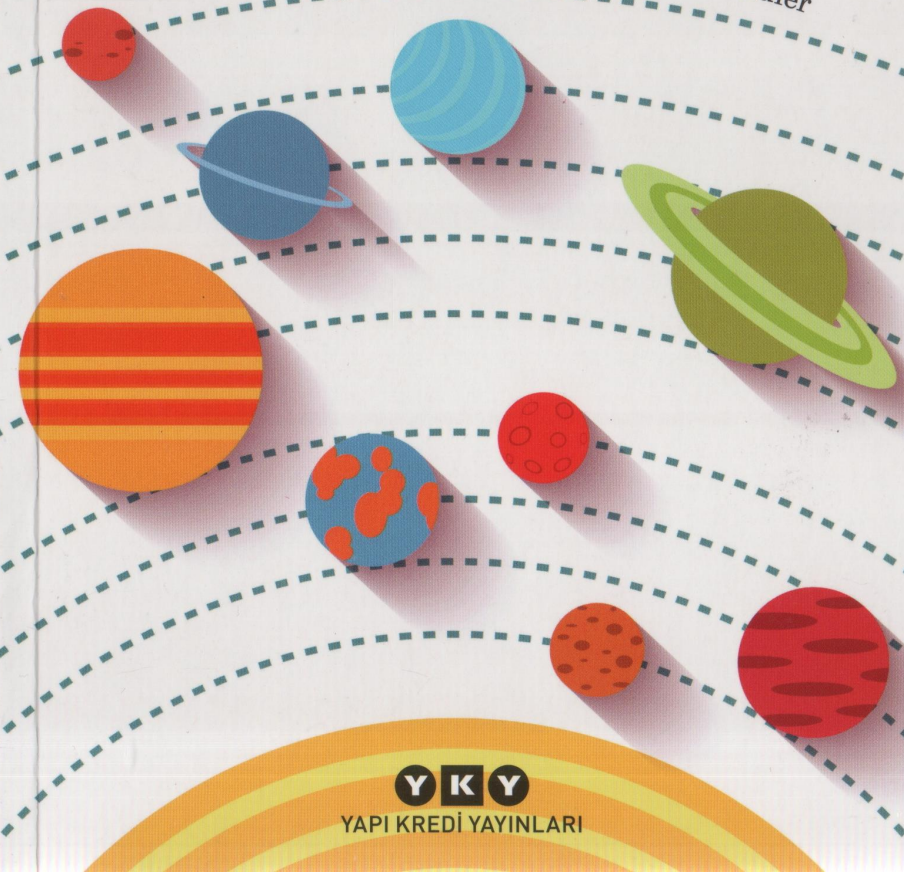
JUAN CARLOS ORTEGA

Ulises için Evren

Çeviren: Saliha Nilüfer



YKY
YAPI KREDİ YAYINLARI

JUAN CARLOS ORTEGA

ULİSES İÇİN EVREN

Çeviren
Saliha Nilüfer

YAPI KREDİ YAYINLARI

Yapı Kredi Yayınları - 4810
Doğan Kardeş - 781

Ulises İçin Evren / Juan Carlos Ortega
Resimleyen: Juan Carlos Ortega
Özgün adı: El universo para Ulises
Çeviren: Saliha Nilüfer

Kitap editörü: Devrim Çakır
Düzelti: Filiz Özkan

Grafik uygulama: Süreyya Erdoğan

Baskı: Bilnet Matbaacılık ve Ambalaj San. A.Ş.
Dudullu Organize San. Bölgesi 1.Cad. No:16 Ümraniye-İstanbul
Tel: 444 44 03 • Fax: (0216) 365 99 07-08 • www.bilnet.net.tr
Sertifika No: 31345

Çeviriye temel alınan baskı: Editorial Planeta, Barcelona, 2013
1. baskı: İstanbul, Şubat 2017
ISBN 978-975-08-3941-2
© Juan Carlos Ortega Moreno, 2013
© Editorial Planeta, S.A., 2013 Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España)
www.editorial.planeta.es
www.planetadelibros.com
İllüstrasyonlar: © Juan Carlos Ortega Moreno
Fotoğraflar: Yazarın Arşivi

© Yapı Kredi Kültür Sanat Yayıncılık Ticaret ve Sanayi A.Ş., 2015
Sertifika No: 12334

Bütün yayın hakları saklıdır.
Bu kitap yayıncının yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.
Bu kitabın telif hakları Anatolialit Ajans aracılığıyla alınmıştır.

Yapı Kredi Kültür Sanat Yayıncılık Ticaret ve Sanayi A.Ş.
Kemeraltı Caddesi No: 4 Karaköy Palas Kat: 2-3 Karaköy 34425 İstanbul
Telefon: (0 212) 252 47 00 (pbx) Faks: (0 212) 293 07 23
http://www.ykykultur.com.tr
e-posta: ykykultur@ykykultur.com.tr
İnternet satış adresi: http://alisveris.yapikredi.com.tr

Yapı Kredi Kültür Sanat Yayıncılık
PEN International Publishers Circle üyesidir.

Babam'a ve oğlum Ulises'e...

İÇİNDEKİLER

Giriş Notu • 13
Mutluluk • 15

BİRİNCİ BÖLÜM
Sezgisel Evren

Ay • 19
İlk Gizem • 22
Nesneler Düşer • 26
Güneş • 34
Güneş Sistemi • 37
Derin ve Büyük Nedenler • 40
Sen Buradayken • 47
Uzaklıklar • 49
Samoslu Aristarkhos • 52
Ölçmek • 55
Merkezin Dışında • 63
Aristoteles • 66
Claudius Ptolemaios • 71
Katedral Rahibi Mikolaj • 78
Olayları Açıklamanın İki Biçimi • 82
Aşağılık Duygusu • 83

Neredeyse Einstein Tarzı Bir Gemi • 85
Kibir Üzerine Başka Şeyler • 86
Gökyüzünde Asılı Bir Küre • 87
Eratosthenes • 89
Yıldızlar • 95
Burna Değen Parmak • 98
Cygnus'a (Kuğu'ya) Olan Uzaklık • 102
Paralaks Vardı! • 105
Galileo • 106
Jüpiter • 114
Tanınmamış Bir Gökbilimci • 115
Yıldızlara Geri Dönelim • 120
Peki, Ne O Zaman? • 121
Galaksiler • 123
Demokritos • 126
Charles Messier • 130
Bir Orgcu ve Bir Soprano • 132
Bir Yıldız Olarak Güneş • 140
Atomlar • 144
Utangaç Kimyager • 146
John Dalton • 152
Tam Sayılar • 154
H_2O • 158
Peki Ama Atomlar Nedir? • 161
İçerideki Atomlar • 161
Joseph John Thomson • 162
Atoma Şeklini Vermek • 168
Cep Güneş Sistemleri • 170
Altın Plaka Deneyi • 173

Atomun Şekli Tamamlanır • 176
Neredeyse Hiç • 178
Gösterim • 179
Albert Einstein • 181
17. Yüzyıla Geri Dönüş • 183
Yanılmıyorum • 185
Yoksul Michael • 188
Bu Bir Tesadüf Olamaz • 192

İKİNCİ BÖLÜM
Anlaşılmaz Evren

Temel Bir Değişim • 201
Görelilik • 203
Uymayan Bir Şeyler • 204
Zamanın Genleşmesine Bir Kanıt • 216
Gerçekliğin Bir Kusuru Var • 218
Aşk Hikâyesi • 220
Yine Einstein'a Dönersek • 220
$E = m . c^2$ • 234
Küçüklüğümüzden Bazı Fotoğraflar • 234
Güneş'in Işıltısı • 237
Genel Görelilik • 241
Senin Dünyan • 247
Kuantum Mekaniği: Bir Yüzyıla Adım Atmanın En Şahane Yolu • 250
Max Planck • 251
Parlak Kırmızı • 252
Enerji Atomları • 254

Yeniden Einstein • 259
Devasa Kozmos • 260
Bütün Bunlar Nasıl Başladı? • 264
İyi Ama Burada Olup Bitenler Ne? • 266
Planck'tan Sonra Kuantum Dünyası • 273
Bir Prensin Hikâyesi • 278
İyi Ama Düşündüğümüz Aslında Neydi? • 283
Gökyüzüne Taş Fırlatmak • 287
Peki Ama Bunlar Var mı? • 292
Yine Bükülmeler Konusu • 296
Muğlak Dünya • 297
Büyük Patlamaya Dönmek • 305
Niels Bohr • 310
Her Şeyi Silikleştirmek • 314
Kafa Karışıklığı • 318
Kozmik Doğum Günleri • 319
Kendi Bildiğini Okuyan Küreler • 323
Belirsizlikler İlkesi • 326
Peki Ama Fizik Yasası Tam Olarak Nedir? • 330
Yoğurtlar ve Çoklu Evrenler • 331
İnsanlık • 334
Olayları Birbirine Bağlamaya Başlamak • 341
Bizimkinden Bahsetmemiz Gerek • 344
Sicimler • 350
Hiç Akla Gelmeyen En Basit Şey • 353
Dört Teori Daha Var • 356
Peki, Bu Ne Anlama Geliyor? • 359
Atlatıyor muyuz? • 360
Karanlık • 363

Peki Ama Nedir Bu? • 365
Daha Fazla Karanlık • 366
Anlaşılırlık • 367
Başlangıçta Olan Şeyler • 369
Lucretius'la Konuşsaydık Ne Olurdu? • 373
Sonların Sonu • 378
Termodinamiğin İkinci İlkesi •379
James'in Küçük Şeytanı • 385
"Her Şey" Derken Neyi Kast Ediyoruz? • 388
Sen Kimsin? • 390
Mutlak Basitleştirme • 394
Bizim Yolumuz • 396
Gemiler ve Korsan Bantı • 401
Gizemler Asıl Burada • 406
Neşe • 411

Dizin • 417

Giriş Notu

Bu kitaba ilk esin veren fikrin kaynağı iki aşk hikâyesiydi.

Bu hikâyelerden biri son derece eski, devasa ve hayranlık uyandıran bir şeyle ilgili; yani varoluşu bundan 13,7 milyar yıl öncesine dayanan evrenle. Görünüşteki tüm o soğukluğuna rağmen, evren bizde tuhaf mı tuhaf duygular uyandırabilir. Bunlar aşk dediğimiz duyguya o kadar benzer ki, çoğu kez aradaki farkı söyleyemem.

Diğer hikâyeyse çok daha küçük bir şeyle, oğlum Ulises'le ilgili: İlerleyen sayfalarda evreni açıklamaya koyulduğum Ulises'le...

Mutluluk

Sevgili Ulises,

Evren inanılmaz derecede tuhaf bir yer. Onu kıyaslayabileceğimiz bir şey yok. Genellikle bir şeyin garipliğini yargılarken bize normal görünen diğer şeylere bakarız. Bir bisiklet, bir şiir ya da gotik bir katedral bizde hayret uyandırabilir ama ancak ilgimizi çeken başka bisikletleri, şiirleri ya da gotik katedralleri biliyorsak.

Öte yandan, evren ortak kanıda yerleşmiş olan bu kuralı çiğner gibidir. Başka başka evrenleri hiç görmediğimiz halde ona hayranlık duyarız. Bu görünüşteki çelişkinin nedeni kendimiziz. Çünkü aslında var olan, sıradan, uyuşuk ve kaba saba bir evrendir. Kafamızda yerleşik olan şeylerle, çok fazla soru sormadan doğru olduğunu varsayıp kabul ettiğimiz şeylerle ilgilidir bu durum.

Evren hakkında kafamızda oluşturduğumuz düşünceyle evrenin aslında hiç ilgisinin olmadığını fark ettiğimiz an afallayıp korkarız; yani var olduğunu sandığımız şeyle aslında var olanı karşılaştırdığımızda...

Bilimin bize uzay, zaman ve galaksiler hakkında söylemek zorunda olduğu şeyi öğrendiğimizde üzerimize hücum eden bu şaşkınlık, aynı zamanda dünyanın en büyük sevinçlerinden

biridir. Bu kitabı yazdıysam bunun nedeni, bu duyguyu senin de mümkün olduğunca hissetmeni sağlamaktı.

Şimdi beş yaşındasın ve bu satırları henüz okuyamıyorsun. Büyüyene kadar seni bekleyecekler sabırla. Eğer amaçladığım şeyi başarabildiysem, tarihteki gelmiş geçmiş en önemli bilim insanlarının katkılarını ve temel ilkelerin özünü anlayacaksın: Antik Yunan'dan başlayarak bugün hâlâ gezegenimizde yaşamakta olan bilim insanlarının yaptığı tüm katkıları. Onlar sayesinde kozmosun görkemli bir resmi canlanıyor gözümüzde.

Hiçbir şey bilmediğini varsayarak sıfırdan başlayacağım. Ve böylece azar azar, fark etmeden bir de bakacağız ki, çok önemli konulardan bahsediyoruz. Hepsi azar azar olacak; bir taşın yere düşmesinden evrenin kökenine kadar dikkatle, aşamalı olarak gelişecek.

Umarım sana yardımım dokunur ve mutluluğun genellikle söylendiği gibi içimizde değil de orada –dışarıda– olduğu sonucuna sen de varırsın benim gibi.

Hadi, çevir sayfayı o halde ve dışarı bakmak için uzatalım kafamızı.

BİRİNCİ BÖLÜM

Sezgisel Evren

Ay

Ay gökyüzünde tepemizdedir, orada asılı duran hali insana inanılmaz bile gelebilir. Gayet iyi görünür ve bunun hepimize büyük yararı dokunmuştur. Elektrikle aydınlatmanın olmadığı zamanlarda bile, ay ışığı sayesinde geceleri etrafı görebiliyorduk.

Bundan ötürü, yani onun gökyüzündeki varlığı için dayanamayıp bir *Şeye* ya da *Birine* teşekkür etmek gelebilir içimizden. Öyle ya, hayatımızda bize bir dolu yardımı dokunan şeyler, genellikle birer armağan gibi algılanır. Bir armağanın varlığı da insanın aklına hemen bir Armağancı'yı getirir. Tarih boyunca insanların aklında hep böyle bir düşünce olmuştur ama bunun bilimsel bir düşünce olduğu söylenemez. Çünkü doğada hayatımızı altüst eden şeyler de vardır. Hatta doğrudan ve acımasız bir biçimde hayatı ortadan kaldıran olaylar da yaşanır. Ama niyeyse bu gerçeklik, Armağancı'nın var olmadığına dair bir kanıt sayılmamıştır. Ay oradadır. Daha sonra, Ay'ın varlığının kendisinden daha üstün bir varlığa ihtiyaç duyup duymadığına bakacağız ama şu anda, elimizde daha fazla delil yokken, onun oracıkta olduğunu, kimselerin armağan etmesine gerek olmadan gökyüzünde asılı durduğunu söylemekle yetinelim.

Seninle beraberken onu sayısız kez gördük. Yürürken peşimizden gelir sanki. Bu, bize sıra dışı biri olduğumuzu düşündürebilir. Hepimiz eşsiz, benzersiz olmayı isteriz. Bizlerden bir sürü bulunan bir evrende küçücük bir noktacık olma fikri hoşumuza gitmez. Ay bizim peşimizden gelir, "Herhalde bunun bir nedeni vardır" diye düşünürüz mutlulukla. Oysa bu olayın açıklaması hayli basittir; Ay bize fena halde gönlünü kaptırmış ya da bizim sadık hizmetkârımızmış gibi, her adımında görkemli Ay tarafından takip edilmeye layık, muhteşem insanlar olduğumuz anlamına gelmez bu. Bu, yalnızca bir doğa olayıdır: Yakınımızdaki şeyler gözümüzün önünden kısa sürede silinip gitse de çok uzaktakiler bizimle birlikte hareket ediyormuş gibi görünür. Örneğin, trende gidiyorsun; yakındaki ağaçların yanından tam hız geçip gittiklerini ama daha uzaktakilerin silinip gitmeden önce sana yolculuğunda daha uzun süre eşlik ettiğini görürsün. Bundan ötürü bizden çok çok uzakta bulunan Ay da sanki yürüyüşümüze eşlik ediyormuş hissi uyandırır.

Daha küçükken bu gökcisminin neden her köşe başında seni takip ettiğini sorardın. "Seni korumak için" diye yanıtlardım sorunu; görevinin sana göz kulak olmak olduğunu ve bunun için bir an bile seni gözden kaybetmemeye çalıştığını söylerdim. Sen de o zaman evren tarafından şımartılan bir çocuk gibi hisseder, bununla gurur duyardın.

Evet, bunun bir yalan olduğunun, sana karşı pek de bilimsel bir yaklaşım sergilemediğimin farkındayım ama o zamanlar üç yaşındaydın ve kim bilir neden böyle bir yanıt verme gereği duymuştum.

Artık büyüdün, sana gerçekleri daha titiz bir şekilde açık-

lamak istiyorum. Biraz saflığını biraz da kozmik güçlerin seni koruduğuna dair o duygunun verdiği rahatlığı kaybedeceksin belki ama çok daha değerli bir şey kazanacaksın: Mantık yürütmenin sevincini, biz insanların küçücük beyinlerimiz sayesinde, en azından etrafımızı saran devasa ve görkemli saçmalığın bir kısmını anlama becerisine sahip olduğumuzu bilmenin yanılsamasını kazanacaksın.

