiçbir fikrimiz yok.

Fizikçiler büyük olasılıkla (sıfır elektrik yüküne sahip) nötrinin, (hiperyük olarak da adlandırılan) zayıf nükleer kuvvetle ilişkili zıt yüklere sahip bir antiparçacığı bulunduğuna inanır. Ama nötrinolar incelenmesi zor, gizemli ve küçük parçacıklardır, bu sebeple nötrinin aynı zamanda kendi kendisinin antiparçacığı olması da bir ihtimaldir.

BEN, ANTI-BENİM.



*FOTONLARIN EN BÜYÜK
DÜŞMANLARI KENDİLERİDİR.*

Antimaddeyi Nasıl İnceleyebiliriz?

Antiparçacıklardan antiobjeler yapabilme ihtimalinin olduğunu düşünmek etkileyicidir. Bu durum büyüleyici olduğu kadar öğreticidir de, çünkü bu sayede antimaddenin normal maddeden ne anlamda farklı olduğunu öğrenebiliriz ve bu da bize antimaddenin var oluşunun nedenini açıklayabilir.

Ne yazık ki (antiparçacıklardan meydana gelen) antiobjelerle deneyler yapmak son derece zordur.

Normal bir madde parçacığıyla temas ettiğinde kekinizin patlamaması için ne kadar endişe ettiğinizi düşünersek, normal maddeden objeler yapmanın bile son derece zor olduğunu görebiliriz (bir çikolatalı kek yapabilmek için 10^{25} protona, 10^{25} elektrona ve bol miktarda ilgiye ihtiyaç var).

Antimadde söz konusu olduğunda bilimciler, son zamanlarda laboratuvar koşulları içinde antiproton, antielektron yaratıp bu ikisinden de antihidrojen üretebilmişlerdir ve 2010 senesinde de bunlardan birkaç

yüz atom oluşturmayı ve yaklaşık olarak yirmi dakikalık bir süre* boyunca muhafaza etmeyi başaramışlardır. Bu, teknik anlamda büyüleyicidir ama yine de antimaddeye dair bütün sorularımızı cevaplamaya yetmez. Küçük miktarda hidrojen atomlarına birkaç dakikalığına bakıp, evrene dair ne kadar da az şey öğrenebileceğimizi hayal etmeye çalışın.

Gerçekten de büyük bir ilerleme kaydettiğimiz doğrudur, ama antimadde üretimi ve güvenli bir şekilde korunması konusunda daha iyiye gitmediğimiz sürece çok fazla bir şey öğrenemeyeceğimiz de bellidir. CERN laboratuvarlarında yıllık olarak sadece birkaç pikogram antimadde üretilmektedir, yani günümüz teknolojisiyle bir kuru üzümün yarısı kadar antimaddeyi üretebilmek için bile milyonlarca yıla ihtiyacımız var demektir. Bunu yapabildiğimizi varsayarsak bile, bir tür elektromanyetik alan vasıtasıyla teması önleyebilecek muhafaza ortamları icat etmemiz gerekecektir.

HEPSİ PEYNİRDEN ÜRETİLMİŞ!



Tuhaf Maddeler

Antimadde hakkında emin olduğumuz *birkaç* şey var. Onun var olduğunu, maddenin zıt yüküne sahip olduğunu ve madde ile temasa

* Akademik zamanlamaya göre bu, bir kahve molası kadardır.

geçtiğinde de yok olup ışığa dönüştüğünü biliyoruz. Tamamıyla bilgisiz olduğumuz söylenemez.

Ama yine de bildiklerimiz *bilmediklerimizin* yanında gölgede kalıyor. Öncelikle, antimaddenin var olma sebebini bilmiyoruz. O, maddenin organize olma şekline dair bir ipucu mudur? Başka madde formları olabilir mi? Madde ile antimadde arasında bir simetri varmış gibi gözükse de evrenin tercihinin maddeden yana olduğu çok açıktır.

Bütün bu sorular sizi antimadde konusunda endişelere itebilir. Ona dokunmak istemediğimiz çok açıktır, ama ondan öğrenebileceğimiz onca şeyi de bir düşünün.

Örneğin, hâlâ cevaplanmamış derin sorulardan biri şudur: antiparçacıklar kütle çekimini normal madde parçacıkları gibi mi hisseder?



Antimadde var olsa da ve güncel teorilere göre kütle çekimini normal madde gibi hissetse bile, bu temel soruyu cevaplamaya yetecek miktarda antimaddeyi gözlemlemeyi henüz başaramadık. Kütle çekimi o kadar zayıf bir kuvvet ki onu ölçebilmek için çok büyük miktarlarda parçacığa ihtiyaç vardır. Fakat antimadde öyle ender bulunur ve öyle dengesizdir ki kütle çekimsel deneyler yapmak neredeyse imkânsızdır.

Peki, ama ya gerçekten de antimadde kütle çekimini normal maddeden daha farklı hissediyorsa? Antiparçacıkları tanımlayan ana unsur, elektromanyetik, zayıf ve şiddetli kuvvet yüklerinin tersine çevrilme-

siyle ortaya çıkmalarıdır. Antimadde parçacıklarının “kütle çekiminin yükünün” de tersine dönmesi mümkün olabilir mi? Antimadde, kütle çekimini *ters* yönde hissediyor olabilir mi? Bu gerçek olsaydı neler olabileceğini ve bir şekilde antimadde ürettikten sonra onların “anti kütle çekimsel” özellikleriyle neler yapabileceğimizi bir düşünün! Çocukken hep hayalini kurduğunuz o uçan arabalar ve spor ayakkabıları artık gerçek olabilir!

Bunu başarabilirsek şayet, ismini antimaddeden “harikamaddeye” dönüştürmek isteyebiliriz.



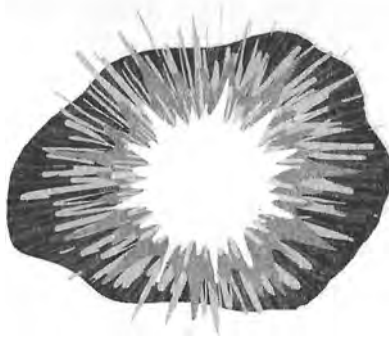
ANTI-YERÇEKİMSEL BOTLARIM OLDUĞU SÜRECE
MATEMATİĞE NEDEN İHTİYACIM OLSUN Kİ?

13. Bölüme Ne Oldu?

Hiçbir fikrimiz yok.

14. *Büyük Patlama Esnasında Ne Oldu?*

Ve Ondan Önce Ne Vardı?



Biri esrarengiz şartlar altında doğduğunuzu söyleseydi, bu sizde merak uyandırmaz mıydı? Birdenbire dünyaya bir bebek olarak geldiğinizi ve hiç kimsenin de sizin bir test tüpünde mi büyüdüğünüzü, yoksa bir fabrikada mı yaratıldığınızı ya da uzaylılar tarafından mı getirildiğinizi bilmiyor olsaydı, bu durumu son derece ürkütücü bulmaz mıydınız?

Nereden geldiğinizi ve nasıl oluştuğunuzu bilmek, kimliğinizin tamamlayıcı bir parçasıdır. Birinin hamile kalıp sizi doğurduğu fikri zihninizde mevcudiyetini rahatça korurken, aynı zamanda sizin mevcudiyetiniz ve daha büyük bir şeylerin parçası olmanız da size garanti verir.

Ama evren için durum böyle değildir.

Evrenimiz yaklaşık olarak 14 milyar yıl önce oluşmuştur (bunu nereden bildiğimiz hakkında daha sonra konuşacağız) ve bu oluşumun esrarengiz şartlar altında gerçekleştiğini söylemek de büyük ihtimalle durumun en hafif tabiri olacaktır. Bilimciler evrenin oluşumunun, yani Büyük Patlama adı verilen devasa patlamanın hemen *ardından* neler olduğunu bildiklerini düşünürler, ama gerçek doğuma dair çok az bilgileri vardır: ona ne sebep olmuştur ve (eğer varsa) ondan önce ne vardır?

Bu bölümde, bu olağandışı olaya dair hem tüm bildiklerimiz hem de bilmediklerimiz hakkında konuşacağız. Küçük bir ipucu: büyük ihtimalle evren, bir test tüpünde meydana gelmemiştir.

Büyük Patlamaya Dair Herhangi Bir Şeyi Nasıl Bilebiliriz?

Böyle durumlarda bilimin sınırlarını hatırlamak faydalıdır. Farklı türde birçok sorunun cevabını bulabilmek için bilim son derece yararlı bir araçtır, ama onun da kendine göre sınırları vardır. Bilimsel teorilerin öncelikle deneylerle kanıtlanabilen *test edilebilir tahminlerde* bulunması gerekir. Örneğin, kedinizin davranışlarına dair bir teoriniz varsa bunu kedinize oyuncak tabanca ile ateş edip tepkisini ölçerek test edebilirsiniz.



BİLİM: HER ŞEY İÇİN FAYDALIDIR

Eğer bir teori deneylerle test edilemiyorsa, o zaman felsefe ve dinin, ya da tamamıyla varsayımların bölgesine girer. Örneğin, biri uzayın derinliklerinde bir yerde, bizim galaksimiz ve Andromeda Galaksisi arasında minik, pembe bir oyuncak kedi yavrusunun bulunduğunu öne sürebilir. Bu, somut ve fiziksel bir teoridir ama mevcut teknolojimiz bunu test etmek için yetersizdir. Bu sebeple şu an için bu, bilimsel bir teori değildir ve Uzak Kedisi teorisine inananlar da inanmaya devam etmelidir.



DERİN UZAY KEDİSİ HEPİMİZİ GÖZLÜYOR

Tarih süresince, bilimsel olmayandan bilimsel olana geçiş yapan bir sürü teori olmuştur. Maddenin küçük atomlardan meydana geldiği fikri, atomları gerçekten de gözlemleyebilecek teknolojiye sahip olmamızdan çok daha önce ortaya atılmıştır. Bunun gibi sorular, daha kuvvetli yeni aygıtlar üretip daha derin kavrayışlara ulaşabilmemiz sayesinde felsefi olmaktan çıkıp bilimsel dönüşmüşlerdir.

Büyük Patlama için de aynı durum söz konusudur.

Yakın bir zamana kadar, evrenin ilk oluşma süreçlerine dair fikir beyan etmek tamamıyla varsayımsal olarak kabul ediliyordu. Ne de olsa 14 milyar sene önce meydana gelmiş bir olayı nasıl inceleyebilirsiniz ki? Daha da önemlisi, teorilerinizi kanıtlamak için ne tür deneyler yapabilirsiniz? Bilimsel çıkarlar uğruna Büyük Patlama'yı tekrarlamamanın pek mümkün olmadığı da ortada.

Ne şanslıyız ki Büyük Patlama, ardında bir sürü şey bırakmıştır. Detaylı inceleyebilmemiz için türlü ipuçları ve artık parçalar mevcuttur. Son yarım yüzyıl içerisinde de teknolojimiz, matematiğimiz ve fizik teorilerimiz Büyük Patlama esnasında neler olduğu sorusunu bilimsel bir kategoriye sokacak kadar ilerlemiştir. Artıklardan elde ettiğimiz şeylere dair tahminlerde bulunmamızı sağladığı sürece, Büyük Patlama hakkındaki teorilerimizi test edebiliriz, söz konusu olaylar çok uzun süreler önce gerçekleşmiş olsa bile, birer tahmin olarak kabul görebilir.

Ama yukarıdaki olanaklara sahip olmamız Büyük Patlama hakkında her şeyi bildiğimiz, özellikle de ondan önce ne olduğunu bildiğimiz anlamına gelmez. Büyük Patlama hakkında neleri bilmediğimizi anlayabilmek için gelin, önce onun hakkında neleri *bildiğimizden* bahsedelim.

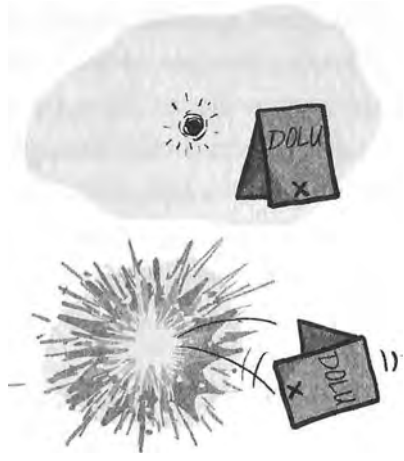
Büyük Patlama Hakkında Bildiklerimiz Nelerdir?

Büyük Patlama teorisi, 20. yüzyılın başlarında bilimcilerin, bütün galaksilerin bizden hızla uzaklaşmakta olduklarını, yani evrenin genişlediğini keşfetmeleriyle beraber ortaya atıldı.

Kozmologlar Einstein'ın uzay, zaman ve kütle çekiminin nasıl işlediğini ifade eden genel görelilik teorisine dair yeni denklemlerinden yola çıkarak bu gözlemlerini anlamlandırmaya çalıştılar ve bu denklemlerin genişlemekte olan evren için de geçerli olduğunu keşfettiler. Ama bunun dışında tuhaf bir şeyle daha karşılaştılar. Bu genişlemeyi zamanda tersine çevirip gidebildiği kadar geriye yönlendirdiklerinde, hesaplamalar sezgilerimize tamamiyle ters düşen bir sonucu ortaya çıkardı: bütün evren, *tekillik* adı verilen, külenin inanılmaz boyutlarda, hacmin sıfır, yoğunluğun sonsuz ve paprk etmenin de *imkânsız* olduğu tek bir noktanın içinde toplanmıştı.

Küçücük bir tohumun, bugünkü haliyle geniş ve engin bir evrene dönüşmesine Büyük Patlama, yani evrenin kökeni diyoruz.

Büyük Patlama'yı duyan herkes büyük ihtimalle onu, bir bombanın infilak etmesine benzer bir patlama olarak düşünür. Patlamadan önce, evrendeki bütün maddelerin çok küçük bir hacmin içine sıkıştırıldığı ve ardından da hepsinin uzaya doğru saçılıp bugün gördüğümüz evreni oluşturduğu zannedilir.



Ama şu anda var olan her şeyin sonsuz derecede küçük bir noktanın içine sıkıştırılıp, ardından bir patlamayla dışarıya saçıldığına inanmak zor geliyorsa biraz olsun haklısınız. Büyük Patlama esnasında olanlar bundan çok daha karmaşıktır ve şu ana kadar cevaplarını bulamadığımız bir sürü sırla doludur. Neler olduğunu öğrenmek için lütfen okumaya devam edin.

Birinci Büyük Sır: Kuantum Kütle Çekimi

İşe en başından başlayalım. Evrenin bir zamanlar sonsuz küçüklükte bir nokta olması mantıklı mıdır? Şu anda var olan her şeyin bir zamanlar tek bir noktada, sıfır hacimde olması mümkün müdür? Genel göreliliğe göre evet, mümkündür.



Ama genel görelilik teorisi, evrenin çok kısa mesafeler söz konusu olduğunda kuantum objeleri denilen ve bütün sezgilerimizle olasılık hesaplarımızın aksine davranan tuhaf bir kalabalıkla dolu olduğunun keşfinden çok önce tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Kütlelerin yoğunluğu arttıkça kuantum mekaniksel etkilerin devreye girmesi ve genel görelilik tahminlerinin geçersiz kalması beklenir. Tıpkı evrenin ilk oluştuğu zamanlarda her şeyin son derece küçük hacimlere sıkışmış olması gibi.



Bazen bir teoriyi alıp onu olası mantıklı sonuçlara ulaştırmak mümkün olmaz. Kedinizin zaman içinde ne kadar hızla büyüdüğünü ölçtüğünüzü ve ardından bu ölçümü tersine yapmaya çalıştığınızı hayal edelim. Sadece ölçü üzerinden gidersek, siz de kedinizin bir zamanlar sonsuz derecede küçük kedicik tekilliğinde olduğu ve hatta fiziksel sınırlamaları da kaldırırsak, kedinizin bir zamanlar negatif ölçüye sahip olduğu öngörüsünde bulunabilirsiniz.



KEDİLER NEDEN FİZİKLE İNGİLENMEZLER?

Aynı durum genel görelilik ve Büyük Patlama için de geçerlidir. Göreliliğe dair bir kuantum teorimiz olmadığı için evrenin ilk oluştuğu zamanlarda neler olduğunu tahmin etmenin veya hesaplamının yollarını henüz bilmiyoruz. Bu da tekillik ile başlayan Büyük Patlama fikrinin kesin doğru olmadığı anlamına gelebilir, çünkü büyük olasılıkla başlangıç süreçlerine kuantum kütle çekimsel etkileri hakim olmuştur ama bunları tarif etmenin yöntemlerini henüz bilmiyoruz.

İkinci Büyük Sır: Evren Çok Büyüktür

Büyük Patlama'nın küçük bir noktadan başladığı görüşüne dair bir sorun daha var. Evrenin bugünkü haline, sonsuz derecede küçük bir noktadan veya kuantum kümelenmesinden ulaştığını kabullensek bile bugün gördüğümüz şeyle uyuşmayan bir durum var: evren olması gerekenden çok daha büyük.



Bunu kavrayabilmek için ilk olarak evrenimizin ne kadarını görebildiğimizi bir düşünelim. Elinizdeki kitabın, kucağınızdaki kedinin, pencereden baktığınız Dünya'nın yanı sıra uzaklardaki yıldızları düşünün. Bu uzaklardaki yıldızlardan bize ulaşan ışıkları görebilecek kapasitede çok güçlü bir teleskopunuz olsaydı ne kadar uzağı görebilirdiniz? Cevap, evrenin kaç *yaşında* olduğuna bağlıdır.

Bir şeyi görüyor olmanız, o şeyden etrafa yayılan fotonların gözünüze (veya teleskopunuza) ulaşıp sizin tarafınızdan algılanması anlamına gelir. Ama fotonların hangi hızda hareket edebileceklerine dair bir sınır olduğundan (sadece ışık hızında hareket edebildiklerini hatırlayın), çok uzaklardaki bir şeyi görüyor olmanız o fotonun ilk yayıldığı andan sizin gözünüze ulaştığı ana kadar çok zaman geçtiği anlamına gelir.



Yani ne kadar *uzağı* görebildiğiniz evrenin başlangıcından bu yana ne kadar *zaman* geçtiğiyle doğru orantılıdır.

Eğer evren beş dakika önce yaratılmış olsaydı o zaman görebileceğiniz en uzak mesafe ışık hızı çarpı beş dakika olurdu. Bu, yaklaşık 90 milyon kilometre demektir.* Bu, size uzak fazla gelebilir ama aslında en fazla Merkür'ü görebileceğiniz anlamına gelir.

Bu, “gözlemlenebilir evrendir”. Görebildiğiniz her şey, sizin merkezinde olduğunuz ve yarıçapı da evrenin doğumundan bu yana ışığın katetmiş olduğu mesafe olarak ifade edebileceğimiz bir kürenin içindedir. Eğer bu kürenin yüzeyindeki herhangi bir nokta mümkün olan en erken sürede size bir foton göndermişse, size henüz ulaşacaktır. Bu da görüş sınırlarımızı tanımlar.

Kürenin dışındaki yıldızlardan, gezegenlerden ve kediciklerden yayılan ışık bize henüz ulaşmamıştır, bu yüzden de onları hiçbir teleskop göremez. Süper parlak bir süpernova veya gezegen boyutlarında devasa pembe bir kedicik bile, söz konusu kürenin dışındaysa bizim için görünmez olacaklardır. Tuhaftır ki bu kavram bizi gözlemlenebilir evrenin merkezi olduğumuza dair eski inanışımıza geri götürür, aslında hepimiz gerçekten de kendi gözlemlenebilir evrenimizin merkeziziz!

* Bunu söylerken uzayın genişlemediğini varsayıyoruz. Bu konuya birazdan değineceğiz.



Zaman ilerledikçe küre de dışarıya doğru genişler ve biz de evrene dair daha fazla şey görürüz. Bu görüş kapasitesi her sene biraz daha artar, çünkü daha uzaktaki objelerin ışıkları bize ulaşmaya başlar. Bu bilgi bize ışık hızında gelir, yani görüş açımızın sınırı da ışık hızıyla orantılı olarak artar.

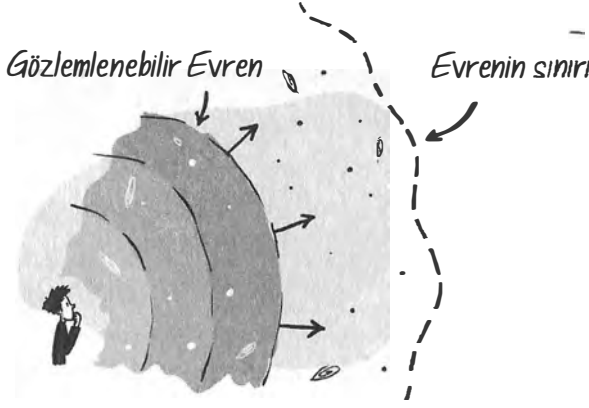
Ama aynı zamanda evrendeki her şey bizden uzaklaşır da, yani görüş sınırimız ile teleskopların hedefleri arasında bir tür yarış vardır. Bu yarış kim kazanabilir? Görüş sınırlarımız ışık hızıyla artar ama evrendeki hiçbir şey (görelilik teorisi uyarınca) bundan daha hızlı hareket edemez.

Yani, evrendeki her şey minik ama ölçülebilir kuantumluktaki bir noktadan başlayıp, Büyük Patlama sonrası bizden uzaklaşıyorsa, o zaman ufkumuzun da uzaklaşan objelerden daha hızla büyümesi gerekir. En sonunda ufkumuz, evrenin toplamından daha büyük hale gelecektir.

Bu neye benzeyecek? Ufkumuzun evrenden büyük olması halinde artık yıldızların olmadığı kısımları görebileceğiz. Hiçliğin hüküm sürdüğü bir noktaya bakıyor olacağız: yıldızların sonuna.

Ama baktığımız her yönde yıldızların devam ettiğini görürüz. Evren, başlangıcından bu yana 14 milyar yıl geçmiş olmasına rağmen *hâlâ* ufkumuzdan daha büyüktür, demek ki her şeyin son derece küçük bir kümeden başlayıp ardından durağan uzaya yayıldığı fikrine dair bir şeyler çok da doğru değil.*

* Evrenin sınırlı olduğunu varsayarak. Eğer değilse böyle bir durum yoktur, çünkü sonsuz bir evren her zaman için bizim görebileceğimizden daha büyük olacaktır, ancak bu sefer de sonsuz bir evrenin nasıl yaratıldığını açıklamak gibi bir sorunla karşı karşıya kalacağız.



İş burada da bitmiyor.

Üçüncü Büyük Sır: Evren Son Derece Homojendir

Evrendeki her şeyin Büyük Patlama ile beraber küçük bir noktadan yayıldığı fikrine dair başka sorunlar da vardır. Daha açık söylemek gerekirse, evren son derece *homojendir*.

Evren ne kadar harika ve kaotik gözüktürse gözüksün, aslında her tarafa yayılmış bir homojenlik ve tekdüzelik söz konusudur. Bu tekdüzeliği 3. bölümden hatırlayacağınız Kozmik Mikrodalga Arka Plan Işıması'nda da görebiliriz.

Bunu daha iyi anlayabilmek için bir örnek verelim. Aç olduğunuzu (fizik hakkında kitap okumak epey kalori yaktırır, arkadaşlarınıza



söyleyin) ve mikrodalgada börek ısıtmaya karar verdiğinizizi hayal edin. Herkesin bildiği gibi birkaç dakika kadar sonra böreğin ortası son derece sıcak bir hale gelirken kenarları o kadar da sıcak olmaz.



Şimdi de kendinizi, böreğin tam ortasında, bu mikrodalga şaheserinin sıcaklığını ölçerken hayal edin.

Böreğin tam ortasında dikiliyorsanız, etrafınızdaki sıcaklığın her yönde aynı olduğunu görürsünüz.



Şimdi de böreğin merkezinden uzaklaşıp yanlara doğru yaklaştığınızı hayal edin. Böreğin merkezine yakın kısmın sıcaklığını ölçtüğünüzde, son derece yüksek olduğunu ama diğer yöndeki sıcaklığın daha düşük olduğunu görürsünüz.



Aynı şeyi, adına Dünya dediğimiz küçük noktadan da yapabilirsiniz. Dünya'ya çarpan KMAPI (Kozmik Mikrodalga Arka Plan Işıması) fotonlarının sıcaklığını, Dünya'nın iki zıt tarafından ölçüp birbiriyle karşılaştırabiliriz. Bunu yaptığımızda karşımıza çıkacak olan sonuç şaşırtıcı olacaktır: hangi yöne bakarsanız bakın, sıcaklık her zaman *aynıdır* (yaklaşık 2,73K)!



Evrenin merkezinde bulunmamız çok da mümkün olmadığı için, bu ölçümden çıkaracağımız sonuç bütün evrenin aynı sıcaklığa sahip olduğudur. Bu da evrenin, mikrodalgadan yeni çıkmış el yakan bir börek yerine sizi davetkâr bir biçimde bekleyen ılık sıcaklıkta bir banyo olduğunu gösterir.

SICAK BANYO - EVREN

<u>SICAK BANYO</u>	<u>EVREN</u>
İÇİNDE SU VAR ✓	✓
HOMOJEN SICAKLIK DAĞILIMI ✓	✓
İÇİNDE PLASTİK ÖRDEKLER VAR ✓	✓

Bu durumun Büyük Patlama teorisi açısından nasıl bir sıkıntı yarattığını anlayabilmek için, ilk olarak bu kozmik mikrodalga arka planındaki fotonların gerçek anlamda neyi ifade ettiklerini anlamamız gerekir: onlar bize evrenin bebeklik fotoğrafını sunar.

Evren, ilk oluştuğu zamanlarda şu anda olduğundan çok daha sıcak ve yoğundu. Hatta atomların oluşmasına imkân vermeyecek derecede bir sıcaklıktaydı. Öyle ki bütün madde, plazma adı verilen bir tür yüzer iyonlar halinde etrafa dağılmıştı. Elektronlar son derece yüksek enerjiyle yüklü olarak etrafta geziniyorlardı ve henüz hiçbiri tek bir pozitif atom çekirdeğine bağlanmamıştı.

Ama evren soğudukça bu durum zamanla değişti: sıcaklık, yüklü plazmaların nötr gazlara dönüşmesine imkân sağlayacak kadar düştü ve elektronlar da atomları ve elementleri oluşturmak üzere protonların etrafında dönmeye başladı. Bu değişim döneminde evren *mat* halden şeffaf bir hale doğru geçiş yaptı.



Plazma dönemine geri dönecek olursak, fotonlar etrafta serbestçe dolaşan elektronlara veya iyonlara çarpmadan bir yere gidemiyorlardı. Ama bir kez elektronlar ve protonlar (ve nötronlar) nötr atomları oluşturduğunda, fotonlar için onlarla etkileşime girmek zorlaştı ve böylece etrafta serbestçe dolaşmaya başladılar. Sisle dolu evren bir anda fotonlar için

kristal berraklığına kavuşmuştu ve günümüzde bile bu fotonların çoğu *hâlâ etrafta dokunulmamış bir halde serbestçe dolaşırlar*.

Kozmik Mikrodalga Arka Plan Işınması'nı ölçerken gözlemlediğimiz fotonlar, işte bunlardır ve işin en merak uyandırıcı tarafıysa, bu fotonların sıcaklığının her tarafta aynı olmasıdır.

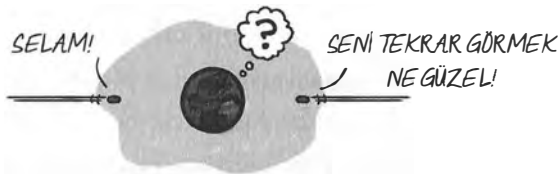
Hangi bakarsanız bakın, fotonların aynı enerjiye sahip olduklarını görürsünüz. KMAPI son derece homojendir. Bir şey çok uzun zamandır karışırsa, başka türlü beklenemez ve bütün dengesizliklerin kaybedilip her şeyin eşitlenmesi gerekir. Örneğin, böreğinizi mikrodalgada çok uzun süre soğumaya bırakırsanız aynı şey olacaktır. Eninde sonunda bütün moleküller kabaca aynı sıcaklığa sahip olacaklardır.



Ama KMAPI fotonlarının son derece yaşlı olduklarını unutmayın: Büyük Patlama'dan hemen sonraki dönemde oluştukları için yaklaşık olarak 14 milyar yaşındalar.* Gökyüzünde

bir yöne doğru bakacak olursanız, göreceğiniz fotonlar buradan çok çok uzakta, 14 milyar yıl önce yaratılan fotonlardır. Eğer aksi yöne bakacak olursanız size eşit mesafe uzaklığında benzer fotonları göreceksinizdir.

Peki, bu fotonlar evrenin zıt yönlerinden gelmelerine rağmen, nasıl oluyor da aynı enerjiye sahip olabiliyorlar? Etkileşime girip birbirlerini dengelemek için hangi şartlarda enerji transferinde bulunmuş olabilirler? Bu fotonların birbirleriyle etkileşime girip aynı sıcaklık seviyesine sahip olabilmeleri için ışık hızından bile hızlı iletişiyor olmaları gerekmektedir.



* Bu konuda konuşmayı sevmezler. Sakın yaşlarını sormayın.

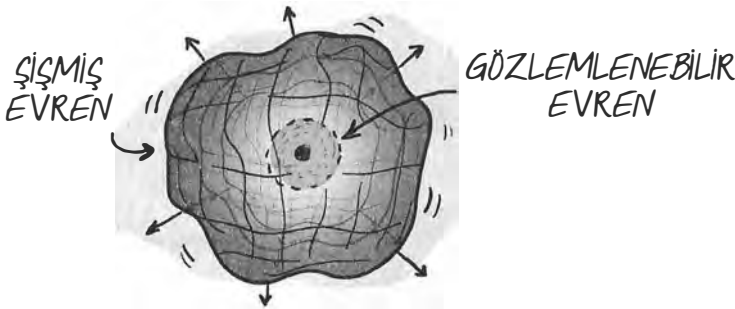
İlk olarak bunun, evrenin beklenenden çok daha büyük olduğuna dayanan sırrı nasıl çözdüğü üzerinde konuşalım.