Evren tarafından korunup kollandığını düşünmek, sadece küçük çocukların gerek duyduğu bir şey değil. Dünyanın neresinde olursa olsun binlerce yetişkin de, günün her dakikası bağıra çağıra bunu talep eder. Bizlerin bir biçimde derin kozmosa bağlı olduğumuzu kesin bir dille, adeta kanıtlanmış bir gerçek gibi öne süren milyonlarca kitap, işte bundan ötürü satılmaktadır. Birtakım saflıklarla dolu kitaplar bunlar. Küçük bir çocuk için anlaşılabilir şeyler ama senin de dönüşmekte olduğun yetişkinler açısından düşününce hiç de öyle değil. Bu kitapların sayfalarında şöyle cümlelere rastlayabilirsin: "Yeter ki insan bir şeyi çok gönülden istesin, evren ona bunu başarması için yardım eder" ya da "Bir şeyi var gücünle dilersen mutlaka onu elde edersin." Dikkatle incelersen, bu kelimelerin Ay'ın kendisine eşlik etmesini dileyen çocukça hatayı barındırdığını görebilirsin. Bu sefer, daha inandırıcı kılmak için bir bilimsel cila çekilmiştir üstlerine sadece. Ama sen bu tür şeylere aldırma Ulises. Aslında evren –bu bizi üzse de– kendi işine bakar gibidir.

Sana Ay'la ilgili bir şey anlatacağım, Ay'ın bilinen en büyük gizemini. İnsanlık tarihinin büyük bir kısmında, çok akıllı insanların kafasında olan bir gizemdi bu. Evrendeki gezintimize buradan başlamak harika olacak.

İlk Gizem

Onu son gördüğün zamanı anımsamaya çalış. Gümüşi gri rengiyle son derece nefis bir görünümü var. Şiirsel şeyler söylemekten nefret ederim, bilirsin ama orada asılı duran şey ister istemez seni buna sevk eder. Ona dikkatle baktığında kara lekeleri olduğunu fark edersin, sanki başka bir gökcismini boyarken kullanılacak renkler rastgele üstüne bulaşmıştır. Ama bu düzensizlikler bile güzel görünür sana. Görünümü, insanın aklını başından alan ve giydiği her şeyi kendine yakıştıran kızları andırır; onlar gibi, daha güzel olabileceği hayal edilemez. Dünyamızdaki tüm şairlerin uydumuz Ay'ın tartışmasız başrolde olduğu yüz binlerce dizelik şiirler yazmış olmaları şaşırtmasın seni. Ay, edebiyat tarihiyle yakından bağlı öğelerden biridir. Bazı durumlarda şairler sadece bir güzel kızı ya da erkeği ortaya çıkarmak için Ay'dan bahsetmiştir gerçi ama bu uzak kürenin kesinlikle içten bir hayranlık uyandırdığı da ortadadır. Bazen ilginç bir görünüme bürünür, bir beşiği ya da yamuk bir gülümsemeyi andırır ve bazen de tam bir tepsi gibidir, tıpkı bir araba tekerleği gibi. Ama en şaşırtıcı olan Yeryüzü'ne hiç çarpmamasıdır. Neden acaba?

Küçükken en çok sorduğumuz sorulardan biridir bu. Taşı, kalemleri, topları ya da ağaç yapraklarını fırlattığımızda hepsi yere düşer. Güçlü bir görünmez el onları aşağı çekiyormuş gibi, istisnasız hepsi yere düşme eğilimindedir. Ya da gezegenimizin yüzeyinin her ne pahasına olursa olsun tüm nesneleri açgözlüce kendine çekmek gibi bir huyu vardır sanki... Sana ileride sözünü edeceğim bir filozof olan Aristoteles bunu şöyle açıklıyordu: Nesneler yere düşer çünkü orası yuvalarıdır onla-

rın. Ona sorarsan düşmek, merkezde duran bir eve geri dönme biçimiydi. Tıpkı senin tüm gün okulda kaldıktan sonra evine dönmen gibi. Bu anlamda, havaya fırlattığın nesnelerin karar alabilmek için belli bir iradeleri ve belirsiz bir güçleri olması gerekir. O zaman da kişiler gibi ya da küçük, sert ve sağlam hayvanlar gibi olmaları beklenirdi. Şiirsel bir büyüleyiciliği olmakla birlikte bunun ipe sapa gelmez bir fikir olduğu apaçık ortada. *Yuva* kelimesi ve *yuvaya dönme* ifadesi, insanlara ait kavramlardır ve tuhaf mı tuhaf evrenimizin kişidışı işleyiş tarzında bunun yeri yoktur.

Öyle ya da böyle Ulises, her şeyin düştüğü bir gerçektir. İsteyelim istemeyelim, her tür madde Dünya'ya doğru çekilir. Bu, hiç kimsenin ve hiçbir şeyin bozamadığı, daima itaat edilen bir yasa gibidir. Gelgelelim o kadar devasa görünen ve kim bilir ne kadar ağır olan Ay, bu zorunlulukla adeta dalga geçer ve gökyüzünde asılı kalmaya devam eder. Ülkesinin yasalarını hiçe sayan, cüretkâr ve gururlu bir kraliçe gibidir.

Epey aklı başında olup da bu olaya bir açıklama getiremeyen bir sürü insan tanıyorum. Oysa bilim insanları için bu çok basit. Geceleri yürürken hemen hepimiz Ay'ı görmeye, ışığıyla büyülenmeye ve hayranlık uyandıran gizemi karşısında heyecanlanmaya alışkınızdır. Bazen neden orada öylece asılı kalmayı sürdürdüğünü, Yeryüzü'ne var gücüyle çarpmaktan, şehirlerimizi yerle bir etmekten onu neyin alıkoyduğunu sorarız kendimize. Açıkçası bu, hiç sorgulamadan doğru kabul ettiğimiz bir şeydir. Biz insanlar çoğu durumda böyle yaparız zaten ve bu, hiç de övünülecek bir şey değil aslında. Şaşkınlık kıvılcımlarının etkisini üzerimizden çabucak atıveririz. Bir şeylere anlık olarak bayılırız, kasıp kavuran ani bir dalganın

etkisinde, gizem bizi birkaç dakikalığına etkisine alır. Sonra yine emin olduğumuz, bildik şeylerin, artık bizi hiç şaşırtmayan gerçeğin dünyasına geri döneriz.

Siz çocukların hayret etme beceriniz olduğu söylenir. Bu hayretin zaman içinde silinip gittiği de söylenir kesin bir dille ama ben bundan asla emin olamadım. Bir şeylere şaşırma becerisinin yaşla ilgisi olmadığına içtenlikle inanıyorum. Bu daha çok, nasıl biri olduğumuzla ve zekâmızla ilgilidir bence. Emin ol, hiçbir şeye şaşırmayan çocuklar da tanıdım, bütün bir gün boyunca derin ve müthiş bir hayret duygusuna gömülmüş harika yetişkinler de. Şaşırma becerisinden yoksun olmak, hepimizi üzmesi gereken bir şey aslında.

Bizi mutlu etmemesi gereken konulardan bir diğeri de pek çok insana göre, fizik konusu olarak Ay'ın kültürle hiçbir ilgisinin olmaması. O zaman demek ki, herhangi bir ünlü sanatçının Ay'a bakarak –bilimsel tarafını tamamen göz ardı edip– şöyle böyle gerçeğe yakın benzetmeler yapması ya da onu yağlıboyayla tuvale aktarması sırf meraktan. O zaman kültürel açıdan Dante'nin uydumuz hakkında kaleme aldıkları Isaac Newton'un keşfettiklerinden daha önemli. O zaman Ay'a yapılan herhangi bir şiirsel yolculuk ona yapılan gerçek yolculuktan daha derindir; sıra dışı ve değerli bir roketle 1969'da gerçekleşen bu yolculuk sırasında, henüz bir yaşındaydım. İşte Ay'ın Dünya'ya neden çarpmadığını pek bilmediğimiz halde, oldukça eğitimli genç kızların ve erkeklerin durmadan Ay'ı düşünmesinin altında yatan üzücü neden bu.

Okulda bize, Ay'ın Dünya'ya çarpmadığı gibi bir de Dünya'nın etrafında döndüğünü öğretildi. Bu, işleri daha da karıştırır. Orada öylece duruyor olması yeterince merakımızı uyandırmıyormuş gibi, gezegenimizin etrafında sonsuzca dans

eder gibi dönmesi iyice akıl sır erdirilemez bir gizeme benzer. Bu harekete yol açan neydi? Görünürlerde bir motoru yoktu. Dev gibi eliyle onu iten biri de yoktu. Görünmez bir şey olmalıydı, burası kesin. İyi ama ne? *Görünmez* dendi mi, bilinçsizce ilk aklımıza gelen sihir olur. Sihirbazlar yaptıkları numaralarda bize fark ettirmeden eşyaları kaybedip durur ya... "Kim bilir belki de oralarda bir yerlerde büyük bir sihirbaz yaşıyordur" gibi bir düşünceye kapılabiliriz. Bir zayıflık anında, her şeyin açıklanamaz bir sorun olduğunu düşünmemiz son derece anlaşılır bir durumdur. Ama bunu anlamak mümkün...

Dünya'nın işleyişini anlamak, erişebileceğimiz bir şey gibi dursa da son derece gizemlidir. Sana daha ileride sözünü edeceğim büyük bilgin Albert Einstein, "Evrenin en anlaşılmaz yanı anlaşılabilir olmasıdır" demiştir. Bu cümlenin tuhaflığından ötürü sırtın inceden inceye ürperene kadar onu birkaç kez oku. Belli bir nedeni olmadan, sadece yemek yemek, büyümek ve (tabii şansımız varsa) üremek için bu gezegende bulunuyormuşuz gibi görünse de, çok daha derin sırların gizemini çözebilecek bir beynimizin olması, bu bilim insanı için hayranlık uyandıran bir durumdur. İnsanlığın gerçekliği anlama kapasitesi belki de gerçeğin kendisinden daha fazla merak uyandıran bir durumdur. Az sonra Ay'ın neden Dünya'nın etrafında dönüp durduğunu anlayacaksın, gezegenimizin etrafındaki bu dairesel hareketin nedenini çözeceksin, şairlerle bilim insanlarına esin vermiş bu devasa kaya topunun Yerküre etrafında neden dönüp durduğunu öğreneceksin. Söz konusu neden, insanı heyecanlandıracak kadar basit. Ne zaman bir olayı hiç anlayamayacağımızı düşünsek ve ansızın, tıpkı bir flaş çakması gibi onu kavrayıversek heyecana kapılırız. Sanatçıların ya da o esrarlı Doğulu keşişlerin duyduğu türden

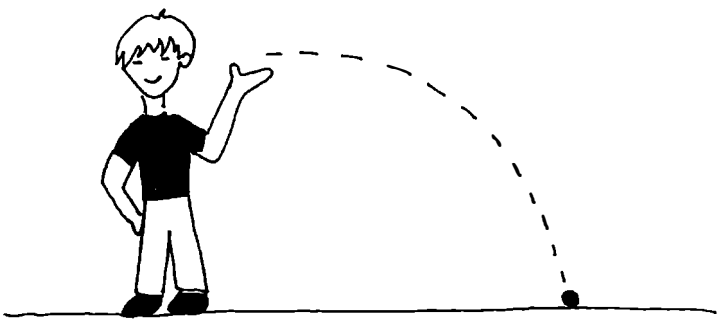
bir heyecandır bu. Sen de bunu fark edeceksin. Sadece biraz dikkatini vermen gerek. Çabana değecek. Bana güven.

Bildiklerimizden başlayalım bakalım.

Nesneler Düşer

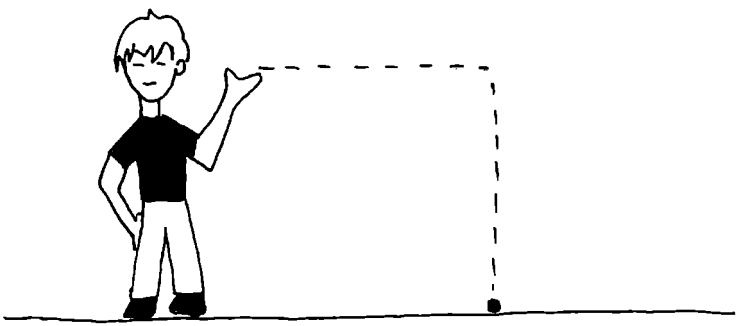
Bu bizi şaşırtmayan bir durumdur. Yerden bir taş alırsın, tutup kaldırırsın, bıraktığında düşer. Hayatımız boyunca, ister kasti ister kazayla olsun (bazen hiç beklemediğimiz şeyler de düşebilir) binlerce kez denemesini yaptığımız bir şeydir bu. Her nasılsa, bu bizim için son derece doğaldır. Bebeklikten itibaren sezgisel olarak biliriz bunu. Daha ileride kimi durumlar için sezgilerin çok da güvenilir olmadığını göreceğiz ama şu an öyle değilmiş gibi düşünelim.

Pek çaba sarf etmeden anladığımız bir şey daha var. Havaya bir taş attığımızda, bu taş düşmeden evvel biraz yol kateder. Bir desteğe bağlıymış gibi dümdüz yukarı çıkıp sonra da aşağı inmesi bayağı tuhaf olurdu doğrusu. Maceracı bir tarzda, tuhaf burgaçlar yaparak dönmesi de garip olurdu. Hiçbiri olmaz... Onu fırlatırsın, bir yol izler ve düşer. Ve bunu yaparken havada, ilk şeklimizdekine benzer hayali bir kavis çizer.



Matematikçiler bu eğriye *parabol* adını vermiş. İsminin ne olduğu önemli değil, önemli olan böyle bir şeklinin olduğunu bilmemiz; sokakta yerden bir taş alıp fırlattığında, gözlemleyeceğin şeyin bu olduğunu bil yeter. Bu basit eylemi yapar da havadaki o eğriyi görürsen, hiç farkında olmadan Aristoteles'in bir adım önüne geçtin demektir. Diğer konularda çok akıllı olan bu adam, *Fizik* adlı kitabında, havaya fırlatılan nesnelerin tıpkı ikinci şeklimizde gördüğün gibi, yere paralel dümdüz bir çizgide ilerleyip sonra aniden keskin bir dönüşle dimdik yere çakıldıklarını yazmıştı.

Böyle düşünüyordu çünkü olayın *olma biçimine* dikkatini vermeyi hiç aklından geçirmemişti. Oysa bu ne kolaydı. Tek yapması gereken bir arkadaşına gidip şöyle bir ricada bulunmaktı: "Hey Platon, lütfen bir taş atar mısın? Ben biraz uzaklaşıp taşın havada çizdiği şekli izleyeceğim de." İyi bir adam olan Platon da o anda yapacak başka bir işi yoksa ona şöyle yanıt verirdi: "Tabii Aristoteles, hemen fırlatıyorum. Burası iyi mi, yoksa biraz daha uzaklaşayım mı?" Bunun üzerine Aristoteles, üç saniyeye kalmadan taşın izlediği yolun birbirine dik, çirkin mi çirkin iki düz çizgi değil de bir eğri olduğunu görürdü. Müthiş kitabına bunu yazmaktan vazgeçer, biz de ona yürekten bir teşekkür borçlu olurduk.



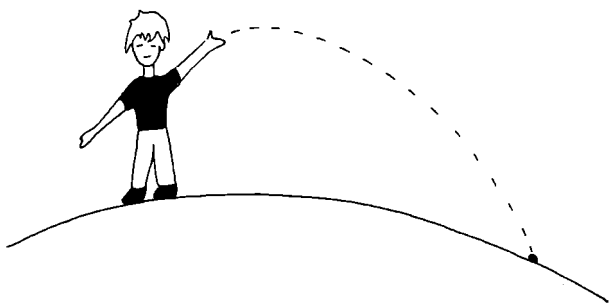
Ama ne Platon'dan ne de diğer önemli arkadaşlarından bunu istemek aklına gelmedi. Deney yapmak, gerçekliği gözlemlemek ve onu dikkatle incelemek, Aristoteles'in pek şık bulduğu bir yöntem değildi. Oysa tarihe, deney konusuna önem veren ilk insanlardan biri olarak geçmişti. Aynı zamanda öğretmeni de olan arkadaşı Platon'un ondan daha da koyu fikirlere sahip olduğunu söylersek, bu çelişki daha iyi anlaşılır: Onun açısından deney, arada sırada bile yapılan bir şey değildi. Aman sakın! Tek kelimeyle iğrenirdi deneyden... Aristoteles durumu bu kadar abartmıyordu ama gerçekliğin öyle kılı kırk yararak her an, her dakika incelenmesi gerektiğini de düşünmüyordu. Evet, arada bir yapılabilirdi bu ama sadece uygun görülen bazı durumlarda. Sürekli deney yapmak, düşük zekâlı insanların işiydi ona göre. Saygın olan, sorgusuz sualsiz kesin sonuçlara varmak üzere düşünmekti, dünyadan bihaber fikirler yürütmek, zihni hiç kirletmeden saf bir biçimde kullanmaktı. Kuşkusuz Aristoteles yanılıyordu. Ama yüzyıllar boyunca herkes Aristotelesçi bu varsayımı doğru kabul etti. Bu bilge kişinin inanılmaz bir saygınlığı vardı ve ardında bıraktığı yazıları kesin doğrular gibi kabul edildi.

Aradan yüzyıllar geçtikten sonra, günün birinde birisi, sırf bilge bir adam bir parşömen kâğıdına yazdı diye olayların onun dediği gibi olmayacağını düşündü. Bir taş attı, taşın izlediği yolu takip etti ve bu Antik Yunan filozofunun tepeden tırnağa yanıldığını gördü. Bu adam kimdi, diye soracak olursan, tabii ki Galileo Galilei'ydi. Ve ilk kez bir bilimsel metnin içine, herhangi bir meraklının da basitçe göz atarak sağlamasını yapacağı bir şey dahil edildi: Bu, taşın düşerken çizdiği eğriydi, yani nesnelerin havaya fırlatıldıklarında çizdikleri kavis.

Sana ilerde Galileo'dan söz edeceğim. Çünkü kesinlikle çok ilginç bir insandı. Kimi insanlar vardır, onlar olmasa

şu bildiğimiz Dünya çok daha çekilmez bir yer olurdu. İşte Galileo onlardan biriydi. Ama gel şimdi deneyimize devam edelim: Taşı biraz daha uzağa fırlattığını farz et. Bunun için tek yapman gereken ona biraz daha güç uygulamak. Onu ne kadar kuvvetle fırlatırsan o kadar uzağa gidecektir; bunu – büyük olasılıkla– sezgilerin de söyleyecektir sana zaten.

Senden onu daha da uzağa fırlatmanı isteyecek değilim. Ama bir şey önereceğim: Şimdi kendin olmayı bırak ve Örümcekadam'dan bile –ben bu kitabı yazarken seni bayağı etkileyen o kahraman var ya– daha güçlü, muhteşem bir süper kahramana dönüş. Kollarında öyle bir güç var ki, elindeki şeyi istediğin uzaklığa fırlatabilirsin. Senin için sınırlar yok. Herkes seni dünyanın en hızlı nesne fırlatıcısı olarak tanıyor. Bütün kıtalarda becerini sergileyerek bir servet edindin. Seninle gösteriler düzenlemek için anlaşmalar imzalanıyor. Hayatın tepeden tırnağa değişmiş; zengin ve ünlüsün. Herkes sana iyi niyetle dikkatli olmanı öğütlüyor, çünkü para seni tam anlamıyla çılgına çevirebilir. Bu şekilde ve yeni kudretin sayesinde, bir taşı inanılmaz uzaklığa yollama gücüne sahipsin.



Önceki çizimlerde Yeryüzü düzdü ama şimdi hafifçe kavisli. Çünkü Dünya'nın bir parçasını temsil etsin istedim.

Bildiğin gibi Dünyamız yuvarlak. Sana ileride bunu da kimin keşfettiğini söyleyeceğim ama şimdi sözlerime güven ve devasa mavi bir topun üstünde yaşadığımızı hayal et...

Fırlattığın taş İspanya'dan yola çıkarak Akdeniz'i katetti ve Galileo'nun 17. yüzyılda deneylerini yaptığı yerin yakınına düştü. Fırlatılan taşın izlediği hayali yol yine bir eğri olsa da bu seferki bayağı büyüktü.

Bu yeni ve olağanüstü kas gücüne alıştığına göre, oyunu daha da ileri götürebiliriz. Sana Dünya'nın tamamını çizeceğim. Küçüklükten beri bunu yapmaya bayılırım. Buralarda bir yerde, on yaşındayken çizdiğim bir sürü Yerküre resminin bulunduğu bir defter duruyordu.



Yukarıdaki şekle uzun uzun bakarsan daha önce kimsenin ulaşamadığı bir kahramanlığa erişmiş olacaksın. Taş New York'a düştü, tam da o değerli gökdelenlerin dibine. Bunu kol gücüyle yapmış olman kötü değil. Fırlatılan cismin çizdiği yörüngenin gezegeni terk etmediğini, aksine onun etrafında

bir kavis oluşturduğunu göreceksin. Bu, gayet anlaşılır bir durum. Ne de olsa Yeryüzü Amerika Birleşik Devletleri'nde de cisimleri kendine çeker. Bu ülke, nesnelerin kaldırımlara yapışmayı reddettiği tek ülke olsa bayağı tuhaf olurdu. Ama Belçikalı bir kadın turist, fırlatılan cisim, bebek gibi giydirdiği fino köpeğinin başına düşünce sinir krizi geçirip hastaneye kaldırıldı.

Şekli güzelce incelersen, taşın çizdiği kavisli yörüngenin neredeyse daire şeklinde olduğunu görürsün. Parabollerin huyudur bu, onları tamamlarsan dairelere dönüşürler. Burada karşımıza ilk ipucu çıkıyor; bu ipucu da bizi, Isaac Newton adında fevkalade zeki bir adamın hediyesi olan önermeye götürüyor. Newton diyor ki, taşı daha da büyük bir güçle fırlatırsan kuşkusuz sana geri döner.



Aslında Newton'un hakkı var. Taş belli bir güçle fırlatılırsa yola çıktığı noktaya geri dönecektir.

Newton bu sonuca vardığında kim bilir nasıl bir heyecana kapılmıştı, sen tahmin et. Dünya'yı derinlemesine anlama ko-

nusundaki o tuhaf mı tuhaf arzuya sahip olduğumuz günden beri bu sonuca varan ilk insan olduğunun bilincindeydi çünkü.

Havanın olmadığı koşullarda, taş Dünya'nın etrafında döndükçe döner, çünkü onu durduracak bir şey yoktur. Aynı hızı koruyarak yola çıkış noktasına geldiğinde, tam bir dönüş daha yapmasına engel olacak bir şey yoktur karşısında. Sonra bir tane daha, bir tane daha ve böyle devam eder.

Ay devasa bir taştır. Yoksa bizim örneğimizdeki taş gibi Ay da Dünya'nın etrafında *aynı nedenle mi* dönüp durur? Neden olmasın ki? Küçük bir kaya parçası için geçerli olan şey, neden kocaman bir kaya kütlesi için de geçerli olmasın?

Tabii akılda tutmamız gereken bir nokta daha var: Uzaklarda, uzayda hava yoktur. Hava sadece atmosferde bulunur ve Ay'ın Dünya'nın etrafında döndüğü o yerde, havanın kırıntısına bile rastlanmaz artık. Bundan ötürü, Donato Cretí'nin resmettiği o koskocaman gümüşi gri renkli kaya, hiçbir şeyin etkisinde kalmadan dönebilir. Peki, gerçekte olan bu mudur? Yoksa Ay da oynadığımız o taş gibi midir? Yani sadece ondan epeyce büyük ve sıra dışı uzaklıkta bir taş mıdır? Zeki mi zeki İngiliz bilim insanı Newton, bu soruya kesin bir dille "Evet" yanıtı vermişti.

Bizim taşımız gibi Ay da hiç düşmez çünkü zaten *sürekli düşmektedir*. Bunun nedeni, hızının tam da onu yola çıktığı noktaya geri döndürecek kadar olmasıdır. Hızı, yüzyıllar boyunca, bıkıp usanmadan tekrar tekrar aynı dönüşü yapmasına yetecek kadardır.

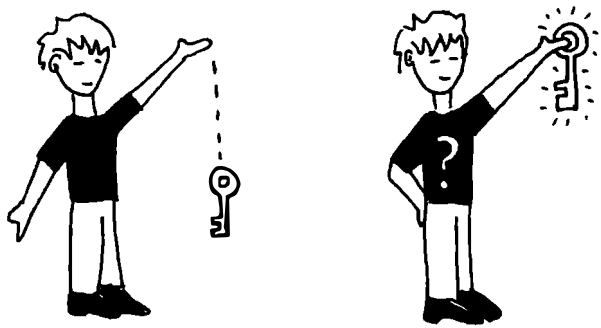
Peki ama Ay'ı ilk harekete geçiren kimdi ya da neydi? Bu güzel bir soru ve tuhaf ama bilimin buna da kusursuz bir yanıtı var. Daha ileride bundan söz edeceğim ama önce şuna bir bakalım:

GENELLEME

Bilimi anlamak için çok önemli bir kelimedir bu. Dokuz harften oluşan basit bir kelime gibi görünse de çok büyük anlamlar içerir. Belki de genelleme denen şey, bilim insanlarının evreni anlama konusunda ilerleyebilmeleri için en güçlü araçtır. Aslında yaptıkları çalışmanın arkasında yatan temel öğelerden biridir. Denebilir ki, sabah kalktıkları andan akşam yattıkları ana kadar yaptıklarını tanımlamaya yardım eder bu.

Anlaman için genellemeye bir örnek vereceğim:

Aşağıda, soldaki şekilde, yere bir pirinç anahtar bırakıldığını görüyorsun. Kapıları açarken kullandığımız anahtarlar genellikle bu malzemeden yapılır. Bu türden anahtarları yere düşürmeyi bilirsin sen, daha önce denediğin bir şey bu, yani gayet iyi bildiğin bir şey... Ama sağdaki şekilde gösterilen anahtar gibi saf altından yapılmış olanını daha önce hiç yere düşürmedin.



Pirinç anahtarla altından anahtarın yere aynı şekilde düşüp düşmediğini sorsam, eminim olumlu yanıt verirdin bana. Peki daha önce hiç altın bir anahtarı yere düşürmediğin halde bunu nereden biliyorsun? İçinden bir ses sana böyle olması gerektiğini, pirinç anahtar için geçerli olan şeyin dünyanın tüm anahtarları için de geçerli olması gerektiğini söylüyor. İşte bu işleme *genelleme* denir ve bunu uyguladığında, farkında olmadan sen de gerçek bir bilim insanına dönüşürsün.

Şimdi neden böyle söylediğimi göreceksin.

Güneş

Dünya Güneş'in etrafında döner. Bu da pek çok insanın merakını cezbeden bir konudur. Gerçi emin ol, öyle okumuş insanlar gördüm ki, bundan pek de emin değillerdi. Sana inanılmaz gelebilir ama gezegende yaşayan insanların büyük bir kısmı bunun tam aksinin gerçek olduğunu sanıyor: Yani itaatkâr bir biçimde Güneş'in bizim etrafımızda döndüğünü...

Öyle ya da böyle insanın merakını uyandıran bir konudur bu. Yine de içimden bir ses bunun seni daha az şaşırtacağını söylüyor. Neden mi? Çok basit: Çünkü Ay'ın neden Dünya'nın etrafında dönmekte olduğunu az önce öğrendin. Dünya'nın neden Güneş'in etrafında dönüp durduğunu anlamak için de kesinlikle aynı açıklamanın geçerli olacağını düşüneceksin. Hem zaten konu, bazı kürelerin başka kürelerin etrafında dönüp durmasıysa bunun niye farklı bir nedeni olsun ki? Hepsi için aynı açıklamanın yeterli olacağını varsaymak mantıklı değil mi?

Fark ettin, değil mi? İşte yine bir genelleme yapmış oldun.

Elimdeki bilgi: Pirinç anahtarlar yere düşer.
Genelleme: Tüm anahtarlar yere düşer. Altın anahtarlar bunun bir diğer örneğidir.

Elimdeki bilgi: Ay Dünya'nın etrafında dönüp durur, çünkü hızı, düşmesini engeller ve daima başladığı noktaya geri dönmesini sağlar.
Genelleme: Uzayda belli cisimlerin etrafında dönen cisimler bunu neden yaparlar? Çünkü dönme hızları, düşmelerine izin vermeyecek ve onları daima başladıkları noktaya geri döndürecek kadardır. Güneş'in etrafında dönen Dünya, bunun bir diğer örneğidir.

Öğrendiğin bu kavram hoşuna gitti mi? Sana büyük bir şey gibi gelmese de aslında çok önemli, çünkü genelleme sayesinde hayatı biraz daha çekilir kılan rahatlıklara kavuşuruz. Bilgisayarları ve akıllı telefonlarıyla, uzay mekikleri, uyduları ve video oyun konsollarıyla modern hayat, görünüşte bu son derece basit fikre dayanmaktadır. Genelleme olanağı olmasaydı, bilgiyi ve dünyayı genişletme olanağı olmasaydı her defasında sıfırdan başlamak zorunda kalırdık. Yani hepsinin tıpatıp aynı biçimde yere düştüğünden emin olmak için türlü türlü maddeden yapılmış bir sürü anahtarı havaya atmamız gerekirdi. Sonra anahtarlarla işimiz bitince sıra diğer nesnelere gelirdi. Mesela kitaplara... Bütün yazarların farklı konuları işleyen farklı dillerdeki kitaplarını tek tek denerdik. Neden olmasın? Genelleme olmasaydı, örneğin Fransız yazarların

kitaplarının İngiliz yazarların kitaplarıyla Yeryüzü'nün çekimine aynı şekilde tabi olup olmadıklarını bilemeyecektik. Sana şaka gibi gelebilir bu örnek ama beynimizde genelleme denilen o muhteşem fikir, devasa bir hızda ilerlememize olanak tanıyan o kestirme yol olmasa, başımıza gelecekleri çok güzel yansıtıyor.

Buna karşılık, gündelik hayatta genelleme yapmak pek de iyi karşılanmaz. Birisi ne zaman bir topluluğu etkileyecek bir cümle kuracak olsa, anında eleştirmenler çıkıverir ortalığa. Pek çok durumda bu isteksizliğin gerekçeleri vardır elbette. Ama bu yeni aracımızın sahip olduğu heybetli gücü unuturuz genellikle... Isaac Newton'un bir grup arkadaşıyla sohbet ettiğini düşün: Büyük bir hevesle dolup taşan bu dâhi adam Dünya'nın işleyişi üzerine yeni varsayımını iletmek ister onlara; sesini yükselterek özgüven dolu bir edayla, "Tüm cisimler Yeryüzü'ne doğru çekilir" diye belirtir. Daha cümlesini tamamlama fırsatı bulmadan, o ana kadar söylenenlere dikkatle kulak kesilmiş, kılı kırk yaran bir kişi yerinden fırlar ve öfkeli bir sesle, "Genelleme yapma Isaac!" der: "Dünya ak ya da kara değildir. Herhalde *bazı* cisimler demek istedin, *tüm* cisimler değil."

Bu kesinlikle haksız bir yorumdur. Genelleme konusunda duyulan şüpheler, üzerinde dikkatlice durmamız gereken bir konu haline gelmiştir.

Öyle ya da böyle, bu yeni aracı nasıl kullanmak gerektiğini iyi bilmek gerekir. Genelleme yapacağımız şeylerin ortak noktasını belirlemeliyiz. Bu durumda ortak nokta ***kütledir***. Altının ve pirincin kütlesi vardır. Ve çekim gücüne yol açan da bu özellikleridir. Bunu daha ileride göreceksin.

Tamam, öğrendiklerinle mutlu olmak için yeterince nedenin var. Ama bununla yetinme ve sakın çok şey öğrendiğini düşünerek gevşeme. Dünya bu şekilde ilerlemedi, emin ol. Onun için bir adım daha ileri gidelim. İnsan yürümeye başlamayagörsün, yürüdükçe yürüyesi gelir. Hemen her konuda böyledir bu... Mesele tembellikten silkinip onu üstünden atmaktır. Bunun için bir süreliğine Ay ve Güneş konusunu bırakıp biraz daha kapsamlı bir şekilde bakalım; evrende birkaç adım geri gidip her şeyi bir bütün olarak görelim. Birden başka gezegenler çıkıverecek ortaya.

Güneş Sistemi

Eğer okulda dikkatimizi yeterince verirsek –ki, bu bazen imkânsız olabilir– bize Dünya'nın güneş sisteminin içinde konumlandığı öğretilir. Güneş'in etrafında dönen sadece bizim gezegenimiz değildir: Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs adını verdiğimiz gezegenler de döner Güneş'in etrafında.

Bu durumda, genelleme adı verilen yeni aracımızı kullanırsak, gezegenlerin tamamının Güneşimizin etrafında dönme nedenlerinin aynı olduğunu düşünmek mantıklıdır.

Okulda, gezegenlerin konumlarını görmüşsündür. Hepsi Güneş'in etrafında dans ediyor adeta. Güneş'e çok yakın oldukları için korkunç yüksek ısılara sahip olan Merkür ve Venüs. Tuhaf mı tuhaf beylerin akşam haberlerinde sıra dışı şeylerden söz ettiği mavi-yeşil, muhteşem yuvamız Dünya. Uzayda başka canlıların yaşadığı yer olarak hayal edilen kır-

mızı gezegen Mars. Gazdan oluşan dev ve yumuşak Jüpiter. Buz parçalarından oluşan halkalarla süslü Satürn. Ve çok uzakta yer alan iki gezegen: Neptün ve Uranüs... Bu gezegenlerin Güneş'in etrafında dönmesinin nedeni, –ilk şeklimizde gördüğün– fırlatılan taşın Dünya'nın etrafında dönmesinin nedeniyle aynı.

İşe, küçük bir taş parçasının fırlatılmasını hayal ederek başladık. Ve vardığımız noktada, bütün güneş sisteminin hareketini anladık. Biz insanların olayları anlamak için başka bir yolu yok. Bu gezegende doğduk ve en azından şimdilik onun yüzeyine bağlıyız. Düşüncelerimizin hepsi burada başlamak zorunda. Evrenin tamamını kapsayan genellemeler yapabilmek için zihinsel oyunlarımızda önce alışkın olduğumuz malzemeler kullanmamız gerek; taşlar, yapraklar, çiçekler ya da su damlaları gibi. Veyahut Örümcekadam'ın kolları ya da altın anahtarlar...