Işık hızıyla büyümekte olan gözlemlenebilir evrenin, büyük ihtimalle ışık hızından daha yavaş büyüyen gerçek evrenden hâlâ bir şekilde daha küçük olması sorunsalını hatırlayın. İşte, şişme teoremine göre, çok kısa bir süreliğine de olsa evren, ışıktan *daha hızlı* genişlemiştir.

Evrenin bünyesindeki şeyler kozmik hız sınırına uymuş (*uzayda* ışıktan hızlı hareket etmemiş), ama şişme teorisi uyarınca *uzayın kendisi*, ışığın onu katedebileceğinden daha hızlı bir şekilde genişlemiştir.*

Evrenin, küçük bir noktadan başlayıp da bugünkü gözlemlenebilir evrenden daha büyük hale ulaşmasının hikâyesi budur. Şişme döneminde evren, gözlemlenebilir evren ufkunun ötesine taşmış ve objeleri de öyle uzağa itmiştir ki onların yaydığı ışıklar henüz bize ulaşmamıştır.

Evrenin genişlemesi son derece dikkat çekicidir: evren, 10^{-30} saniye-den daha kısa bir zaman dilimi içerisinde 10^{25} kat büyümüştür. Şişme sona erdikten sonra evren gene de genişlemeye devam etmiştir. İlk başlarda düşük bir ivmeyle genişlerken son dönemlerde karanlık enerji sebebiyle daha hızlı genişlemeye başlamıştır. Gözlemlenebilir evrenin onu yakalaması için artık bir şansı vardır, çünkü o hâlâ ışık hızıyla büyümektedir. Peki, gözlemlenebilir evrenin ötesinde gözlemleyemediğimiz tüm evrenin ne kadarı vardır? Hiçbir fikrimiz yok ama bu bir sonraki bölümün konusu.



* 7. bölümde bahsettiğimiz gibi uzayın fiziksel bir şey olduğunu, bir zemin olmadığını hatırlayın.

Peki, şişme teorisi evrenin son derece homojen olması durumunu nasıl açıklar?

Homojen-foton problemini çözmek demek, ilk fotonların (evrenin farklı yönlerinden gelen fotonların) sıcaklıklarını dengeleyecek şekilde birbirleriyle karışmış olduklarına dair bir açıklama bulmak demektir. Uzak bir geçmişte belirli bir zaman dilimi içerisinde söz konusu fotonlar birbirlerine, şimdiki genişleme ivmesinin tahmin ettiğiinden daha yakınsa şayet, buna bir açıklama getirilebilir.

Şişme teorisi bu problemi, fotonların, uzay-zamanın ani genişlemesinden belirli bir süre önce birbirlerine çok yakın olduklarını ileri sürerek çözer. Şişme öncesindeki evrenin küçüklüğü, fotonların birbirlerine yaklaşıp birbirlerini dengelemelerine imkân verecek şekilde bir zamana sahip olmalarına olanak sağlamış ve böylelikle sıcaklıkları aynı seviyeye gelmiştir.

Şişme sürecinden sonra bu fotonlar birbirlerinden uzaklaşmaya başlamışlardır, bu da *kendi bakış açımızla* onların aynı sıcaklık seviyesine sahip olmamaları gerektiği gibi bir algıya kapılmamıza sebep olmuştur. Fotonların günümüzdeki konumları, birbirleriyle etkileşimde bulunmak için birbirlerinden çok uzaktaymış gibi *görünebilir*, ama şişme dönemi öncesinde tam tersi birbirlerine son derece yakınlardı.



Hepsi Bu Kadar mı?

Şişme denilen son derece komik bu anlık kozmik gerinme her şeye bir açıklık getiriyor gibi gözükür.

İşin büyüleyici tarafı, bunun günümüzde *hâlâ* devam etmesidir. Belki aynı inanılmaz ivmeyle değil, ama karanlık enerji şu anda, *hâlâ* uzayı genişletmektedir.

Son dönemlerde şişme teoremi çığır teoriler seviyesinden çıkıp matematiğin uygulanabileceği deneysel gözlemler seviyesine terfi etmiştir (ama *hâlâ* tam ispatı yapılamamıştır).*

14 milyar yıl önce gerçekleşmiş bir şeyin ispatlanıp ispatlanamayacağını da sorabilirsiniz. Şişme teorisi, kozmik mikrodalga arka planında ufak dalgalanmalar görmemiz gerektiğini öne sürer ve bunların bazıları gerçekten de KMAPI içinde deneysel ölçümlerle gözlemlenebilmiştir. Elbette ki bu şişmenin gerçek bir ispatı değildir, çünkü bu tür dalgalanmalara dair başka birçok teori bulunmaktadır ancak sadece şişme teorisi bu noktaya ağırlıkla önem vermektedir.

İşin doğrusu evrenin 14 milyar yıl önce oluşmuş olduğunu da bu sayede öğrenebilmekteyiz. Bu dalgalanmalara bakarak evrenimizdeki maddenin, karanlık maddenin ve karanlık enerjinin oranlarını tahmin edebiliyoruz ve ardından da bunları evrenin genişleme ivmesini kapsayan bir modelde birleştirebiliyoruz. İşte bize evrenin yaşını söyleyen de bu modeldir.

Bu teoriyi sevmemiz için bir sebep daha var. 7. bölümde uzayın, evrendeki madde ve enerji miktarına bağlı olarak bükülebilen, dinamik bir oluşum olduğundan bahsettiğimizde aynı zamanda son derece tuhaf bir rastlantı eseri, uzayın neredeyse düz sayılabilecek miktarda olması

* Bunun en doğrudan ispatı, şişmeden kaynaklanan kütle çekimsel dalgalarını gözlemlemek olabirdi, ama son dönemlerdeki araştırmalar bunların hatalı olduğunu öne sürer.

için gerekli miktarda madde ve enerji bulunduğunu da söylemiştik. İşte, şişme teorisi bu durumu çok da tuhaf hale getirmez: tıpkı daha geniş bir gezegenin daha küçük bir gezegene oranla daha düz bir yüzeye sahip olması gibi, uzayın genişlemesi de onu daha düz bir hale getirir. Aslında şişme teorisi, uzayın gerçek bir ölçümü yapılmadan önce düz olduğunu *tahmin etmiştir*.

Harika! Büyük Patlama'yı açıklamış olduk. Problemi çözebilmek için uzay-zamanın çılgın ve anlık genişlemesi gibi bir fikir icat etmek zorunda kaldık, ama yaptığımız deneyler bunun gerçekten de (büyük ihtimalle) gerçekleştiğini gösterir.

Ama esas nokta şudur: *şişmeye neyin sebep olduğunu bilmiyoruz*.

Küçük bir evrenin uzay-zamanının birdenbire, 10^{25} gibi inanılmaz bir seviyede genişlemesine ne sebep olmuş olabilir? Bilmiyoruz. Büyük Patlama sonrası şişmenin sırları büyüktür ve doğru soruların neler olduğuna dair henüz yeni yeni bir şeyler kavramaya başlıyoruz.



DİKKAT: Felsefe İçerir

İşte bu noktada bilimsel teorilerin katı temellerinden uzaklaşmalı ve felsefeyle beraber metafiziğin puslu dünyasına geçiş yapmalıyız.



Şu ana kadar bu sorulara verdiğimiz çoğu cevap test edilemez, çılgınca (ama heyecan verici) fikirlerdir. Belki yakın bir gelecekte akıllı bilimciler bunları test edebilmenin farklı yollarını bulur ve Büyük Patlamayla beraber şişmenin orijinine dair son derece şok edici ve tuhaf gerçeklere ulaşırlar.

Şişmeye Sebep Olan Nedir?

Şişmeye neyin sebep olduğuna dair gerçekten de bir fikrimiz var mı?

Fizikçiler buna neyin sebep olmuş olabileceğine dair bir fikre sahiptir. İyi haber, bu fikre göre yeni ve kozmik süper kuvvetler icat etmek yerine sadece tamamıyla *yeni tür bir madde* icat etmemizin yeterli olmasıdır. Gördüğünüz gibi çok da abartılacak bir şey değil.

Fikir şudur: ya evren ilk oluştuğu zamanlarda istikrarsız, *yeni* tür bir maddeyle dolu olduğu için uzay-zamanın ani genişlemesine yol açıtıysa?

Gördünüz mü? Ne kadar kolay. Şimdi geriye cevaplamamız gereken iki basit soru kaldı.

1. Bu yeni tür madde, uzay-zamanın genişlemesine nasıl sebep oldu?
2. Eğer gerçekten böyle bir madde vardıysa şu anda nerede?

Nasıl ki genel görelilik ve kütle çekiminden bahsederken, normal maddenin uzay-zamanı bükmesi ve deforme etmesi söz konusuysa, farklı türde bir maddenin de uzay-zamanda aynı etkiye sebep olması teorik olarak mümkün gözüktür.

Peki, bu sistem nasıl çalışır? Bildiğiniz gibi kütle çekimi, kütleleri her zaman birbirine çeken bir kuvvettir. Ama kütle ve enerjiye dair bazı belirli özellikler vardır ve bu özellikler, uzay-zamanın genişlemesine ve cisimleri çekmek yerine iterek birbirinden uzaklaşmalarına sebep olabilir. Bunu genel göreliliğe dair bir dipnot olarak düşünün. Bu özellik, madde-nin enerji-momentum gericisinin basınç bileşenidir. Kulağa çok teknik geliyor, ama kısaca özetlersek, belirli bazı koşullarda (negatif basınçlı) objeler uzayın genişlemesine sebep olabilir.



Tabii ki söz konusu şişirici maddenin nereye kaybolduğu ve şişmenin neden durduğu sorusu kafaları kurcalar. Cevap, şişkin maddenin istikrarsız bir doğaya sahip olabilir, öyle ki eninde sonunda çözünüp ayrışacak ve normal maddeye dönüşür.

Bu teorinin özetini yapmak gerekirse, genç evrenimiz bir ihtimalle negatif basınca sahip bir şeyle doluydu ve bu negatif basınç da uzay-zamanı son derece hızla genişleyecek şekilde itti. Eninde sonunda bu farazi şişkin şey normal maddeye dönüşüp bu çılgın genişlenmeye bir dur dedi ve sonuç olarak içi normal maddeyle dolu son derece sıcak bir evren ortaya çıktı.

Bu teori kulağa çılgınca gelebilir, ama bir yandan da şişmeyi açıklar. Evrenin ilk anlarına dair anlamadığımız birçok şeyi açıklayana dek, biz-zat şişme teorisi de son derece çılgınca gözük müştü.

Elbette bu negatif basınç objesinin ne olduğunu bilmiyoruz, ama en azından (fizik standartlarına göre) kavram olarak tuhaf kaçmaz. Karanlık enerjinin keşfiyle beraber evrenin inanılmaz derecelerde patlamasına sebep olan kozmik güçteki itici kuvvetler artık o kadar da tuhaf gözük-müyor. Karanlık enerji adındaki bir gücün, evrenin gittikçe artan bir hız-la genişlemesine sebep olduğunu biliyoruz (3. bölümü hatırlayın). Ama şişmeye sebep olan negatif basınçlı maddeye gelince, onun ne olduğunu henüz bilmiyoruz. Birbirleriyle bağlantılı olabilir mi? Her zamanki gibi, hiçbir fikrimiz yok.



Büyük Patlamadan Önce Ne Oldu?

Büyük Patlama'ya dair süreçler ne kadar gizemli olursa olsun madal-yonun diğer yüzü çok daha büyük bir sırrı barındırır. Büyük Patlama'ya sebep olan şey nedir? Ve ondan önce ne vardı?

Büyük Patlama'yı evrenin küçücük bir nokta olduğu, bütün saatlerin $t = 0$ gösterdiği anda her şeyin büyük bir güçle patladığı belirli bir an olarak düşünersek bu soru daha mantıklı bir hal alır.

Ama bu küçük noktayı puslu (belki küçük belki de sonsuz) bir ku-antum kümelenmesiyle ve patlamayı da inanılmaz bir şişmeyi takiben karanlık enerji kaynaklı bir genişlemeyle değiştirdik. Yani, sorumuz hâlâ geçerliliğini koruyor, ama yeni kavramımıza göre yeniden ifade etmeliyiz.

Büyük Patlama'dan önce ne olduğunu sormak yerine, şişmeye müsait kuantum kütleciğinin nereden geldiğini sormak daha mantıklı olur?

Bu kütlecik kaçınılmaz olarak evrene mi dönüşmüştür, yoksa işler başka türlü de gelişebilir miydi? Bu durum tekrarlanabilir mi? Daha önce de gerçekleşti mi? Her zamanki gibi, hiçbir fikrimiz yok.

Heyecan verici olan şeyse, bu soruları cevaplamak imkânsız değil ve elimizde uygun aygıtlar olursa cevabı ortaya çıkarmak için gerekli kanıtlara ulaşabiliriz. İlerleyen sayfalarda, evrenin kökenine dair son derece basit fikirlerden tutun, bilimkurgu tutkunlarının bile garip bulabileceği ihtimalleri gözden geçireceğiz.

1. Belki de Cevap Hiçbir Cevabın Olmamasıdır

Her soruya uygun tatmin edici bir cevap olmayabilir, çünkü bazı soruları yanlış sorarız. Örneğin, “Biz öldükten sonra ne olacak?” sorusunun, “biz” öldükten sonra hâlâ “biz” diye bir şeyin olup olmayacağına bağlı olması gibi. Buna benzer olarak, “Neden kedim beni sevmiyor?” sorusu da yanlış bir soru olabilir, çünkü kedilerin *sevebilme* kapasiteleri olup olmadığını henüz bilmiyoruz.

Hatta bazen matematiksel sorular bile bu kategorinin içine girebilir. Stephen Hawking'in de dediği gibi, “Büyük Patlama'dan önce ne vardı?” diye sormak, “Kuzey Kutbu'nun kuzeyinde ne vardır?” sorusuna benzer. Kuzey Kutbu'nda yürüdüğünüz her yön güneye inecektir ve bulunduğunuz noktanın daha kuzeyi olmayacaktır. Bu, Dünya'nın geometrisinin basit bir sonucudur. Uzay-zaman Büyük Patlama anında meydana gel-diye, uzay-zamanın geometrisinden dolayı, daha önce nelerin olduğunu sormak bizleri tatmin edici bir cevaba ulaştırmaz (çünkü “daha önce” diye bir kavram yoktur).



KUZEY KUTBUNUN KUZEYİNDE NE OLDUĞUNU BÜTÜN
ÇOCUKLAR BİLİR

Görebildiğimiz kadarıyla evren fizik kanunlarına uyar, dolayısıyla Büyük Patlama'nın da bu kanunlar çerçevesinde tanımlanabilir olması gerekir. Ama belki de uzay-zamanın içinde yer aldığımız düşüncesi yüzünden, Büyük Patlama'dan önce ne olduğunu öğrenebilmek açısından gerekli bilgiye ulaşmamız imkân dahilinde değildir. Böylesine devasa bir olay, arkasında keşfedilecek herhangi bir kanıt bırakmasızın, öncesinde neler olduğuna dair her türlü bilgiyi ortadan kaldırmış da olabilir. Bu büyük bir hayal kırıklığıdır, ama bilimin sunduğu cevaplar bizi mutlu edecek diye bir koşul da yoktur.

2. Belki de Her Şey Kara Delikler Yüzündendir

Şişme teorisini kabul ediyorsak, sormamız gereken soru, ne kadar yoğunlukta ve ne kadar şişmeye elverişli sıkıştırılmış maddenin yaratıldığıdır. Hiper yoğun maddeleri yaratabilecek şeylere rastlamak üzere evreni incelerken, karşımıza çıkabilecek en uygun aday öncelikle kara deliklerdir. Bir kara deliğin olay ufku içinde madde, yoğun kütle çekimsel basınçla sıkıştırılır. Bazı fizikçiler, şişmeye sebep olan tuhaf negatif basıncın devasa bir kara deliğin içinde oluşmuş olabileceğini öne sürer.

Aslında, bu fikri bir adım ileri götürüp bütün evrenin bu devasa kara deliğin olay ufku içinde oluştuğunu da iddia edebiliriz. Gerçekten de,

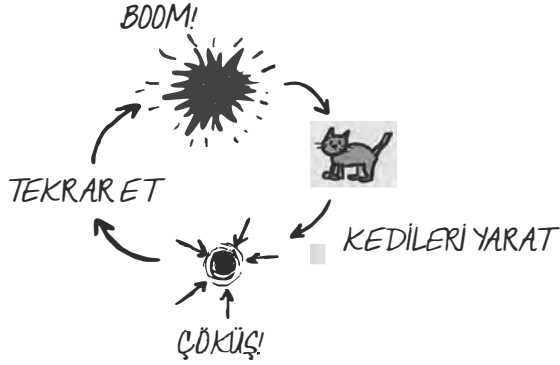
evrendeki kara deliklerin kendilerine ait mini evrenleri olabilir. Bu fikirler şimdilik sadece teoridedir. Ama kulağa çok fiyakalı geldiklerini kabul etmeliyiz.



3. Belki de Bir Döngü Vardır

Peki, ya Büyük Patlama kendisi gibi başka bir sürü patlamadan sadece biriye? Belki de yakın gelecekte, karanlık enerji ve şişme tersine dönerek Büyük Çöküş adında kozmik bir yıkıma yol açacaktır. Bu çöküş bütün yıldızları, gezegenleri, karanlık maddeyi ve kedileri küçücük, yoğun bir noktacığa dönüştürecek ve ardından da *yeni* bir Büyük Patlamayı tetikleyecek olabilir. Bu döngü potansiyel olarak sonsuza dek devam edebilir: çöküş, patlama, çöküş, patlama, çöküş... Yine de bu fikir, sıkışan evrendeki entropinin azalmasına dair teorik bazı problemler yaratır. Ama zamanın ilerleyişiyle alakalı belirgin bir fikre sahip olmadığımız için, kulağa çılgınca gelebilecek olası çözümlerin bulunması ihtimali de vardır.

Tabii ki böylesi bir fikri, yaratıcı tahminler aşamasından alıp test edilebilir bilimsel hipotez seviyesine çıkarmak epey zordur. Büyük Patlama, doğası gereği, bir önceki olası tekrarının kanıtlarını yok etmiş olacağından, hepimizi ölümüne sıkıştıracak olan Büyük Çöküş gelmeden herhangi bir cevaba ulaşmamız mümkün gözüküyor.



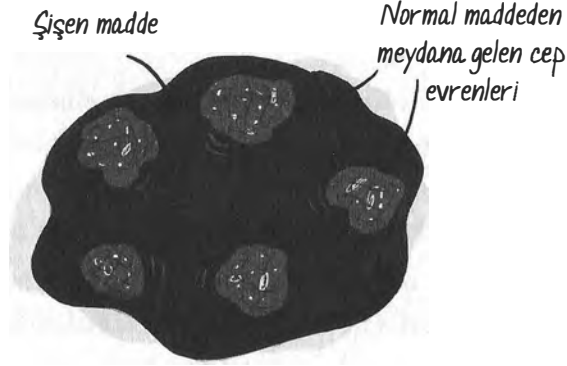
4. Belki de Bir Sürü Evren Vardır

Bir başka olasılık da, negatif basınçla beraber hızla şişen tuhaf maddenin şiştikçe kendisini daha fazla çoğaltıyor olmasıdır. Bu tuhaf madde eninde sonunda normal maddeye çözünse bile yeterince hızlı çözünemesi de mümkündür.

Eğer normal maddeye çözündüğünden daha hızlı olacak şekilde, daha fazla yeni tuhaf madde yaratılıyorsa, o zaman evren de *sonsuz* kadar şişmeye devam edecektir. Bazı kısımları çözünse de bu durum, yeni yaratılan şişkin madde tarafından bastırılacaktır. Bu teori doğruysa, şişme süreci şu anda *da* devam ediyor demektir.

Çözündüğü noktalarda ne olur? Her bir nokta, uzayın o kısmında Büyük Patlama'nın *son* bulduğu ve yavaşça genişleyen normal madde evreninin başladığı kısım anlamına gelecektir.

Bu noktaların her biri bizimkine benzer bir “cep evreni” oluşturabilir. Şişme süreci sonsuz kadar devam edeceğinden durmaksızın yeni evrenler yaratılacaktır. Eğer şişme süreci, ışığın onun içinde hareket edebileceğinden daha hızlı bir şekilde uzay yaratmaya devam ederse, cep evrenleri arasındaki şişen maddenin çok hızlı büyümesi sonucunda, söz konusu evrenler asla birbirleriyle etkileşimde bulunmayacaklardır.



CEPEVRENLERİ:
HEPSİNİ BİR ARADA TUTMAK GEREK.

Cep evrenleri neye benzeyecektir? Hiçbir fikrimiz yok. Her cep evreninin bizimkine benzemesi, başlangıç koşulları biraz farklılık gösterse de bizimkiyle aynı fizik kanunlarına ve bizimkilere benzer yapılara sahip olmaları olasılık dahilindedir. Eğer şişme sonsuza kadar devam ederse, sonsuz sayıda cep evreninin bulunabileceği ihtimali ortaya çıkar.

Sonsuzluk çok güçlü bir kavramdır, çünkü ne kadar imkânsız gözükse de her türlü şeyin mümkün olabileceği anlamına gelir. Daha da ileriye gidersek, sonsuz sayıdaki evrende, normalde olanaksız gözüken bir olay, olasılıklar sıfır olmadığı müddetçe *sonsuz kere* tekrarlanacaktır. Eğer bu teori doğruysa, diğer evrenlerde, dinazorların devasa bir göktaş tarafından yeryüzünden silinmediği, Kuzey Amerika'nın Vikingler tarafından başarıyla sömürgeleştirildiği veya bu kitabın Danca baskısını okuduğunuz ve hatta kedinizin sizi gerçekten de sevdiği başka bir Dünya mümkün olabileceği için, Dünya'nın tıpatıp başka kopyalarının bulunma ihtimali de olacaktır.

Büyük Final

Büyük Patlama'nın fiziksel süreçlerine dair elimizde bir ipucu olmaması akıllara durgunluk verir. Doğumunuza şahitlik eden kimseyi tanımadığınız için, doğum sırrınızı çözmeye çalıştığınızı veya bunun *14 milyar yıl* önce gerçekleşmiş olduğunu hayal etmeye çalışın.

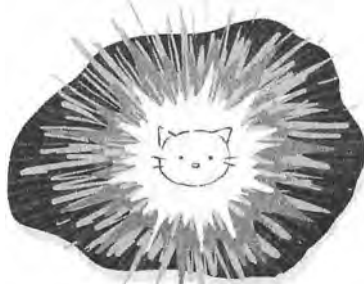
Bu süreyi referans alırsak insan ırkının Dünya üzerindeki varlığı bir göz açıp kapama süresi kadardır. Ama bu kısacık sürede bile, etrafımızdaki evrene bakmayı ve ardından da bizi zamanın başlangıcına ve gözlemlenebilir evrenin en uzak noktalarına kadar götürecek kanıtlara ulaşmayı başarabildik.

Dünya'daki varoluşumuz, bir göz açıp kapama süresinden daha uzun olduğu takdirde neler başarabileceğimizi bir düşünün. Belki de şişmeye sebep olan şeyi bulacağız ve yeni tür maddeler keşfedeceğiz, hatta normal maddeye dair daha önce bilmediğimiz yeni özellikleri açığa çıkaracağız.

Daha da heyecan verici olan şey, belki de günün birinde bilgi seviyemiz evrenin ilk oluşum anlarına ulaşmamıza imkân sağlayacak ve biz de Büyük Patlama'dan önce ne olduğunu görebileceğiz. Diğer tarafta ne bulacağız? Devasa bir şişkin madde okyanusunda yüzen başka başka evrenler mi? Veya Büyük Çöküş'e doğru hızla sürüklenen evrenimizin başka bir versiyonunu mu?

Bütün bu sorularla günümüzde felsefe ilgilenir, ama hepsi de bir gün bilimsel hale dönüşebilir ve hem gelecek nesiller hem de kediler gerçek cevaplara ulaşabilir.

Bugünün felsefe soruları yarının hassas bilimsel deneyleri olacaktır.



BÜYÜK PATLAMA'NIN ÖTESİNDE NE VAR?
HER ŞEY MÜMKÜN GÜZÜKÜYOR.

15. Evren Ne Kadar Büyüktür?

Ve Neden Bu Kadar Boştur?

Güneşli bir günde uzaktaki bir dağın zirvesine çıkmayı deneyin, hayranlık verici bir manzara ile karşılaşacaksınız. Yakınlarda bir yerde Starbucks olmadığı takdirde kilometrelerce uzanıp giden kesintisiz bir görünüm sizi kucaklayacak.

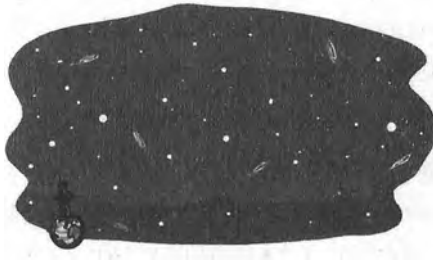
Lüks bir apartmanın çatı katında bir dairesi olan bir milyarder olmadığınızı varsayarak bu manzaranın sizi etkileyeceğini düşünüyoruz, çünkü normalde sabah kahvenizi içerken pencereden baktığınızda gördüğünüz manzara, büyük ihtimalle kilometreler yerine metrelerle ölçülüyordur. Hatta belki de komşunuzun binasına o kadar yakınsınız ki şu anda bu kitabı onun omzunun üstünden okuyor bile olabilirsiniz.

Okuduğunuz
kitabın adı nedir?



şimdilik sadece söylenti

Ama bu manzaranın daha büyüğü sizi her gece gökyüzünde bekler. Bu görünüm size uzayda milyarlarca kilometrelik bir manzara sunar. Her bir yıldızı evrenin 3-D okyanusunda yüzen bir ada olarak düşünün. Bu uçsuz bucaksız göğe bakıp uzayda yüzen sayısız adanın baş döndürücü gösterisinin keyfini çıkarabilirsiniz. Fakat bu engin kozmik okyanusun içinde, adına Dünya denilen küçücük, kayalık bir adacığın üstüne ilişivermiş olduğunuzu hatırlayacak olursanız, bu manzara karşısında başınız dönebilir.



Bu görünüm mümkündür, çünkü evren inanılmaz derecede büyük ve çoğunlukla da boştur.

Eğer yıldızlar birbirlerine daha yakın olsalardı gece göğü çok daha parlak olurdu ve bu sebeple geceleri uykuya dalmanız da bir o kadar zorlaşırdı. Ya da tersine, yıldızlar birbirlerinden çok daha uzak olsaydı boğucu derecede bir karanlık olur ve evrenin geri kalanına dair çok fazla şey öğrenemezdik.

Bundan da kötüsü, uzay bu kadar şeffaf olmasaydı bu şahane görünüm sisli bir hale dönüşür ve biz de evrendeki yerimizi asla bilemezdik. Ne mutlu ki Güneş'in yaydığı ve gözlerimizin görebildiği ışık, intergalaktik gaz ve toz bulutları arasından geçebilir. (Yine de kızılötesi ve daha uzun dalga boyları bu tür amaçlar için görünür ışığa göre daha iyidir.)

Hepimiz (hatta trilyoner olmayanlarımız bile) uzayın derinliklerini görebildiğimiz için şanslıyız. Ama görmek, anlamak değildir. Atalarımız da bir zamanlar aynı görüntülere bakmışlar, ama her şeyi yanlış algılamışlardı. Tarih öncesi devirlerde, içimizde en zengin sayılanlar bile göz-

lerinin önünden akıp giden bilgi yığınının dair en ufak bir fikre sahip değildi. Teleskoplarımız ve modern fizik bilğimiz sayesinde bugün uzaya bakabilir, kozmik koordinatlarımızı algılayabilir ve yıldızlarla galaksilerin dağılımını çözebiliriz.

Ama yine de tıpkı atalarımız gibi biz de, daha büyük resme dair bazı ipuçlarına kavuşmuş değiliz ve kavrayışımız beraberinde gündeme daha fazla soru getiriyor: acaba görebildiğimizden daha fazla mı yıldız var? Evren ne kadar büyük? O kadar uzakta düzgün bir kahve içme imkânı bulabilir miyim?

Bu bölümde insanlık için bilinen en derin konuyu irdeleyeceğiz: *evrenin yapısı ve büyüklüğü*.

Sıkı tutunsanız iyi edersiniz.



Kozmostaki Yerimiz

Bu kitabı şu anda gezegenimizin herhangi bir yerinde okumaktasınız. Büyük resme göre, nerede olduğunuzun pek bir önemi yok. Bu kitabı belki de kanepede oturmuş hamsterınızı severken, Aruba'da hamakta sallanırken veya herhangi bir Starbucks tuvaletinde okuyor olabilirsiniz. Dünya'nın üzerinde, özel uzay istasyonunuzda okuyan bir katrilyoner bile olsanız fark etmez, çünkü bütün bu detaylar evrenin devasa ölçeği söz konusu olduğunda son derece önemsizdir.