Bu harika bir şey. Sana heyecana kapılmış bir deli gibi görünmek istemem ama dikkatli düşünürsen eminim bana hak vereceksin. Bunun güzelliğini çok çaba sarf etmeden hepimiz anlayabiliriz. Gücümüz olağanüstüdür. Sadece etrafımızdaki cisimleri gözlemleyerek bile inanılmayacak kadar uzağa varabiliriz. Yakınımızdaki malzemelerle oynamaktır bu, zamanda daha ileri gitmek gerekmez. Bilim insanları, Dünya ve Dünya'nın işleyişi hakkında ciddiyetle ve derinlemesine düşünmeye koyuldukları andan itibaren bunu yaptı. Onlar da senin gibi burada, adına Yeryüzü dediğimiz, ağaçlarla ve binalarla dolu bu yuvada yaşadılar. Newton da öyle... O da bizlerden biriydi. Kesinlikle çok zekiydi ama bizlerden biriydi. Ve işte korkunç heyecan verici olan da bu! Güneş sisteminin

ortasında bir malikânesi filan yoktu; güneş sistemini daha ayrıcalıklı biçimde gözlemleyebileceği bir balkona da sahip değildi. Bizler gibi bir evi vardı onun da, bizim gibi pantolon ve ayakkabı giyiyordu, bizim gibi sabahları uyuşuk uyuşuk saçını tarıyordu. Kahvaltı eder, öğlen ve akşam yemek yer, çişini, kakasını yapar, arada sırada koltuklarda uyuyakalır, kaşınınca kafasını kaşırdı. Senin gibi, benim gibi ve bütün arkadaşların gibi biriydi. Dâhiler kanatlanıp havaya yükselmez, tanrısal kuvvetleri yoktur ama olağanüstü güçleri vardır. Pek çok kişi bu iki şeyi birbirine karıştırabilir ne yazık ki. Isaac Newton elindekileri nasıl uyarlaması gerektiğini bildi: Elindekilerle, dokunup görebildikleriyle araştırma yapmayı, güçlü ve etkileyici hayal gücünü onlara katmayı bildi. Bunu çok iyi becerdi. Alçakgönüllü bir şekilde nesnelere bakarak, dikkat kesilerek bizim gibi başladı işe. Önce Dünya'nın etrafında dönüp duran küçük taş parçaları hayal etti. Sonra o taşlar için geçerli olanın daha büyük taşlar için de geçerli olup olmadığı üzerine tahminler yürüttü. Ve bu soruya "Evet" yanıtını vererek evrene dair fikirlerimizi sonsuza kadar değiştirdi. Böyle insanlar çok değerlidir; bilimle kültürün birbirinden çok uzak şeyler olduğunu düşündüren o gülünç fikir kafamıza kazınmış olmasa, sayıları daha fazla olurdu.

Newton bir keresinde kendini sahil kenarında, kıyıda oturan bir çocuk gibi hissettiğini belirtmişti. Gerçekliğin engin okyanusu önünde keşfedilmeyi beklerken, bir çakıl taşıyla ya da deniz kabuğuyla oyalanan bir çocuk gibi...

Etrafımızda bulduklarımızdan faydalanma fikri, küçük olandan büyük olana, basit açıklamalardan karmaşık olanlarına, küçük taş parçacıklarından devasa ve heybetli güneş

sistemine geçmeye teşvik eder bizi. Bilimin sahici özü budur ve emin ol, geri kalan her şey uydurulmuş hikâyelerden ibarettir.

Derin ve Büyük Nedenler

Doğanın sergilediği davranışlarla ilgili kuşkular her zaman eşit düzeyde değildir. Kimileri basit, kimileri diğerlerine göre daha derindir. Gerçeklik, ekranı parmaklarımızla yaklaştırdığımızda genişleyen dijital resimler gibidir aslında: Daha küçük ama aynı zamanda daha önemli, daha fazla merak uyandıran ve erişimi daha zor bir nedeni görebilmek için görüntüyü büyütmek her zaman olasıdır.

Ay'ın Dünya'nın etrafındaki ve Dünya ile diğer gezegenlerin de Güneş'in etrafındaki hareketlerine dair öğrendiğin açıklama, daha önemsiz, pratik, neredeyse genel kanıya ait bir nedendir. Aslında fotoğrafı bir parça genişlettiğimizde sorgulayacağımız çoğu şeyi genellikle doğru kabul eder geçeriz. Bu durumda, hiç sorgulamadan kabul ettiğimiz şey, nesnelerin yere düşmesidir, *çünkü düşerler*. Elimizde hazır bulunan ve sorgulamadığımız bu ön açıklamayla dairesel hareketi anlamayı başardın.

Ama bu fotoğraf bize bir açılım daha sunar. Bunun daha fazla merak uyandıran bir şey olduğuna emin olabilirsin. Burada karşımıza, "Cisimler neden düşer?" sorusu çıkıyor.

Ne kadar acayip, öyle değil mi? Kitaba başlarken ortaya attığımız ilk şüphe şuydu: "Ay, havaya fırlatılan taşlar gibi neden yere çakılmıyor?" Ama bu arada, şu soruyu sormayı unuttuk: "Taşlar neden düşer?"

Bu konuda derinlemesine ilk araştırmayı yapan kişi Isaac Newton'un ta kendisiydi. Tabii ya, başka kim olabilir? Kendisinden önce yaşamış birçok meraklı insanın aklını kurcalamış bu ilginç konuya yanıt verme gereği duyan Newton, böylece, gelmiş geçmiş en zeki bilim insanlarından biri olarak tarihe geçti.

Newton, cisimleri Yeryüzü'ne doğru çeken bu kuvvetin *neden* var olduğuna dair soruya asla yanıt vermedi. Bunu bir zekâ kusuru olarak görme. Başardığı kadarı da olağanüstüydü: Bize bunun *nedenini* değil ama *nasılını* açıkladı. Bilim bunu da yapar. Bazı durumlarda *nasıl* sorusu, *neden* sorusu kadar önemlidir. Ve nasıl sorusu, daima neden sorusundan önce gelir.

Haydi, o zaman cisimlerin *nasıl düştükleri* konusuna yoğunlaşalım şimdi.

Büyük olasılıkla, "Aşağı doğru" diye yanıt vereceksin bana. Newton'un beklediği yanıt tam olarak bu değildi ama inan, saçma bir yanıt da sayılmaz. Her zaman bir yerden başlamak gerekir. Ve cisimlerin *aşağı doğru* düştüklerini söylemek, büyük yanıta giden yolda bizim için ilk basamaktır.

Newton gözlerini yumdu ve bir cismin serbestçe düşüşünü gözünün önüne getirdi. Basit bir taş işine yarardı... Sonra orada gelişen olayları tahlil ederek bu olaya bir açıklama bulmaya girişti. Bir suçun nasıl işlendiğini anlamaya çalışıyorsan, başlıca şüphelileri gözünün önüne getirmekte fayda vardır. Örneğimizde iki şüpheli vardı: Dünya ve düşen taş.

Newton, iki şüphelinin arasında ne olup bittiğini sordu kendine. Bulduğu ilk yanıt, zaten kesin olan şeydi: Yeryüzü taşı çeker. Ama bununla yetinmeyerek bir soru daha kurdu:

Peki ama Dünya taşı çeker de taş neden Dünya'yı çekmez? Her şeyden önce Dünyamız da devasa bir kaya parçasıdır. Büyük bir taş küçük bir taşı çekiyorsa küçük bir taşın bunu yapmasının önünde bir engel yoktur. Zihnin kalıplarından ve ortak akıldan kendini kurtarabilen birinin sorabileceği türde, harika bir soruydu bu. Kesinlikle. Peki, ya Yeryüzü'ne bir çekim kuvveti uygulayan taş olsaydı?

Newton'un aklına gelen ilk yanıt şu oldu: Dünya daha büyüktür, dolayısıyla çekim kuvveti konusunda daha güçlü olması gerekir. Ve mantık zincirinin tam bu noktasında, 17. yüzyılın gerçek bilimsel devrimi gerçekleşti: Bu tarihsel olay, zaman içinde uzay mekikleri inşa ederek Ay'a yolculuk yapmamıza olanak tanıyacaktı.

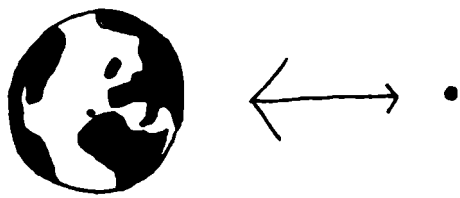
Neden mi? Çok basit... Dünya daha büyük olduğu için taşı çekmesi daha mantıklı diyerek çok parlak bir varsayımda bulunma olanağına kavuşuyoruz: Büyük kütleler, Yeryüzü'nden daha büyük yapılar, daha küçük kütlelere kıyasla çekim kuvveti uygulamakta *daha fazla beceri* sergiler. Buraya özellikle dikkat et: *Daha fazla* beceri, diyoruz; sadece *beceri* sergiler, demiyoruz.



Bu bizi hemen bir başka sonuca yönlendirir: Küçük kütleli cisimlerin çekim kuvveti uygulama becerileri daha azdır. Bunun için:

> *Bütün nesnelerin çekim kuvveti vardır. Ama büyük kütleli olanların bu becerisi daha büyüktür, daha küçük kütleli olanlar daha az kuvvete sahiptir.*

Bir önceki cümlede evrensel kütleçekimi teorisinin çekirdeğini bulabilirsin. Cisimleri düşüren kuvvetin adı budur: Kütleçekimi. Bu sonuca dört adımda vardın. Ölçülemez derecede zeki olan Newton, *bazı nesneler diğerinin üstüne düşer*, cümlesini daha bilimsel ve son derece doğru olan şu cümleyle değiştirdi: *Tüm nesneler birbirine çekim kuvveti uygular.* Gerçekte olan da budur.



Şekilde, çekim kuvvetini simgeleyen hayali oklar her iki yöne çizilmiştir. İki nesne birbirini karşılıklı olarak çeker: Evrenin içinde tek başına yüzüyor olsaydın ve bir metre ötende bir portakal olsaydı, meyve ve sen birbirinizi çekerdiniz. Kütlen daha fazla olduğundan, sen onu kendine daha kuvvetlice

çekerdin. Daha küçük bir kuvvet söz konusu olsa da, o da seni çekerdi ve sonunda yan yana gelirdiniz.

Evrenin tüm nesneleri, kütleçekimi denen gizemli bir kuvvetin etkisiyle bir araya gelme eğilimindedir. Bu kuvvetin kökenini Newton dahi bilmiyordu. Dünya Ay'ı çeker ama Ay da Dünya'yı çeker. Okyanuslarımızda oluşan gel-gitlerin doğrudan sebebi, Ay'ın çekim kuvvetidir. Uydumuz suyu yukarı doğru çeker.

Newton da Ay'ın Dünya etrafındaki hareketini, senin gibi, her seferinde daha uzağa fırlatılan bir taşı hayal ederek anladı: Taşı hayalinde tam daire şeklinde bir kavis elde edene kadar fırlattı. Ve sonra hesap kitap yapmaya girişti. Bilim insanları varsayımlarında ilerlemek istiyorlarsa, bunu hesaplama olmadan yapamazlar. Newton, Ay'ın Dünya'nın etrafını ne kadar sürede dolaştığını biliyordu. Gezegenimizin Güneş'in etrafındaki dönüşünü bir yılda tamamladığını da. Kütleçekimi kuvvetinin özelliklerini daha iyi anlayabilmek için matematiği kullandı ve ikinci sonucuna ulaştı: Bir cisim diğerinden ne kadar uzakta bulunuyorsa, onları bir araya getirme eğilimi taşıyan kuvvet, o kadar azalır.

Evindeysen, uçakta olduğun zamana kıyasla Yeryüzü daha fazla çekim uygular sana. Çünkü gökyüzündeyken, gezegenin yüzeyinden daha uzakta bulunursun. Çekim gücü uzaklıkla birlikte küçülür. Gezegenlerin şu anda döndükleri biçimde dönmeleri için, kesinlikle doğru olması gereken sonuçlardan biriydi bu.

Şimdi bu iki sonucu birleştirelim... Birinci sonuç diyor ki, sahip oldukları kütleye bağlı olarak bütün cisimler birbirine çekim uygular. İkinci sonuca göreyse bu çekim kuvveti

nesnelerin arasındaki uzaklığa bağlı olarak azalır. Her ikisini birleştirdiğimizde Newton'un o şahane yasasına ulaşırız:

> *Bütün cisimler, doğrudan kütleleriyle orantılı ve aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı bir güçle birbirini çeker.*

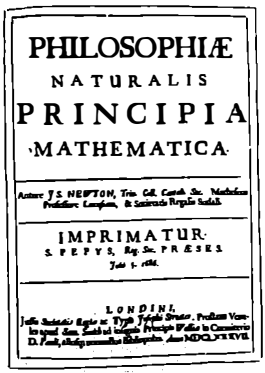
"Aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı" cümlesini tam olarak anlamadıysan endişelenme. *Asıl olarak,* cisimlerin kütleleri ne kadar büyürse bir araya gelme eğilimlerinin o kadar arttığını ve aralarındaki uzaklık arttıkça çekim kuvvetinin zayıfladığını bilmen yeterli, güven bana. Aslında Newton yasasının –matematiksel değil ama– kesinlikle doğru bir yorumunu yapabiliriz:

> *Cisimler, birbirine bir kuvvetle çekim uygular. Bu kuvvet, cisimlerin kütlesi arttıkça artar, aralarındaki uzaklık arttıkça azalır.*

Newton'un çekim kuvveti araştırmalarına yaptığı inanılmaz katkı işte budur. Temel öneme sahip bir katkıdır bu, çünkü Newton yasasını uygulayarak tüm güneş sisteminin hareketini açıklayabiliriz. Ve genelleme sayesinde, tüm evrenin hareketini anlayabiliriz. Basit bir matematik formülü, Newton'dan önceki nesiller için büyük bir gizem olarak kalmış şeyi anlamamızı sağlamıştır.

Bundan böyle, yerden bir taş alıp onu elinden düşürdüğünde, taşın yere çarpmasına neden olan kuvvetle tüm gezegenleri yörüngesinde tutan kuvvetin aynı olduğunu düşünebilirsin. Aynı kuvvetin tüm evrenin işleyişini açıklayabileceğine

dair bu fikir nedeniyle, Newton'un yasası ikinci isim olarak *evrensel* kelimesini aldı. Gezegenimizde karşılaştığımız fizik yasalarıyla uzayın en ücra köşelerinde işleyen fizik yasaları aynıdır. Kozmos her ülkenin kendine özgü kurallarla yönetildiği bizim uygarlıklarımız gibi değildir. Her yerinde bir bütünlük vardır. Bunu ilk olarak Newton sayesinde öğrendik.


PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA
IMPRIMATUR
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES
LONDINI,

Bu büyük başarıya rağmen, daha önce de belirttiğim gibi, dâhi bilginimiz kütlelerin arasında *neden* bir çekim kuvveti olduğu sorusuna asla yanıt bulamadı. Bu kuvvetin doğrudan ve boşlukta etkin olduğunu öne sürdü. Kaçınılmaz bir biçimde cisimlerin bir araya gelmesi için, aralarındaki o sıra dışı ihtiyacı yaratan tuhaf ve anlaşılmaz bir şey olmalıydı. Ancak Newton buna bir açıklama getiremeden öldü.

Bunu bulmak kolay değildi. Dünyanın en zeki insanları, havaya kaldırdığımız her şeyin neden saçma bir biçimde yere döndüğüne dair kafa patlatıp durmuştu. Başlangıçta, bilim insanları sahneye çıkmadan evvel, insanlar nesnelerin

bu huylarını hiç sorgulamadan onları oldukları gibi kabul etmişti. Kendilerinden emin bir edayla, nesneler düşer çünkü ağırlıkları vardır, diyerek derhal başka konularla meşgul olmaya girişirlerdi. Ama çok sonra bu soru ortaya atıldı ve her şey inanılmaz gizemli hale geldi. Bilim insanlarının böyle bir becerisi vardır işte: Ellerini sürdükleri her şeyi merak uyandıran sorulara dönüştürürler. Kütleçekiminin ne olduğunu anlamaya yönelik çabaların tarihçesi harikadır, türümüzün en ilginç serüvenlerinden biridir bu. Ve bu serüvenin başkahramanı, doğadaki olayları anlama becerimiz karşısında hayranlık duyan Albert Einstein'dır.

Ulises, içimden bir ses ondan söz etmemi istediğini söylüyor diyor ama bunu sonraya bırakacağız. Yanıtın tadını doya doya çıkarabilmek için daha öğrenmen gereken pek çok şey var. Sana peşinen, bu yanıtın Aristotelesçi o önermeyle hiç ilgisinin olmadığını söyleyebilirim sadece; hani cisimlerin yere düşmesinin nedenini yuvalarına geri dönmek diye açıklayan o önermeyle...

Sen Buradayken

Yeryüzü'nde elde edilen çok basit bir yasanın, göremeyeceğimiz kadar uzaktaki nesneler için bile geçerli olduğunu anlamışsındır sanırım. Küçüklüğümden beri Dünya'da gözlemleyemeyeceğimiz şeylerin olmasına hayranlık beslemişimdir. İnsan evindeyken ya da sokakta yürürken, tam o anda bizi etkilemiyormuş gibi görünen bir sürü olay gelişir.

Güneş sistemi diye bir şeyin varlığını ilk öğrendiğim anı

hatırlıyorum. Kitaplarda birtakım resimler görmüştüm ve ilk anda bu bana bayağı soyut gelmişti. Sanki ben ben değildim, bunlar gerçekliği temsil etmiyordu. Galiba gezegenleri temsil etmek için seçilmiş bir çizimdi. Ya da onun yanında, insana heyecan vermekten yoksun bir iki satır vardı. Ama ilk etkinin hiç akılda kalır bir yanı yoktu. Öte yandan hemen sonrasında, o gezegen ve uyduların gerçek Dünya'da bir karşılığı olduğunu düşünmeye başladım. Ben okul sırasında oturmuş o saçma sapan kâğıt parçasına bakarken kilometrelerce uzakta devasa kütleler dönüp duruyordu. Güneş, bir kâğıt parçasındaki yuvarlak şekilden ibaret değildi; pencereden içeri süzülen, ışınlarıyla elimi ısıtan devasa ve uzak bir kütleydi. O kadar gerçekti ki, kâğıttan yansıyan ışığı gözümü alıyordu. Okulumda bu kadar eğlenceli olmayan başka şeyler olup biterken Güneş var olmayı sürdürüyordu.

Uzaklardaki bir şeyle bağlantılı olma duygusunu kelimelere dökmek çok kolay değil. Fakat bu öyle esrarengiz bir şey değil Ulises, böyle de düşünme. Aslında bu, son derece insani ve doğal bir duygudur. Gerçeklik fikri harikadır ve orada, yukarıda insanı hayrete düşüren olayların gerçekleşiyor olması ufkumuzu genişletir. Hayatım artık sadece *benim hayatım* olmaz o zaman, etrafında dönen gezegenlerin de hayatı olur. Evren sıkıntıdan patlayarak her günümü geçirdiğim okul sıralarından çok daha geniş bir şey haline gelir.

Sana bunu anlatıyorum çünkü senin de böyle hissetmen müthiş olurdu. Sana Ay'ın neden döndüğünü anlattım, diğer gezegenlerden söz ettim. Bunların hepsi *sadece laftır* aslında. Sen okurken şu anda olup bitmekte olan olayları temsil eden laflar... Alnının hizasında, bulunduğun yerin yüz elli milyon

kilometre ötesinde Güneş duruyor. Seninle aynı anda o da var oluyor. Sokaktan bir çöp kamyonu geçerken binlerce kilometre yüksekten engin alevlerini fışkırtıyor.

Gerçekliği hatalı biçimde ikiye bölüyoruz: *Bizim* dünyamız ve *Dünya* olarak. Oysa ikisinin birleşmesi sayesinde, bulunduğumuz yere dair çok daha hassas bir imgeye sahip olabiliriz.

Uzaklıklar

Çok uzun zaman olmadı, bir gün berbat bir otoparkta bana Ay'a gitmenin mümkün olup olmadığını sormuştun. Büyük bir hevesle insanlığın uydumuza ayak bastığı o muhteşem serüveni anlatmaya koyulmuştum sana. Ama yüzündeki ifadeye bakılırsa dinlemek istediğin tarih değildi; sen *o anda*, yani *hemen* gidip gidemeyeceğimizi öğrenmek istiyordun. Ne yazık ki bunun imkânsız olduğunu söyleyince, yandaki asansörü gösterdin. Aklından geçenin ne olduğunu hemen anladım.

Seni hayal kırıklığına uğratır mı diye tereddüt ettikten sonra, ortalama bir yanıt benimsemenin daha uygun olacağına karar verdim: "Evet, asansörle Ay'a kadar çıkabilirdik belki ama bu çok zaman alırdı." Hemen ne kadar sürerdi, diye sordun elbette. Sana o anda kesin bir yanıt veremeyeceğimi ama bu işi hesaplamanın bize birkaç güne mal olacağını söyledim. Bugün o devasa gümüş renkli küreye varmamızın ne kadar süreceğini tam olarak hesap edeceğim.

Seninle birlikte sayısız kez asansöre bindik. Dünyanın en eğlenceli işi olmayabilir bu. Ama belli bir zevkle yaparsan her şeyin kendine göre ilginç bir yanı bulunur. Birlikte çıktığımız

en yüksek yer, bir iki düzine bina katı kadardır, yani aşağı yukarı otuz altı metre. Bu çok yüksek sayılmaz elbette. Gökdelenleri olmayan bir ülkede yaşamanın en kötü tarafı bu olsa gerek.

Ay, buradan 380 bin kilometre uzakta. Devasa bir uzaklıktır bu. Bir asansör aşağı yukarı altı saniyede on iki metre katedebilir. Evdeki asansöre binerek az önce yaptım bu hesabı. Kaçık gibi görünen bir surat ifadesiyle giriş katına indiğimi ve geri geliş süresini kronometreyle hesaplayarak yukarı çıktığımı görmüşsündür herhalde. Bu normal bir asansör; bana kalırsa, binayı yaparken bir servet harcanmayacak türden bir asansör... Bazı asansörler çok hızlıdır, bazıları da insanı bıktıracak kadar ağır. Dolayısıyla yaklaşık bir hesap yaparak asansörlerin saniyede ortalama iki metre çıktıklarını söyleyebiliriz.

Ay'la aramızda bulunan 380 bin kilometrelik uzaklık 380 milyon metreye eşittir. Bu uzaklığı binle çarptım – biliyorsun, bir kilometre metrenin bin katıdır. Yani sıradan bir asansörle çıkacak olsak, Ay'a varmamız 190 milyon saniye ederdi, bu da aşağı yukarı altı yıl demektir.

Düşünebiliyor musun Ulises? Gecesiyle gündüzüyle tam altı yıl. Pazartesileri, çarşambaları, altı yaz tatili, altı Noel zamanı, altı güz ve altı baharla altı doğum günü. Çok uzun bir süre bu. Bir asansörün hızıyla, bu süre boyunca hiç durmadan yukarı çıktığını düşün... Her an evden daha da uzaklaşarak ve

yıldızların ışıklarını o tuhaf, uzun camlardan daha yakından görerek yapılan bir yolculuk olurdu bu. Bir komşuyla altı yıl geçirmek korkunç olabilirdi: Ne diyeceğini bilemeden, gözlerini kaçırarak, çekingence boğazını temizleyerek ya da her şey saçma sapan bir biçimde normalmiş gibi ıslık çalarak geçireceğin onca zamanı bir düşün. On iki yaşında bu yolculuğa başlayan bir çocuk Ay'a vardığında yaşça büyümüş olurdu.

Bu, gerçekten de görkemli bir yolculuk gibi görünüyor sana, değil mi? Kesinlikle öyle, ama bizi Güneş'ten ayıran kocaman uzaklığı düşününce önemsiz bile sayılabilir.

Asansörümüzle Güneş'e gidelim. Bunu sadece hayali olarak yapabiliriz elbette, çünkü Güneş'in yüzeyinden fışkıran koskocaman alevlerle kora dönme tehlikesinden kurtulabilmemizin tek yolu bu – ileride sana o alevlerin neden oluştuğunu da anlatacağım. Ama endişelenmene gerek yok, o alevlerin arasından yara almadan çıkacağız. Zihinsel deneylerin faydaları bunlar: Tehlike ortadan kalkar ve canımızın istediği yere gitmekte özgür oluruz.

Güneş'in Dünya'ya olan uzaklığı 150 milyon kilometredir. Bu korkunç bir uzaklık, emin olabilirsin. Bir asansörün içinde geçirmemiz gereken süreyi merak ediyorsan, tam 2370 yıldır bu... Dudak uçuklatan bir süre, değil mi? O kadar yıl önce, İsa'nın doğumundan dört yüzyıl önce birisi bu yolu asansörle almaya kalkmış olsaydı, ancak şimdi varmış olurdu Güneş'e.

Şaşırtıcı ama tam da bu tarihlerde Yunanistan'ın Samos adlı adasında bir adam yaşardı. Kuşkusuz o adam bu yolculuğu gerçekleştirmeyi çok isterdi. Güneş'i ve Ay'ı aklından çıkaramayan bu adam, tarihte ilk kez bu iki gizemli cismin büyüklüklerini ölçmeye yeltenmişti.

Samoslu Aristarkhos

Aristarkhos, Samos Adası'nda mutlu mesut bir hayat sürüyordu. Böyle olması da normaldi; Samos, şimdi olduğu gibi o zamanlar da olağanüstü bir yerdi. Güneş neşe saçar, görkemli parıltılarla ışıldardı, bütün toprakları bolca ışıtır ve ağaçların yapraklarını yeşilin tüm tonlarıyla renklendirirdi. Onun yaşadığı zamanda, kendini kötü hisseden birinin orada olduğunu hayal etmesi yeterliydi ve böylelikle her şey yoluna girerdi. Öyle gözle görülür bir açıklaması olmasa da insanda olumlu duygular uyandıran yerler vardır. Anımsıyorum da küçükken, ders kitaplarından birindeki Colorado Büyük Kanyon fotoğrafına sınıfta hayran hayran bakardım. O fotoğrafa bakmak beni mutlu ederdi. Orada bir taşın üstünde oturduğumu, yüzüme güneş vurduğunu, tüm endişelerimin silinip gittiğini hayal ederdim. Çevremde görebildiğim hiçbir şey, sıcak kayalıklarla, cılız çalılıklarla ve güneşle dolu o fotoğrafın güzelliğine sahip değildi. Aradan yıllar geçmiş olmasına rağmen o fotoğrafın anısı hâlâ içimi teselliyle doldurur.

Böylesi görüntüleri hafızada tutmak iyidir, senin de böyle görüntüler olmalı aklında. Tamamen düşmemizi engelleyen, sadece gözlerimizi yumarak tutunabileceğimiz kancalar gibidir onlar. Orası sadece Colorado Büyük Kanyon değildi, Samos da sadece Samos değildir. Bizde hayranlık uyandıran olayların gerçekleştiği yerlerin kendisi de zaman içinde hayranlık uyandıran yerlere dönüşür. Orada pek çok olay gerçekleşmişti; bir gün ikimiz birlikte Samos'a gidelim...

Büyük bir ada değil burası. Diyebiliriz ki, insanın kendini hem evinde hem de rahat hissedebileceği ölçüde, kusursuz

büyüklükte bir yer. Her şey hem yakın hem de uzak. Adanın, Menorca Adaları'nın büyüklüğüne çok benzeyen fiziksel boyutları, Aristarkhos'un derin düşüncelere dalmasını kolaylaştırmış ve ona muhteşem keşiflerini yapmasında yardımcı olmuştu belki de. Burada gökyüzü inanılmaz derecede berrak ve masmavidir, hele genç kahramanımızın usul usul gezintiye çıktığı akşamlar iyiden iyiye berraktır. Öyle gecelerde her şeye dikkat kesilirdi Aristarkhos; fal taşı gibi açtığı gözleriyle tüm nesneleri izler, binlerce kilometre yukarıda olup bitenlere dair zihnini dolduran gizemli olaylara kafa yorardı.

Aristarkhos, bir önceki bölümde yaptığımıza benzer zihinsel deneyler yapmayı çok severdi. Bizimle kıyaslandığında onun hüneri, kendisine bu konuda örnek olacak çok az insan olmasından ileri geliyordu. Bu durum, şüphesiz epeyce yalnızlık hissi yaşatmıştır ona. Önemli olduğunu bildiği bir şeyi hayata geçiren ilk insanlardan biriydi ve bunun farkındaydı. Ama bu yalnızlık onda bir üzüntüye yol açmamıştı çünkü muhteşem, tertemiz, mis gibi ve yeniliğinden ötürü kusursuzca saf bir yalnızlıktı bu. Bazen yalnızlık konusunda çok adaletsiz olabiliyoruz: Ya onu çok olumsuz bir şey gibi küçümsüyoruz ya da bilgeliğe ulaşmanın biricik aracıymış gibi göklere çıkarıyoruz. Tam bir sosyallikle kusursuz bir içe kapanıklığı savunmak arasında gider geliriz. Oysa bize sahici neşe anları armağan edebilecek ara yollar ve konumlar da vardır. En iyisi insanların arasında olmak, neşelerinin bize bulaşmasına izin vermek ve kendi kendimize de neşelenmektir. Ama onlar gibi olmaktan korkmadan yapmak gerekir bunu: Ne zaman kendi içimize kapanmak gerektiğini bilerek başkalarıyla birlikte olmak yani.

Bana kalırsa Aristarkhos ve bilgelerin çoğu bu tavrın takipçileridir. Kim olduklarını unutmadan başkalarıyla zaman geçirmekten keyif alan insanlardır onlar. İnsana her şeye girişme konusunda cesaret veren, *bireysel girişkenlik* diye tanımlayabileceğimiz bir duruşları vardır. Bilimsel düşünüş tarzı gezegenimizde yerleşeli kısa bir süre geçti. Evrenin bazı sırlarını açıklığa kavuşturmak amacıyla aklın, gözlemin ve sonuç çıkarmanın gücüne güvenmeye cesaret etmek, yürek isteyen bir işti.

Aristarkhos da çok cesurdu. Komşularından ve dostlarından daha cesur biriydi. Belki de herkes onun biraz kaçık olduğunu düşünüyordu. Büyük olasılıkla, insanın tuhaf olayları hayal etmeye her gün saatlerini adamasının yapılacak en iyi şey olmadığını düşünüyorlardı. Ama kuşkusuz Aristarkhos'un pek umurunda değildi bu. Büyük bir azimle muhteşem beyninin gücüne güvendi ve daha önce hiç kimsenin aklından geçmeyen şeyleri hayal ederek herkese meydan okudu.

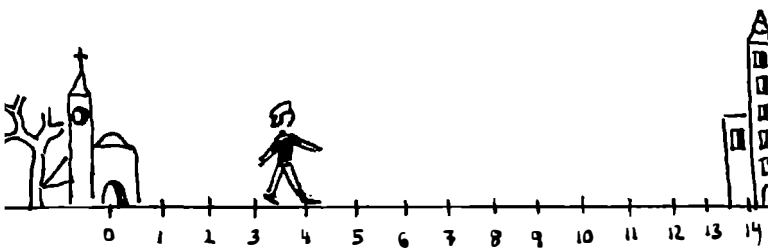
Bir gün, Ay'ın ve Güneş'in gerçek boyutlarını öğrenme isteğine kapıldı Aristarkhos. Bu soru zihninde beliriverdiğinde tam olarak ne hissettiğini asla bilemeyiz. Nasıl bir hayret duygusuna kapıldığını da... Ama bunun hoş bir duygu olduğu kesindi. Nesnelerin gizemiyle yüzleşmenin kendisi bir zevktir; sorular, yanıtlanmalarına gerek olmaksızın da insana sevinç verir. Hatta bazen bazı sorulara kesin yanıtlar verilemeyebilir de... Ama Aristarkhos soruya gerekli biçimde odaklanılır ve çaba sarf edilirse, bu boyutların hesaplanabileceğini biliyordu. Bu metafizik bir soru değildi, aksine Yeryüzü'nde kullanılan yükseklik ölçümünün uyarlanmasıydı.

Ölçmek

Peki ama bu ölçme işlemini nasıl yapacağız, işe nereden başlayacağız? Senin de aklına geldi, değil mi? Bir şeyin tam ölçüsünü bilmek için metre kullanmamız gerek. Metre kullanarak mesela masanın kaç santimetre olduğunu ölçebilirsin.

İki şehrin arasındaki uzaklığı ölçmeye sıra gelince, bunun kaç kilometre olduğunu öğrenmek için saatlerce yürüyebilir, uzunca bir yol katedebilirsin. Büyük olasılıkla dünyanın en eğlenceli deneyi olmayacaktır bu. Ama iyi anlaştığın biriyle yola çıkarsan, bu yolculuğu eğlenceli kılabilirsin. Ya da yalnız başına, hiçbir şey düşünmeden, ıslık çala çala yürüyebilirsin. Islık çalmak kimi durumlarda çok tavsiye edilir bir iştir.

Aristarkhos'un zamanında var olan ölçme yöntemi yürümekti. Bundan ötürü, Güneş'in ve Ay'ın boyutunu hesaplamanın tek yolu, diz çöküp kocaman bir sıçrayışla iki uzak gökcismine zıplamak, sonra adım adım tüm yüzeylerini dolaşmak, bir parşömen kâğıdına sonuçları yazmak ve gurur dolu bir biçimde kahramanlığını başkalarına anlatmak üzere Dünya'ya dönmekti. Bunun için, Aristarkhos sıradan biri olsaydı, bu verileri asla elde edemeyeceğini, en azından kömürleşmeden



Güneş'in yüzeyinde yürüyemeyeceğini düşünürdü. Sonra da tüm çabalarını, bu kadar hayalperestçe olmayan başka konulara adardı... Ama Aristarkhos sıradan biri değildi. Yanlarına gitmeye gerek kalmadan bu iki gökcisminin büyüklüklerini hesaplayacağına, bunu ölmeden önce yapacağına dair kendi kendine söz vermişti.