Üzerinde bulunduğumuz üçüncü gezegen ve onun yedi* kardeş gezegeni Güneş'i takip ederken, bir yandan da galaksinin merkezinin etrafında döner. Galaksi, parlak bir merkezden helezonlar şeklinde uzanan kollarıyla devasa sarmal bir disktrir. Bulunduğumuz yer Samanyolu Galaksisi'nin kollarından birinin üzerindedir. Güneş ise galakside bulunan yaklaşık 100 milyar yıldızdan sadece biridir, en küçük veya en büyüklerden biri olmadığı gibi en yaşlı veya en gençlerden biri de değildir. Geceleri gökyüzüne baktığınızda büyük olasılıkla galaksinin olduğumuz taraftaki yıldızları görürsünüz. Kozmik ölçek olarak bakıldığında bu yıldızlar bize komşu sayılırlar. Berrak bir gecede, özellikle de kahve dükkânlarından yeteri kadar uzaktaysanız, galaksinin geri kalanına ait diski de görme şansınız olabilir. Sayısız yıldızın, üzerinde kümelendiği geniş ve son derece yoğun kümeye bakmak insana, sanki sonsuz sayıda saman gökyüzüne serpiştirilmiş gibi gelir (Samanyolu ismi de buradan gelir).** Gece göğünde görebildiğiniz her şey galaksimizin bir parçasıdır, çünkü onlar en parlak (ve bize en yakın) objelerdir.



EVİM GÜZEL EVİM

Evrenin geri kalanı da çoğunlukla galaksilerle doludur. Galaksiler arasında tek başına takılan yalnız yıldızların varlığına dair herhangi bir kanıt yoktur. Bu, yeni bir bilgidir çünkü bundan 100 yıl öncesine kadar

* Plüton'u boş verin.

** İngilizcede Samanyolu'na Milky Way denir, bu tabir Türkçeye kabaca "süt yolu" olarak çevrilebilir. Aslında bu şartlar altında gökyüzüne bakan kişi gökyüzünü, sanki üzerine samandan ziyade tonlarca süt dökülmüş gibi görür. (e.n.)

gökbilimciler, yıldızların uzaya eşit oranda dağıldığını düşünmekteydi: uzaktaki bulanık objelerin gerçekte ne olduklarını görmemizi sağlayan güçlü teleskoplar yapılan dek, yıldızların galaksiler içinde kümelenmelerini bilmiyorlardı. Bunun ne kadar büyük bir aydınlanma olduğunu düşünün: içinde bütün bir evreni oluşturduğunu sandığımız galaksimizin, aslında kozmosun içinde bizim görebildiğimiz kadarıyla *milyarlarca* olan galaksilerden sadece biri olduğunu keşfetmek. Bu keşfin yanı sıra Dünya'nın da evrendeki tek gezegen olmadığını ve Güneş'in de sayısız yıldızdan sadece biri olduğunu öğrendik. Her durumda insan ırkının önemsizliği katbekat artar.



Son dönemlerde öğrendiklerimize göre, galaksiler de evrende eşit biçimde dağılmamaktadır. Gevşek gruplar* ve kümeler oluşturacak şekilde bir araya gelmişlerdir ve düzinelerce kümelenmenin bir araya gelmesiyle de devasa süperkümeler oluşmuştur. Bizim bulunduğumuz süperküme, Güneş'in kütesinin yaklaşık olarak 10^{15} katı ağırlığındadır.

Şu ana kadar öğrendiğimize göre, evrenin yapısı galaktik süperküme-ler ölçeğinde son derece hiyerarşiktir: uydular gezegenlerin, gezegenler yıldızların, yıldızlar galaksilerin merkezlerinin, galaksiler kendi kümele-lerinin merkezlerinin ve kümeler de süperkümelerin merkezlerinin etra- fında dönerler veya hareket ederler. İşin tuhafı, hiyerarşinin bu noktada son bulmasıdır. Süperkümeler megakümeleri veya hiperüber kümeleri

* Bizim grubumuza "Yerel Grup" adı denir.

oluşturmaz, daha şaşırtıcı bir şey yaparlar: yüzlerce milyon ışık yılı genişliğinde ve onlarca milyon ışık yılı kalınlığında bir iplikimsi tabaka oluştururlar. Süperkümelerin oluşturduğu bu tabakalar idrak edilmesi imkânsız derecede büyük yapılardır ve bu tabakalar, içlerinde hiçbir süperkümenin veya galaksinin bulunmadığı, sadece birkaç yıldızın ve uydusunun bulunduğu devasa kozmik boşlukların etrafını düzensiz balonlar ve kordonlar oluşturacak şekilde sarar.



Süperkümelerin oluşturduğu yapılanmalar evrendeki bilinen en büyük yapılardır. Eğer bu ölçekte uzaklaşmaya devam ederseniz aynı yıldızlar-galaksiler-kümeler-süperkümeler-tabakalar modelinin başka yerlerde de kendini tekrarladığını, ama bundan daha büyük bir yapılanmanın bulunmadığını görürsünüz. Süperküme tabakalarının oluşturdukları bu

balonlar kendilerinden daha karmaşık bir megayapı oluşturmuyor gibi gözüktürler. Yere rasgele dağılmış Lego parçacıkları gibi, kozmosun içinde homojen biçimde konumlanmışlardır. Modeller neden bu ölçekte son bulmaktadır? Süperkümelerin oluşturduğu balonların kaynağı neresidir? Evren bu ölçekte neden bu kadar tekdüzedir?



*SAKIN GALAKTİK SÜPERKÜMELERİN
ÜSTÜNE BASMAYIN*

Böylesi ölçekler söz konusu olduğunda insanlık son derece silik kalır. Evrende özel bir yere sahip değiliz, kozmik adresimiz tıpkı Manhattan* gibi son derece önemli bir merkeze işaret etmez. Ve her biri yaklaşık 100 milyar yıldızla sahip milyarlarca galaksinin bulunduğu bir evrende yaşam ve zekâ söz konusu olduğunda sıradışı olup olmadığımız bile son derece tartışmalıdır.

Her Şey Nasıl Bu Hale Geldi?

Galaktik adresimiz sizin gibi iyi eğitilmiş ve iyi görünümlü** bir okuyucu için belki de yeni bir haber sayılmaz. Ama çok ilginç bir soruyu akıllara getirir: neden böyle bir yapıya sahibiz?

Şeylerin daha farklı düzenlendiği bir evreni hayal etmek çok da zor değildir. Örneğin; neden yıldızlar sadece bir megagalaksi içinde toplan-

* En fazla Poughkeepsie olsun.

** Biraz kilo mu verdiniz? Çok iyi görünüyorsunuz!

mamıştır? Ya da galaksiler, neden tek bir yıldız ve onun etrafında dönen sayısız gezegenden meydana gelmemiştir? Ya da galaksi diye bir yapılanma neden vardır? Eski bir odanın içinde havada yüzen toz parçacıkları gibi neden evrendeki yıldızlar da eşit olarak dağılmamıştır?

ALTERNATİF EVREN YAPILARI



DEV BİR
GALAKSİ

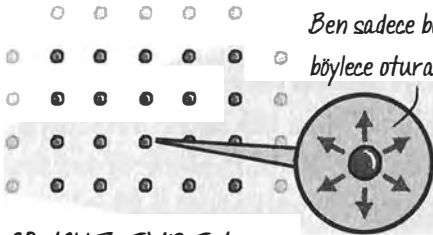


DEV BİR TOZ
BULUTU



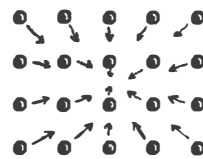
DEV BİR DEV

Ya da neden *bir* yapıya sahip olmamız gerekir? Her şeyin başladığı anda evrenin tamamıyla homojen ve simetrik olduğunu, her yönde ve her yerdeki parçacıkların aynı yoğunlukta olduğunu düşünün. Böyle bir evren nasıl olurdu? Eğer evren sonsuz ve homojen olsaydı her parçacık her yönde aynı kütle çekimi kuvvetini hissedecek ve bu da hiçbir yönde hareket etmeyeceği anlamına gelecekti. Parçacıklar hiçbir zaman bir araya gelmeyeceğinden donmuş bir evren ortaya çıkacaktı. Eğer evren sınırlı ama yine de homojen olsaydı, bu sefer de bütün parçacıklar aynı noktaya çekim hissedeceklerdi: evrenin kütlesinin merkezine.*



SONSUZ EVREN

Ben sadece burada
böylece oturacağım



SONU OLAN EVREN

* Eğer uzay eğriyse evrenin (sınırlı olsa dahi) merkezinin olmaması ihtimali de vardır. Merkezi olmayan sınırlı bir kürenin yüzeyini gözünüzde canlandırın.

Her iki durumda da herhangi bir kümelenme veya yapılanma ortaya çıkmayacağından evren, bir banliyö kafeteryası gibi son derece sıkıcı, tekdüze ve her şeyin tek bir yerde toplandığı bir forma sahip olur.

Fizikçiler, evrenin bu formda nasıl ortaya çıktığı konusuna çok iyi bir açıklama getirir. Teori şudur: Evren ilk meydana geldiğinde içindeki küçük kuantum dalgalanmaları uzay-zamanın ani genişlemesiyle gerilerek devasa büzüşmelere yol açmış ve bu da kütle çekimi ve karanlık maddenin de yardımıyla yıldızların ve galaksilerin oluşmasına imkân sağlamıştır. Ve bir noktadan sonra da karanlık enerji uzayı daha da gererek büyütmeğe başlamıştır.

İyi bir açıklama demiştik, kolay olduğunu asla söylemedik.

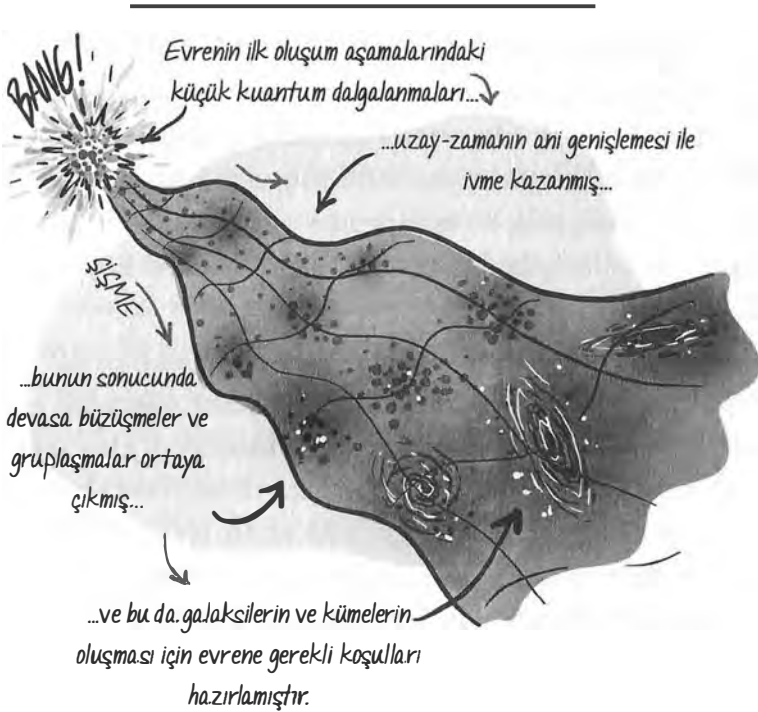
Gördüğünüz gibi, bugünün yetişkin evreninde herhangi düzeyde bir yapıya sahip olabilmek için evrenin sorumsuz gençlik yıllarında *bir parça* dağınıklığın olması gerekiyor.* Kütle, geride kalanlardan biraz daha fazla olacak şekilde, ufak bir kümelenme yarattığınız anda gittikçe daha fazla atomu kendine çekecek bir kütle çekimi merkezi de yaratmış olursunuz.

Örneğin, içindeki bütün Starbucks'ların birbirlerinden eşit mesafede konumlanmış oldukları bir şehir düşünün. Kahve müptelası biri de bu kafelerden kendisine ulaşan leziz kokuları hissedecek ama hepsine eşit mesafede olduğu için sonsuz bir kararsızlıkta donup kalacaktır. Ama eğer kahve çekim süreci sırasında ortaya çıkacak en ufak bir farktan dolayı kafelerin birinden daha kuvvetli bir koku duyulacak olursa, bu kafe daha fazla müşteri çekecek ve sonuç olarak karşısında başka bir Starbucks daha açılacak, daha çok müşteri gelecek, daha fazla Starbucks açılacak (vb.) daha çok müşteri gelecektir. Bu geribildirimli döngü hali bir kademeleme durumuna yol açacak ve kısa bir süre sonra da Starbucks kafelerinin içerisinde Starbucks aksesuar satış kioskları açılacak ve nihai olarak iş, Starbucks tekilliğine kadar varacaktır. Ama bütün bunların sebebi,

* Evren ilk başlarda kelimenin tam anlamıyla kontrol edilemezdi.

başlangıçta diğerlerinden farklı aromasıyla müşteri çeken kafedir. Bir başka deyişle Starbucks-öncesi evrenin ilk oluştuğu zamanlarda, homojenlikten sapmalar bugünkü yıldız ve galaksi düzeninin yaratılması için çok önemlidir.

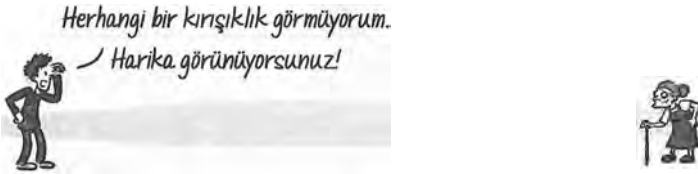
Öyleyse bebek evrenin homojenliğini bozan ilk aykırılıklara sebep olan şey nedir? Bunu yapabilme kapasitesine sahip olabilecek tek mekanizma, bildiğimiz kadarıyla kuantum mekaniğinin rastlantısallığıdır.



Bu bir spekülasyon değil, gözlemlenmiş bir olgudur. Evrenin KMAPI (bebeklik) fotoğrafını hatırlayın: Bize evrenin sıcak, yüklü bir plazma halinden soğuyarak nötr gaz haline geçtiği anda neye benzediğini gösterir. Bu imaja baktığımızda evrenin kusursuz olmasa da homojen olduğunu

görürüz. Evrenin ilk aşamalarındaki kuantum dalgalanmalarını gösteren küçük kırışıklıklar seçilebilir.

Büyük Patlama esnasında şişme etkisi uzayı inanılmaz ölçülerde gererken, bu küçük kırışıklıkları da devasa büzüşmelere dönüştürmüştür. Ardından uzay-zamanın içindeki bu büzüşmeler de gruplaşmaların ve ileride daha karmaşık yapılanmalara sebep olacak kütle çekiminin etkinleştiği noktaların ortaya çıkmasına sebep olmuştur.



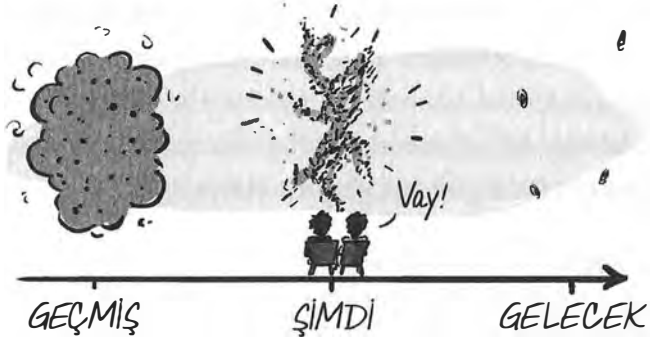
FİZİKÇİLER NASIL İLTİFAT EDİLECEĞİNİ BİLİRLER

Özetlemek gerekirse doğanın salladığı zarların kuantum seviyesindeki rastlantısallığı, uzayın ani genişlemesiyle daha büyük oranlara varmış ve bu da doğrudan evrenin günümüzde gördüğümüz şekliyle yaratılmasına sebep olmuştur. Eğer şişme olmasaydı evren çok daha farklı görünürdü.

Fizikçiler, evrende süperküme balonları ve tabakalarından daha büyük yapılanmaların bulunmamasının sebebini, kütle çekiminin objeleri çekerek çok sayıda yapı yaratacak yeterli zamanı olmamasına bağlar. Hatta günümüz evreninin bazı kısımları birbirlerinin kütle çekimini yeni yeni hissetmeye başlamıştır, çünkü kütle çekiminin etkileri ışık hızıyla sınırlandırılmıştır.

Peki ya gelecek? Karanlık enerji evreni genişletmeseydi, kütle çekimi şeyleri bir araya getirmeye devam edecek ve daha da büyük biçimler ve yapılar ortaya çıkacaktı. Ama karanlık enerjinin varlığı inkâr edilemeyecek kadar bellidir. Birbiriyle yarışan iki ana etki var: Kütle çekimi, şeyleri bir araya getirip devasa şekiller yaratabilmek için zamana ihtiyaç duyarken, karanlık enerjinin de buna karşılık şeyleri hızla birbirinden itip uzaklaştırıyor olması. Şu an için bu iki etki birbirini mükemmel şekilde

dengelemiş gibi görünüyor, bu da evrenin görüp görebileceği en büyük yapılanmaların olduğu bir altın çağda yaşıyoruz demektir.



Bu doğru olabilir mi? Evrenin altın çağında yaşamamız bir tesadüf mü? Özel bir yerde (Dünya'yı evrenin merkezi olarak gören) veya özel bir zamanda yaşadığımız fikrine kapılırsak, yapmamız gereken şey kırılğan egolarımızı pohpohlayıp pohpohlamadığımızı iyice kontrol etmektir.

Mevcut kavrayışımıza göre özel bir zamanda yaşıyormuşuz *gibi görünebilir*. Ama karanlık enerjinin geleceğini tahmin edemediğimiz için bundan asla emin olamayız. Karanlık enerjinin, evreni bu şekilde itmeye devam etmesi halinde galaksilerin ve süperkümelerin daha enteresan yapılanmalar oluşturmak için yeterli zamanı bulamayacakları öngörülür. Ama karanlık enerji davranış şeklini değiştirirse o zaman kütle çekimi de şeyleri toparlayabilmek için yeterli zamana sahip olacak ve tamamıyla yeni yapılanmalar ortaya çıkaracaktır! Güncelleme için 5 milyar yıl sonrasını kontrol edebilirsiniz.



Kütle Çekimi ve Basınç

Yani kusursuz bir homojenlikten ziyade *herhangi* bir yapıya sahip olduğumuz gerçeği, ilk kırıksıklıkları yaratan kuantum dalgalanmaları sayesinde. Bunlar daha sonra şişme süreciyle beraber devasa oranlara ulaşmış ve günümüz evreninin tohumları atılmıştır. Peki, ama bu tohumlar nasıl oldu da bugün gördüğümüz gezegenlere, yıldızlara ve galaksilere dönüştü? Cevap iki güçlü etki arasındaki denge unsurundadır: kütle çekimi ve basınç.

Büyük Patlama'dan yaklaşık olarak 400 bin yıl sonra evren, içinde birkaç küçük kırıksıklığı olan nötr gazlardan oluşan sıcak ve büyük bir balondur. İşte kütle çekiminin de devreye girdiği an buydu.

Her şeyin *nötr* olduğu gerçeği son derece önemlidir. Bütün diğer kuvvetler bu aşamada yaklaşık olarak bir denge halindeydi. Şiddetli kuvvet, kuarkları protonlar ve nötronlar olarak gruplamıştı. Elektromanyetizma ise proton ve elektronları çekip bir araya getirerek nötr atomların oluşmasını sağladı. Ama kütle çekiminin dengelenmesi veya nötrlenmesi mümkün değildi. Kütle çekiminin son derece sabırlı olduğunu da söylemek gerekir: bu kırıksıklıkları milyarlarca ve milyarlarca yıl boyunca çekip bir araya getirerek gittikçe daha yoğun kümelerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

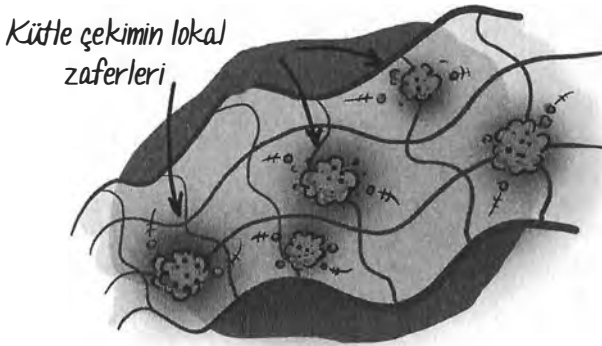


BÜTÜN DİĞER KUVVETLER DENGELENDİKTEN
SONRA KÜTLE ÇEKİMİ İPLERİ ELİNE ALMIŞTIR.

Ama evren çok uzun zamandan beri mevcuttur ve kütle çekiminin her şeyi neden devasa bir yıldız veya dev bir kara delik ya da bir megagalaksi olacak şekilde kocaman bir balona dönüştürüp bir araya toplamadığını merak ediyor olabilirsiniz. Evrende bulunan madde ve enerji miktarı tam da kütle çekiminin uzayı “düz” yapacak miktarı kadardır, her şeyi büküp bir balon içinde toplamaya yetecek kadar değildir. Ayrıca karanlık enerjinin de uzayı gerip genişlettiğini hatırlayın, sonuç olarak şeyler birbirinden uzaklaşır.

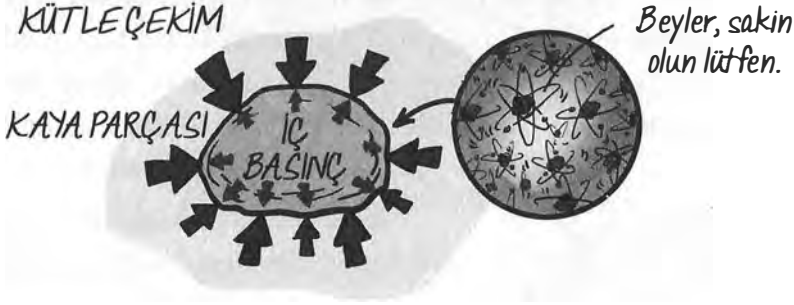
Kütle çekimi bu kozmik halat çekme oyununu birinci bitirememiş olsa bile ufak ve bölgesel zaferleri vardır. İlk baştaki kırıksıklıklardan meydana gelen gaz ve toz yığınları, bu yığınlar evrene dağılmış olsa dahi, gittikçe büyüyen yığınlar oluşturacak şekilde bir araya çekilmişlerdir.

Kütle çekimi, gaz ve toz bulutunu bir araya getirecek şekilde çekerse ne olur? Bu, yığının büyüklüğüne bağlı olarak değişir.



Eğer elinizde küçük kütleli bir balon varsa, ancak bir astreoid veya büyük bir kaya parçası oluşturacak kadar kütle çekiminiz var demektir. Belki de bir frappuccino. Kayanın veya kahvenin kütle çekimi tarafından küçücük bir noktaya dönüşecek şekilde sıkıştırılamamasının sebebi, kütle çekimine ters bazı iç kuvvetlere sahip olmasıdır. Maddenin atomları çok sıkı olacak şekilde sıkıştırılmayı pek sevmezler. (Bir kaya parçasını

elinize alıp sıkıştırarak elmasa dönüştürmeyi denediniz mi? Hiç kolay değildir.) Ve buna direnç gösterirler. Sonuç olarak elinizde kütle çekiminin sıkıştırması ve kayanın iç basıncının arasında oluşan denge kalır.



Eğer elinizde daha büyük bir kütle varsa, örneğin Dünya ölçeğinde bir gezegen oluşturacak şekilde diyelim, o takdirde kütle çekimsel kuvvetler merkezde bulunan metal ve kayaları sıkıştırıp erimiş lava dönüştürecek derecede kuvvetlidir. Dünya'nın merkezinin bu kadar sıcak ve sıvı halde olmasının sebebi kütle çekimidir. Bir dahaki sefere, kütle çekiminin zayıflığına dudak bükerken, bir kaya parçasını sıkıştırarak sıcak lava dönüştürecek kapasitede olup olmadığınızı kendinize bir sorun.

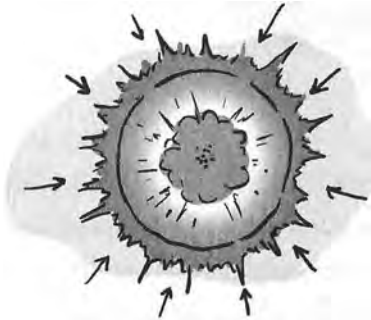
Sanırım cevabı hepimiz biliyoruz.

Eğer yeterli büyüklükte bir madde balonunuz varsa kütle çekimsel kuvvetler, söz konusu balonu bir yıldızla dönüştürecek sıcaklıkta bir plazma yaratabilir. Yıldızlar aslında basitçe açıklamak gerekirse durmaksızın patlayan füzyon bombalarıdır; onları bir arada tutan tek şey kütle çekimidir. Kütle çekimi zayıf olabilir, ama yeteri kadar kütleyi sağladınız mı milyarlarca yıl boyunca durmaksızın patlayacak nükleer bombaları bile bir arada tutabilir. Yıldızların daha da yoğunlaşarak çökmemelerinin sebebi de basınçtır. Yakıtlarını tamamıyla yakıp bitirdikten sonra kütle



çekiminin durmaksızın uyguladığı çekim kuvvetine direnç gösterecek basıncı sağlayamadıkları noktada, bazı yıldızlar çökerek kara deliğe dönüşürler.

Kütle çekimi ve basınç arasındaki bu dengelenme hali kayalar, ergimiş lav merkezli gezegenler, ucu ucuna kontrol altında tutulan füzyon-takviyeli yıldızlar için geçerlidir ve aynı zamanda yıldızların ve kara deliklerin rasgele evrene serpiştirilmiş olmalarından ziyade, galaksiler halinde toplanmalarının da açıklamasıdır.



PARLAK BİR GÖRÜNÜŞÜN ALTINDA
PATLAMAYA HAZIR BİR KARAKTER

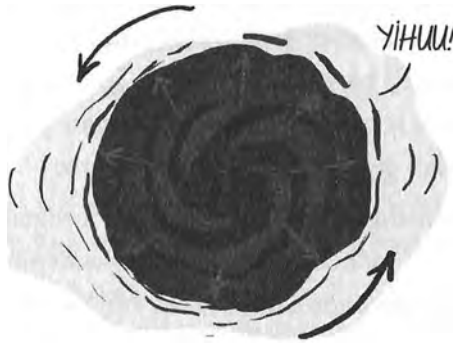
Evrendeki çoğu kütleli gezegenleri, yıldızları veya kahve çekirdeklerini oluşturmaya uygun türde olmadığını unutmayın: toplam kütleli yaklaşık olarak yüzde 80'i (toplam enerjinin yüzde 27'si) karanlık madde formundadır. Karanlık maddenin henüz bilmediğimiz bazı etkileşimleri olabilir, ama kütle çekim-

sel etkilere katkısı olduğundan eminiz. Elektromanyetik veya şiddetli kuvvet etkileşimlerinde bulunmadığı için, kütle çekimine karşı koyan aynı tür basınca sahip değildir. Yani karanlık madde, normal maddenin yaptığı şekilde bir araya toplanır ama bu toplanma durmaksızın devam ettiği için en sonunda devasa ışık halkaları oluşturur. Karanlık madde nerede devasa bir ışık halkası oluşturmuşsa, oradaki normal maddenin çok büyük bir kütle çekimsel kuvvet altında olduğunu bilin. Karanlık maddenin, evrenin ilk dönemlerinde galaksilerin oluşumundan da sorumlu olduğuna inanılmaktadır. Karanlık maddenin olmadığı bir evrende galaksilerin oluşması için milyarlarca yıldan çok daha fazlası gerekirdi. Bunun yerine galaksilerin, karanlık madde kütle çekiminin görünmez desteği sayesinde, Büyük Patlama'dan sadece birkaç yüz milyon yıl sonra oluştuklarını biliyoruz.



*KARANLIK MADDE BİRAZ DAHA
GÖSTERİŞLİ OLMAK İSTİYOR, HEPSİ BU.*

Galaksiler de kütle çekiminin çekme kuvvetine maruz kalır, ama bu durum galaksilere göre değişkenlik gösterecek şekilde, çeşitli basınç kuvvetleri sayesinde devasa bir kara deliğe dönüşmelerini sağlayacak bir çöküşe direnirler. Spiral galaksiler çok hızlı döndükleri için çökmezler ve sonuç olarak ortaya çıkan açısal momentum da bütün yıldızları birbirinden ayrı tutar. Bu aynı zamanda karanlık maddenin de daha yoğun bir yığına dönüşerek çökmemesinin sebebidir. Karanlık madde parçacıklarının hızları ve açısal momentumları yüzünden kütle çekimi onları bir araya getirmekte zorlanır.



Evrenimiz, galaksilerin toplandığı kümelerin bir araya gelmesiyle oluşan süperkümelerin oluşturduğu devasa tabakalar ve balonlarla doludur. Toz, gaz ve gezegenlerle dolu her birinin içinde yüzlerce milyar yıldız, kara deliklerin etrafında dönmektedir. Bu gezegenlerden birinde bulunan insanlık ise yıldızlara bakarak varlıkları üzerine kafa patlatmaktadır.

Peki, bu nereye kadar böyle devam eder?

Bu devasa ölçeklerdeki tabakalar ve balonlar sonsuza kadar devam eder mi? Yoksa evrenin içindeki bütün madde, sınırları sonsuzluğa veya hiçliğe dayanmış bir ada veya bir kıta gibi midir?



Evrenin Büyüklüğü

Eğer büyük boy espressomuzu içerken, bir yandan da sonsuza yakın bir hızla evrene göz gezdirebilseydik evrenin yapısına dair bir sürü şey öğrenebilir ve daha da önemlisi bütün bunların nereye kadar vardığını görebilirdik.

Ne yazık ki kahve dükkânlarının çoğunda servis edilen en büyük espresso dört shot*’lı olanıdır* ve evrenin de etrafta fotoğraf çekerek gezinmemize dair çok belirli bir hız limiti vardır. Işıktan daha hızlı hareket edecek uzay motorlarını icat edene kadar bu soruları yanıtlamamızın tek yolu Dünya’ya dışarıdan gelen bilgileri kullanmaktır.