Gençliğine güvenerek Samos Adası'ndan ayrıldı ve Mısır'ın kuzeyine gitti. Dünya'nın bu bölgesinde dikkatini çeken bir şey vardı. Burada bir yer, belki de görkemli sorusuna doğrudan yanıt almasına yardımcı olacaktı. Dikkatini çeken şey, yaşadığı çağın en büyük ve en önemli kütüphanesiydi.

Artık internetimiz var, ihtiyacımız olan herhangi bir veriye ulaşmak kolay. Aradığımız terimi arama çubuğuna yazdık mı, bize bir yardımı dokunabilecek yüzlerce bağlantı elde ediyoruz. Elbette orada görünen bilgilerin tamamı güvenilir değil; dikkati elden bırakmamak ve daima ciddi bilgilerle saçmalıkları birbirinden ayırmak gerek. Yine de bilgiye ulaşmak için bunun mükemmel bir araç olduğu inkâr edilmez. Gelgelelim eskiden her şey bu kadar basit değildi. Bilgi fiziki bir yer kaplıyordu ve bu, öyle azımsanacak gibi bir yer de değildi. Mısır'ın kuzeyinde bulunan bu devasa kütüphane, ünlü mü ünlü İskenderiye Kütüphanesi'ydi. İnsanlık tarihini yakından ilgilendiren mekânlardan biriydi burası. Mecazi olarak bu kütüphane de bir adaya benzetilebilir. Rulolar halindeki binlerce parşömen kâğıdı, buradaki heybetli raflarda düzenlenmiş ve sıraya dizilmişti. Bu kütüphanede, evrenin gizemleri hakkında başka insanların düşündüğü her şey bulunuyordu. Bir adada doğup büyümüş olan bu meraklı ve zeki gencin oraya gidip raflardaki her şeyi okumak istemesi gayet normaldi.

Aristarkhos'un İskenderiye'de nerede kaldığına dair bilgilerimiz çok kısıtlı. Genel olarak hayatına dair hemen hemen hiçbir şey bilmiyoruz. Ama bu kütüphaneye ilk girdiğinde ne tepki verdiğini tahmin etmemiz zor değil. Kendinden son derece emin bir edayla, ilk bulduğu rafa yönelmiş, takıntılı biçimde sevdiği Güneş ve Ay'la ilgili bir şeyler aramaya koyulmuştu herhalde. Zira özlemini çektiği yanıtı elde etmek üzere, orada bazı verilere rastlayabilirdi belki.

Aristarkhos'un genç yaşta bu muhteşem yeri ziyaret edebilmesinin ve başkalarının daha önce yazdığı bilgilere doğrudan ulaşabilmesinin büyük şans olduğunu düşünüyorsun sanırım. Haklısın böyle düşünmekte. Hem de ne şanstı bu... Ama bu ayrıcalığın hepimiz için geçerli olduğunu unutma. Bir konuda araştırma yapmak tam da bu anlama gelir.

Aristarkhos'un orada ne okuduğunu bilmiyoruz, asla da bilemeyeceğiz. Bu kütüphane artık yok; uzun yıllar önce ahmak insanlar tarafından yakıldı. Tek tesellimiz, akıllı birinin buradaki kitaplardan pek çoğunu bizim adımıza da okumuş olması. Bu, dünyanın en iyi tesellisi sayılmaz belki ama beni bir şekilde rahatlatıyor. Muhteşem metinlerden oluşan bu birikim bir süre var olmayı sürdürdü ve faydalı oldu; birisi, buna layık bir insan, onlardan faydalandı... Bana bu kadarı yetiyor.

Aristarkhos hayallerini gerçekleştirmek için çok çaba sarf etti. Yeryüzü'nün Ay'a ve Güneş'e olan uzaklığını hesaplamak için elinden geleni yaptı. Ve biliyor musun Ulises, aklına nasıl bir fikir geldi? Bu soruya yanıt vermek için senin çok iyi bildiğin bir şeyi düşünmemiz gerek.

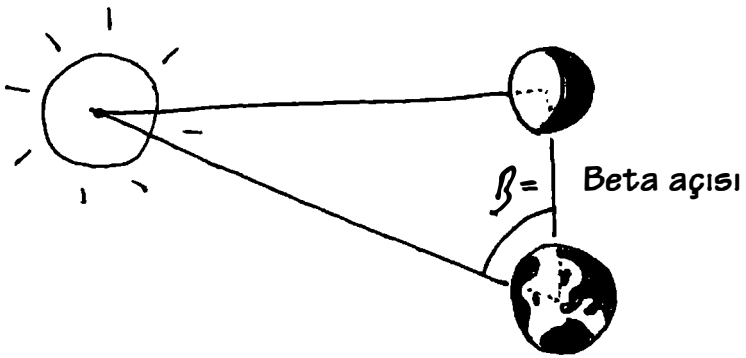
Etrafımızda gördüğümüz her şey durmaksızın değişmektedir. Bu bir şans, çünkü her şey aynı kalsaydı inanılmaz sıkıcı olurdu. Evren bize harika bir değişim gösterisi sergiler.

Bu son cümleyi biraz bilgiççe bulduğunu söylediğini duyar gibiyim, haklısın ama bunu yazmadan da edemedim. Çünkü sahiden de hareketin birinci dereceden bir gösteri olduğunu düşünüyorum. Ay durmadan şeklini değiştirir. Belli bir süre görünümü bir *D* harfini andırır, sonra tamamen yusyuvarlak olur ve derken her gece *C* şeklini almaya başlar ve sonunda tamamen yok olur. Bu döngüyü tamamladıktan hemen sonra yenisine başlar. Buna Ay'ın evreleri denir: Yeni ay, dolunay, hilal, ilk dördün ve son dördün.

Binlerce yıl önce, bu durum insanoğlunun ilk gözlemci bireylerinde bir huzur duygusuna yol açmıştır herhalde. Bir şeyler değişebilir ama yeterince beklenirse her şey tekrar eski haline döner. Evrende bir düzenin, bir şemanın egemen olduğu fikri bir şekilde insana umut verir. Kuşkusuz daha çok korku yaratan durum kaos olması, her şeyin keyfi bir şekilde gelişmesi ve çılgınca şansa bağlı olmasıdır. Ve Dünya'da olup bitenlerin keyfi kararların bir sonucu olduğunu hayal etmek daha büyük bir korku yaratır. Ama bu düzenli olayların gözlenmesi sayesinde, sözünü ettiğimiz insanlar herhalde şöyle düşündüler: Kozmosun bir süper şefi varsa bile, bu şefin üç aşağı beş yukarı sistemli bir karakteri olmalı... Ama daha iyisi de oldu: Gökyüzünde birbirini takip eden olayların bu şekilde gözlenmesinin sonucunda doğa yasası kavramı ortaya çıktı. Atalarımızın iki gruba bölündüklerini hayal ediyorum: Bir grup, uyumlu bazı tanrıların düzenli kararlarıyla evreni kontrol ettiğini savunurken, diğer grup bu gözlemlere yaslanarak bu tanrıların o kadar da gerekli olmadığı sonucuna varmıştı. Yani tanrıların yasalarına karşı doğa kanunları... Her iki durumda da kurallara uyma söz konusuydu. Ay canı-

nın istediğini yapmıyordu. Yanıtlanması gereken soru şuydu: Acaba daha üstün iradelerin emirlerine mi, yoksa doğanın gizli bir köşesindeki, görünmez ve körü körüne işleyen kanunlara mı boyun eğiyordu? Her iki sonuç da eşit oranda gizemliydi ve zamanla ikisi neredeyse iç içe geçti.

Aristarkhos, Ay'ın görünüşündeki değişimleri açıklamaya niyetlendi: Hilal şeklini aldığında, Ay, Güneş ve Dünya'nın bir üçgen oluşturduklarını gözünün önüne getirdi. Hemen canın



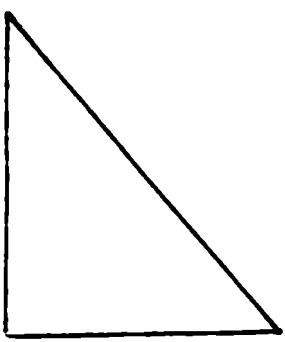
sıkılmasın... Geometrinin acayip karmaşık göründüğünü biliyorum ama sana açıklamak istediğim şey çok basit. Sanırım bu şekil kafanda bazı şeyleri daha açık seçik hale getirebilir.

Bu şekilde –Aristarkhos'un da kullandığı şekildi bu– Ay'ın sadece bir tarafı aydınlıktır. Bunu anlamak zor değil: Güneş sadece Ay'ın sol kısmını aydınlatırken, sağ tarafı tamamen karanlıkta kalıyor. Dolayısıyla Dünya'dan baktığımızda Ay, yarım ay şeklinde görünüyor.

Böyle bakınca, bu son derece basit çizimle birlikte her şey inanılmaz anlaşılır hale gelir. Hatta bunu daha önce neden

kimsenin akıl etmediğini anlamakta zorlanırız. Gelgelelim bugün kesin doğru olarak gördüğümüz şey, önümüzde daha yapacak bir dolu şeyin olduğu o eski zamanlarda bu denli kesin değildi. Biz insanlar, bir alçakgönüllülük buyruğunu daima kulağımıza küpe yapmalıyız: "Sana ne kadar basit görünürse görünsün eski zamanlardaki başarıları küçümseme." Pek çok kereler beceriyle tekrarladığımız gibi, sadece kendimizi *başkasının yerine koymak* yetmez, kendimizi *başkasının zamanındaymış* gibi de düşünmek gerekir. Çünkü *bir şey hem olduğu şeydir,* hem de *olduğu zaman* olmuştur. Ve Aristarkhos'un yaşadığı, yürüdüğü, güzel mi güzel Yunan kadınlarının bacaklarına ve erkeklerinin de kollarına dikkatle baktığı zamanlarda (anlaşıldığı kadarıyla, bu genç insanların orayı burayı dürtme huyları vardı) az önce gördüğümüz şekli çizmek, müthiş bir yetenek ve aklın tartışılmaz bir başarısı anlamına geliyordu. Bunu başkası değil de o akıl etmişti ve bundan ötürü ona daima teşekkür borçlu olacağız.

Büyük olasılıkla bütün bunların uzaklık hesabıyla ne ilgisi olduğunu soracaksın; Ay'ın hallerinin sadece Ay'ı etkilediğini düşünmektesin... Ama aslında bunların hepsi kusursuz bir biçimde birbirine bağlıdır. Üçgenlerle ilgili hesapları yapmamıza olanak tanıyan ve *trigonometri* denen matematiksel bir araç vardır.



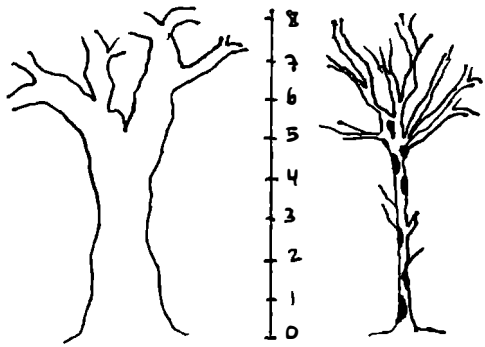
Bu bir dik üçgen (solda), dünyanın en basit şekillerinden biri. Açılarından biri dik açı olduğu için ona *dik üçgen* denir. Bir dik açı 90

derecedir. 90 ile 4'ü çarparsak 360 eder, bu da bir dairenin iç açılarının toplamıdır. L harfi de dik açı oluşturur. Ayakta duran bir insan da zeminle dik açı oluşturur.

Şimdi, dik üçgende, bir diğer açının ölçüsünü ve bir de kenar uzunluğunu biliyorsak geri kalanları hesaplayabiliriz. Ve işte bu basit ve sezgisel olarak anlaşılabilen matematiksel kural Aristarkhos'un dünyayı değiştirmesine yardım etti.

Bu nasıl mümkün oldu? Küçücük bir üçgen, nasıl oldu da çok eski yıllarda yaşamış bir beyefendinin insanlığın bütün konulara dair kavrayışını değiştirmesini sağlayabildi? Çizime iyi bak, beta açısına dikkat et: Aristarkhos bu açının 87 derece olması gerektiğini hesaplamıştı. Basit mi basit bir formülü kullandı ve Güneş'in Dünya'ya olan uzaklığının Ay'ın Dünya'ya uzaklığının yirmi katı olduğunu hesapladı.

Sonra gözlerini yumdu ve şöyle düşündü: "Güneş'le Dünya arasındaki uzaklık, Ay'la Dünya arasındaki uzaklığın yirmi



katıysa ve büyüklükleri de aşağı yukarı eşitse..." Burada cümlemize ara verelim. Olaya biraz heyecan katmaktan zarar gelmez.

Sağdaki ağacın, soldaki ağaçtan yirmi kat uzakta olduğunu düşün. Çabucak mantık yürütüp ikisini eşit boyda gö-

rüyorsak, bunun nedeninin sağdaki ağacın diğerinden yirmi kat büyük olması olduğunu düşüneceksin. Birbirlerinden epey uzakta bulunmalarına rağmen ilk bakışta aynı boyda görmemizin tek açıklaması da budur.

Bu, basit, neredeyse çocukça bir akıl yürütme gibi geliyor kulağa ama aslında dâhice bir mantık yürütme. Tartışmasız düşünsel bir başarı. Hele de bunun 2 bin 300 yıldan daha uzun bir zaman önce gerçekleştiğini ve mantığı ağaçlara değil, gökcisimlerine uyguladığımızı düşünürsen... Şimdi bir önceki cümleyi tamamlamaya geldi sıra, baksana Aristarkhos'un ağzına tıktık lafı: "Eğer Güneş Ay'dan yirmi kat daha uzaktaysa ve her iki gökcismi ilk bakışta aynı büyüklükte gibiyse, o zaman bunun tek bir anlamı vardır: Güneş, Ay'dan yirmi kat daha büyüktür!"

Tarihte ilk kez birisi Güneş'in devasa bir ateş topu olduğunu göstermiştir: Gerçekliğin, duyularımızın bize işaret ettiğinden ezici bir biçimde daha büyük olduğunu saptamıştır.

Aristarkhos'un bütün gözlemleri isabetli değildi, ama onun Demir Çağı'nda yaşamış olduğunu akılda tutarsak, bu gayet anlaşılır bir durum. Burada doğru yanıt, "Güneş, Ay'ın dört yüz katıdır" olmalı. Bu büyük bir fark, beta açısındaki küçücük bir hesap hatasından kaynaklanıyor. Ama bu hata senin için önemli olmamalı. Çünkü Aristarkhos'un bize bıraktığı mirası değerli kılan kullandığı yöntemdir. Ölçümler hatalı olsa da yöntemi doğruydu. Bilimde önemli olan yöntemdir. Yunan bilgin, matematiğin gözlemle birleştirilmesinin evrenin boyutlarını hesaplamaya yardım edeceğini bilecek yetenekteydi.

Biraz toyca bir benzetme yapmama izin verirsen, bilim

emeklemeye başlamıştı. Bilime kendini adamış çok az sayıda insan oradan oraya koşturdu, bir şeylere rastgeldi, tökezledi, elinden geleni yaptı. Yüzyıllar sonra Ay'a gitmemize olanak tanıyan bir aracın yaratılmasına yardım ettiğine göre, rakamsal bir hatayı kim umursar ki?

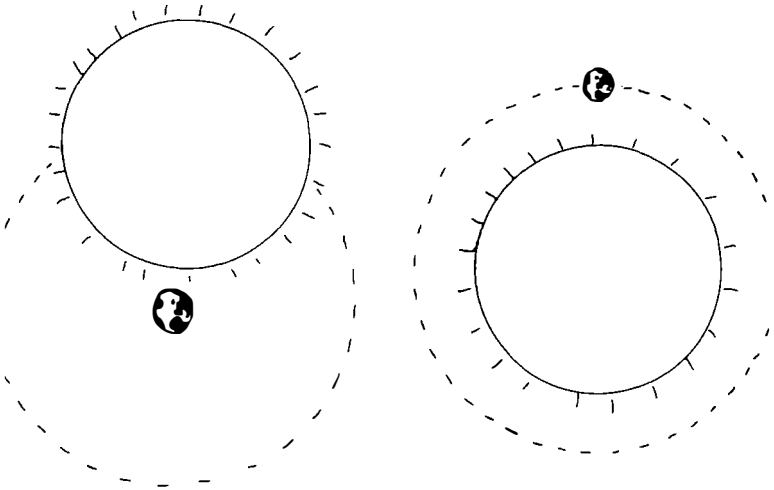
Ama bu kadarla bitmedi; Aristarkhos bize sadece, yerimizi değiştirmemize gerek kalmadan, hayali üçgenler kullanarak boyutların nasıl hesaplanacağını göstermekle kalmadı. Aristarkhos'un insanlığa yaptığı en büyük katkı, evrenin merkezinin Dünya olmadığını anlamamızı sağlamaktı.

Anlatayım...

Merkezin Dışında

Aristarkhos, Güneş'in devasa boyutta olduğu sonucuna vardığında derin düşüncelere daldı. Belki de yitik İskenderiye kentinde, yıldızlı bir akşamda kütüphaneden çıktığında gökyüzüne bakarak şöyle düşünmeye başladı:

> Yarın Güneş'i yeniden göreceğim. Benim için artık aynı Güneş değil o, devasa boyutlarını biliyorum artık. Ay, onun yanında önemsiz ve küçük kalıyor, biz de öyle. Erkeklerin çocuklara göre daha fazla gücü vardır. Güç, bir biçimde boyutla ilgili bir şey. Ve güçlüler hükmeder. Dolayısıyla, bu denli kocaman boyutlarda olan Güneş'in de mutlaka bize bir güç uyguluyor olması gerekir; onun uyruğuymuşuz gibi... Peki ama uyruk öylece yerinde dururken güçlü olanın onun etrafında dönüp durması tuhaf değil mi? Tam tersi daha mantıklı olmaz mıydı?



Sağ taraftaki şekil, Aristarkhos'a daha doğru gelmiş olmalı.

Aklından geçenler tam olarak bunlar mıydı, bilinmez ama içimden bir ses, aşağı yukarı böyle olması gerektiğini söylüyor... Öyle veya böyle, kesin olan bir şey var ki, gezegenimizin evrenin merkezinde olmadığını düşünen ilk insandı o.

Aristarkhos'un yazdığı bir kitap, İskenderiye Kütüphanesi'nde uzunca bir süre saklı tutuldu. Kitabında bizzat kendisi, güneş merkezli (*heliosentrik*) teorisini açıklıyordu. *Helio* "güneş", *sentrik* de "merkezli" anlamına gelir. Kitabın içeriğine ve nasıl yazıldığına dair hayaller kurabiliriz ama hepsi bu kadar... Ne yazık ki sonsuza dek yok olup gitti. Daha önce sözünü ettiğim o budala adamlar, başka binlerce el yazmasının yanı sıra onu da yaktılar. Günün birinde onların kim olduğunu ve bunu niye yaptıklarını da açıklayacağım sana. Tarih çarpıcıdır... Gerçi tarihi bilmek, biz insanların yaşadıklarımızdan hiç ders almadığımıza dair o korkunç hissi yaşatır insana.

Güneşli Somos Adası'nda dalgın dalgın yürüyen o gencin Ay'a bakıp bir üçgen çizerek bulduğu o şeyi, Mikolaj Kopernik adında son derece akıllı bir başka insanın göstermesi için, aradan iki bin yıl geçmesi gerekecekti.

Bu fikrin yeniden bulunması için neden o kadar uzun süre geçmesi gerekti acaba? Basmakalıp görüşlerin aksine, Dünya'nın Güneş'in çevresindeki hareketini kabul etmeye yanaşmamamızın nedeni, merkezde bulunma konusundaki kibirli arzumuz değildi. Bunun nedeni ortak akıl ve şaşkınlıktı. Yer-merkezli düşüncelere kapılmamızın nedeni ukalalık da değildi. Bilakis, ayaklarımızın altında bulunan, oldukça katı ve sağlam görünen yerin, devasa bir ateş topunun etrafında dönüp durduğunu gözümüzün önüne getirmek çok zordu. Ve daha önce de söylediğim gibi, gerçekleri kabul etme konusundaki bu dirençle alay etmemek gerek. Ne zaman geçmişte yaşayan insanların cahilliği karşısında kendimi üstün hissetsem, hemen, "Onların yerinde olsam ben ne düşünürdüm?" diye sorarım kendime. Ve "Şüphesiz ben de kalın kafalı bir yer-merkezci olur çıkardım" diye bir sonuca varırım. İnsan zihninde geçmişe yolculuk ederek kendimizi Aristarkhos'un yerine koymamız çok kolay – hepimiz onun sezgilerine sahipmişiz gibi... Oysa pekâlâ yanılgı içindeki pek çok insandan biri olabileceğimiz gerçeğini göz ardı ediyoruz. İşte bana asıl büyük bir kibir gibi gelen de yer-merkezciliğe inanmak değil, böylesine öngörüden yoksun olmak.

Peki bu gecikmenin nedenleri nelerdi acaba? Çok nedeni vardı ama onları sadeleştireyim ve nedenlerden birinin, daha önce adını andığım bir adam olduğunu söyleyeyim. Tartışmasız bir dâhi olmasına rağmen, bilimsel bakış açısına göre bü-

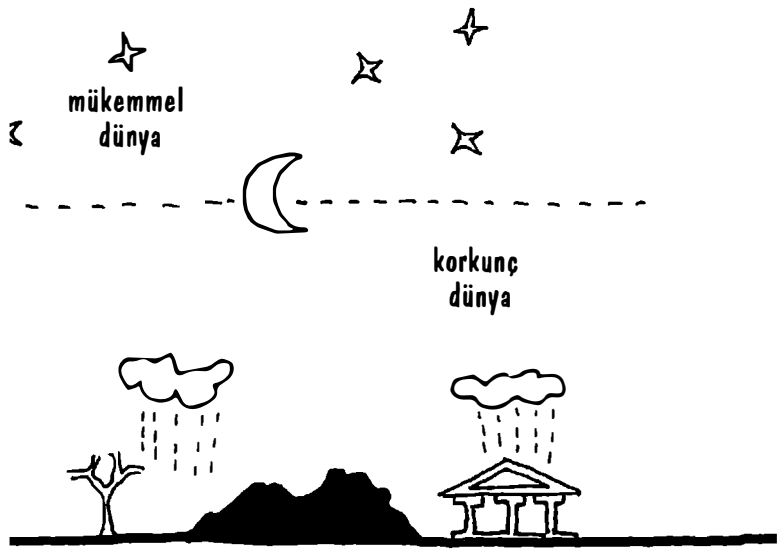
yük bir kusuru vardı: Asla bir eğriyi kendi gözleriyle görmek istememişti. Tahmin edebileceğin gibi, o heybetli ve efsanevi Aristoteles'ten söz ediyorum. Niyeyse, oldum olası mermerden yapılmış biri gibi hayal etmişimdir onu.

Aristoteles

Bu Yunan filozof, düşünce tarihini en çok etkileyen insanlardan biri olmuştur. Aşağı yukarı bundan yirmi dört yüzyıl önce doğmuştu. Yunan heykeltıraş Lysippos'un yaptığı, Louvre'da bulunan Aristoteles büstüne baktığımızda gördüklerimizin aksine sakalı, gözleri ve yüzü kanlı canlı, üç farklı renkti.

Daha önce de belirttiğim gibi, Aristoteles, deney meraklısı biri sayılmazdı. Çalışmalarının içinde deneye en çok benzeyen şey, Dünya'nın farklı yerlerinden kendisine gönderilen tuhaf isimli çiçeklerle sıkıcı kataloglar hazırlamaktı. Aklımızı kullanarak evrenin işleyişine dair kusursuz bir fikir oluşturacağımızı düşünüyor, teorilerinin sağlamasını yapmayı ise genellikle akıl etmiyordu. Dünya'nın sırlarını açığa kavuşturmak için bizzat kendi kurduğu mantığın kullanılması onun için başlıca araçtı. Tamamen hatalı olan bu fikirlerin dışında, onun son derece zeki biri olduğunu belirtmeden edemem. Platon'dan sıra dışı bir kati düşünce miras kalmıştı ona: Yeryüzü'nde elimizin altında olan ne varsa mutlaka dehşet vericiydi. Gerçi Aristoteles en azından, görünen dünyanın gerçek olduğunu söylemiştir. Öğretmeni, bu cömert düşünceyi asla benimsememişti... Ancak var olan her şeyi, aralarında hiçbir bağ bulunmayan kalın çizgilerle ikiye ayırdı Aristoteles: Ay'ın altındaki Dünya (Ay'dan aşağısı) ve Ay'ın ötesindeki Dünya (Ay'dan yukarısı).

Ay'ın altındaki Dünya (yani bizim gezegenimiz) onun için en korkunç olanıydı. Burada her şey saçmalıktan ibaretti: Yozlaşma, ölüm, kötülük, değişim ve çirkinlik... Oysa Ay'ın ötesindeki Dünya'da, insanın içini bayarcasına enfesti her şey. Kozmik düzenin insanı heyecanlandıran bir tarafı vardı ona göre: Mükemmel derecede kusursuzdu ve onu görebilsek tüylerimiz diken diken olur, heyecandan gözlerimiz dolardı; yanı başımızda kim varsa hemen onu kucaklamak isterdik. Ay'ın ötesinde konumlanmış olan her şeyi oluşturan madde, Aristoteles'in *eter* adını verdiği şeydi. Bu aynı zamanda *beşinci element* olarak da bilinirdi. Beşinci element, onu bozulmaz kılan kimi gizemli niteliklere sahipti. Oysa burada, aşağıda konumlanmış olan her şey, daha aşağı özelliğe sahip dört elementin yani hava, su ateş ve toprağın ustalıklı bir karışımından ibaretti.



Eter, aynı zamanda başka bir soruya da yanıt oluyordu: Gökyüzünde cisimler neden bir daireyi takip ederek hareket ediyordu da (Ay dönüyordu, Güneş de öyle) burada Dünya'da düz bir çizgiyi takip ediyormuş gibi görünüyordu? Eter, bu sorunun da çözümüydü. Sıra dışı niteliklerle dolu olan bu madde, bozulmaz olmasının yanı sıra, kusursuz bir dairesel hareket yaratmak üzere gökcisimlerini ittiriyordu.

Ne yazık ki, bütün bunları nereden bildiğini kimse sormadı ona.

Aristoteles hayatı boyunca şanslı bir adam oldu. Ve mezarında da şanslı bir adam olmayı sürdürdü. Eskiden olduğu gibi şimdi de onun ismini anmak, derin konulardan söz etmekle bir tutulur. Yetenekleri konusundaki fikir birliği, o zaman da mutlaktı, şimdi de mutlak. Pek çok açıdan, bunun kusursuz gerekçeleri vardı ve yetenekli olmaya yetenekliydi de... Ama bu saygının bir parça abartıldığını ve dolayısıyla mantıksız hale geldiğini, ona erdemlerinin çok ötesinde madalyalar verdiğimizi ortaya koymakta da yarar var. Örneğin Ulises, kimilerine göre Makedon Kralı Felipe'nin oğlu, yani Dünya'nın neredeyse yarısını ele geçirmiş Büyük İskender, başarılarını kısmen Aristoteles'in yeteneğine borçludur. Aristoteles İskender'in öğretmeni olduğu için, filozofun öğrencisi üzerindeki etkisine dair bir dolu efsane ortaya atılmıştır. Oysa büyük olasılıkla, uzun yürüyüşleri sırasında bu ünlü öğretmenin anlattıkları İskender'in bir kulağından girip diğerinden çıkıyordu.

Aristoteles'in okurlarına gelince, onlar filozofa, bu kanlı fatihten daha fazla dikkat kesilmiştir: Düşünürün yazdıkları üzerine üç dakikacık bile düşünme zahmetine girmeden, çoğu

zaman ne yazıldıysa inanmışlardır. Bu büyük filozofun otoritesi o kadar büyüktü, o kadar yerleşmişti ki, gelmiş geçmişlerin en iyisi ve en büyüğü olduğu konusunda öyle net bir fikir birliği vardı ki, bu konuyu sorgulamak bile adeta sapkınlık olarak görülebilirdi.

Düşünceyi putlaştıran bu tavır epey olumsuz bir şeydir. Ama iyi niyetli bakıp bunu insanın basit bir özelliği olarak düşünebiliriz. Belli bir otoriteye sahip olan insanların bizi etkilemesine nasıl da bayıldığımızı düşünürsek, bunu anlamak kolaylaşır. Ama işler bu denli basit değil. Aslında Aristoteles'in eserlerine körü körüne itaat, affedilemez bir hataydı. Bu, filozofun değil, onu Batı düşüncesinin tartışılamaz tanrısı konumuna yükselten insanların suçuydu.

Aristoteles'in ortaya koyduğu önermelerden biri Aristarkhos'un düşüncesini derinlemesine etkilemişti. Çünkü Platon'un öğrencisi olan Aristoteles'e göre, Dünya, tartışmasız evrenin merkeziydi.

Peki, o zaman kimi dikkate almalı? Aristarkhos'u mu, Aristoteles'i mi? Her şey çok açıktı. Aristoteles'in sahip olduğu saygınlık tartışılmazdı, o bir zekâ tılsımıydı. Aristarkhos ise neredeyse unutulmuş ihtiyar bir Yunan düşünür... Biz insanlar bazen böyle adaletsiz davranabiliriz: Sırf yaratıcısının yeterince akademik unvanı yok diye pırıl pırıl bir araştırmayı görmezden geldiğimiz olur.

Bunun yanı sıra, Aristoteles uzunca bir süre Hıristiyanlık'ın epey el üstünde tuttuğu bir filozof olmuştur. Yer-merkezci bakış açısı İncil'deki kimi fikirlerle kusursuzca örtüşüyordu. Bildiğin gibi, kilisenin de zaten düşüncenin gezineceği yolu göstermek gibi bir derdi olmamıştı.

Badajoz'daki 8. yüzyıldan kalma bir manastır, bize Hıristiyanlık'ın Aristoteles'i nasıl savunduğunu gösterebilir. Nuestra Señora de Tentudia Manastırı'dır burası. İnsanın arada bir uğramaktan kendini alamayacağı, gerçekten mucizevi bir yerdir. Etrafını çevreleyen ve çok yaşlı görünen yeşillikler, buraya mütevazı bir hava verir. *Tentudia* ismi de son derece yer-merkezci bir kelimeden türetilmiştir.

Bundan sekiz yüz yıl önce, Santiago tarikatından büyük bir üstat, Araplara karşı savaşırken askeri nedenlerden ötürü gecenin çökmemesini arzular. Sarsılmaz bir inançla Meryem Ana'ya dua ederek, "Aziz Meryem, günü durdur!" der. Ve efsane bu ya, duası, Güneş'in durmasını sağlar... Nuestra Señora de Tentudia ismi, işte buradan gelir.*

Meryem Ana açısından Yeryüzü'nü durdurmak zor iş değildi; kusursuz biçimde güneş merkezli bir şey olurdu bu. Ama onun yaptığı Güneş'i durdurmak olmuştu. Aristoteles bunu duysa sevinçten havalara uçardı. Eski Fransızcayla yazılmış *La Chanson de Roland* adlı başka bir eski eserde de, kralın "Büyük Şarlman" adını almadan önce Tanrı'dan Güneş'i durdurmasını istediği anlatılır; böylece inançsızlara karşı verdiği savaşı sona erdirebilecektir... Tanrı'nın yine Platon'un öğrencisine hak verdiğini ve derhal Güneş'i durdurduğunu söylemeye gerek yok sanırım.

Hıristiyanlık'ın yer-merkezci düşünceyi tercih etmesinin bazı sonuçları oldu. O zamanlar, Aristoteles'in sorgulanmasına çok kötü gözle bakılıyordu; Batı düşünce tarihi boyunca bunun olumsuz etkileriyle karşılaşıldı. Ama bu iyi adam hakkında yanlış bir fikre de kapılma. Çünkü aksi uçta yapılan bir

* İspanyolca "günü durdur" anlamına gelen "detén tu día". (ç.n.)

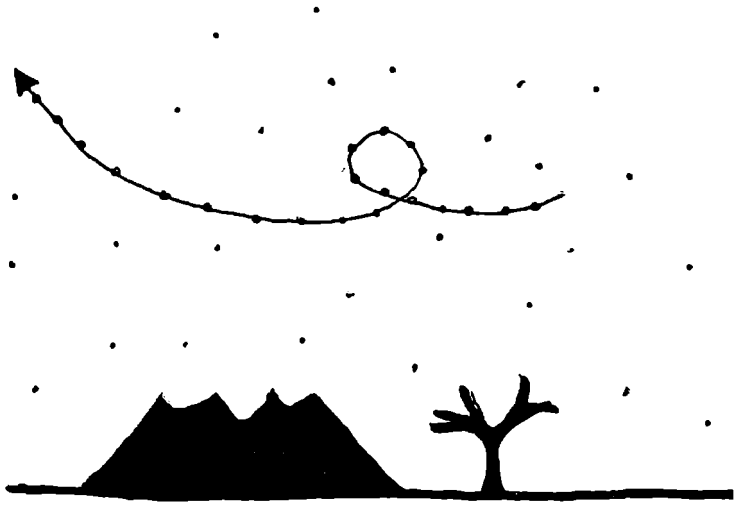
diğer hata da onu koca bir deli olarak algılamaktır. Sen de bu hataya düşme... Zeki ve kendine has bir düşünürdü Aristoteles; tartışmaya yer bırakmayacak bir düşünme becerisi vardı, bir üstat ve dâhiydi. Ama kendimizi konumlandırmayı bilmeli; görkemine ve zekâsına rağmen, her düşünürün mutlak doğru olmadığını, söylediği her şeyin hedefi tutturamayabileceğini anlamalıyız. Özetle, sorun Aristoteles değil, yüzyıllar boyu süren Aristoculuktu; kendisi değil, ona atfedilen saygıydı... Somoslu Aristarkhos'un müthiş tezinin, gök-merkezci teorinin bir kez daha ortaya atılabilmesi için neden yaklaşık iki bin yıl geçmesi gerektiğini kısmen açıklar bu. Ancak *kısmen* açıklar, tamamen değil... İnsanoğlu biraz budala olabilir ama asla bütünüyle budala değildir. Başka başka kuvvetli zihinler de olmalıydı Yeryüzü'nde. Ve kesinlikle vardı. Onlardan biri Claudius Ptolemaios'tu... Her yönüyle dâhi olan birinin bile tepeden tırnağa yanılabileceğini gösteren biriydi o.