Işık bize, evrenin tuhaflığına dair bir sürü güzel fotoğraf taşır ama bunu sadece 13,8 milyar yıldır yapmaktadır. Yani bu mesafenin ötesindeki herhangi bir şey bizim için *görünmezdir*. Galaksi büyüklüğünde mavi ejderhalar görüşümüzün ötesinde cirit atıyor olabilirler ama bizim buna dair hiçbir fikrimiz yoktur. Tabii ki bu ejderhaların varlığına işaret eden bir şey de yoktur. Ama orada bir yerlerde, görüş sınırlarımızın dışında olan şeylerin

* Ve iki dört shot*’lı espresso siparişi verdiğimizde komik bir ifadeyle suratımıza bakarlar.

etrafımızda gördüğümüz şeylerle benzer olma ihtimali nedir? Doğa, tuhaf ve şaşırtıcı ifşalar söz konusu olduğunda son derece cömerttir.

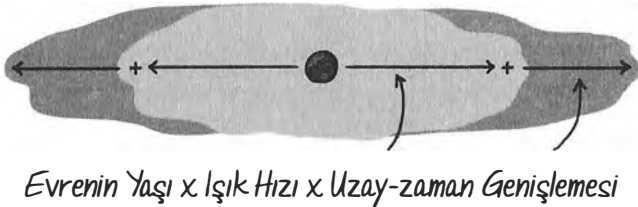


Görüş ufkumuza dayanan, adına gözlemlenebilir evren dediğimiz bu küre çok büyüktür. Bu kürenin dışını göremesek bile boyutlarını hassaslıkla ölçmeye çalışabiliriz. Şu olasılıkları bir düşünün:

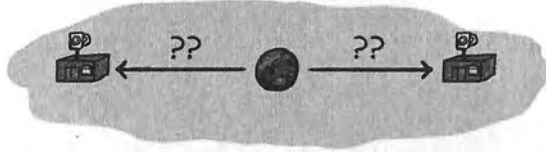
- a. Hiçbir şey ışıktan daha hızlı hareket edemeyeceğine göre, gözlemlenebilir evren de evrenin yaşı çarpı ışık hızı büyüklüğünde veya başka bir deyişle her yöne doğru 13,8 milyar ışık yılı uzanıyor olmalıdır.



- b. Uzayın kendisi ışıktan daha hızlı genişleyen (ve genişleyebilmiş) bir şeyse biz de bir zamanlar görüş ufkumuz içerisinde yer alan ama artık çok uzaklarda olan şeyleri görebiliriz, yani bu da yaklaşık olarak her yönde 46,5 milyar ışık yılı mesafe demektir.

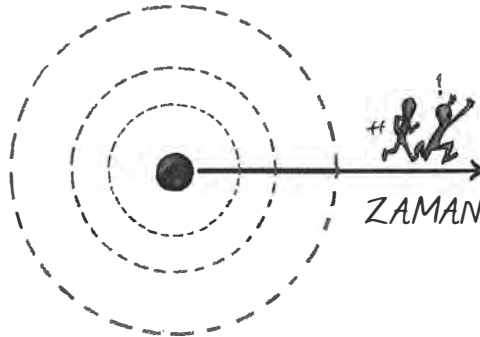


- c. Gözlemlenebilir evren birbirlerinden en uzak iki Starbucks arasındaki mesafedir, şu an için birbiri ardına açılan yeni şubelerin varlığı yüzünden bu, bilimciler için tam anlamıyla bir muammadır.



Doğru cevap (b) seçeneğidir. Uzayın genişlemesi sayesinde *bir zamanlar* bize şimdi olduğundan daha yakın duran şeyleri görebiliriz. Yani gözlemlenebilir evren, ışık hızı çarpı evrenin yaşından çok daha büyüktür. Bu, günümüzde görebildiğimiz evreni de kapsamaktadır.

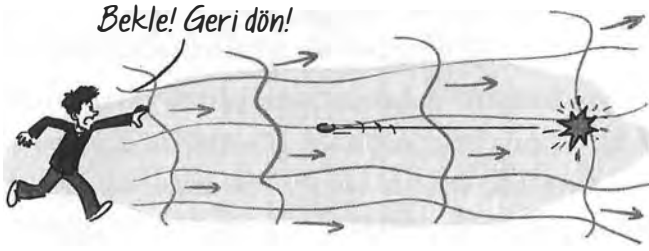
İyi haber, parçacıkla fazlasıyla görebiliyoruz. Yaklaşık olarak 10^{80} ile 10^{90} arası parçacığı milyarlarca galaksinin sekstilyonlarca* yıldızının içinde görebilmekteyiz. Diğer iyi haberse, gözlemlenebilir evrenimiz her sene, hiçbir çaba harcamadığımız halde, yaklaşık olarak bir ışık yılı kadar büyümektedir.** Matematik sayesinde gözlemlenebilir evrenin hacmi daha da hızlı artar, çünkü bu değere her sene eklenen dilim bir önceki senenin diliminden daha büyük hacimlidir, bir başka deyişle büyüyeyici dağlarıyla asla ziyaret etme imkânı bulamayacağınız galaksilerin sayısı artık bizim için idrak edilemez boyutlara varmaktadır.



* 10^{21} sayısını ifade eder. (ç.n.)

** Bu, uzayın genişleme ivmesine bağlıdır. Şu an için bu ivme sıfırdan büyük bir değere sahiptir.

Ama bu kadar basit değil. Şeyler, uzayın içinde bizden uzaklaşırken *aynı zamanda* uzay da genişler. Bazı objelerin bize olan uzaklıkları öyle hızlı artar ki, onlardan yayılan ışık *hiçbir zaman bize ulaşamaz*. Başka bir deyişle, gözlemlenebilir evren asla gerçek evren boyutlarını yakalayamaz, bu da var olan her şeyi hiçbir zaman tam olarak göremeyeceğimiz anlamına gelir.



Kötü haber, evrenin nereye kadar uzandığını bilmiyoruz. Aslında bunu hiçbir zaman bilememe ihtimalimiz de vardır. Kozmik haritacılığı sevenler bundan hiç hoşlanmayacak!

Bir Tahminde Bulunalım

Evren ne kadar büyüktür? Birkaç olasılık var.

Sonsuz Uzayda Sonlu Bir Evren

İhtimallerden biri de evrenin ölçüsel olarak sonlu olması, ama uzayın genişlemesi dolayısıyla ufkumuzun çok ötesine taşmış olmasıdır. Bazı bilimciler bu olasılıktan yola çıkarak evrendeki şeylerin büyüklüğüne dair kulağa mantıklı gelen varsayımlarda bulunmuşlardır. Örneğin;

1. Şişme öncesinde evrenin büyüklüğü tam tamına, yaşıyla ışık hızının çarpımına eşitti, çünkü uzay henüz genişlemeye başlamamıştı.
2. Evrendeki parçacıkların sayısı çok fazladır.

3. Hiç kimse 10^{20} 'den daha büyük rakamları gerçek anlamda düşünemez, bu sebeple istediğinizi söyleyebilirsiniz.

Büyük Patlama esnasında ne kadar miktarda uzayın genişlediğine ve ne kadarının da şu an karanlık enerji sebebiyle genişlemeye devam ettiğine dair elimizdeki mevcut bilgilerle bu varsayımları birleştirecek olursanız, işte o zaman, tüm evrenin büyüklüğüne dair bir tahminde bulunabilirsiniz.

Ama varsayımlarınızın doğasına bağlı olarak cevaplarınız 10^{20} 'den daha büyük bir oranda değişkenlik de gösterebilir. Eğer bu söylediklerimiz size her şeyin hâlâ havada olduğu izlenimini veriyse, haklısınız. Biri, size evinizin 2000 ile 100.000.000.000.000.000.000.000 metre-kare arasında değiştiğini söyleseydi, büyük ihtimalle ve haklı olarak o kişinin bol keseden salladığını düşünürdünüz. Evrendeki şeylerin miktarının ölçülebilir olduğuna dair hâlâ kanıtlanmamış varsayımları hazmetmeyi başarsanız bile evrenin ne kadar büyük olduğuna dair hiçbir fikrimizin olmadığını bilmelisiniz.

EVREN YAKLAŞIK
OLARAK ŞU BOYUTTA...
...ARTI EKSI 10 ÜZERİ
21 KADAR FARK
EDEBİLİR TABİ...

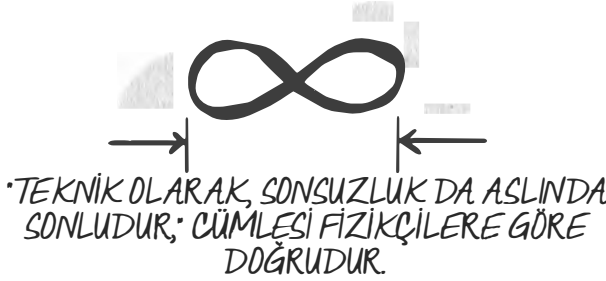


Bütün bu belirsizliğe rağmen evrenin boyutunu az çok ölçebilmemiz için bazı senaryolar vardır.

Sonlu Uzayda Sonlu Bir Evren

Eğer evrenin şekli eğriyse, uzay da aynen bir kürenin yüzeyine benzebilir, tek farkla: uzayın üç (veya daha fazla) boyutu vardır. Bu durumda

uzay sonludur. Kendi etrafında döngü oluşturur, öyle ki bir yöne doğru hareket ettiğinizde eninde sonunda sizi başladığınız yere geri getirir. Bu, kulağa ne kadar şaşırtıcı gibi gelse de en azından evrenin sonsuz değil de sonlu olduğunu öğrenirdik.



Mantığımızı zorlayan bu senaryoya göre, böylesi bir evrende hareket eden ışık da eninde sonunda döngüye girecek (döngünün yeteri kadar küçük olduğunu varsayıyoruz) ve hareketi esnasında birkaç kez Dünya'nın yanından geçecektir. Bu gerçekten de görülebilir bir şeydir! Işık her döngüyü tamamladıktan sonra, aynı objeleri gökyüzünde birkaç defa görerek gözlemleyebilir.* Ama ne yazık ki bilimciler galaksilerin yapısına ve KMAPİ'ya bakarak kanıt bulmaya çalışmışlarsa da ellerine bir şey geçmemiştir. Yani, evren sonlu ve döngüselse görebildiğimizden çok daha büyüktür.



* Bu durum, kütle çekimsel mercekleme etkisinden farklıdır. Kütle çekimsel merceklenmede objeler deforme edilmiş olarak gökyüzünde çift gözükürler. Bu senaryodaya objeler deforme edilmeden gökyüzünde ikiden fazla sayıda gözükabilirler.

Sonsuz Bir Evren

Evrenin sonsuz olması, sonsuz miktarda madde ve enerjiyle dolu olması mümkündür. Bu, akıllara durgunluk veren bir olasılıktır, çünkü sonsuzluk son derece ilginç bir kavramdır. Sonsuzluk, ihtimaller çok çok düşük gözükse bile gerçekleşme olasılığı bulunan herhangi bir şeyin (olasılıklar sıfır olmadığı sürece) evrende bir yerlerde gerçekleşiyor olduğu anlamına gelir. Sonsuz bir evrende, şu anda bu kitabın puantiyeli yelken bezinden yapılma bir versiyonunu okumakta olan ve size çok benzeyen biri var. İsimleri Samuel olan mavi ejderhalarla dolu bir gezegen var ve bütün ejderhalar birbiriyle karıştırılıyor. Bu senaryolar kulağınıza pek mantıklı gelmiyor, değil mi? Haklısınız. Ama sonsuz bir evren söz konusu olduğunda, *gerçekleşebilme ihtimali* olan her şey *gerçekleşir*. Bir şeyin sonsuz bir evren içerisinde ne sıklıkla gerçekleştiğini bulabilmek için, onun olasılığını sonsuzlukla çarpmalısınız. Yani olasılık sıfırdan farklı bir değer olduğu sürece söz konusu olay gerçekleşecektir. Ve sadece gerçekleşmekle kalmayıp sonsuz kere gerçekleşecektir. Kafası karışık mavi ejderhalarla dolu sonsuz sayıda gezegen olacaktır. Akıllara durgunluk verici, öyle değil mi?



Peki, ama sonsuz bir evren nasıl olur da etrafımızda gördüklerimizle tutarlılık gösterebilir? Bir evren hem Büyük Patlama'dan meydana gelip hem de sonsuz olabilir mi? Evet, ama tek farkla: Büyük Patlama'nın tek bir noktadan başlamadığını varsayarsak. *Her yerde aynı anda* gerçekleşmiş bir Büyük Patlama düşünün. Bu cümleyi okurken aklınızın başından gitmesi muhtemeldir, ama bu önermenin gözlemlerimizle tamamıy-

la uyumlu olduğunu da söylemeliyiz. Böylesi bir evrende Büyük Patlama *her yerde aynı anda* gerçekleşmiştir.



Bu senaryolardan hangisi (sonsuz evrende sonlu madde, sonlu evrende sonlu madde, sonsuz evrende sonsuz madde) bizim gerçekliğimizdir? Hiçbir fikrimiz yok.

Evren Neden Bu Kadar Boş?

Evrenin yapısına dair sırlardan biri de şudur: evren neden bu kadar *boş*? Yıldızlar ve galaksiler neden birbirlerine daha yakın veya daha uzak değiller?

Konuyu daha iyi anlayalım. Güneş sistemimiz 9 milyar kilometre genişliğindedir, ama en yakın yıldız bize 40 trilyon kilometre uzaklıktadır. Galaksimiz 100 bin ışık yılı genişliğindedir ve bize en yakın galaksi olan Andromeda Galaksisi bizden 2.500.000 ışık yılı uzaklıktadır.

Uzay ne şekilde ve ne büyüklükte olursa olsun, objelerin birbirine daha yakın olması için aslında yeteri kadar alan vardır. Kozmik bir ebeveyn, sanki arka koltukta birbirleriyle didiştikleri için bütün yıldız ve galaksileri birbirinden ayırmıştır.



Neyse ki boşluk aslında bakış açısına bağlıdır ve elimizdeki soruyu iki farklı biçime dönüştürebiliriz.

Neden ışıktan daha hızlı hareket edemiyoruz?

ve

Uzay Büyük Patlama'nın ardından neden genişlemiştir ve neden genişlemeye devam etmektedir?

Işık hızı, “uzak” ve “yakın” kavramlarından ne kastettiğimizi kozmik anlamda ifade eden bir ölçüttür. Eğer ışık hızı çok, çok daha yüksek olsaydı, o zaman daha uzakları görebilir, daha hızlı hareket edebilirdik ve nesneler bizden bu kadar uzak gözükmezlerdi. Işık hızı çok daha düşük olsaydı, yakın komşularımızı ziyaret etmek veya onlara mesajlar göndermek* daha da imkânsızlaşırdı.



Öte yandan bütün suçu ışık hızına da yükleyemeyiz. Büyük Patlama'dan sonraki süreçte uzay bu kadar genişlememiş olsaydı, bugün her şey birbirine çok daha yakın olacaktı. Ve karanlık enerji şu anda her şeyi daha da uzaklara itiyor olmasaydı, galaksiler arası yolculuk olasılığı git-tikçe daha da azalmazdı.** Şişme miktarının 10^{32} gibi inanılmaz tuhaf-lıktaki bir değerden farklı olarak, daha mantıklı değerlerde olduğu bir evreni düşleyebiliriz.

Yani, evrenin boşluğu iki nicelik arasındaki etkileşimden kaynaklanır: uzaklık ölçeklerini tanımlayan ışık hızı ve her şeyi birbirinden

* Mobil veri faturaları çok yüklü olurdu.

** Hiç hoş değil karanlık enerji. Hiç hoş değil!

uzaklaştıran uzayın genişlemesi durumu. Bu niceliklerin neden böyle olduklarını bilmiyoruz, ama onları değiştirdiğiniz takdirde günümüzden çok farklı bir evrenin ortaya çıkacağı muhakkaktır. Diğer bir sürü sırda olduğu gibi, bu sırrı da incelemek için yalnızca kendi evrenimizi kullanabiliyoruz, bu sebeple evrenin organize olma şeklinin tek alternatifinin bu olup olmadığını, diğer olası evrenlerde genişlemenin çok mu küçük olduğunu ve herkesin birbirine, bize oranla daha yakın olup olmadığını bilmiyoruz.



Özetleyecek Olursak

Sıcak kahvenizi yudumlarken gece göğüne baktığınızda, evrenin yapısına ve boyutlarına dair bildiğimiz her şeyin Dünya'dan gözlemleyebildiklerimize bağlı olduğunu unutmayın. Elbette diğer gezegenlere uzay araçları gönderdik, uzaya teleskoplar yerleştirdik ve hatta Ay'a insan bile indirdik, ama kozmik perspektiften bakacak olursak aslında henüz hiçbir yere varamadık. Evrene dair öğrendiklerimiz, kozmosun kendi bulunduğu köşesinden başımızı kaldırıp yaptığımız tahminlerden ibarettir.

Bu fazla mütevazı konumumuza rağmen çok eski bazı soruları (Yıldızlar nedir? Neden hareket eder?) cevaplamayı başardık ve yine çok eski bazı yanlış inanışları da düzelttik (evrenin merkezinde olduğunu sanmamız gibi).

Peki, ama bütün bunlar nereye kadar devam ediyor? Sonsuz bir evrende mi yoksa sonlu bir evrende mi yaşıyoruz? Birkaç milyar yıl içerisinde evrenin yapısında ne gibi değişiklikler olacak? Bu soruların cevaplarının kendimize dair panoramik bakış açımıza ve evrendeki konumumuza dair çok önemli sonuçları olabilir.



16. *Her Şeyi Açıklayan Bir Teori Var Mıdır?*

Evrenin En Basit Tanımı Nedir?

İnsanlık tarihi söz konusu olduğunda ancak son zamanlarda etrafımızdaki Dünya'yı anlamaya başlayabilmişizdir.

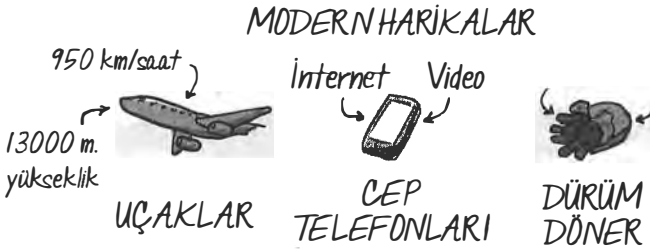
Son birkaç yüzyıllık bilimsel gelişmelerin öncesinde, gündelik objeler ve olayların karşısında kafa karışıklığı yaşamak çok bilindik bir durumdu. İlk insanlar yıldırım için ne düşünüyorlardı? Ya da yıldızlar? Ya da hastalıklar? Ya da manyetizma? Ya da babunlar? O zamanlar için Dünya bize göre kavrayışımızın çok ötesinde gizem dolu şeyler, doğaüstü görünen kuvvetler ve tuhaf hayvanlarla doluydu.



GİZEMLİ KONULARDAN BİRİ: BABUN MANYETİZMASI

Son dönemlerde bu his yerini, etrafımızı saran Dünya'nın rasyonel, keşfedilebilir kanunlara göre tanımlanabilir olduğunu bilmenin rahatlatıcılığına ve güven vericiliğine bırakmıştır. Bu deneyim insanlık tarihi söz konusu olduğunda epey yenidir. Tamamıyla sır dolu gibi görünen olaylara günlük yaşamda artık pek rastlayamaz olduk. İnsanı şok eden veya hiçbir açıklaması olmayan şeyler artık söz konusu değil. Yıldırımlar, yıldızlar, hastalıklar, manyetizma ve hatta gizemli babunlar bile artık doğal fenomenler olarak açıklanabiliyor. Bunlar korkuyla karışık saygı uyandıran, harika ama fiziksel yasalarla da kısıtlı şeylerdir. Aslında, bir duruma açıklama getirememiz, artık pek karşılaşmadığımız bir şey ve günümüzde bunu hissedebilmek için birilerine para bile ödüyoruz: sihirbazlık gösterilerini bu kadar eğlenceli kılan şey işte budur.

Kavrayışımızın dışında, etrafımızı çevreleyen Dünya üzerinde de etkileyici bir hâkimiyet kurmuş durumdayız: 400 tonluk uçakları okyanusların üzerinden uçurabiliyor, bir bilgisayar çipinin içindeki milyarlarca transistörün kuantum mekaniklerini düzenleyebiliyor, insanları açıp başka insanlardan parçaları içeri yerleştirebiliyor ve heyecanlı babunların çiftleşme alışkanlıklarını tahmin edebiliyoruz. Gerçekten de mucizeler çağında yaşıyoruz.



Peki, büyük şeyleri ve aynı zamanda gündelik hayatımıza dair küçük detayları açıklamada bu kadar iyiysek bu, her şeyi çözdüğümüz anlamına mı gelir? Teorilerimiz *Her şeyi* (büyük H ile) açıklar mı?

Bu kitabın diğer bölümlerini okumadan bu kısma gelmediğiniz sürece, bu soruya verilecek cevabın çok belirgin bir *hayır* olduğunu biliyor

olmalısınız. Evrenin neyle dolu olduğuna dair (karanlık madde) neredeyse hiçbir fikrimiz yok ve evreni kontrol eden en güçlü kuvvetleri de (karanlık enerji, kuantum kütle çekimi) nasıl tanımlayacağımızı bilmiyoruz. Öyle ki hâkimiyetimiz sadece kendi minik köşeciğimizle sınırlı ve bunun dışında tamamıyla bir cehalet okyanusuyla çevrelenmiş durumdayız.

Bu iki durumu, etrafımızdaki Dünya'yı anladığımızı ama evrenin işleyişine dair hemen hemen hiçbir fikre sahip olmayışımızı birbirleriyle nasıl bağdaştırabiliriz? Nihai teoriye, Her Şey Teorisine (HŞT) ne kadar yakınız? Böyle bir teori var mı? Evrendeki bütün sırları açığa çıkartabilir mi?



Her Şey Teorisi Nedir?

Üzerinde konuşmaya başlamadan önce “Her Şey Teorisi” derken ne kastettiğimizden iyice emin olalım. Çok basitçe söylemek gerekirse Her Şey Teorisi, *evrendeki bütün maddenin, kuvvetlerin, uzayın ve zamanın olabilecek en temel seviyedeki en basit, en olası matematiksel tarifidir.*

Bunu biraz açalım.

Maddeyi bu tarifin içine katıyoruz, çünkü bu teori evrendeki her şeyin neyden meydana geldiğini açıklaması gerekir. *Kuvvetleri* de bu tarifin içine katıyoruz çünkü bu teorinin eylemsiz, durağan şeylerden daha fazlasını açıklamasını istiyoruz. Maddenin nasıl etkileşimde bulunduğunu ve neler yapabileceğini öğrenmek istiyoruz.



Ayrıca *uzay* ve *zamanı* da katıyoruz, çünkü her iki kavramın da belli bir dereceye kadar şekil verilebilir olduğunu ve evrendeki madde ve kuvvetleri etkilediğini (ve onlar tarafından etkilendiğini) biliyoruz.

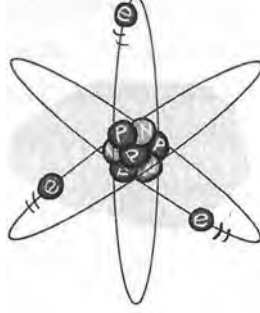
En önemlisi, *en temel seviyedeki* ve *en basiti* diyoruz, çünkü bu teori-nin evrene dair olası en temel tarif olmasını istiyoruz. En basit demek, onun artık daha fazla indirgenemez olmasını (ya da mümkün olduğunca az değişkenli veya açıklanamaz sabitlerin bulunmasını) gerektirir. *En temel seviyede* demekse evreni olabilecek en küçük ölçeğiyle tanımlayabil-mesi gerekliliğini şart koymak demektir. Objelerin meydana geldiği en küçük ve bölünemez lego parçalarını bulmak ve birbirleriyle birleşirken kullandıkları mutlak temel mekanizmaları öğrenmek istiyoruz.



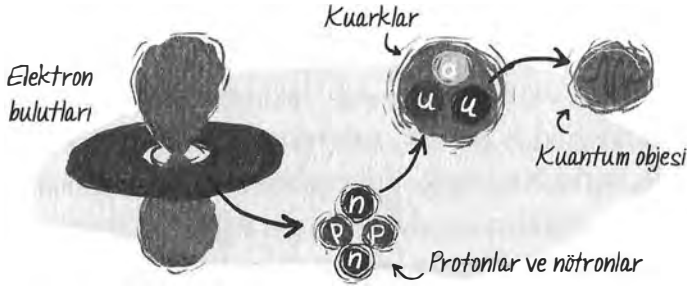
TEKNİK OLARAK LEGOLARIN UZUVLARI DA
İNSANLARINKİNE BENZER

Gördüğünüz gibi içinde yaşadığımız evren bir soğanı andırır. Herkesi ağlattığı için veya iyi bir çorba yapmanın olmazsa olmaz koşulu diye değil tabii, katman katman *ortaya çıkarılmayı bekleyen fenomenlerle* dolu olduğu için.

Örneğin, şu atom modelini ele alalım:



Bu diyagram atomların, proton ve nötronlardan oluşan bir çekirdeğin etrafında dönen elektronlardan meydana geldiğini öne süren teoriyi ifade eder. Büyük ihtimalle bilimsel olarak en bilindik görüntülerin başında gelir. Bu fikri ortaya çıkarmak çok büyük bir başarıydı, çünkü maddenin temel biriminin atomlar değil de daha küçük parçalar olduğuna dair daha derin ve temel bir kavrayışa ulaştığımızı gösterir.



ATOMUN MEYDANA GELİŞİ

Ama bunun bile daha sonradan çok daha farklı bir hikâyeye dönüştüğünü gördük. Bu küçük parçalar da aslında kendi içlerindeki daha küçük parçalardan meydana geliyordu (protonların ve nötronların kuarklardan oluştuğunu hatırlayın). Ve hepsinin de üstünde, maddenin bu seviyedeki

davranışı, alışageldiğimizden çok farklıydı. Hatta bundan da farklısı olmazdı. Elektronlar, protonlar ve nötronlar bir araya kümelenmiş, etrafta salınarak gezen, sert yüzeyli küçük kürecikler değildir. Bunlar, dalgalanmalarla tanımlanan, belirsizlik ve olasılık prensiplerine göre hareket eden, belirli bir şekle sahip olmayan, kuantum parçacıklarıdır.



Ama bütün bu fikirler belli bir seviyeye kadar geçerlidir. Atomları küçük bilye topları gibi düşünmek, gaz atomlarının bir kap içerisinde nasıl hareket ettiklerini tarif etmek için işe yarayabilir. Veya atomları elektronların etrafında dönüp durdukları küçük, katı kümelenmeler olarak düşünmek periyodik tablodaki elementleri tanımlamakta kullanılabilir. Ve parçacıklara dair yeni kuantumsal bakış açısı da her türden doğal fenomeni tanımlamamızda bize yardım edebilir.

Öyle görünüyor ki içinde yaşadığımız evrende, daha küçük seviyeler bazı teoriler tarafından pek kaale alınmasalar bile kusursuz biçimde işliyor gibidir. Başka bir deyişle, bir şeyi oluşturan temel parçacıkların ne olduklarına (hatta neden var olduklarına) dair hiçbir fikrimiz olmasa bile bu parçacıkların kolektif davranışlarını doğru biçimde tahmin edebiliriz.



Örneğin ekonomi, ki bu alanın büyük oranda matematiksel olarak tarif edilebileceğini söyleyebiliriz (insanların, içlerindeki babunun sesini bastırıp mantıklı davrandıklarını varsayarak), bireysel psikolojinin doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmış bir olgudur. Bi-

reysel olarak ayrı ayrı bir sürü alıcının ve satıcının eylemleri, fiyatlarda büyük oranda değişikliklere sebep olabilir, bunu birkaç basit denklem kullanarak tarif edebiliriz. Bir bireyin tercih ve motivasyonlarını anlamaya gerek kalmadan büyük grupların ekonomik davranış biçimlerini inceleyebilir ve tanımlayabiliriz.

Fizikte de bunun bir sürü örneği vardır. Örneğin, maddenin en temel bileşenini hâlâ keşfedememiş olsak da, kütle çekiminin kuantum teorisine göre nasıl hareket ettiğine dair hiçbir fikrimiz olmasa da, bir maymunun evimizin çatısından havuza atladığında neler olacağını kesinlikle tahmin edebiliriz. Maymunun hareketini tarif etmek için son derece etkin teorilerimiz, ortaya çıkan su sıçramasına dair akışkan dinamiği teorilerimiz ve maymun kokan bir havuzu neden pek sevmeyeceğimize dair davranışsal teorilerimiz mevcuttur.

İşin aslı, evrende her biri farklı seviyelerdeki doğal olguları açıklayan bu teorilerden katmanlar halinde bir sürü bulunur. DNA ile tanışmadan çok önce bile evrime dair bir teorimiz vardı. Higgs bozonunu henüz keşfetmemişken ya da bugün bildiğimiz birçok temel parçacığın daha farkında bile değilken Ay'a insan göndermeyi başarmıştık.

Bu önemlidir, çünkü *nihai teori*, fizikçilerin önlüklerini çıkarıp, ellerindeki mikrofona yere bıraktıktan sonra ellerini havaya kaldırıp, "Tamam, bizden bu kadar," deyip yürüyüp gitmelerine sebep olacak olan teori, doğayı en temel anlamda tanımlayan bir teori olmalıdır. Her şey teorisi, sadece herhangi bir seviyedeki doğal olguları açıklamamalıdır; evrenin *gerçek* yapı taşlarını ve onların nasıl bir araya geldiğini de sunmalıdır.



KÖTÜ ŞÖHRET Lİ HER ŞEY TEORİSİ

Bu, Her Şey Teorisi kavramını biraz karmaşık hale getirir, çünkü bu teoriye ulaşıp ulaşmadığımızdan hiçbir zaman yüzde yüz emin olamayız. Temel olduğunu düşündüğümüz bir teoriye ulaşabilir, ama aslında bunun sadece ve sadece evrenin soğan katmanlarından bir başkasının altına gizlenmiş submikroskobik minik babunların kolektif bir davranış biçimi olduğunu fark edebiliriz. Peki, farkı nasıl bileceğiz?

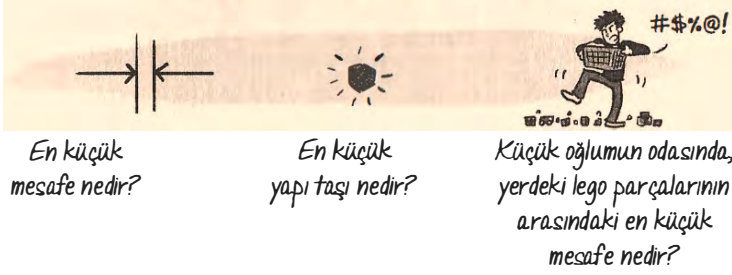
Daha da kötüsü, ya evrende sonsuz sayıda katman varsa? Ya mutlak teori diye bir şey mümkün değilse? Ya sonsuza kadar her aşamada karşımıza babunlar çıkarsa?

Babunlar Her Yerde

Her Şey Teorisi'ni artık tanımladığımıza göre doğayı mümkün olan en temel seviyesinde anlayabilmek konusunda geldiğimiz aşamayı bir inceleyelim.

Sorabileceğimiz sorulardan biri, evrende en kısa mesafe diye bir şeyin olup olamayacağıdır. Mesafeleri çoğunlukla sonsuz birimler olarak düşünmeye meyilliyizdir, örneğin 0,00000...00001 şeklinde yazdığımız bir rakamın içindeki “...” sonsuz sayıda sıfırı ifade edebilir. Peki, ama ya durum farklıysa? Aynı bilgisayar ekranlarındaki pikseller gibi daha kısa mesafelerin bir anlam ifade etmediği veya işe yaramadığı bir alt limit varsa? Eğer böyle bir şey var ve bizim teorimiz de bu ölçekteki objeleri ve etkileşimleri tarifleyebiliyorsa, o zaman teorimizin temel olduğundan emin olabiliriz, çünkü bu mesafeden daha küçüğü yoktur. Ama böyle bir alt limit yoksa, o zaman şeyler sonsuz derecede küçük olabilirler veya sonsuz derecede kısa mesafelerde hareket edebilirler ve biz de onların arkasında başka şeylerin saklı olup olmadığını asla anlayamayız.

EVRENE DAİR TEMEL SORULAR



Başka bir yaklaşım da teorimizde yer alan lego benzeri yapı taşlarının gerçekten en küçük birim mi oldukları, yoksa onların da daha küçük lego parçalarından mı meydana geldiği sorusudur. Bugüne kadar keşfettiğimiz elektronlar, kuarklar ve diğer parçacıklar evrenin en küçük parçaları mı? En küçük parça diye bir şey var mı?

En son sorulacak soru, bu objelerin birbirleriyle nasıl etkileşimde bulunduklarıdır. Etkileşimde bulunmak için farklı yöntemleri mi kullanırlar (farklı kuvvetleri kullanmak gibi), yoksa sadece bir yöntem olsa da bu yöntem kendini farklı yollarla mı açığa çıkarır? Evrendeki kuvvetlerin en temel tanımı nedir?

Gelin, en kısa mesafeyle başlayalım.

En Kısa Mesafe

Evrene dair en temel çözümlülük veya en kısa mesafe diye bir şey var mı? Gerçeklik belli bir ölçekten sonra tarif edilemez bir şekilde *pikselleşmekte* midir? Gerçeğin pikselleşebileceği fikrinin ne kadar tuhaf olduğunu anlamak için bu soruyu inceleyelim.

GERÇEK PIKSELLEŞMİŞ MİDİR?

Kuantum mekaniği bize, bir parçacığın konumunu asla şaşmaz bir hassaslıkla bilemeyeceğimizi söyler. Bunun sebebi de kuantum mekaniğinde objelerin, aslında doğal olarak öngörülemez özelliklere sahip kuantum alanlarının biçimsiz, dalgamsı hareketlenmeleri şeklinde tarif edilmesidir. Ama bundan da fazlası, kuantum mekaniği bize bir parçacığın mutlak yerinin *belirlenemediğini*, konumuna ait bu bilginin belirli bir mesafenin altında mevcut olmadığını söyler. Bu, evrene dair en kısa mesafe diye bir şeyin olabileceği konusunda bir ipucu verir niteliktedir ya da başka bir deyişle pikselleşme olarak düşünebileceğimiz bir mesafe nicemlesidir.

Peki, gerçeklik pikselleşebiliyorsa bu pikseller ne kadar küçüktür? Gerçekten de hiçbir fikrimiz yok ama fizikçiler, gözlemler yaparak ve evren hakkında bize bir şeyler anlatan bazı temel sabitleri kullanarak kabaca bazı tahminlerde bulunmuşlardır. Bunlardan ilki Planck sabiti diye de bilinen h , yani kuantum mekaniksel sabitidir. Bu çok önemli bir rakamdır, çünkü enerjinin nicemlemesi ile bağlantılıdır (bir bakıma enerjinin pikselleşmesi diyebiliriz).

[illegible]

* Planck uzunluğunun formülü $(hG/c^3)^{1/2} = 1,616 \times 10^{-35} \text{m}$ şeklindedir: h Planck sabitini, G kütle çekimi sabitini, c de ışık hızını ifade eder.

Bu rakama Planck uzunluğu adını veriyoruz. Peki, bu rakam ne ifade eder? Emin değiliz, ama evrenin genel piksel ölçüsüne dair bize kabaca bir veri sağlaması *mümkün* gözüktür. Bu noktada şunu söylemeliyiz ki, her birinin, kuantum seviyesinde meydana gelen fiziksel olayların temel bileşenleri olması dışında, bu rakamları bir araya getirmemizin başka geçerli bir sebebi yoktur. Bir araya geldiklerinde evrenin temel ölçeğine dair bize bir ipucu vereceklerini düşünüyoruz.

Bunu ispatlayabildik mi? Henüz değil. Kısa mesafeleri gözlemleyebilmek için kullandığımız aygıtlar, maddeyi, ışığın dalgaboyu (yaklaşık 10^{-7} metre) seviyesinde inceleyen optik mikroskoplardan maddeyi 10^{-10} metre seviyelerinde inceleyen elektron mikroskoplarının gücüne ancak varabilmiştir. Bunun ötesinde de parçacık çarpıştırıcılarının içindeki yüksek enerjili çarpışmalar bize protonu 10^{-20} metre seviyesinde inceleme imkânını vermiştir.

Ne yazık ki bu gerçekliği Planck uzunluğu seviyesinde inceleme konusunda hâlâ 15 kat gerideyiz. Bu da hâlâ *birçok* detayın çok uzağında olduğumuzu gösterir. Ne kadar detay diye soracak olursanız, elinizdeki en küçük veya gözlerinizin en iyi görebildiği cetvelin uzunluğunun 1.000.000.000.000.000 (10^{15}) metre olduğunu düşünün. Bu, Güneş sistemimizin tüm genişliğinden yüz kat daha fazladır. Eğer elinizdeki en küçük cetvel de bu boyda olsaydı, o zaman etrafımızda olup biten bir sürü şey hakkında hiçbir fikre sahip olamazdık. On beş kat gibi bir farkla bir sürü detay gözünüzden kaçıp giderdi.



Gerçekliği Planck uzunluğu seviyesinde incelemek gibi bir şansımız var mı? Gelişmiş teknolojilerin bizi 10^{-7} (optik mikroskoplar) seviyelerinden 10^{-20} (parçacık çarpıştırıcıları) seviyelerine getirmesi yaklaşık olarak 200 yıl almıştır, bu sebeple gelecek nesil bilimcilerin gerçekliği daha iyi inceleyebilmemiz için neler icat edeceklerini şimdiden söylemek zor. Ama parçacık çarpıştırıcılarının çalışma prensibinden yola çıkacak olursak, maddeyi Planck uzunluğu seviyesinde görebilmek için bugün sahip olduğumuz hızlandırıcılardan 10^{15} daha fazla enerjiye sahip ağırlara ihtiyacımız var gibi gözüküyor. Ne yazık ki bu da böylesi hızlandırıcıların 10^{15} kat daha büyük, yani 10^{15} kat daha pahalı olacağı ve finans gücümüzü 10^{15} kat aşacağı anlamına gelir.

Özetle, evrenin en kısa mesafelerinde pikselleşme olduğuna dair elimizde somut bir kanıt yok, ama kuantum mekaniği ve bugüne kadar ölçebildiğimiz evrensel sabitler bize bunun var olabileceğini ve son derece küçük bir değer olduğunu kuvvetle işaret eder.

En Küçük Parçacıklar

Bugüne kadar keşfettiğimiz elektronlar, kuarklar ve diğer “temel” parçacıklar, evrenin *en* temel parçacıkları mıdır? Büyük ihtimalle hayır.

Öyle görünüyor ki elektronlar, kuarklar ve onların bütün kuzenleri başka bir “şeyin” doğal sonuçlarıdır. Belki de daha küçük seviyede parçacık veya parçacık gruplarından oluşmuşlardır.



Böyle düşünmemizin sebebi, bugüne kadar bulabildiğimiz bütün parçacıkların bir nevi periyodik tabloya benzer bir sisteme çok uygun olduklarını gözlemlememizdir. Bununla ilgili olarak en küçük parçacıklara dair 4. bölümde bahsettiğimiz tabloyu hatırlayın:

TEMEL PARÇACIKLAR TABLOSU

KUARKLAR

 yukarı	 aşağı	 üst
 acıadı	 acıyıp	 alt

LEPTONLAR

 elektron	 müon	 tau
 elektron nötrino	 müon nötrino	 tau nötrino

 gluon	 foton
 W bozonu	 Z bozonu

GAUGE BOZONU

 Higgs bozonu

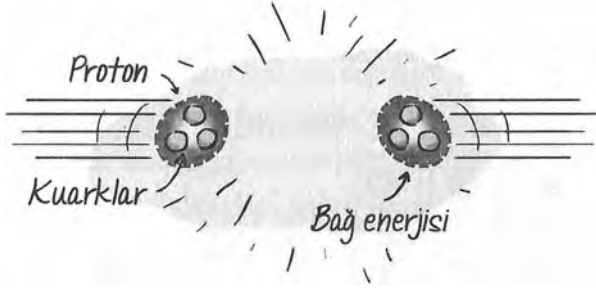
...

Bu titiz düzenlenme ve örüntüler bize arka planda başka bir şeylerin olduğunu anlatıyor gibi. Orijinal periyodik tablonun (oksijen, karbon vb. için olan) bilimcilere, elementlerin aslında nasıl da elektronların, protonların ve nötronların farklı düzenleri olduğuna dair ipucu verdiğini hatırlayın. Aynı şekilde, bu tablo da fizikçileri, bugüne kadar keşfettiğimiz parçacıkların aslında çok daha küçük parçacıklardan oluştuğuna veya belki de henüz belirlenmemiş bir fizik kanunu uyarınca daha küçük ve farklı tek bir parçanın farklı kombinasyonları olduğuna dair şüphelen-dirmiştir. Her halükârda ortada birtakım ipuçları vardır.

Elektronların ve kuarkların içinde ne olduğunu nasıl öğrenebiliriz? Bir şeyleri birbirine çarpıştırmaya devam etmemiz lazım.

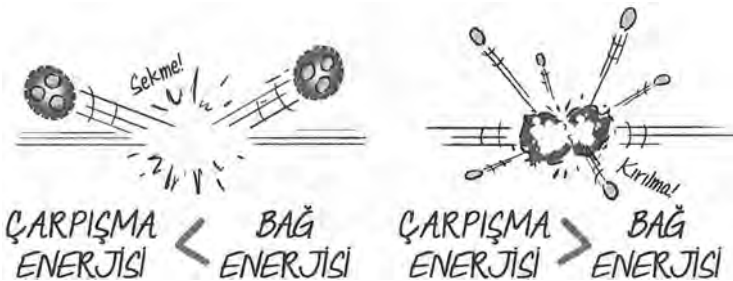
Eğer bir parçacık gerçekten de kompozit bir parçacıksa (yani, daha küçük parçacıklardan oluşuyorsa), bu küçük parçacıkların da büyük parçacığın bağ enerjisiyle birbirlerine bağlanmaları gerekir. Örneğin, bir hidrojen atomu aslında bir protonla bir elektronun aralarındaki elektromanyetik etkileşimle birbirlerine bağlanmasıyla oluşur. Aynı yolla bir

proton da üç kuarkın aralarındaki şiddetli kuvvet sayesinde birbirlerine bağlanmalarıyla oluşur.



Eğer bir kompozit parçacığa kendi küçük parçacıkları arasındaki bağ enerjisinden daha *az* bir enerjiyle vurursanız, parçacık katı bir parçacık olarak gözükecektir. Örneğin, bir babun çok nazik bir şekilde arabanıza bir beyzbol topu fırlatırsa, topun arabanızdan sektiğini görürsünüz ve siz ve babun arabanın devasa, tek bütün bir parçacık olduğunu sanabilirsiniz. Ama eğer babun topu şiddetle fırlatırsa ve beyzbol topunun enerjisi arabanın parçalarını bir arada tutan enerjiden daha büyükse o zaman hasar görebilir ve siz de arabanızın daha küçük parçalardan oluştuğunu ve büyük ihtimalle Amerikan yapımı olduğunu anlarsınız.

Yani, elektronların ve kuarkların daha küçük parçacıklardan yapılıp yapılmadıklarını öğrenmenin yolu, onları daha yüksek enerjilerle çarpıştırmaktır. Eğer elektronları veya kuarkları bir arada tutan enerjiden daha yüksek bir çarpışma enerjisine erişebilirsek o zaman birbirlerinden kopabilirler ve bizim de onların daha küçük parçacıklardan yapılıp yapılmadıklarını anlama şansımız olabilir.



Ama elektronların ve kuarkların daha küçük parçalardan oluşup oluşmadıklarını bilmiyoruz, çünkü eğer gerçekten de daha küçük parçalardan *oluşuyorsa* onları bir arada tutan bağları kırmak için ne kadar enerjiye ihtiyacımız olduğuna dair bir fikrimiz yok. Şu ana kadar, Cenova'daki şu büyük ve pahalı olanı da dâhil tüm çarpıştırıcılarımız, elektronların, kuarkların veya onların kuzenlerinin daha küçük parçalarını bulmaya yetecek derecede yüksek enerjilere ulaşabilmiş değil.

Temel parçacıkların periyodik tablosundaki örüntüleri bulmanın diğer bir yolu da, bu tabloya uyum sağlayacak yeni parçacıkları keşfetmektir. Eğer elektronların ve kuarkların daha fazla kuzeni olduğunu bulabilirsek, o zaman tablodaki örüntülerin anlamını çözebiliriz ki bu da bizi onların arkasındaki yapının sırrına ulaştırır. Arka plandaki bu yapı, şu anda tanımlayabildiğimiz parçacıkların daha küçük parçaları olup olmadığını gösterecektir.



En Temel Kuvvetler

Her Şey Teorisini oluşturmak için gereken bulmacanın en son parçasıysa, evrendeki temel kuvvetlerin bir tarifini yapmaktır.

Madde parçacıklarının birbirleriyle birkaç farklı yöntem kullanarak etkileşimde bulunduklarını biliyoruz, ama toplam olarak kaç kuvvet vardır? Bunların hepsi de aynı olgunun parçası olabilir mi?

Evrendeki kuvvetlerin en temel tarifini bulmak büyüklükle alakalı bir şey değildir (var olan “en küçük” kuvveti bulmak gibi örneğin),

bildiğimiz kuvvetlerin hangilerinin *aynı şeyin* parçası olduklarını keşfetmektir.

Örneğin, eğer tarih öncesi bilimcilerimiz Ook ve Groog'dan evrendeki bütün kuvvetleri sıralamalarını isteseydik büyük ihtimalle aşağıdaki gibi bir liste ile karşımıza çıkarlardı:

EVRENDEKİ KUVVETLER

Ook ve Groog tarafından hazırlanmıştır

- Sizi, bindiğiniz lamadan düşüren kuvvetler.
- Gökyüzündeki o parlak topu hareket ettiren şey.
- Rüzgâr kuvveti.
- Dalları kırmak için gerekli kuvvet.



Bu listenin birbirleriyle ilgisiz başka bir sürü tecrübeyi kapsaması da muhtemeldir. Ama zamanla, bilimciler bu kuvvetlerin çoğunun birbirleriyle bağlantılı *olduklarını* ve aynı tip kuvvetler tarafından tanımlanabileceğini keşfettiler. Örneğin, sizi lamanızdan düşüren kuvvetle gökyüzündeki parlak topun (Güneş'in) hareket ediyor gibi görünmesini sağlayan kuvvet aynıdır, yani kütle çekimidir. Ayrıca birbirlerine dokunan veya birbirlerini iten objelerin (rüzgâr, dallar, mamutlar) arasındaki kuvvetlerin de aslında tek bir kuvvet olduğunu biliyoruz: birbirlerine çok yaklaşan atomlar arasındaki elektromanyetik kuvvet.

İşin gerçeği, elektrik ve manyetik kuvvetlerin aslında tek bir kuvvet (elektromanyetizma) olduklarını fark etmemiz henüz 19. yüzyılda olmuştur. James Maxwell, elektrik akımlarının manyetik alanlar oluşturduğunu ve mıknatısların da hareket ettirildiklerinde elektrik akımı yarattıklarını gözlemlemiştir. Bunun üzerine elektrikleymeye ve manyetizmaya dair bilinen bütün denklemleri (Ampère kanunu, Faraday ka-

nunu, Gauss kanunu) kâğıda dökmüş ve hepsinin arasında kusursuz bir simetri olduğunu, elektrik ve manyetizanın tek bir kavram olarak yenisinden yazılabileceğini fark etmiştir. Bu iki kuvvet birbirlerinden bağımsız kuvvetler değildir, aksine bir madalyonun iki ayrı yüzü gibidir.

Yakın zamanlarda aynı durum, zayıf kuvvet ve elektromanyetik kuvvet arasında da gözlemlenmiştir. Birbirlerinden çok farklı gözükken bu iki kuvvetin aynı şekilde bir madalyonun iki yüzü olduğu ve benzer matematiksel yapılanmayla tek bir kuvvet (buna “elektrozayıf” kuvvet denmiştir) gibi ifade edilebileceği keşfedilmiştir. Hepimizin bildiği ve sevdiği foton da aslında, zayıf kuvvet aktarımında bulunan W ve Z bozonlarını yaratan çok temel bir kuvvetin sonucudur.



Çok yavaş ilerlemelerle olsa da Ook ve Groog’un evrendeki temel kuvvetlere dair uzun listesini önce dörde ardından da üçe indirmeyi başardığımızı söyleyebiliriz.

KUVVETLER	KUVVETTAŞYAN PARÇACIKLAR
ELEKTROZAYIF	FOTON, W VE Z BOZONLARI
ŞİDDETLİ KUVVET	GLUON
KÜTLE ÇEKİM	GRAVİTON (TEORİK OLARAK)

Kuvvetlerin sayısını daha ne kadar azaltabiliriz? Bütün bu kuvvetlerin aslında *aynı* kuvvetin parçası olmaları mümkün mü?

Evrende sadece *tek* bir kuvvet olabilir mi? Hiçbir fikrimiz yok.

Her Şey Teorisini Bulmaya Ne Kadar Yakınız?

Her Şey Teorisi, evrende var olan her şeyi mümkün olan en basit ve en temel şekliyle tanımlamak ister. Bu da teorinin, evrendeki en kısa mesafeler (kozmik piksellene) için bile geçerli olması gerektiği anlamına gelir: evrendeki en küçük Lego parçalarını sınıflandırmalı ve Lego parçaları arasındaki olası etkileşimleri de mümkün olan en tümleşik biçimde tarif etmelidir.

Bugüne kadar, evrendeki en kısa mesafenin ne olabileceğine dair birtakım ipuçları ve fikirlere sahip olmayı başardık (Planck uzunluğu). On iki adet madde parçacığına dair, daha da derinine inemediğimiz ama gayet tutarlı olduğunu söyleyebileceğimiz epey başarılı bir kataloğumuz var (Standart Model). Ve bu parçacıkların birbirleriyle etkileşimlerine dair üç ihtimalden ibaret bir listeye sahibiz (elektrozayıf kuvvet, şiddetli kuvvet ve kütle çekimi).

Mutlak bir Her Şey Teorisinden ne kadar uzaktayız? Hiçbir fikrimiz yok. Yine de hiçbir şey bizi varsayımda bulunmaktan alıkoymaz.

Eğer güncel eğilimleri izleyecek olursak evrendeki madde, uzay ve kuvvetlere dair en basit tanımın sadece *tek bir parçacık* ve *tek bir kuvvete* indirgeneceği öngörüsüne varılabilir. Ve bu da uzayın minimum çözünürlüğünü tanımlayacak veya böyle bir şeyin var olmadığını bize gösterecektir.



Bu teoriye bakarak *evrendeki her şeyi* (objeleri, davranış şekillerini, babunları) bütün doğal olgu katmanlarından sıyrılmış olarak izleyebilmemiz ve bu tek kuvvetin veya tek parçacığın hareketi veya tepkileriyle açıklayabilmemiz gerekir.

Yani önümüzde hâlâ epey bir yol var gibi gözüküyor. Yeri gelmişken şunu da tekrar hatırlatalım: Bugüne kadar oluşturduğumuz bütün teoriler, evrenin sadece yüzde 5'lik kısmına dairedir! Bildiklerimizi geriye kalan yüzde 95'lik kısma nasıl adapte edeceğimize dair hiçbir fikrimiz yok. Kelimenin tam anlamıyla olduğumuz yerde sayıyoruz.

Kütle Çekimini ve Kuantum Mekanikini Birleştirmek

Her Şey Teorisini oluşturmanın önündeki en büyük engellerden biri de kütle çekimini ve kuantum mekanikini birleştirmektir. Gelin biraz bu konudan bahsedelim.

Öyle görünüyor ki, evreni anlamamız için iki teorimiz (daha doğru ifadeyle teorik kurgumuz) var: Kuantum mekaniği ve genel görelilik. Kuantum mekaniğine göre evrendeki her şey, hatta kuvvetler bile kuantum parçacıkları olarak sayılır.* Kuantum parçacıkları, dalgasal özelliklerinin onlara doğal bir belirsizlik kattığı, gerçekliğin ufak düzensizlikleridir. Bu düzensizlikler sabit bir evren içinde hareket eder ve etkileşime girdiklerinde de (içlerinden biri diğerini ittiğinde veya çektiğinde) birbirleriyle farklı türlerde dalgasal parçacık alışverişinde bulunurlar. Şiddetli kuvvet ve elektrozayıf kuvvet için kuantum teorileri mevcuttur, ama kütle çekimi için mevcut değildir.

Öte yandan, genel görelilik klasik bir teodir, yani kuantum mekaniğinden önce ortaya atılmıştır. Dünya'nın hatta maddenin ve bilginin bile

* Kuantum mekaniğinin daha modern ve güçlü bir tanımı da kuantum alanı teorisidir ki bu teoriye göre evrenin temel elementleri her yerde var olan kuantum alanlarıdır ve parçacıklar da aslında bu alanların titreştiği yerlerdir. Ama konumuz bu değil.

nicemlenmiş olduğunu varsaymaz. Ama genel göreliliğin çok iyi yaptığı bir şey varsa, o da kütle çekimini modellemektir. Genel göreliliğe göre kütle çekimi, kütle sahibi iki objenin birbirlerine karşı hissettiği bir kuvvet değil, uzayın bükülmesidir. Eğer bir şeyin kütlesi varsa o şey, etrafındaki uzayı ve zamanı öyle bükerek ki yakınında bulunan herhangi bir nesne ona doğru meyillenir.



Yani, parçacıklara dair temel kuvvetlerin çoğunu açıklayan harika bir teorimiz var (kuantum mekaniği) ve temel kuvvetlerden biri olan kütle çekimi için de başka harika bir teorimiz var (genel görelilik). Ortada sadece tek bir sorunumuz var: bu iki teori birbirleriyle tamamiyle uyumsuzdur.

Bu iki teoriyi birleştirebilseydik çok iyi olurdu, çünkü teorik olarak ortak bir yapı oluşturmuş olur ve o noktadan hareketle belki de Her Şey Teorisine ulaşabilirdik. Ne yazık ki bu henüz gerçekleşmedi.

Fizikçiler, kuantum mekaniği ve genel göreliliği birleştirmeye kalktıklarında iki büyük sorunla karşı karşıya kalırlar. Birincisi, kuantum mekaniğinin sadece düz, sıkıcı ve bükülmemiş uzayda geçerli olmasıdır. Kuantum mekaniğini eğrisel ve oynak bir uzayda bulunan kütle çekimi için uygulamaya kalkarsanız işler epey tuhaflaşır.

Kuantum mekaniğini işler hale getirmek için fizikçiler öncelikle re-normalizasyon denilen özel bir matematik taktiğine başvurmak durumunda kalmışlardır. Bu taktik, kuantum mekaniğinin, noktasal elektron parçacığının sonsuz yük yoğunluğu veya bir elektronun yayabileceği sonsuz sayıdaki düşük enerjili fotonlar gibi tuhaf sonsuzluk değerleriyle

başına çıkmasına yardımcı olur. Fizikçiler, bir başka deyişle, renormalizasyonu kullanarak bütün bu sonsuzluk çözümsüzlüklerini halının altına süpürürler.



Ne yazık ki renormalizasyonu, bükülebilen uzaydaki kuantum kütle çekimi teorisine adapte etmeye çalıştığımızda teori geçersiz kalır. Bir sonsuzluk değerinden kurtulduğumuz anda, karşımıza diğeri çıkar. Ne kadarını saklamaya çalışırsak çalışalım, sanki sonsuz sayıda sonsuzluk vardır. Bu, kuantum kütle çekimi teorilerinin sonsuzluk içeren akıl almaz öngörülerde bulunduğu, bir başka deyişle bunların test edilemedikleri anlamına gelir. Bunun sebebi kütle çekiminin bir tür geri bildirim etkisine sahip olmasıdır. Uzay ne kadar bükülürse, ortaya o kadar çok kütle çekimi çıkar ve o kadar çok kütle de çekime kapılır. Yani, kütle çekiminde doğrusal olmayan bir geri bildirim etkisi vardır ve elektrozayıf ve şiddetli kuvvetin kuantum tanımları içerisinde böyle bir şey yer almamaktadır.

Genel göreliliği kuantum mekaniğiyle birleştirmenin bir diğer sorunuysa, her iki teorisinin kütle çekimini son derece farklı algılamasıdır. Eğer kütle çekiminin bir kuantum mekanik kuvveti olduğunu varsayarsak, o zaman bunu ileten bir kuantum parçacığı da olmalıdır ama bugüne kadar kimse böyle bir parçacığa rastlamamıştır. Teknik olarak henüz böyle bir parçacığı (6. bölümdeki gravitonu hatırlayın) algılayacak kapasitede bir aygıt geliştirebilmiş değiliz.

Yani, evrenin düzenine dair iki temel teoriyi birbirleriyle kaynaştırmak oldukça zordur, aslına bakarsanız bunların *kaynaştırılabileceklerinden* bile emin değiliz. Gravitonun neye benzeyebileceğine dair hiçbir



fikrimiz yok ve kuantum kütle çekimine dair bütün varsayımlar da sonsuzluğa doğru bir bükülme yarattığı için bunun hiçbir anlamı yok.

Ya bu iki teoriyi birleştirmek için doğru matematiğe sahip değiliz ya da onları kaynaştırma biçimimiz yanlış.

Ya bu iki seçenektan biri ya da her ikisi de geçerli! Kuantum mekaniğinin kuvvetleri nasıl hesaplayacağımızı biliyoruz, ama ortaya çıkan sonucu uzayın bükülmesini hesaplamak için nasıl kullanacağımızı bilmiyoruz.

Daha Öteye Gidemeyeceğimizi Nereden Bileceğiz?

Bilimcilerin, günün birinde Güneş sistemi büyüklüğünde bir parçacık çarpıştırıcısı yapmayı başardıklarını hayal edelim. İnanılmaz büyüklükteki ve yüksek enerjili bu çarpıştırıcının Planck uzunluğunda, yani evrende tanımlanmış en kısa mesafede maddenin temel elementine dair veriler elde ettiğini varsayalım.

Daha da ileri gidelim ve artık temel elemente sahip olduğumuza göre, bu temel parçacığın kendisiyle nasıl etkileşimde bulunduğunu ve daha büyük ölçeklerde doğal sonuçlara nasıl ulaştığını açıklayabildiğimizi varsayalım.

Bu, artık yolun sonuna vardığımız anlamına mı gelecektir?

Ockhamlı William'dan* bugüne bilimciler ve filozoflar her zaman için daha basit ve daha bütünlüklü açıklamaları daha karmaşık olanlara tercih etmişlerdir. Varsayalım ki bir akşam yorgun argın işten eve geldiniz ve havuzunuzun babun koktuğunu fark ettiniz. Böyle bir durumda, Justin

* 14. yüzyıl filozofu Ockhamlı William tarafından ortaya atılan ve Ockham'ın Usturası diye adlandırılan bu teori temel olarak, "Her şeyin birbirine eşit olduğu bir ortamda, en basit açıklama doğruya en yakın olandır" felsefesi üzerinde şekillenir.

Bieber ve üç profesyonel basketbol oyuncusundan oluşan uluslararası bir organize suç örgütünün karmaşık bir soygunun parçası olarak havuzunuza babun parfümü damlattığını mı düşünürsünüz, yoksa basitçe evde beslediğiniz evcil babununuzun yasakları delip serinlemek için havuza atladığını mı öngörürsünüz?

Aynı durumu açıklayan iki farklı teoriniz varsa daha basit olanın daha doğru olması muhtemeldir (tabii ki bir babununuz varsa). Fizikçiler, gökgürültüsü ve şimşek gibi farklı doğal olguların aslında aynı madalyonun farklı iki yüzü olduklarını fark etmelerinden bu yana, teorilerini basitleştirme konusunda daha şanslı sayılırlar.

“En küçük parçacık diye bir şey var mı?” sorusuna benzer olarak, “En basit teori diye bir şey var mı?” diye de sorabiliriz. Evrende en kısa mesafe diye bir şeyin, hatta en küçük parçacık diye bir şeyin bile var olduğunu ispatlayabiliriz, ama en basit teori diye bir şeyin varlığını *ispatlayabilir miyiz?* Tam başardığımızı düşünürken çok daha basit bir açıklamaya sahip uzaylı bir fizikçiye rastlamayacağımızı nereden bileceğiz?



Düşünmemiz gereken ilk şey bir teorelin basitliğini nasıl ölçeceğimizdir. Basitlik bir teorelin ne kadar bütünsel biçimde yazıldığıyla mı ölçülmelidir? Denklemlerinin ne kadar zarif bir simetri içinde olduğuyla mı? Hatta bir tişörtün üstüne yazılacak kadar kısa olmasıyla mı?

Önemli kriterlerden biri içindeki rakamların adedidir. Örneğin, her şeyi açıklayan bir teori buldunuz ve formülünüzün içinde bir de rakam var. Rakamın değerinin bir önemi yok, ama diyelim ki en temel parçacığın (adına minyon diyelim) kütlesi gibi önemli bir değer olsun. Ve

varsayalım ki bu teoriyi kullanabilmek için (bir lamadan yere düşmenin ne kadar zaman alacağını hesaplıyorsanız örneğin) bu rakamın değerini bulmak zorundasınız. Doğal olarak yapmanız gereken şey, parçacık çarpıştırıcınıza gidip minyonun kütlesini ölçmek ve ardından bunu denkleme koymak olacaktır. Artık hesaplamamız tamamlanmıştır, tek yapmanız gereken sırtınızı yaslayıp Nobel Ödülü komitesinin isminizi herkese açıklamasını beklemek olacaktır.

Şimdi de sizden başka birilerinin ortaya çıktığını ve *onların* da bir Her Şey Teorisine sahip olduklarını ilan ettiklerini varsayalım. Ama *onların* teorisi sizinkinden bir parça farklı: onların teorisinde minyonun tam kütlesi formülün içinde ve bu mutlak değer olmadan da formül asla işe yaramaz. Yani, onların ölçüm yapmaları gerekmez, denklemleri zaten bu değer ne olması gerektiğini onlara *söyler*. Yani formülleri, sizin teorinize oranla bir değişken daha az.

Sizin denkleminiz diğerine oranla daha genel gibi gözüксе de onlarınki evrene dair daha fazla şey ifade eder. Çünkü onların denklemi, minyonun kütlesinin *neden* tam o değerde olması gerektiğini açıklar (çünkü diğer türlü teori işe yaramaz). Denklemlerinde daha az rakam vardır, yani daha basittir. Bu da daha temel olduğu anlamına gelir. Hoşça kal Nobel Ödülü.



Demek istediğimiz, Her Şey Teorisine ulaşp ulaşmadığımızı anlamamızın yollarından biri, denklemimizin içinde ne kadar keyfi rakam olduğunu ortaya koymaktır. Böyle varsayımsal değerler ne kadar azsa soğanın merkezine o kadar yakınız demektir.

Belki de merkezde herhangi bir rakam yoktur. Belki de evrenin tam merkezinde var olan şey sadece matematiktir ve bildiğimiz bütün rakamlar (kütle çekimi sabiti veya Planck uzunluğu veya mamutların ayağınıza basma sayısı) bu matematik sayesinde türetilir.

Şu an için, Standart Model'in içinde bir sürü parametre bulunmaktadır, bunlardan 21 tanesi aşağıdaki listede tanımlanmıştır, ancak henüz kütle çekimini veya karanlık maddeyi ya da karanlık enerjiyi bile tarif etmekten çok uzaktır.

Kuarkların ve leptonların kütleleri için on iki parametre.

Kuarkların birbirlerine nasıl dönüştüklerini* belirlemek için dört karışım açısı.

Elektrozayıf ve şiddetli kuvvetlerin gücünü belirlemek için üç parametre.

Higgs teorisi için iki parametre.

İşin gerçeği, bir teorinin mutlak olup olmadığını nasıl belirleyeceğimize dair hiçbir fikrimiz yok. Evrende keyfi rakamsal değerlerin olmaması da gayet mümkün. Ya da belki de var ve çok derin anlamlar içeriyorlardır. Eğer mutlak teori gibi gözüken bir denklemi keşfedersek ve bu denklem de kendi içinde dört rakamını barındırıyorsa bu, dört rakamına dair çok derin bir şeylerin olduğunu mu ifade edecektir?

Belki de bu temel rakamlar, evrenin ilk oluştuğu zamanlarda rastlantısal olarak ortaya çıkmıştır ve diğer cep evrenlerinde bu rakamlar daha

* Son yapılan araştırmalar, nötrinoların da birbirlerine dönüşebildiklerini göstermiştir, yani dört parametre daha var demektir.

farklıdır. Çoklu evrenler için 14. bölüme bakabilirsiniz, ama bu fikirlerin çoğunun çürütülebilir hipotezlerden kaynaklandığını ve tutarlı olmayan felsefi teorilere doğru saptığını da unutmamalısınız.

İşin Derinine İnmek

Planck uzunluğunu inceleyebilmekten hâlâ on beş kat uzak olduğumuzu ve evrenin yüzde 5'lik küçük bir kısmını bile tanımlama konusunda birleşik bir teoriye hâlâ ulaşmaya çabaladığımızı düşünürsek, belki de farklı bir yaklaşım sergilemenin zamanı gelmiştir diyebiliriz.

Soğanın katmanları arasından içeriye doğru sondaj yapmaya çalışmak yerine, işe doğrudan merkezden başlasak ne olurdu?

Şu anda bu merkezden o kadar çok uzaktayız ki gerçekliğin orada nasıl olabileceği konusunda rahatça spekülasyonda bulunabiliriz.

SOĞAN EVREN TARİFLERİ



SOĞAN
ÇORBASI



SOĞAN
DALDIRMA



SOĞAN
HALKALARI

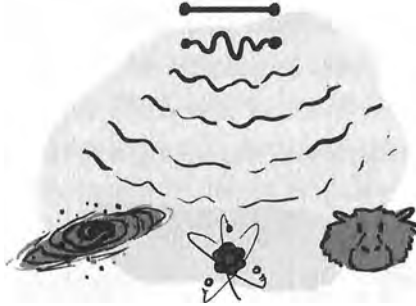
Belki de evren, minik tek bir parçacıktan yapılmıştır veya küçük sosislerden ya da minyatür babunlardan.

Varsayımsal Her Şey Teorisi bugün bildiğimiz anlamda kuvvetleri ve parçacıkları tanımlayabiliyorsa teknik anlamda bu teori tutarlı demektir. Eğer bu fikir size, evrenin aslında hiçbir kuralı olmayan devasa bir entelektüel oyun alanı olduğu izlenimini verdiyse, haklısınız (tabii bir filozof veya matematikçiyse). Bu konuda bilimsel davranmak istiyorsanız (fizikçiler mesela) minyatür babun teorisinin, elektronla-

rın nasıl da “babunyonlardan” meydana geldiğinden çok daha fazlasını tarif etmesi gerekir. Ayrıca bir nevi test edilebilir tahminde de bulunmalıdır ki bu teoriyi minyon ve sosisyon teorisinden ayırt edebilelim.

Sicim Kuramı

Büyük ihtimalle modern teorik fizik yaklaşımları içerisinde en popüler ve en tartışmalı olanı sicim kuramıdır: evrenin, uzay-zamana dair en az on veya on bir farklı boyutu olduğunu öne sürer. Bu yeni boyutların çoğunu göremeyiz, çünkü ya kendi içlerine katlanmışlardır ya da çok küçüktürler (bu fikrin dayanaksız olmadığını 9. bölümden hatırlayabilirsiniz) ve küçük, ufak sicimlerle doludurlar.



Bu sicimler titreşirler ve ne şekilde titreştiklerine bağlı olarak da keşfettiğimiz parçacıklar gibi görünürler. Hatta bugüne kadar göremediğimiz, graviton gibi parçacıkları da tarif edebilirler. Daha da iyisi, sicim kuramı matematiksel olarak cazip ve teorik olarak da etkileyicidir. Sicim kuramının gerçek bir Her Şey Teorisi olması muhtemeldir, çünkü bütün kuvvetleri birleştirmekte ve gerçekliği mümkün olan en basit seviyede tanımlamaktadır. Ama yine de Sicim Kuramı Hayranları Kulübüne adınızı yazdırmadan önce sizi birkaç küçük detaydan haberdar etmek isteriz. Ya da birkaç konudan. Tamam, küçük endişeler diyelim. Tamam tamam, büyük sorunlar diyebiliriz.

İlk problem, sicim kuramının bütün evreni tarif *edebilecekken* bunu hâlâ yapmamış olmasıdır. Şu ana kadar fizikçiler sicim kuramının bir Her Şey Teorisi *olmaması* için herhangi bir sebep bulamamışlardır, ama kuram yine de tamamlanmış olmaktan uzaktır. Kurama dair matematiksel çalışmalar hâlâ devam etmekte ve bütünlüklü bir teori olarak tanımlanabilmesi için bazı eksik parçaların tamamlanması gerekmektedir.

Bu da bizi ikinci soruna getiriyor: sicim kuramı hâlâ varsayımsal bir teoridir ve henüz test edebileceğimiz herhangi bir tahminde bulunamamıştır. Bir teorinin tamamıyla tutarlı ve matematiksel olarak da cezbedici olması onun bilimsel anlamda geçerli olacağı anlamına gelmez.

Evrenin en küçük parçalarının minyonlar mı, yoksa titreşen sicimler mi olduğunu anlayabilmemiz için her teorinin test edilebilir bir öngörüsünün olması gerekir. Sicim kuramı, Planck uzunluğu seviyesindeki objelerle ilgilendiği için, şu ana kadar bilimsel anlamda test edilmesi mümkün olmamıştır. Uzak Kedisinin teorisinde olduğu gibi doğruluğunu kesin olarak bilemeyiz. Bir şeye bilimsel deneylerle doğruluğu kanıtlanmadan inanmak fiziğin değil felsefenin, matematiğin veya inancın işidir.



SİCİM KURAMI ASLINDA KEDİ BİYİĞİ TEORİSİDİR.

Gelecekte bir gün deneysel teknolojilerin büyük ilerlemeler kaydetmesi veya zeki teorisyenlerin test edilebilir mesafeler içerisinde evrene dair yeni bulgular keşfetmesi ve bunların da sicim kuramına dair bir öngöründe bulunması mümkün olabilir. Ama henüz bu noktaya varmış değiliz.

Sicim kuramına dair son sorun, parametrelerden biriyle ilgilidir. Sicim kuramı tarafından tahmin edilen dinamikler, uzay-zaman boyutlarının sayısı ve şekilleri tarafından belirlenir. Bu boyutları seçmenin de birden fazla yöntemi vardır. Yaklaşık olarak söylemek gerekirse bu rakam, 10^{500} 'den fazladır, bu da evrendeki bütün parçacıkların sayısından 10^{410} ya da Facebook arkadaş listenizden 10^{497} daha fazladır. Sicim kuramına dair yeni formüllerin bu rastlantısal seçim fazlalığını azaltacağını ümit edebiliriz, ama bir teorinin tamamlanmışlığı içindeki parametre sayısı ile değerlendirme açısından bakınca, sicim kuramının önünde çok uzun bir yol var gibi gözüküyor.

Biraz İlmekleyelim

Tamamıyla başka bir yaklaşım da evrenin en küçük seviyede nicemlenmiş olduğunu öngörür. Bu teoriye göre uzay, Planck uzunluğu ya da 10^{-35} metre uzunluğunda, ilmek adı verilen küçük, görünmez birimlerden oluşmuştur. Bu ilmekleri yeteri kadar dokumanız halinde uzay ve maddenin tümünü türetmeniz mümkün olacaktır.

İlmek kuantum kütle çekimi adı verilen bu teori, kütle çekimini diğer kuvvetlerle birleştirebilir ve evrenin doğasını en küçük parçasına kadar açıklayabilir. Ama ne yazık ki o da sicim kuramı gibi aynı engelle karşı karşıya: Kanıtlanması mümkün olmadığı için bilimsel bir teori seviyesine çıkamaz. Ancak bu teori, *bir* konuda çok belirli bir tahminde bulunur: Büyük Patlama'nın Büyük Sıçrama adı verilen, evrenin kendini durmaksızın genişlettiği ve büzdüğü bir döngünün parçası olduğunu ileri sürer. Bu teoriyi kanıtlamak mümkün gibi gözükse de Nobel Ödülü'nü almaya hak kazandığınızı ileri sürebilmeniz için bir sonraki Büyük Sıçrama'nın gerçekleşmesini milyarlarca yıl beklemek zorunda kalabilirsiniz.*

* Öldükten sonra ödüllendirilemeyeceğiniz için, teoriyi kanıtlamaya çalışırken ölürseniz durum iki kat daha üzücü olur.



DOKUMA HER ŞEY TEORİSİ

Bunların hepsi şu an için kesin olmayan, geçici ve belirsiz aşamalardır. Günün birinde bir fizikçi bu fikirlerden yola çıkarak veya derin düşüncelere dalmış babunlarla beraber meditasyon seansları yaparak Her Şey Teorisini oluşturabilir ve test edilebilir öngörülerde bulunabilir.

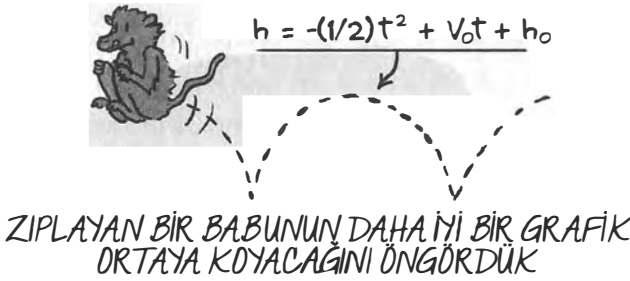
Bir Faydası Olacak mı?

Her Şey Teorisinin gündelik yaşamımıza nasıl bir yararı olabilir?

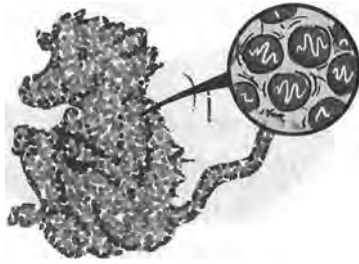
Pratikte pek az.

Böyle bir teorinin evrenin işleyişine dair en derin seviyelerde birçok gerçeği açığa çıkarma potansiyeline karşın, pratikte pek bir yararı olmayacaktır: örneğin, havuzun üzerine maymun-savar bir ağ tasarlamak gibi.

Evreni, doğal olgulardan oluşan çok katmanlı bir soğan gibi düşünme fikrine dair enteresan bir durum vardır, o da farklı teorilerin farklı seviyelerde *aynı anda* doğru olabilmeleri durumudur. Örneğin seken bir topun hareketini tanımlamak istediğinizi varsayalım. Bunu Newton yasalarını kullanarak yapabilirsiniz ve topu, kütle çekimi kuvveti tarafından çekilen bütün bir obje olarak kabul edersiniz. Bu senaryoda tek satırlık bir matematik formülüyle ifade edilebilecek basit bir parabolik hareket elde edersiniz.



Buna alternatif olarak topu, kuantum-alan teorisini kullanarak da tarif edebilirsiniz. Topun içinde bulunan 10^{25} adetdeki her bir parçacığın kuantum mekaniksel modelini çıkarabilir ve hem birbirleriyle hem de çevreleriyle etkileşimlerini gözlemleyebilirsiniz. Bu önerme, teorik olarak mümkün olsa da *pratikte imkânsızdır*. Prensip size ilk önermeyle aynı sonucu verecektir, ama bunu yapmak imkânsızdır.



Eğer gerçekliğin en alt seviyesine dair elimizde doğru bir teori olsaydı, o zaman *prensip olarak* galaksileri veya akışkan mekaniğini veya organik kimyayı bu teoriden türetmek mümkün olabilirdi. Ama pratik olarak mantıksız ve bilimsel olduğu da pek söylenemez.

Şaşırtıcı bir şekilde, evren farklı seviyelerde anlaşılabilir ve tarif edilebilir. Organik kimya yapmak veya babun takıntımızı anlayabilmek için işe en alt seviyeden başlamamıza gerek yok. Böyle olması epey zor olurdu, sizce de öyle değil mi? Hiç kimse bir sörfçüden, sörf tahtasının

üzerinde durabilmesi için sicim kuramını anlamasını ve bir dalganın barındırdığı 10^{30} parçacığın davranış şekillerini, hareketlerini tahmin etmesini bekleyemez. Aynı şekilde bir kek yaptığınızı varsayalım, tarifi kuarklar ve elektronlar bazında almak istemezsiniz herhalde.*



1. Adım: Büyük Patlama'yı yarat
2. Adım: 14 milyar yıl bekle
3. Adım: ...

HİÇ KİMSE EKSİKSİZ BİR YEMEK TARİFİ KİTABI İSTEMEZ

Eğer ilk bilimciler, insanlığın etrafı keşfetme yolculuğunun başında, işe en temel parçalardan başlamış olsalardı şu anda bir yere varamamış olurduk.

Baştan Aşağı Her Şey

Her Şey Teorisine ulaşmaya çalışmak bugüne kadar bilim alanında başarılammamış bir şeyi denemek demektir: evrenin en derin, en temel gerçeğini açığa çıkarmak.

Şu ana kadar, etrafımızı saran Dünya'yı tanımlama konusunda epey yol almış sayılırız. Kimyadan ekonomiye (ve hatta maymun psikolojisine) kadar bu tanımlamaları hayatımızı kolaylaştırmak için kullanıyoruz: Toplumların yaratılması, hastalıklara çare bulunması ve daha hızlı internet

* Yerel süpermarketinizde bol miktarda kuark ve elektron satılıyor olabilir, ama ayrı ayrı paketleme konusunda büyük ihtimalle sıkıntı yaşarsınız.

bağlantısı bunlardan birkaçı. Bu tanımlamaların temel olmamaları ve sadece doğal olguları tarif etmesi onları daha az yararlı veya daha az etkili kılmaz.

Ama bu teorilerin içinde eksik olan bir şey varsa, o da evrenin *gerçekten* nasıl işlediğine dair bir bilgi vermiyor olmalarıdır.

Biz de, her zaman olduğu gibi en derin gerçeği öğrenmek istiyoruz. Bunu istememizin sebebi de alacağımız cevabın, babunların davranış problemlerini çözebileceği veya Netflix dizilerini daha kaliteli izlememize yardımcı olması değil, evrendeki yerimizi daha iyi anlamamızı sağlayacak olmasıdır.



Ne yazık ki evrendeki çoğu derin konuda söz konusu olduğu gibi, Her Şey Teorisinin nasıl bir şey olduğuna dair hiçbir fikrimiz yok. Şu anda tek bildiğimiz, bugüne kadar keşfettiğimiz en küçük parçacıkların (elektronların, kuarkların vb.) belki de evrenin en küçük yapı taşlarından 10^{15} kat daha büyük olabilecekleridir. Evreni bir galaksi boyutunda ve bir yıldız da evrendeki en küçük şey olarak düşünün. Her Şey Teorisinden aradaki bu fark kadar uzak olma ihtimalimiz yüksektir.

Ayrıca bütün kuvvetleri tek bir teoriyle tanımlamayı da başaramış değiliz. Bir yüzyıllık meditasyon ve evcil hayvan terapisine rağmen kütle çekimi hâlâ kuantum mekaniğiyle barışamadı. Aslında bir Her Şey Teorisi olduğunu bile garanti edemeyiz.

Ama bunların hiçbiri, bizi araştırmaya devam etmekten alıkoyamaz. Şu ana kadar, gerçeğin katmanlarını tek tek her açışımızda, evrenin

merkezine doğru attığımız her adımda, yaşamlarımıza dair farklı algıların kapılarını açan yeni ve tuhaf yapılanmalar karşımıza çıkmıştır ve çıkmaya da devam edecektir.



DİKKAT: FİZİK, BİR PARÇA
SOĞAN KOKABİLİR!

17. *Evrende Yalnız Mıyız?*

Neden Kimse Ziyaretimize Gelmiyor?

Yabancı bir ülkeye seyahat ettiğiniz zaman, kendi yaşam şeklinizle gittiğiniz yerin yaşam şekli arasında büyüleyici farklar olduğunu fark edersiniz.

Bir fincan kahve istediğinizde sipariş dev bir fincanda ve sulu mu gelir, yoksa küçük bir bardakta inanılmaz yoğunlukta mıdır? Banyoların içlerinde, kendi kapıları olan ayrı odacıklar mı vardır, yoksa sizi gizlemekten başka her şeye yarayan tül seperatörler mi vardır? Başınızı sallamanız evet mi demektir, yoksa hayır anlamına mı gelir? Yemekler çatalla mı, çubuklarla mı, yoksa eğitilmiş kelebeklerle mi yenir? Arabalar yolun sağından mı, yoksa solundan mı sürülür, ya da belki de her yerden? Ve en önemlisi de hayat para kazanmak mı, aşkı aramak mı yoksa akrabaları sinirlendirmek üzerine mi kurulur?

* Senden bahsediyoruz İtalya.



YABANCI BİR SEPERATÖRDE BİR YABANCI

Öte yandan birçok şeyin evinizdeki yaşam tarzıyla örtüştüğünü görürsünüz, orada da insanlar yemek yiyip uyumakta ve birbirleriyle konuşmaktadırlar. Kahvaltı sofralarında gözbebeği yiyebilir veya bir ayak-kabının içinde servis edilen kahvelerini içebilirler, ama sonunda onlar da sizin gibi yiyip içmekte ve karınlarını doyurmaktadırlar.

Başka kültürleri ziyaret etmenin önemli yanlarından biri de (yeme-içme, uyuma, kafein gibi) insanların temel ihtiyaçlarının, kültürünüzün hangi parçalarının *evrensel* olduğunu anlamanızı sağlamasıdır. Öte yandan size temel ihtiyaç gibi gözükken bazı unsurların (tuvalet kabinleri, kahvaltı ve diğer öğünler için gerekli kap kacak vb.) *yerel* olarak nasıl farklılık gösterebileceğini anlırsınız. Evrensel zannettiğiniz bazı şeylerin aslında yerel olduğunu öğrenmenin en iyi yolu başka kültürleri tanımaktan geçer.

EVRENSEL SABİTLER



YEMEK, İÇMEK, FİZİK KİTAPLARI OKUMAK, VB.

Aynı prensip, bilim için de geçerlidir. Evrene dair yanlış algılayışlarımızın çoğu, küçük ve yerel tecrübemizi fazlasıyla genele yaymamızdan kaynaklanır. Örneğin, yaklaşık bin sene boyunca insanlık olarak kendimizi evrenin merkezi sandık ve daha da kötüsü, yaşadığımız Dünya'nın bütün evreni *oluşturduğunu*, tüm yıldızların ve Güneş'in yalnızca bizim için var olduklarını düşündük. Kısıtlı yerel tecrübelerimize göre bunlar zamanında gayet mantıklı fikirlerdi.

Kimbilir, belki beş bin yıl sonra bugünkü fikirlerimizi utanç verici derecede saf bulacağız. Gökbilim, bize devasa boyutlardaki bir evrenin çok da özel olmayan bir köşeciğinde ufacık bir noktada yaşayan ufacık insancıklar olduğumuzu ispatlamıştır. Bu tek taraflı bakış açısı sebebiyle başka neleri yanlış anlamış olabiliriz? Peki, ya evrensel olduğunu sandığımız evren de aslında yerelse?

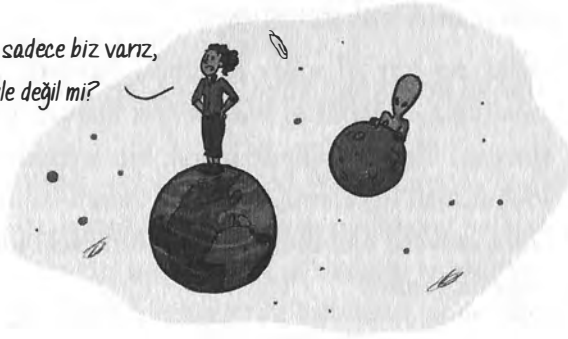


Belki de evrene dair sorabileceğimiz en önemli soru bizzat yaşamın kendisiyle ilgilidir: yaşam, evrende sık rastlanan bir şey midir, yoksa nadiren mi bulunur?

Henüz sadece Dünya'yı ve yakın çevremizi keşfedebildiğimiz için evrende yalnız olup olmadığımıza dair kesin bir cevap vermek zordur. Acaba, vahşi bir ormanda yaşayan ve etrafını saran devasa medeniyetlerle hiçbir şekilde bağlantı kurmayan ilkel kabilelere mi benziyoruz? Ya da kocaman, bomboş ve kısırlı bir çölün ortasındaki vahayı mı andırıyor durumumuz? Ne yazık ki her iki senaryo da mümkün, bu yüzden bize hangisinin uygun olduğunu şu an için bilemiyoruz.

Eğer oralarda bir yerde akıllı bir yaşam formu varsa, sorulması gereken ikinci soru da şudur: neden onlarla hiç karşılaşmadık? Neden onlardan hiçbir mesaj, mektup veya doğum günü partisi daveti almadık? Evrende uyanık olan sadece biz miyiz, yoksa diğer uygarlıklar bizden çok mu uzaktalar? Ya da bizi bilerek görmezden geldikleri için kozmik olarak dışlanıyor muyuz?

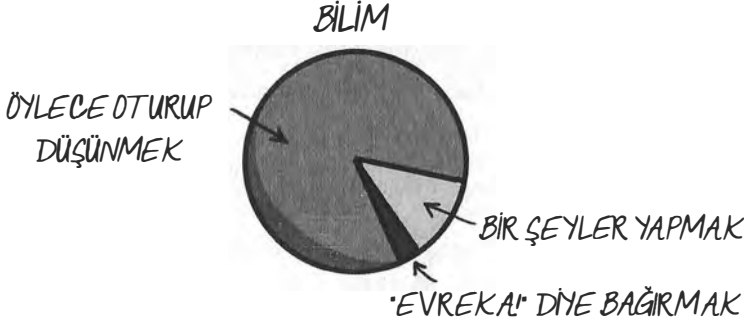
*Burada sadece biz varız,
öyle değil mi?*



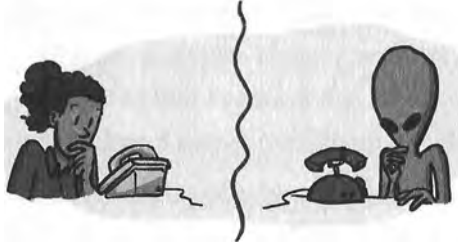
Son olarak, eğer akıllı ve teknolojik bir yaşam formuyla bağlantıya geçmiş olsaydık, onlarla iletişimimizden ne öğrenebilirdik? Henüz keşfedemediğimiz hangi bilgilere ulaşmış olabilirler? Etrafımızı saran evreni çoğunlukla elektromanyetik radyasyon (örneğin, ışık) kullanarak keşfettik, çünkü gözlerimizle de bu şekilde keşfediyoruz. Belki de bu yabancı yaşam formları evrende başka türden bir bilginin (örneğin, nötrinolar veya henüz bilmediğimiz başka tür bir parçacığın) saklı olduğunu keşfetmişlerdir ve evrenin işleyişine dair zihinlerinde bizimkinden tamamıyla farklı bir senaryo vardır. Hatta belki gözleri bile yoktur! Bunların hepsi son derece varsayımsal olsa da olasılıklar eşittir ve evreni hangi senaryonun anlattığına dair henüz bir fikrimiz yok.

Uzaylılardan bir şeyler öğrenme fikri bile kafamızda, duyarlı yaşam formlarına dair birtakım senaryolar canlandırır. Onlar da tıpkı bizim gibi kitap yazıyorlar mı, yoksa bir şekilde zihinsel bağlantı kurarak herhangi bir bilgiyi anında birbirlerine mi aktarıyorlar? Matematik onların da düşünme biçimlerinin bir parçası mı, yoksa sadece insanlığın bir uydurması mı? Hatta bilim diye bir şey onlarda var mı? Yakın geçmişimize kadar

insanlık tarihinde bilimsel bir hareket neredeyse yoktu. Günümüzde bile vardığımız bilimsel seviyenin tanımını, bir yandan rastlantısal öngörülerin gelmesini beklerken bir yandan da kahvemizi yudumlamak şeklinde yaparsak abartmış olmayız.



Bu bölümde, yaşam konusundaki en önemli sorulara dair bilgi düzeyimizi ve cehaletimizi tartışacağız: Evrende yalnız mıyız? Eğer değilsek, neden hiç kimse bizimle bağlantıya geçmedi? *Onlarla* bağlantı kurmak istiyor muyuz? Eğer bizimle bağlantı kurmuş olsalardı yaşam, evren ve akla gelebilecek diğer her şey hakkında neler öğrenebilirdik?



Oradalar mı?

Eğer evrendeki tek yaşam formu insanoğluysa, o zaman üzerinde yaşadığımız gezegene ve deneyimlerimize dair bir şeyler son derece tuhafır. Böylesine devasa bir kozmosun içinde yalnız olmamız, yaşamın son derece nadir bulunan bir şey olduğunu gösterir. Eğer evren sonsuzsa, bir şeyin tek örneği olmamız nadir olmaktan ziyade pratik anlamda imkânsızdır. Sonsuz bir evrende, herhangi bir şey, en küçük olasılığa bile

sahipse var demektir. Hatta aslında belirli bir olasılığa sahip her şey sonsuz kere var olacaktır. Sadece sonsuz derecede düşük olasılıklı şeyler bir defa gerçekleşecektir.

Öte yandan, eğer yalnız değilseniz o zaman yaşam şeklimizin, zekâmızın ve uygarlığımızın aslında evren için pek de özel olmadığı gerçeğinin altı çizilmiş olacaktır. Yani, insanlık deneyiminin evren açısından derin veya enteresan bir anlam ifade etmediği ortaya çıkacaktır. Bu, alçaltıcı olduğu kadar heyecan vericidir de.

Cevap hangisi? Özel miyiz yoksa sıradan mı?



Problem şu ki tek bir gezegenle ilgili tecrübelerimizden yola çıkarak daha genel bir kavrayışa varmamız çok zordur. İki olasılık vardır ve bizim herhangi birini diğerinden ayırmamız şu anda mümkün değildir: (1) evrendeki tek yaşam formu biziz (2) evren, çok uzakta oldukları veya bizi bilerek görmezden geldikleri için henüz göremediğimiz yaşam formlarıyla dolu.

Bir ilkokul öğrencisi olduğunuzu hayal edin. Bir gün matematik sınav kâğıdınızın, size cevap kâğıdıyla dağıtıldığını düşünün! İlk başta heyecanlanırsınız, ama ardından merak edersiniz: cevap kâğıdını alan sadece siz misiniz? Belki de bu, aslında pratik bir sınavıdır ve kimse size haber vermemiştir. Ya da belki de cevap kâğıdını alan başka çocuklar da vardır, ama hiç kimsenin duymasını istemedikleri için kimseye söylememişlerdir. Ayrıca diğer çocukların hiçbirinde cevap kâğıdı yoksa şayet, bu konu hiç gündeme bile gelmeyecektir. Cevap kâğıdına sahip olmanız, özel olup olmadığınızı göstermez. Kısıtlı tecrübeniz, büyük resimde neler olup bittiğini algılamanız için yeterli olmayacaktır.



Yaşam söz konusu olduğunda, daha iyisini biraz da olsa yapabiliriz. Örneğin, Dünya'ya göz gezdirebilir ve varolan farklı yaşam türlerini inceleyebiliriz. Eğer bir canlı türünden diğerine çok fazla farklılık söz konusuysa (örneğin deri rengi, favori dondurma türü), bunların temel ve olmazsa olmaz özellikler olmadığını anlayabiliriz ve diğer gezegenlerdeki hayatın da tamamıyla farklı olabileceği sonucuna varabiliriz. (Mesela Zilibroksiya gezegeninde sarmısaklı dondurma son derece popüler olabilir.) Öte yandan, Dünya'daki yaşam formları için değişmeyen şeyler varsa (enerji ve su ihtiyacı gibi), bunun aynı şekilde yaşamın olduğu her yerde geçerli olduğunu düşünebiliriz. Bu argüman epey kuvvetlidir, çünkü örneğin gözbebeklerinde olduğu gibi (şaka değil!), yaşama dair bazı ortak özelliklerin birbirlerinden bağımsız olarak birkaç defa geliştiğini gösterir.

Buradaki bazı başlıkları birbirinden ayırabilmek için soruyu bir matematik problemi gibi yazmak faydalı olabilir. Örneğin, mahallenizdeki insanların sayısını hesaplamak isteseydiniz ya son derece yorucu bir şekilde kapı kapı dolaşırdınız ya da çok basitçe, mahallenizdeki ev sayısıyla bir evde oturan ortalama kişi sayısını çarpardınız.

Aynı şekilde biz de iletişim kurma ihtimalimiz olan akıllı yaşam formlarının sayısını aşağıdaki gibi bir denklemle tahmin edebiliriz:

$$N = n_{\text{yıldızlar}} \times n_{\text{gezegenler}} \times f_{\text{yaşanabilir}} \times f_{\text{yaşam}} \times f_{\text{zekâ}} \times f_{\text{uygarlık}} \times L$$

Bu denklemin bileşenlerinin açılımları şu şekildedir:

$n_{\text{yıldızlar}}$: Galaksideki yıldızların sayısı

$n_{\text{gezegenler}}$: Yıldız başına düşen ortalama gezegen sayısı

$f_{\text{yaşanabilir}}$: Yaşam potansiyeli olan gezegenlerin oranı

$f_{\text{yaşam}}$: Üzerinde yaşam olan gezegenlerin oranı

$f_{\text{zekâ}}$: Zeki yaşam formu bulunan gezegenlerin oranı

$f_{\text{uygarlık}}$: Teknolojik bir uygarlığa sahip olan, uzaya mesaj veya uzay gemisi gönderme potansiyeli olan akıllı yaşam türlerinin oranı

L : Bizimle aynı anda var olabilme ihtimalleri

Drake denklemi olarak da bilinen bu formül çok basit bir matematiksel formüldür. Öte yandan son derece faydalıdır, çünkü problemi parçalara ayırır ve bunlardan sadece *birinin* bile sıfır değerine sahip olması halinde, var olsalar bile, uzaylılardan asla haberdar olmayacağımızı gösterir.



Ama bunun, sadece kısıtlı yaşam tecrübemize dayanarak oluşturulmuş bir tahmin olduğunu unutmayın. Nihayetinde, galaksiler arası turizm konusundaki eksikliklerimiz yüzünden temel anlamda kısıtlanmış sayılırız. Yaşama dair en genel gerekliliklerin bir listesini yapabiliriz, ama

bu liste yine de bildiğimiz anlamdaki yaşamı konu alacaktır. Yaşamın, son derece yavaş çalışan metabolizmalarla veya imkânsız gözüken uzunluktaki hayat döngüleriyle veya tuhaf derecede büyük organizmalarla ya da çevreleriyle (veya birbirleriyle) aralarındaki sınırların son derece belirsiz olduğu yaşam biçimleriyle, hayal dahi edemeyeceğimiz başka formlara bürünmesi tamamıyla olasılık dahilindedir. Bu sebeple zeki yaşamın gereğine dair varsayımlarımızda tamamıyla yanılıyor olabileceğimizi aklınızdan çıkarmayın. Bundan emin olmanın tek yolu, evrenin diğer kısımlarında buna dair örnekler bulmaktır.

Bu uyarıyı aklınızın bir köşesine not ettiyseniz gelin, denklemimizin bileşenlerini birer birer ele alalım.

Yıldızların Sayısı

$$(n_{\text{yıldızlar}})$$

Gökbilimciler, galaksimizdeki yıldızların toplam sayısını belirlemeyi başarmışlardır: yaklaşık olarak 100 milyar. Böylesi büyük bir rakam insana ümit verir, çünkü denklemin diğer bileşenlerinin değerlerinin son derece düşük olması son derece ihtimal dâhilindedir.

Peki, neden sadece kendi galaksimize odaklanıyoruz? Gözlemleyebildiğimiz evrende yaklaşık bir veya iki trilyon farklı galaksinin bulunduğunu biliyoruz. Samanyolu ile başlamamızın sebebi, galaksimizdeki yıldızlar bile bize epey uzakken, diğer galaksilerin hayal bile edilemeyecek uzaklıkta olmalarıdır. Işık hızından daha hızlı gidecek uzay gemileri veya solucan delikleri gibi imkânlara sahip olmadığımız müddetçe, bu ölçeklerde seyahat etmek ya da iletişime geçmek neredeyse imkânsız görünür. O yüzden gelin, şimdilik kendi galaksimize odaklanalım ve cesaretimizin kırılma ihtimaline karşılık olarak da diğer birkaç trilyoncuk galaksiyi alternatif olarak cebimize koyalım.



Yaşam Potansiyeli Olan Gezegen Sayısı

$$(n_{\text{gezegenler}} \times f_{\text{yaşanabilir}})$$

Galaksimizdeki bütün yıldızların içinde, yaşama uygun kaç tane gezegen vardır? Ve hangi tür bir gezegen yaşam üretebilir? Dünya gibi kayalık gezegenler tek tip midir, yoksa yaşama ev sahipliği yapabilecek başka türler de var mıdır?

Örneğin, atmosferdeki donmuş, devasa gaz yığınlarının arasında veya son derece sıcak gezegenlerin ergimiş yüzeyindeki lavanın içinde yüzebilecek ve varlıklarını sürdürebilecek yaşam formları olabilir.

Şimdilik, Dünya'ya benzeyen gezegenlere, yani gazdan oluşan gezegenlerden ziyade bizimkisi gibi kayalık, hemen hemen benzer ölçüde olan ve benzer Güneş enerjisine sahip gezegenlere odaklanalım. Bu şekilde düşünmek seçeneklerimizi kısıtlayacaktır, ama bildiğimiz kadarıyla Dünya, üzerinde yaşam barındıran tek gezegen olduğu için aynı zamanda daha gerçekçi olacaktır.

Peki, galaksimizde bizimkine benzer kaç gezegen bulunur? Teleskoplarımız henüz, uzaklardaki parlak yıldızların etrafında dolanan küçük karanlık kaya parçalarını görebilecek kadar gelişmemiştir. Bu gezegenler, bize çok uzak oldukları için görünmez olmalarının yanı sıra, kendi yıldızlarına bizden çok daha yakın oldukları için o yıldızın

parlaklığıyla gölgede kalırlar. Eğer kocaman, parlak bir ışık kaynağına bakıyorsanız onun hemen yanı başındaki küçük kaya kütesini asla fark edemezsiniz.



Bu yüzden yakın geçmişimize kadar, tipik bir yıldızın etrafını kaç tane gezegenin sarmaladığını ve bunlardan kaç tanesinin Dünya'ya benzer özellikler taşıdığını bilemiyorduk. Ancak yaklaşık olarak son on yıllık bir süre içerisinde gökbilimciler bu gezegenleri dolaylı yollardan da olsa gözlemleyebilmek için son derece akıllı teknikler geliştirdiler. Örneğin, bir yıldızın pozisyonundaki küçük yer değiştirmeleri inceleyerek onun başka bir gezegenin kütle çekimsel kuvveti tarafından çekilip çekilmediğini ya da yıldızdan bize ulaşan ışıktaki periyodik kesintileri gözlemleyerek o yıldızın yörüngesinde dolanan bir gezegen olup olmadığını anladık. Bu ve bunun gibi başka teknikleri kullanan gökbilimciler son derece inanılmaz bir şey keşfettiler. Galaksimizdeki her beş yıldızdan birinin Dünya'ya benzer kayalık özelliklere ve benzer yüzey Güneş enerjisine sahip bir gezegeni bulunduğu anlaşıldı. Bunun anlamı, galaksimizde milyarlarca olası yaşam ihtimali olmasıydı. Yeni gelişmeye başlayan uzay turizmimiz için son derece iyi haberler!



5 ÜZERİNDEN 1 YILDIZ

*Yörüngelerinde dünyaya benzer gezegene sahip
yıldızların oranı*

Üzerinde Yaşam Olan Gezegen Sayısı

($f_{\text{yaşam}}$)

Sadece kendi galaksimize odaklanacaksak, sistemimizde yaklaşık olarak 100 milyar yıldız ve 20 milyar kadar da Dünya benzeri gezegen bulunduğunu biliyoruz. 20 milyar, yaşam olasılığı için gayet yüksek bir rakam. Rakamlar cesaret verici gözüküyor, ama gelin işin zorlaştığı kısımlara göz atalım: yaşam potansiyeli olan gezegenlerin kaç tanesinde *gerçekten de* hayat var?

Bu soruyu cevaplayabilmek için önce şunu sormalıyız: yaşamın gereklilikleri nelerdir? Dünya'da son derece çeşitli yaşam formlarını incelediğimizde, öncelikle karmaşık kimyanın büyük bir kısmı için her zaman su ihtiyacı olduğunu görürüz, ayrıca yine karmaşık kimyasalların üretimi ve hücre duvarlarıyla kemikler gibi yapısal desteklerin sağlanması için de bol miktarda karbon gerekir. Ek olarak DNA ve gerekli proteinlerin üretilmesi için nitrojen, fosfor ve sülfüre ihtiyaç vardır.

Peki bildiğimiz anlamda yaşam, bu bileşenler olmadan da mümkün olabilir mi? Bazıları silikonun, karbon görevi görebileceğini iddia eder. Bu, alternatif düşüncenin eğlenceli bir örneği gibi gözükse de silikon (on dört protonuyla) karbona (altı proton) oranla çok daha ağır ve karmaşıktır, yani yaşam türetme anlamında çok da verimli gibi gözükmez.

Daha kafa karıştırıcı olan soruysa, bu bileşenlerin yaşam üretmek için yeterli olup olmadığıdır. Eğer devasa okyanuslarıyla, sıcak iklimli güzel bir gezegeniniz olsaydı ve bütün bu elementler de etrafta serbestçe dolaşıp birbirleriyle takılıyor olsaydı, gezegeninizde yaşamın kendiliğinden başlama olasılığı ne olurdu? Bu, biyoloji açısından en derin ve en temel sorulardan biridir ve cevaplanması da bir o kadar zordur. Dünya’da yaşamın, yüzeyde su oluşumunu takiben birkaç yüz milyon yıl sonra başladığını biliyoruz. Ama detaylar hakkında çok fazla bilgiye sahip değiliz ve bu sürenin de kimyasal çorbanın hazırlanıp kıvama gelene kadar karıştırılması için olağanüstü derecede uzun mu yoksa tam tersi, kısa bir süre mi olduğunu dair hiçbir fikrimiz yok.

Bilimciler, yaşayan organizmaların türetilmesi için gerekli olduğunu düşündükleri bazı aşamaları taklit etmeye çalışmışlardır. Bu bağlamda yapılan ünlü bir deneyde söz konusu kimyasal çorba için gerekli bileşenler hazırlanmış ve gezegenimizin ilkel koşullarındaki şimşek etkisini taklit edebilmek amacıyla da ufak bir elektrik kıvılcımı eklenmiştir. Ortaya bir Frankeştayn’ın



çıkmadığını, ama yaşamın türetilmesi için gerekli olan karmaşık moleküllerden birkaçının başarıyla oluşturulduğunu söyleyebiliriz. Bu da bize, en azından başlangıç olarak, etrafta gerekli bileşenler olduğu sürece tek yapmamız gereken şeyin, jeotermal ısı, yıldırım düşmesi ya da uzaylı lazer ışınları gibi herhangi bir etken veya etkenlerle doğru enerji transferinin yapılmasını beklemek olduğunu göstermiştir.

Dünya’daki yaşamın, kısır çevre koşullarından nasıl olup da türetildiğine dair çok az bilgimiz vardır.* Eğer daha fazla bilgiye sahip olabilseydik benzer koşullara sahip diğer gezegenlerde yaşamın başlaması üzerine daha mantıklı argümanlar üretebilirdik. O zamana kadar, bizimkisi gibi bir

* Özellikle bu kitabın yazarlarının, çünkü hiçbiri biyolog değil ama tanıdığımız biyologlar bile bu konudaki bilgisizliklerini kabullenirler.

düzenegın yaşamı milyonda bir mi, yoksa katrilyonda bir mi t rettiğine dair hiçbir fikrimiz olmayacak. Ve unutmayın ki, her biri farklı  zeneklerden t reyebilme potansiyeli olan çok daha farklı yaşam formları da olabilir.

Öyle görünüyor ki yakın çevremizde, yaşam için gerekli kimyasal yapı ta larına sahip tek gezegen bizimkisi değil. Bunlardan birçoğu (buna, sıvı su da dahil!) Mars'ta bulunmuştur, ama şu ana kadar bunun dışında küçük veya büyük herhangi bir yaşam kanıtına rastlanmamıştır.

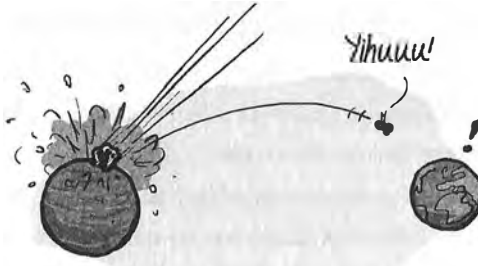


Güneş sistemimizdeki diğer gezegenler ideal turistik beldeler olmaya-bilir, ama yaşam türetecek adaylardandır. Jüpiter'in uydusu Europa'nın yüzeyinin altında devasa bir okyanusun bulunduğu ve Satürn'ün uydusu Titan'ın da bir atmosferi ve ilkel yaşam formlarının t retebilmesi için kullanılabilir kimyasallarla dolu okyanusları bulunduğu bilinmektedir. Bunlar bir yaşam olduğunun kanıtı değildir, ama en azından gerekli bileşenlerin bol miktarda mevcut olduğunu göstermektedir.

Varsayımlarımızın aslında bir temele dayanmadığını göz önüne alırsak, yaşamın ilk olarak Dünya'da başladığından emin miyiz? Bütün inanılmaz olasılıkların içerisinde, bilimkurgu gibi gözükse de aslında gerçek olması muhtemel bir fikir de yaşamın aslında *başka bir yerde başlayıp* meteorlar vasıtasıyla Dünya'ya ulaşmış olabileceğidir.

Bu fikre dudak b kt ğ n z  tahmin ediyoruz, çünkü büyük ihtimalle mikropların mikroroketler inşa edip ardından da milyarlarca yıl süren bir seyahat sonrası Dünya'ya geldiklerini hayal ediyor olmalısınız. İşin gerçeği mikropların, gezegenler veya yıldızlar arası seyahat edebilmeleri için rokete ihtiyaçları yoktur. Devasa bir göktaşı gibi büyük bir obje,

bir gezegene çarptığında çarpışmanın etkisiyle gezegenden bazı parçalar da uzaya savrulabilir. Bu parçacıklar bir süre için uzayda öylece dolaşırlar. Ve uzayda milyarlarca yıl oradan oraya sürüklenirken bazen bir yıldızın çok yakınından geçtikleri için kızartmaya dönerken, bazen de başka bir gezegenin üstüne düşerler. Bilimciler Dünya’da bu yöntemle Mars’tan geldiğine hemen hemen emin oldukları bir sürü kaya parçacığı bulmuşlardır. Öyle görünüyor ki, kaya parçalarının bir gezegenden diğerine sürüklenmesi mümkündür. Eğer bu kaya parçaları kendi içlerinde gizlenmiş, korunmuş halde yaşayan organizmalar veya küçük mikroplar veya tam vakumlu uzay ortamında hayatta kalabilecek mikro-hayvanlar* barındırıyorlarsa o zaman mikrobik yaşam formlarının bir gezegenden diğerine ulaşması imkânsız gözükmemektedir.



Eğer bu önerme doğruysa ki bunu desteklemek için elimizde hiç kanıt yok, uzaylıların gerçekten de var oldukları ortaya çıkar ya da bir başka deyişle bizim uzaylıların *ta kendisi* olduğumuz sonucuna varılır! Konuyla bağlantılı olarak bilimciler bir gün, Mars’tan geldiğine emin oldukları bir kaya parçası bulmuşlar ve içinde de açıklayamadıkları, tuhaf yaşamsal şekillere rastlamışlardır. Bu şekiller çok kabaca olsa da Dünya’daki mikrobik yaşamı andırmaktadır, ama bilimcilerin çoğu bunun Mars’ta hayat olduğuna dair bir kanıt oluşturduğu konusunda son derece şüpheye düşmüşlerdir. Yine de bu, Mars’ta (veya herhangi bir yerde) yaşam varsa şayet, bunun genç Dünya’ya otostopla gelmiş ve yaşamın ilk tohumlarını atmış olmasının mümkün olduğunu kanıtlar.

* “Tardigrada” kelimesini Google’da aratın ve şok olmaya hazırlanın.

Bu fikir, büyük-büyük-büyük-büyük-büyük-anne ve babalarımızın uzaylılar olduğunu varsayması dışında bize harika bir fırsat da sunmaktadır. Eğer diğer gezegenlerde yaşam varsa, bunu asteroidleri inceleyerek bulabiliriz. Gezegenler arası moloz yığını diyebileceğimiz bu parçalar, yaşam üretmek için gerekli imkânlarla sahip olmayabilirler, ama çok uzaklardaki bir gezegenden kopup buralara kadar gelmişlerse uzak diyarlardaki yaşama dair kanıtları da beraberlerinde getirmiş olma ihtimali söz konusudur.

Zeki Yaşam Formu Bulunan Gezegen Sayısı

$$(f_{\text{zekâ}})$$

Eğer elinizde mikroskobik yaşam varsa, önce karmaşık ve ardından da zeki yaşam formunun türetilmesi için ne gibi koşullara ihtiyaç vardır?

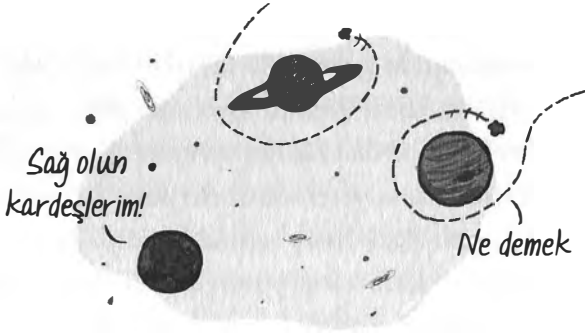
Öncelikle çok fazla zamana ihtiyacınız var, bu da kırılgan bir yaşam kolonisini yok edecek olaylar arasında uzun dönemleri şart koşar. Gezegenimizdeki zeki yaşam formu ilk olarak 1 ila 55 milyon yıl önce ortaya çıkmıştır ki bu da zekâyı nasıl tanımladığınıza göre değişkenlik gösterebilir (hatta bazılarımız hâlâ ona ulaşamamış olduğumuzu bile iddia edebilir). Bu da yaşamın ilk ortaya çıkışından milyarlarca yıl sonra demektir, yani pek de hızlı bir süreç değil.

Bu bilgi, yaşamın var olmasının önünde bazı kısıtlamalar olduğunu gösterir. Örneğin, gezegeniniz galaksinin merkezine çok yakınsa merkezdeki kara delik ve nötron yıldızları tarafından bir radyasyon bombardımanına tutulacaktır. Bu radyasyonun da yaşamın kırılgan kimyasını yok etmesi son derece olasıdır.

YAŞAM İÇİN YARARLI BİLEŞENLER:

- ✓ KARBON
- ✓ SU
- ✓ FOSFOR
- ✓ NİTROJEN
- ✓ SÜLFÜR
- ✓ GÜNEŞ KREMI

Yaşlı yıldızlara ve yoğun galaktik merkezlere yakın durmayı istememeniz için iyi bir sebep daha var: bu objeler, Güneş sisteminizdeki büyük göktaşlarının veya asteroidlerin yörüngelerini kütle çekimsel kuvvetleriyle bozabilir veya kendilerine çekebilirler. Bu da bazılarının, gezegen yüzeyine çarpıp kitlesel imhalara sebep olması demektir. Örneğin, Güneş sistemimiz söz konusu olduğunda bilimciler, Güneş'in etrafındaki yörüngeleri bizimkinden kat kat büyük olan iki devasa gezegenin, yani Satürn ve Jüpiter'in Dünya'ya tehlike oluşturabilecek nesneleri toplayan bir tür kozmik vakum temizleyicisi görevi gördüklerini öne sürerler.



Öte yandan galaksinin merkezinden çok uzakta da olmamalısınız çünkü karmaşık kimyanın oluşabilmesi için ağır elementlere de ihtiyacınız vardır. Bu elementler, sadece yıldızların merkezlerindeki füzyon sayesinde oluşabilir ve bu yıldızlar süreçlerini tamamlayıp patladıklarında da söz konusu elementler uzaya dağılırlar. Bu yıldızlara galaksilerin sınırlarında pek az rastlanır, böylece gezegen de merkeze çok yaklaşmamış olur. Ama daha çok zamana ihtiyacınız var; belki de zeki yaşam formları kaçınılmaz değildir ve hem bolca şans hem de çok özel koşullar gerekiyor olabilir. Alet kullanabilmek ve çevre koşullarına müdahale edebilmek için mutlaka maharetli bir zekâyı mı sahip olmak gerekir? Teknolojik uygarlıklar, dil ve sembolik düşünceyi yaratabilmek için karmaşık ve sosyal gruplaşmalara mı ihtiyaç duyarlar? Dinozorlar devasa bir asteroid tarafından yeryüzünden silinmemiş olsalardı Dün-

ya'da şimdiki gibi bir zeki yaşam formu mevcut olur muydu? Her zamanki gibi hiçbir fikrimiz yok.



Kısacası, yaşamın karmaşık yaşam formlarına ne sıklıkla dönüştüğünü, zekânın ve teknolojinin gelişimine ne sıklıkla olanak verdiğini bilmiyoruz. Birçok kişi bu konu üzerine tahminler yürütür, hayatın neden nadir veya sıradan olduğuna dair fikirler savunur. Ama bu fikirlerin hepsi eninde sonunda bizim kısıtlı, yerel tecrübelerimizden çıkarımlarda bulunur, ayrıca hepsi de aynı eksik bakış açısına sahiptir. Zeki yaşamın hangi yönlerinin evrensel ve gerekli, hangi yönlerinin de yerel ve gereksiz olduğunu bilmiyoruz.

Dünya'daki zeki ve teknolojik yaşamın gelişimini birtakım özel detaylarla inceledikten sonra her bir gelişimin gerekli olduğuna hükmetmek çok kolaydır. Bunlardan bazıları kendine özgü, hatta evrensel anlamda yok denecek kadar az olabilir. Bu, yaşamın da ender olduğu anlamına mı gelir? Tabii ki hayır. Önemli olan, deneyimimizin yaşamın olası tek yolu mu olduğu, yoksa bildiğimiz veya bilmediğimiz bir sürü yoldan yalnızca bir tanesi mi olduğudur.

Bu faktörün, yani $f_{zekâ}$ 'nin değeri 1 de olabilir, 0,1 de olabilir, 0,0000000000001 de olabilir ya da çok daha küçük de olabilir.

Gelişmiş İletişim Teknolojilerine Sahip Uygarlıkların Sayısı ($f_{\text{uygarlık}}$)

Şu ana kadar gözden geçirdiğimiz bileşenlerin ($n_{\text{yıldızlar}} \times n_{\text{gezegenler}} \times f_{\text{yaşanabilir}} \times f_{\text{yaşam}} \times f_{\text{zekâ}}$) galaksimizdeki zeki yaşam formlarına dair çok sayıda olasılık verdiğini varsayalım. Diğer parçaları düşünmeye devam etmemizi sağlaması ve bu bölüme ani bir son vermesini önlemesi dışında, bu varsayımın doğru olduğunu düşünmemiz için hiçbir iyi sebep yok.

Eğer galaksimizde bir yerde, hatta yakın komşu yıldızlarda bizden başka zeki yaşam formları varsa onları nasıl ortaya çıkarabiliriz? Evreni gözlemlemek için elektromanyetik (EM) radyasyonun (radyo dalgaları, görünür ışık, X-ışınları vb.) geniş yelpazesinden yararlanırsınız. EM radyasyonu kullanma yönündeki tercihimiz görme duyumuzdan kaynaklanır, çünkü gözlerimizin fonksiyonu budur. Peki ama uzaylılar ne kullanıyorlar? Belki de mesajlarını nötrino hüzmeleriyle veya karanlık maddede yarattıkları şok dalgalarıyla ya da uzayın kendi içinde yarattıkları dalgalanmalarla ulaştırıyorlardır. Onların birincil duyu organlarının ne olduğunu bilmiyoruz (hatta duyu organları olup olmadığını da bilmiyoruz) ve aynı şekilde nelere karşı duyarlı olduklarına dair hiçbir fikrimiz yok.



Başka bir olasılık da onların, radyasyon kullanarak iletişim kurmaktansa galaksiyi keşfetmek üzere robotik roketleri uzaya göndermeyi tercih edebilecek olmalarıdır. Eğer robotik roketlerin asteroidlerde sondaj yapma ve kendilerini çoğaltma gibi bir kabiliyetleri varsa, o zaman üssel

olarak çoğalabilirler ve 10 ila 50 milyon yıl gibi bir süre içinde tüm galaksiyi keşfedebilirler. Bu, kulağa çok uzun bir zaman gibi gelse de galaksinin ömrüyle kıyaslandığında son derece kısadır.

Ama bir kez daha, düşüncelerimizin çizdiği yoldan ayrılmamak adına, onların da EM radyasyon kullandıkları varsayımında bulunalım ve bunu, bilinmeyen olasılıkların gerekli rastlantısallığı listesine ekleyelim.

Bize doğrudan mesaj göndermek yerine uzayda körlemesine yayın yapıyorlarsa veya yerel televizyonları ve radyo yayınlarından (ya da kullandıkları herhangi bir sistemden) EM radyasyonu sızıntısı oluyorsa, bize çok yakın olmadıkları veya daha güçlü teleskoplara sahip olmadığımız sürece varlıklarına dair bir işaret almamız pek mümkün gözükmez. Çünkü söz konusu sinyaller çok zayıf kalır. Porto Riko'daki en güçlü radyo teleskobumuz Arecibo'nın böylesine zayıf bir sinyali algılayabilmesi için kaynağın en iyi ihtimalle üçte bir ışık yılı mesafesinden uzakta olmaması gerekir. Ama bize en yakın yıldızın uzaklığı bunun neredeyse on katıdır. Başka bir deyişle, uzaktaki bir yıldızdan mesaj alabilmemiz için bu mesajın körlemesine değil, doğrudan bize yayınlanması gerekir.



Onlarla Aynı Anda Var Olma İhtimalimiz (L)

Evren sadece çok büyük değil, aynı zamanda da çok eski bir yerdir. 13 milyar yıldan daha fazla bir süreye tekabül eden kozmik tarih, yıldızların tekrar tekrar oluşması, yanması, sönmesi ve ölmesi için yeterli bir zamandır. Bu yıldızsal döngülerden herhangi biri (ağır elementler yıldız

patlamasının ardından uzaya salındığında), Dünya'ya benzer gezegenlerin ve yaşam türetebilecek koşulların oluşması için uygun adaylar sayılabilir. Uzaylı bir ırkın var olması için daha çok uzun bir zaman vardır. Ama doğal olarak, onlarla iletişim kurabilmemiz için aynı zamanda var olmamız gerekir.

Teknolojik toplumlar ne kadar süre var olabilir? Kısıtlı tecrübelerimiz böyle bir çıkarımda bulunmak için yetersiz olsa da insanlık tarihi bile, yüzyıllara dayanan döngüler çerçevesinde uygarlıkların yükselişine ve çöküşüne defalarca tanıklık etmiştir. Günümüz toplumu, bizden önce gelen bütün uygarlıklarla karşılaştırıldığında, böyle bir çöküşten kaçabilmek için son derece donanımlıdır. Gökyüzünden gelmesi olası mesajları 500, 5000 veya 5 milyon sene bekleyebilecek miyiz? O kadar var olabilecek miyiz?



Bundan milyonlarca hatta milyarlarca yıl önce uzaylı bir ırkın yaşayıp kendini geliştirmiş olması ve uzaya bazı mesajlar gönderdikten sonra da bir çöküş süreciyle ortadan yok olmuş olması da olasılıklar dâhilindedir. Bizim, uzaylılarla iletişime geçebilmemiz için ya onların çok uzun süredir etrafta olmaları ya da çok fazla türde olmaları gerekir.

Hâlâ ilkokulda olduğunuzu ve normalde herkesin aynı anda teneffüse çıkması gerekirken okulunuzun rasgele olarak her öğrenci için farklı

teneffüs zamanları belirlediğini hayal edin. Okuldaki herhangi bir arkadaşınızla beraber teneffüse çıkma olasılığınız bu durumda ne olurdu? Eğer teneffüs hakkınız beş saniye olsaydı ve okulunuzda da sadece iki öğrenci olsaydı büyük ihtimalle bahçede tek başınıza yakan top oynuyor olurdunuz. Ama eğer teneffüsünüz beş saat ve okulunuzda da 20 milyar öğrenci olsaydı o zaman yalnız kalma ihtimaliniz epey düşük olurdu.

Peki Neredeler O Zaman?

Drake denklemindeki bütün bileşenler için gayet optimistik değerler kullansak ve galaksimizin de çok uzun zamandır varlıklarını sürdüren, yüksek teknolojiye uzaylı ırklarla dolu olduğunu varsaysak bile, daha cevaplanması gereken bir sürü soru var.

Her şeyden önce, acaba uzaylılar bizimle iletişime geçmek *ister mi*? Bu soru bizim açımızdan garip gözükebilir: kim farklı ve akıllı bir uzaylı ırkla iletişime geçmek istemez ki? Onlardan öğrenebileceğimiz onca şeyi bir düşünün! Ama bu öngörünün altında kısıtlı tecrübelerimiz vardır. Bu farazi uzaylıların ne düşünebileceklerine dair hiçbir fikrimiz yok. Belki de çok uzun zaman önce başka bir uzaylı ırkla temasa geçmeye teşebbüs edince her şey çok kötü sonuçlanmış ve bu yüzden 10 bin yıl gibi kısa bir süredir galaktik e-postalarına bakmayı ve Spacebook hesaplarını güncellemeyi bırakmışlardır.



Bob D. Zuzaylı

Durum: Tatilde

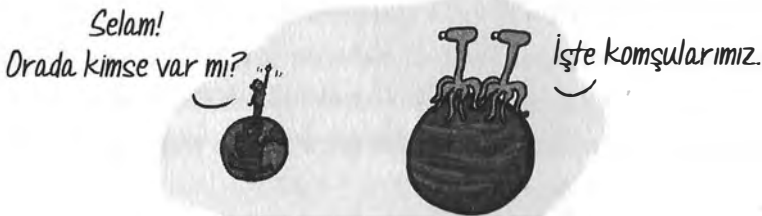
En son güncelleme tarihi: 10.000 sene önce

Gelişmiş uzaylı bir ırkın var olduğunu, iletişime geçmek için bizler gibi radyasyon yöntemini kullandıklarını, bize yakın olduklarını ve hatta bize doğrudan mesaj bile gönderdiklerini varsaysak bile biz, bu mesajın farkına varabilir miydik? Gökyüzünü devamlı dinleyen radyo teleskoplarımızın olduğu doğru, ama gönderecekleri herhangi bir mesajın

neye benzeyeceğine dair hiçbir fikrimiz yok. Onlara nasıl mesaj *göndereceğimizi* biliyoruz, ama onların bize, bizim anlayabileceğimiz bir mesaj gönderebilmeleri için birçok ortak paydaya sahip olmamız gerekir: ortak sembollere dayalı iletişime, matematik kodlama sistemine, benzer zaman algılarına vb. Uzaylılar bize göre çok daha hızlı veya son derece yavaş hareket ediyor da olabilir. (Örneğin, gönderdikleri mesajda yazan tek bir kelimeyi her on yılda bir gönderdiklerini düşünün!) Bize *tam şu anda* mesaj gönderiyor olmaları da mümkün, ama belki de bu mesajları gürültüden ayıracak kapasiteye sahip değilizdir.



Örneğin, 1977 senesinde Ohio'daki bir radyo teleskobu tuhaf bir sinyal yakaladı. Sagittarius takımıyıldızının bulunduğu yönden gelen mesaj tam olarak 72 saniye sürdü. Sinyal öylesine kuvvetli ve şiddeti tam da uzayın derinliklerinden gelen bir mesajın gerektirdiği şekilde öylesine değişkendi ki teleskobun başındaki görevli heyecanını gizleyemeyerek kâğıdın üzerine "WOW!" şeklinde bir not düştü. Ne yazık ki Wow! sinyali bir daha hiç duyulmadı ve Dünya'yla bir bağlantısı olmamasına rağmen uzaylılardan gelen bir mesaj olduğu da ispatlanamadı. (Ama bu durum, bilimcileri her ihtimale karşı 2012'de mesaja cevap göndermekten alıkoymadı.)

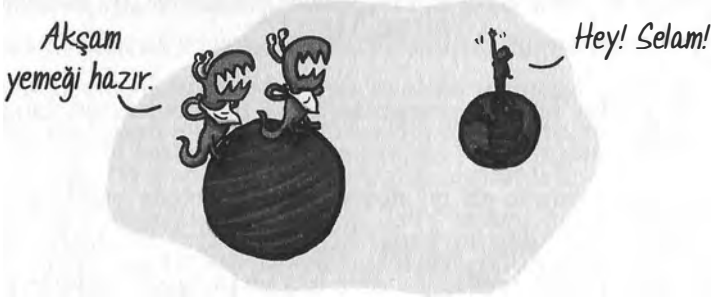


Bu paranoyak senaryoların göz ardı edemeyeceğimiz çok daha kötü versiyonları da mevcuttur. Belki tuhaf bir kozmik hayvanat bahçesinin içindeyizdir ve etrafımız doğal gelişimimizi gözlemlemek isteyen kadim bir uzaylı ırk tarafından sarılmıştır. Dolayısıyla bizimle iletişim kurmaktan bilerek kaçınıyorlardır. Belki de teknolojik anlamda gelişkin bir sürü ırk vardır, ama herkes, tebdiri elden bırakmamak ve işgal edilmemek için sesi-ni bile çıkarmadan olan biteni dinliyordur. Ya da bizi gizlice ziyaret etmiş bile olabilirler. Farazi uzaylıların farazi teknolojilerine dair hiçbir bilgimiz olmadığı için bütün bu senaryolar şu an için mümkün gözükmekte.

Herkes Nerede?

Neden diğer gezegenlerde yaşamın olduğuna dair herhangi bir ize hâlâ rastlayamadık? Tüm yaşam formlarının son derece nadir olması ya da mikroplar çok yaygın ve ilkel bir yaşam türü olsa da karmaşık yaşam formlarının son derece nadir bulunması mümkün müdür? Karmaşık yaşam formları her yerde de olabilir, bu durumda nadir bulunan yalnızca zekâ ve uygarlıktır. Belki de Ipad kullanan uzaylılar galaksinin dört bir tarafını sarmıştır, ama bizimle temasa geçmek istemiyorlardır, belki de milyonlarca yıl önce yaşamış ve ardından da yok olmuşlardır. Kim bilir, belki de anlamadığımız bir teknoloji kullanarak bizimle iletişime geçmeye çalışıyorlardır.

Böyle bir temastan öğreneceklerimiz umut verici olsa da, uzaylı bir ırkla ilk kez karşılaşmanın riski göz ardı edilemez. İnsanlık tarihi boyunca güçlü medeniyetlerle zayıf medeniyetlerin teması sonucu neler yaşandığını gördük. Bu hikâyenin güçsüz taraf için mutlu sonla bitmesine çok nadir rastlanılmıştır. Henüz diğer gezegenleri ve yıldızları ziyaret edecek teknolojimiz olmadığından, burada olduğumuzu herkese ilan ederek galaktik komşularımızı akşam yemeğine davet etmek (belki daha da kötüsü olur ve menüde pişirdiğimiz yemekleri değil de bizi yerler) akıllıca mıdır?



Fiziği Onlardan Öğrenebilir Miyiz?

İnsanlı (veya uzaylı) galaksiler arası seyahatin zorluklarını göz önünde bulundurarak fiziksel teması seçeneklerimizin arasından ellediğimizi varsayalım, sadece konuşarak iletişim kurabilseydik ne olurdu?

Böyle bir sohbetin nasıl olabileceğini hayal edin. Mesafelerin uzaklığı yüzünden her bir mesajın iletilmesi yıllarca (hatta yüzyıllarca) sürecektir ve en iyimser senaryoyla, zihinleri bizimkine benzer şekilde çalışsa bile temel iletişim protokollerinin kurulması için en azından birkaç mesaja ihtiyaç duyulacaktır. Evrenin devasa büyüklüğü ve hız sınırı düşünüldüğünde, böyle bir konuşma nesiller boyu sürecektir. Bu sırada içinde yaşadığımız toplum ve sahip olduğumuz bilimsel bakış açısı da gelişip değişeceği için, cevaplarını aldığımız soruların aslında ne kadar aptalca olduğunu fark edeceğiz.



Yalnız Mıyız?

Belki de günün birinde gezegenler arası turizm rehberi kitapçığına bakarak Alfa Centauri'deki Hrzxyhpod partisine nasıl gidileceğini veya Kepler 61b gezegeninde en iyi dondurmanın nerede yapıldığını öğreneceğiz. Böylesi bir kitap ne kadar büyük olurdu? Evrendeki tuhaf ve sonsuz sayıdaki yaşam şekillerine dair her şeyin tasnif edildiği yüzlerce sayfalık bir kitap mı olurdu? Yoksa sadece Dünya'daki yaşamı anlatan tek bir sayfadan mı ibaret olurdu?

Bu, bilimin en büyük sırlarından biri olarak kalır: Yaşam ne oranda olasıdır?

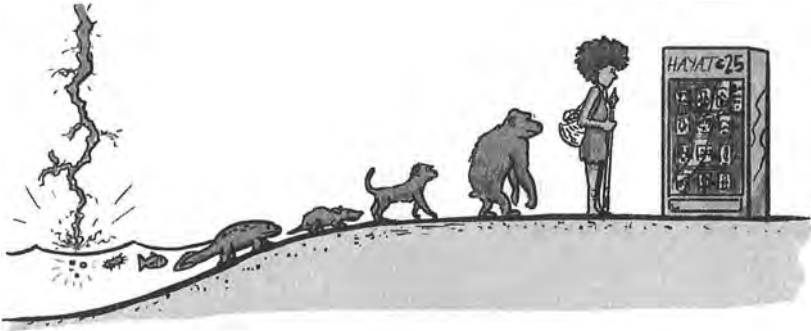


Bir bakıma bize has olan bu yaşam şekli son derece nadir *gibi* gözükür. Şu anda sizi bu ödüllü fizik kitabını okumaya teşvik eden onca çılgın rastlantıyı düşünün: yıldızımız doğru boyutta ve sıcaklıktaydı, gezegenimiz doğru yörüngedeydi, ayrıca uzayın derinliklerinden gelen bir buz asteroidi veya göktaşı sayesinde su da mucizevi bir şekilde Dünya'ya ulaşmıştı. Öte yandan yıldırım çarpması sonucu yaşamın ilk kıvılcımlarının oluşabilmesi için gezegende doğru miktarda atom ve molekül bileşenleri vardı. Böyle bir kıvılcımın oluşması ne kadar mümkündür? Bu kıvılcımın kayalarla dolu bir gezegende büyüyüp gelişmesi ve nihayetinde bizi oluşturması için akla hayale bile sığmayan engelleri aşması nasıl mümkün olur? Yaşamın çapraşık mekanizması son derece istisnai bir olgu gibi gözükür.

* Fizik kitaplarına ödül verilirken osuruk şakaları da yapılıyor, öyle değil mi?

Gelgelelim bu, insanların yaşam şekline odaklanır. Yalnızca insanlığı oluşturan bir dizi olay art arda gerçekleşmiştir. Bu süreçlerden herhangi birinde uyumsuzluk olsaydı belki de şu anda gezegenimizde farklı bir tür veya farklı bir yaşam şekli olurdu. Yaşamın nadir olduğunu savunabilmek için, bambaşka bir sıralamayla gerçekleşen olayların kısır bir gezegene yol açacağını ispatlayabilmemiz gerekir. Ama yaşamı oluşturabilecek başka bir form bilmediğimizden dolayı, bu iddiayı da ispatlamamız zordur.

Yaşamı yaratan koşulları nasıl değerlendireceğimizi bilemememizin sebebi elimizde tek bir veri olmasıdır: Biz. İnsanlık tarihi boyunca Dünya'ya sadece bir kez yıldırım düşseydi, bu olayın tekrar meydana gelme olasılığı nasıl hesaplanırdı? Dünya'daki yaşamın nasıl başladığına dair son derece önyargılı olabiliriz, gözümüz yaşamın milyonlarca olası alternatife karşı kapalı da olabilir. Belki de yaşam Dünya'ya düşen bir yıldırım sonucunda tesadüfen başlamıştır, ama evrenin birçok yerinde benzeri durumların meydana geldiğini de unutmamak gerekir. Her zamanki gibi hiçbir fikrimiz yok!



Yaşam alışılmadık bir durum dahi olsa son derece büyük bir evrende yaşadığımızı unutmayın. Her birinde milyarlarca yıldız ve gezegen bulunan ve akla hayale sığmayacak uzaklıktaki mesafelere yayılmış milyarlarca galaksi var. Evrende yalnız olup olmadığımız iki etkene bağlı: Yaşamın sıradışı olması, evrenin devasa büyüklüğü tarafından gölgede mi bırakılıyor? Eğer zarları yeterli sıklıkta atarsanız, neredeyse imkânsız gibi gözükken şeyler bile gerçekleşebilir.

Bir şeyden eminiz, gerçek orada bir yerde. Diğer gezegenlerde hayat var ya da yok. Cevabın Dünya'daki mevcudiyetimizle veya bu soruyu sorup sormamamızla hiçbir alakası yok.

Her olası cevap akıllara durgunluk verecek kapasitededir ve *içlerinden biri mutlaka doğrudur.*

İyi haber, evrenin gerçekte ne kadar büyük olduğunu, nasıl yapılandırıldığını ve içinde ne kadar gezegen bulunduğunu yeni yeni kavırıyoruz. Hayatımızda ilk defa gözlerimizi gerçekten açıyoruz ve bilgi dağarcığımızı mümkün olduğunca genişletmeye çalışıyoruz.

Belki evrende tamamıyla yalnızız. Belki bu devasa kozmosun bugüne kadar görüp görebileceği farkındalığa sahip olan tek oluşum insanlıktır.

Belki de evrenin dört bir köşesi yaşamla doludur ve moleküllerin karmaşık yaşam formları oluşturabildikleri milyonlarca farklı yöntemden biri de bizizdir.

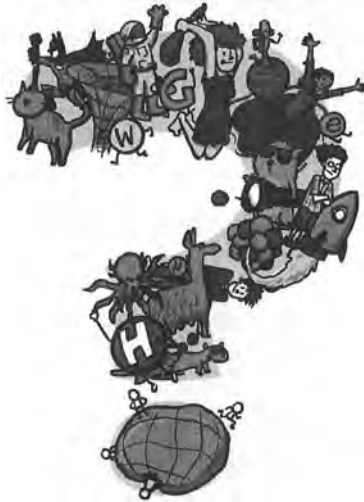
Belki de cevap bu bilgilerin arasında bir yerdedir. Yaşam nadirdir ama istisnai değildir. Belki evrenin tarihi boyunca sadece birkaç adet yaşam formu oluşacaktır, ne var ki uzay ve zamanın devasa boyutları bu formların birbirlerinden haberdar olmalarını ve iletişime geçmelerini engelleyecektir.

Her durumda unutulmaması gereken şey şudur: Yaşam vardır ve bizler de bunun bir kanıtıyız.



Sonuç

Nihai Gizem



Yolculuğumuzun sonuna geldik.
Bu kitabı okuyandaki en büyük

1 Bu kitabı evrendeki en büyük soruların cevaplarına ulaşabil-
mek için satın ya da ödünç almış, hatta yürütmüş bile olabilirsiniz. Gel-
gelelim bunun, amacınız için doğru kitap olmadığını üzülerek söyleme-
miz gerekir.* Çünkü bu kitap, cevaplardan çok sorularla ilgileniyor.

* Sizi uyarmak için biraz geç kalmış olabiliriz.

17 bölüm boyunca, daha öğrenmemiz gereken *ne kadar çok şey* olduğunu öğrendiniz. Çoğu da epey *derin* konular. Evrenin yüzde 95'inin neyden meydana geldiğini bilememek ya da hakkında çok az şey bildiğimiz tuhaf olguların (antimadde, kozmik ışınlar, evrenin hız sınırı) var olduğunu bilmek sizi strese sokabilir. Karanlık madde adında bir şey tarafından çevrelendiğimizi ve *tam şu anda* karanlık enerji denilen bir şey tarafından çekildiğimizi öğrenen herkes hiç kuşkusuz sizinle aynı tepkileri verirdi. Bütün bu bilgiler, bilinmeyene açılan kapıdan dışarı çıkan herkesi huzursuz eder.

Öte yandan bu kitapta verilmek istenen ana fikri de algılayabildiğinizi ümit ediyoruz. Bir başka deyişle, bilinmeyen bunca şeye *heyecan duymak* gerektiğini. Evrenin temel olguları karşısındaki cahilliğimiz, aslında bizi bekleyen inanılmaz bir sürü keşfin habercisidir. Belki de bu yolda ilerlerken inanılmaz kavrayışlara ulaşır, akıllara durgunluk verecek teknolojiler geliştiririz. İnsanlığı büyük bir keşif ve araştırma çağı bekliyor.

Bütün bunlar içinize sindiyse, kitabın ele aldığı son gizemi tartışmaya hazırsınız demektir. Bu, öylesine derin ve öylesine karmaşık bir sorudur ki çoğu insan buna Nihai Gizem adını verebilir:

Evren neden vardır ve neden şu anda olduğu gibidir?

Bu noktada bazılarınız böyle bir soruyu ortaya atmamızdan endişe duyabilir. Ne de olsa bu kitaptan çıkarılması gereken derslerden biri de *bilimin sınırları* konusunda dikkatli davranmamız gerektiğidir. Sorabileceğiniz bütün sorular içinden yalnızca birkaç tanesi bilimin alanına girer, çünkü onları test etmek mümkündür. Cevapları deneysel olarak test edilemeyen diğer sorularsa, ne kadar derin ve etkileyici olurlarsa olsunlar, bilimin sınırlarını aşarak felsefe alanına girer. Evrenin neden var olduğunu sormak da aynı şekilde felsefenin akıl yürütebileceği sorulardan biri gibi gözükür.



Neden? Çünkü bu soruyu sorduğunuzda, evrenin var olması *gerektiğini*, başka yol olmadığını ispatlayacak evrensel bir gerçeğe veya temel bir kanuna dayalı bir açıklama ararsınız. Başka bir yol varsa şayet, başka bir soru da var demektir: Evren neden *bu* şekildedir ve *başka* bir şekilde değildir?

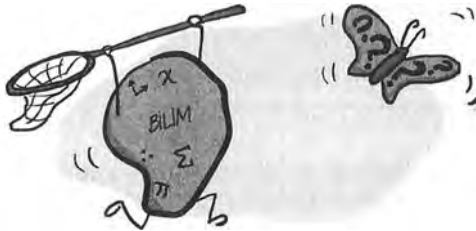
Bunu açıklayabilseniz ve şimdikinden daha farklı biçimlerde meydana gelemeyecek olan (rasgele ve gelişigüzel parametreleri olmayan) bazı temel kanunların olduğunu keşfetseniz bile ortaya çıkan *başka* sorular her zaman olacaktır:

Temel kanunlar neden vardır? Ve evren neden bu kanunlara uymaktadır?

Sizin de gördüğünüz gibi bu soruların hepsi felsefe alanında uzman isimler için bile zordur ve cevapları bilimi aşırıyor olabilir.

Aslında bu kitapta açıklamaya çalıştığımız derin *birçok* gizemin bilimsel incelemelerin dışında kalması muhtemeldir. Bu, söz konusu soruların cevaplarına *hiçbir zaman* ulaşamayacağımız anlamına mı gelir?

Elbette hayır!

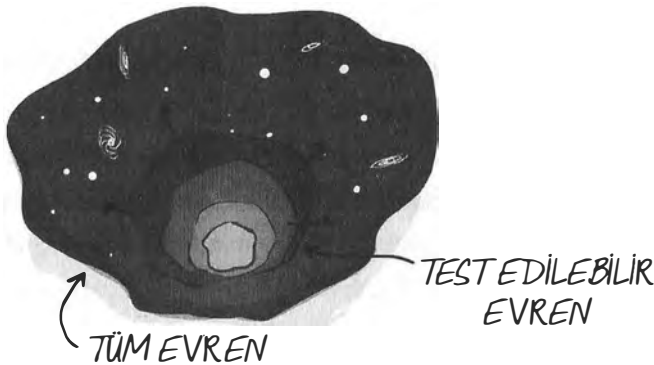


Test Edilebilir Evren

Bazı soruların cevaplarına hiçbir zaman ulaşamayabiliriz, ama felsefeden ayrılarak bilime dahil olan sorular da mevcuttur. Evreni ve parçacıklarını inceleme kapasitemiz arttıkça bilimsel anlamda test edebileceğimiz şeylerin de sayısı artar. Test edilebilir evren de bu şekilde ortaya çıkar.

Daha önceki bölümlerde açıkladığımız gözlemlenebilir evren kavramını hatırlayın. Bu, evrenin şimdiki zaman içinde gerçekten de görebildiğimiz kısmıdır, çünkü ışığın kırıldığı yerden bize ulaşabilmesi için yeterli süre geçmiştir. Bu alanın dışında kalan yerleri şimdilik göremiyoruz, çünkü orada kırılan ışığın bize ulaşacağı zamanı hâlâ bekliyoruz.

Test edilebilir evren, evrenin bilim vasıtasıyla ispatlanabilir kısmını ifade eder. Bu kavram, görüş sınırlarımızın dışında kalan şeyleri kapsamakla kalmaz, aynı zamanda içinde kalan şeyleri de (maddenin ve uzayın görebileceğimiz en küçük parçalarını) kapsar. Şeyleri en büyük ve en küçük ölçeklerde nasıl ayırt edebileceğimizin sınırlarını çizer ve teorilerimizin, matematiğimizin ve evreni anlama kapasitemizin sınırlarını belirler.*



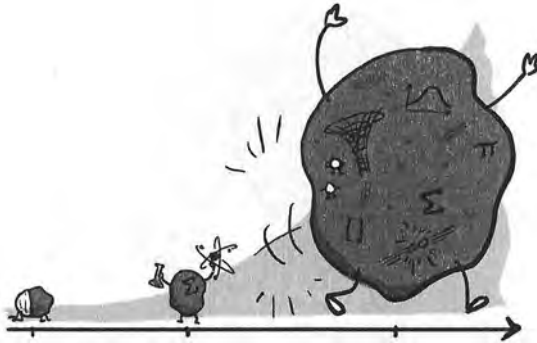
* Sonuncu kriter biraz ürkütücüdür: Ya evrenin kusursuz bir mantığı varsa ve zihnimizin algılayabileceğinin çok ötesinde bir matematiksel teoriyle tarif edilebiliyorsa?

Gözlemlenebilir evren gibi test edilebilir evrenin de evrenin tamamından çok daha küçük olduğu aşikârdır. Bir başka deyişle, önümüzde keşfedilmeyi bekleyen bir sürü şey var. Ama işin heyecan verici kısmı da bu, bilimin sınırları dışında cevaplanmayı bekleyen bir sürü soru olsa bile bilim *her zaman için gelişmeye ve büyüme devam edecektir.*

Gözlemlenebilir evren gibi test edilebilir evren de genişliyor. Her yeni teknolojik buluşla ve gerçeği araştırarak aygıtların geliştirilmesiyle beraber test edilebilir evren de büyüyor. Etrafımızdaki Dünya'yı kavrama ve evrendeki bilinmeyenleri cevaplama kapasitemiz her sene biraz daha artıyor. İşin en heyecan verici kısmı da, test edilebilir evrenin *büyüme hızının da artıyor* olması.

Bilimin henüz emekleme döneminde olduğu birkaç yüzyıl önce, test edilebilir evren son derece küçüktü ve çok yavaş büyüyordu. Bilimsel araştırmalara başladığımız ilk yıllar hem teknolojimiz hem de doğayı kavrayabilme ve biçimlendirme kapasitemiz son derece sınırlıydı.

Bir yüzyıl sonra teknolojik gelişmelerin bize çevremizi araştırabilmek için yeni aygıtlar sağlamasıyla birlikte test edilebilir evren de hızla büyümeğe başladı. Kuantum fiziğine, evrenin oluşumuna ve o zamanlar filozofların ilgi alanına giren maddenin doğasına dair sorular sorabildik ve daha da önemlisi bu soruları cevaplayabildik!



BİLİM ERGENLİK ÇAĞINDA

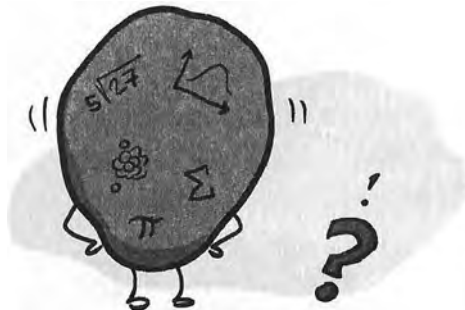
Bugün test edilebilir evrenin kozmik şişme döneminde olduğunu söyleyebiliriz. Bugüne kadar tecrübe ettiklerimizden çok daha hızlı bir genişleme bu. Sadece bir yüzyıl içinde Büyük Patlama'nın ve kozmosun derinliklerinin içine göz atma imkânını yakalamış durumdayız. Uzay sonsuz mu, yoksa tıpkı bir patates gibi kıvrılıp bükülüyor mu? Artık bu soruya dair birtakım hesaplamalar yapabiliyor ve tahminlerde bulunabiliyoruz. Protonun içini inceleyebiliyor ve maddeyi ışık hızının yüzde 99,999999'una kadar ivmelendirebiliyoruz. Hatta Güneş sistemimizin dışına insansız uzay gemileri gönderiyor ve göktaşlarına keşif uyduları bile indiriyoruz.

Bütün bunlar, şu an için ne yazık ki test edilebilir evrenin sınırlarının dışında kalan "Evren neden var?" gibi sorular açısından nasıl bir anlam taşır? Bu noktada yakın geçmişimize bakmalı ve bilgi dağarcığımızın nasıl da hızla büyüdüğünü hatırlayıp cesaretlenmeliyiz. Günbegün geliştirilmekte olan bilimsel aygıtlar ve teknikler, hem araştırabileceğimiz konuların hem de test edilebilir ve tutarlı cevaplar verebileceğimiz soruların sayısını hızla arttırmaya devam edecektir.

Evrenle ilgili derin sorulara cevap verebileceğimiz günler gelecek mi?

Hiçbir fikrimiz yok.

Ama bunun son derece heyecan verici bir yolculuk olacağına eminiz.



BİR SONRAKİ BÖLÜMÜMÜZ "BAZI FİKİRLERİMİZ VAR"
İÇİN BİZİ OKUMAYA DEVAM EDİN.

Teşekkürler

Bilimsel görüşler sunmak ve verilerin doğruluğunu kontrol etmek için hiçbir yardımı esirgemeyen James Bullock, Manoj Kaplinghat, Tim Tait, Jonathan Feng, Michael Cooper, Jeffrey Streets, Kyle Cranmer, Jared Adelman ve Flip Tanedo'ya minnettarız.

Bu kitabın taslağını okuduktan sonra yaptıkları yorumlar için Dan Gross, Max Gross, Carla Wilson, Kim Dittmar, Aviva Whiteson, Katrine Whiteson, Silas Whiteson, Hazel Whiteson, Suelika Chial, Tony Hu, Winston Cham ve Cecilia Cham'a teşekkür ederiz.

Kemerlerinizi takın, rahat bir pozisyon alın ve cehaletimizin derinliklerini keşfetmeye hazırlanın, çünkü PHD Comics'in yaratıcısı Jorge Cham ve fizikçi Daniel Whiteson kozmolojik bilgi birikimimizdeki devasa boşluğu doldurmaya geliyorlar! İkisi de görsel verilerle ve karikatürlerle, harikulade bir mizah anlayışıyla, bilimin muazzam eğlenceli ve anlaşılır açıklamalarıyla donandılar.

Bu kitapta evrenin en büyük gizemlerini keşfedecek, neden bazı şeylerin gizemini hâlâ koruduğunu anlayacak ve zeki insanların bazı cevaplara ulaşmak (ya da en azından doğru soruları sormak) için neler yaptığını öğreneceksiniz. Kuarklardan nötrinolara, kütle çekimsel dalgalardan patlayıcı kara deliklere kadar her şey aydınlatılmak üzere sizi bekliyor.

Son derece tuhaf ve büyük oranda esrarengiz evrenimiz hakkında bugün, hâlen daha bilmediğimiz her şeyi öğrenmeye hazır olun!



Işıktan Hızlı Hareket Edebilir Miyiz?
Büyük Patlama Esnasında Ne Oldu?
Evrende Yalnız Mıyız?
Evrenin Hammaddesi Nedir?