Claudius Ptolemaios

Bu beyefendi iki bin yıl önce doğmuş ve hayatının neredeyse tamamını Mısır'da geçirmişti. Zamanının büyük kısmını İskenderiye Kütüphanesi'nde, evrenin gerçek biçiminin nasıl olduğu konusuna kafa yorarak geçirirdi. Büyük bir keyif veriyordu bu ona, daha çok hoşlandığı bir şey yoktu... Küçük şeyler üstüne tahminler yürütmekle tatmin olmuyor, bilakis kendi düşüncelerine gömülüp tüm Dünya'ya dair bir açıklama bulmak istiyordu. Bu, abartılı ve çılgınca bir arzu gibi görünebilir sana. Ama emin ol, bütün bu karmaşayı biraz olsun

anlamamıza yardımcı olan insanların çoğunda epey yaygın bir alışkanlıktı bu.

Ptolemaios pek çok açıdan Aristoteles'ten farklıydı. O, deney yapmaktan hoşlanırdı, tam bir bilim insanıydı. Yıldızların ve gezegenlerin hareketlerini inceliyordu ve teleskobun henüz icat edilmediği bir dönemde, bunun önemi çok büyüktü. Geceler boyu gökyüzünde asılı küçücük bir yıldızın konumunu nasıl değiştirdiğini incelemek için kusursuz bir görüşe ve olağandışı bir sabra ihtiyaç vardır.



Ama onun sahip olduğu şey, sabır ve iyi bir görüşten ibaret değildi – o dönemde, bu iki gerekliliği yerine getiren binlerce başka insan vardı. Bunların yanı sıra, gerçekliğin işleyişine duyulan kesin güven de gereklidir. Dünya'yı hem keyifli hem de gizemli bir yer olarak görmemizi sağlayan o duyguya ihtiyaç vardır. Evreni hem uzak hem yakın, hem dost hem de

saygı duyduğumuz bir şey olarak görmemizi sağlayan o duyguya... Sadece eşit oranda sevdiğimiz ve saygı duyduğumuz bir şeyi anlamak isteriz. İşte Ptolemaios da Dünya'ya hem derin bir sevgi hem de güven besliyordu. Bu güven duygusuyla bir otoritenin bize söyleyebileceklerine körü körüne inanmayı birbirine karıştırmamak gerekir: *Evrene güven* demek, *doğanın yasaları olduğuna dair bir inanç* beslemek demektir; basitçe gözlem yaparak bunu her şeyde görebiliriz. Hiçbir dayanağı olmayan bir güvenden değil, zahmetle kazanılmış bir güvenden söz ediyorum. Her bir gözlem ve her bir deney, bu duyguyu güvence altına alır ve onu daha da sağlamlaştırır.

Ptolemaios saatlerce gezegenleri izlerdi. Gök kubbede birbirinden farklı iki ışık türü olduğunu keşfetmek onu büyülemişti. Bir kısmı gökyüzünde hareket etmesine rağmen kısmen uzaklıklığını koruyordu; diğerleri ise arka plana göre hareket etmekteydi. İlk bakışta boyutları aynı gibi dursa da aralarında bir fark olduğu kesindi.

Bir seferinde bu hareketli yıldızlara bakarken tuhaf bir şey gözlemledi. Bazı yıldızların davranışları acayip gelmişti ona; hareketleri tesadüfi ve kaotik gibi duruyordu. Bir bakmışsın geliyorlar, bir bakmışsın gidiyorlardı. Gökyüzünde önce bir yöne doğru hareket ediyorlar, sonra geri çekilip tekrar aynı ileri hareketi yapıyorlardı.

Bu sıra dışı hareket kesinlikle hesaplı değildi. Ayrıca gök kubbenin geri kalanında görülen titizlikle tam bir zıtlık içindeydi. Tahmin edebileceğin gibi, gezegenlerdi bunlar. Yunanca *planeta* (gezegen) kelimesi "gezinen" anlamına gelir ve görünüşte sergiledikleri davranışı tarif etmek için kesinlikle kusursuz bir kelimedir. Bir biçimde kendi hayatları varmış

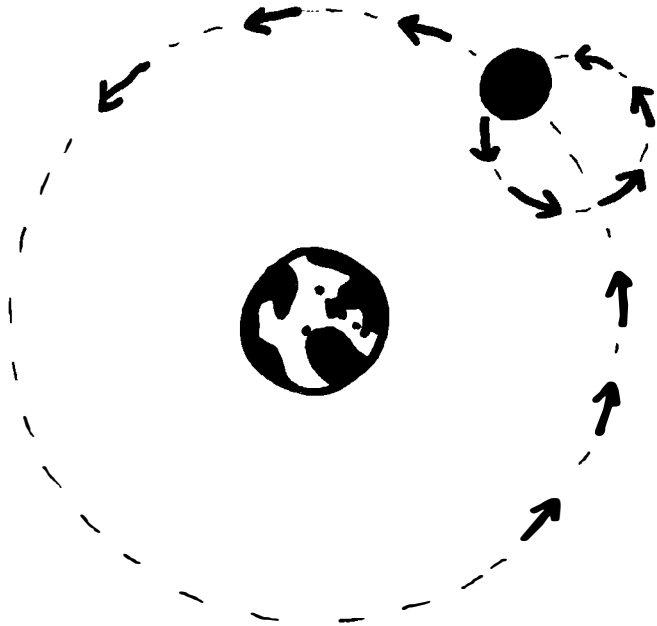
gibi görünüyorlardı, bir nevi gizemli bir irade bağışlanmış gibi... Dolayısıyla bu gökcisimlerine tanrıların özelliklerinin atfedilmesi hiç garip sayılmaz. Hayal gücünün dizginlerini bırakırsan, gök kubbede, daha önce karar verdikleri yolları katederek gezindiklerini gözünün önüne getirebilirsin sen de.

Ptolemaios, Aristoteles'in evrenin merkezinde konumlanmış Yeryüzü düşüncesini devam ettirdi. Bu düşünce, gezegenlerin ve yıldızların Yeryüzü'nün etrafında döndüğünü söylüyordu. Aristarkhos'un son derece parlak sezgilerini o da hiç dikkate almadı. Buna karşılık, gezegenlerde gözlemlediği o tuhaf davranış, işini büsbütün zorlaştırıyordu. Açıkçası, bizim etrafımızda dönmeleri mümkün değildi. Çünkü bunu yapıyor olsalardı, daire şeklinde kusursuz yörüngeler çizmeleri gerekirdi. Oysa ilk bakışta bile tespit edilebilecek keyfi ve tuhaf bir gezinti tarzları vardı.

Ama dostumuz gezegenimizin merkezi konumda olduğuna dair ısrarını devam ettirdi. Ve yaptığı gözlem de genel kanıda son derece yerleşmiş olan o teorinin bozulmasını sağlamadı. Zeki olduğu kadar azimli biriydi. Gözlerini yumdu ve bu gezegenlerin Yerküre'nin etrafında döndüğünü varsayarak o tuhaf mı tuhaf hareketlerini nasıl açıklayabileceğini düşündü. Sonunda dâhice bir fikre ulaştı. Yanlış bir fikirdi ama yine de dâhiceydi.

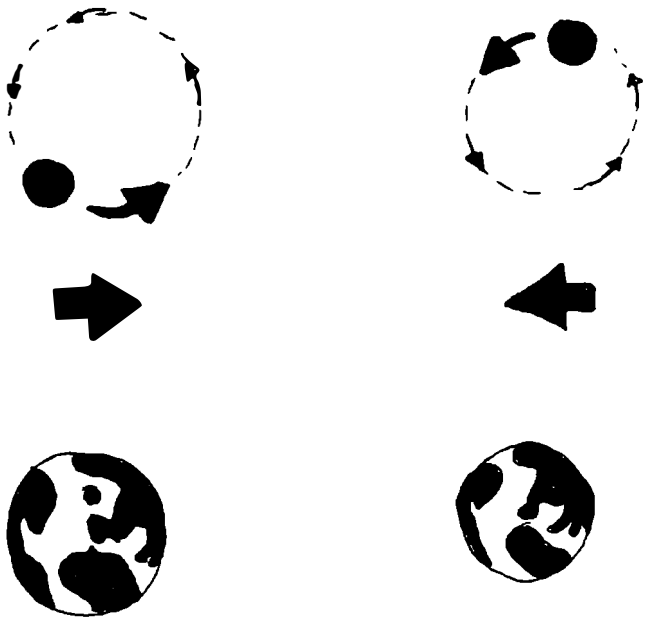
Aniden bir heyecana tutularak sağdaki şekle benzer bir şekil çizdi:

Yeryüzü merkezdeydi. Onun etrafında bir gezegen dairesel bir yörüngede dönüyordu. Ama bu gezegen, aynı zamanda, Dünya'nın etrafında katettiği yol boyunca, bir merkezin etrafında, küçük bir yörüngede daha dönüyordu.



Yeryüzü'nden gezegene bakıyorsan, kimi durumlarda ileriye, kimi durumlarda geriye hareket ettiğini göreceksin.

Böylelikle, Yeryüzü'nün evrenin merkezinde olduğu teorisini değiştirmeye gerek kalmadan da gezegenlerin keyfi hareketi açıklanabilmişti. Dairelerin içinde daireler fikrinin (bunun teknik ismi *dış çemberler*'dir) gerçekten Ptolemaios'a mı, yoksa bir gökbilimci ve geometri uzmanı Pergeli Apollonios'a mı ait olduğu genellikle tartışılan bir konu olmuştur. Ama Ptolemaios'un bunu çok yönlü ve zekice kullandığı tartışma götürmez. Teoriyi kendi içine kapalı bir sistem haline getirmiş ve güneş sistemine ilişkin ilk bilimsel görüşü ortaya koymuştur.



Bu mikro yörüngedeki konumuna bağlı olarak gezegen, geriye ya da ileriye doğru hareket ediyor gibi görünmektedir.

Ptolemaios'un gökbilim modelinin merak uyandıran bir özelliği vardı. Gezegenler boşlukta asılı değillerdi, görünmez, devasa bazı yuvarlak alanlara asılıydılar. Bu yuvarlak alanların hareketi, gezegenlerin hareketine yol açıyordu.

Bugün bu yuvarlak alanların var olmadığını biliyoruz ama o zamanlar bu fikrin şaşırtıcı bir faydası olmuştu. Bir şeyin boş uzayda asılı durması, Ptolemaios'a ve onun döneminde yaşayanlara imkânsız geliyordu ki, bu gayet normaldi: Hani zihninde gerçekleştirdiğin Dünya'nın tüm yüzeyini kateden taş fırlatma deneyi var ya, o deney sayesinde öğrendiklerinden

haberleri yoktu henüz. Bunun için, görünüşteki o asılı kalma durumunu anlayabilmek için bu görünmez yuvarlak alanları –camdan yapıldıklarını hayal edebileceğimiz o devasa gezegen tutucuları– icat ettiler. Bunlar, bir biçimde uzaydaki cisimleri tuttukları gibi, çekim kuvvetinin yokluğundan doğan tuhaflığı da açıklamayı başarıyorlardı.

Ptolemaios'un bir bilim insanı olduğunu söyledim az önce. Tamamen yanılmasına rağmen öyleydi. Hatta sana onun fikirlerinin dâhice olduğunu da söyledim. Peki, ama yanlış bir şeyin aynı zamanda parlak bir bilimsel fikir olması mümkün mü? Bunun yanıtı çok basit: Gerçeklerle varsayımları ayırt etmek zorundayız. Bir varsayım içten ama hatalı olabilir. Ptolemaios, *dış çemberler* fikrini ortaya atarken dürüsttü. Çünkü bu fikir doğru olsaydı, gökyüzünün o zamana kadar saptanan tüm hareketlerini açıklayabilecekti. Oysa Aristoteles, Ay-altı ve Ay-üstü evrenden bahsederken o kadar dürüst değildi. Çünkü bu fikirler, onları ortaya atmasını sağlayacak belli bir gereklilik olmadan zihninden uydurduğu kimi tahminlerin sonuçlarıydı.

Ptolemaios'un yer-merkezli sistemi, Aristotelesçiliğin yabana atılmayacak saygınlığıyla birlikte Rönesans'ın ortasında Mikolaj Kopernik'in gelişine kadar devam etti. Kopernik, sevgili Samoslu Aristarkhos'umuzu sessizce onurlandırarak (kimilerine göre fazla sessizce) güneş sistemini çağdaş görünümüne kavuşturdu.

Şimdi Kopernik'ten söz etme zamanı.

Katedral Rahibi Mikolaj

Aristarkhos'un ölümünden Kopernik'in doğumuna kadar geçen sürede Yeryüzü'nde çok şey oldu. Neredeyse iki bin yıl bize çok malzeme verir: Katedraller inşa edildi, saçma sapan savaşlara girildi, gülünç ve zarif aşk hikâyeleri yaşandı, muhteşem kitaplar yazıldı (ve o kadar iyi olmayan kitaplar da), yüz binlerce kadın ve erkek dudak dudağa öpüştü, cinayetler işlendi, salgınlar baş gösterdi, işgaller, sanat hareketleri, görüşmeler, ihanetler, dövüşler oldu; gezegenin kırlarına ve köylerine sayısız kez yağmur yağdı, fırtına koptu, hayvanlar okşandı ve onlara kötü davranıldı, sonrasında kuruyacak bazı ağaçlar büyüdü, milyonlarca kuş cıvıldadı, intiharlar oldu, alkışlar, şarkılar, yanlış anlaşılmalar, bağırtılar, depremler yaşandı; milyonlarca lale filizlendi ve kurudu, rüzgârın süpürüp götürdüğü karınca yuvaları oldu, denizde boğulan insanlar, kahkahalar, sessiz fısıldaşmalar, ayak kokusu, soğuk, kar, boğucu sıcak, diş ağrıları, tam bir keder ve sonsuz sevinçler yaşandı, anne babaların sevgisi, küçümseme, kibir, göz kırpmalar ve işte engellemek için hiçbir şey yapamayacağımız, genellikle dünyada olup biten daha birçok şey sırasıyla yaşandı...

Ve günün birinde Kopernik dünyaya geldi. Modern dünyanın zihnine Dünya'nın Güneş'in etrafında döndüğü fikrini yerleştiren kişinin 2009'da bir fotoğrafı ortaya çıktı. 15. yüzyılda yaşamış birinin böylesine güncel bir fotoğrafının elimizin altında bulunması seni şaşırtabilir. İyi bakıldığında, bunun bir fotoğrafı andırdığı görülecektir. Bunun, bilginin 2005 yılında bulunan kafatası kemiklerinden yola çıkılarak hazırlanmış bir bilgisayar temsili olduğunu söylersem gizem

çözülmüş olur. Uzmanların pek çoğu mezarda bulunan kemik kalıntılarının ünlü gökbilimciye ait olduğunu belirtmişti. Dolayısıyla Yeryüzü'nde düşe kalka yürürken böyle bir yüzü olmalıydı. Bu yüzü görmek insanın içini ürpertiyor biraz. Tarihte beş yüzyıl geriye gitmişiz de yüzünün kırışıklıklarını, yanaklarının tombulluğunu ve düşünce tarihinde en büyük etkiyi bırakan eserlerden biri olan kitabını yazarken kendi eline bakan o gözlerini görebilirmişiz gibi.

Mikolaj Kopernik, 1473 yılında Polonya'da doğmuştu. Hayatın pek kolay olmadığı bir çağdı bu. O bölgedeki insanlar birbirine büyük öfkeler besliyor ve pek de iyi davranmıyordu. Annesiyle babası o çok küçükken ölmüştü. Eğitimini, Katolik bir piskopos olan dayısı Lucas üstlendi.

Kopernik, dayısı sayesinde o dönemde var olan üniversitelerin en iyilerinde eğitim aldı. Ve sadece kendi ülkesinde değil, İtalya'da, Padua Üniversitesi'nde de öğrenim gördü. Bir yüzyıl sonra Galieo Galilei'nin de devam edeceği üniversiteydi bu.

Lucas'ın hayali, yeğeninin de kendisi gibi piskopos olmasıydı. Bunun için elinden geleni yaptı ama yine de başaramadı. Sonunda yeğeninin, kilise içinde ayrıcalıklı bir konum olan katedral rahipliğine getirilmesini sağladı.

Tarihin, din adamı Kopernik'e yaklaşımı iki farklı yönde oldu, bunların ikisi de son derece abartılıydı. Bir taraftan, tamamen sırt çevrildi ona, önemi göz ardı edilip tartışmasız erdemi yok sayıldı. Gök-merkezli teoriyi ondan iki bin yıl önce Aristarkhos'un ileri sürmüş olması, kimilerinde yanlış bir fikre yol açmıştı: Leh gökbilimcinin buluşunun önemsiz bir şey olduğu, geçmişi basitçe *tekrarladığı* öne sürüldü; eski teorinin bir iki gözlemle düzeltilip matematiksel açıdan dü-

zeltildiği söylendi. Ona haksız biçimde *yüreksiz rahip* ismi takıldı. Rahip olduğu doğruydu ama takılan sıfatın hiçbir dayanağı yoktu. Düşünür Arthur Koestler, *Uyurgezerler* adlı kitabında onu böyle adlandırmıştı.

Diğer açılardan olağanüstü olan bu eseri uzun yıllar önce okudum. Koetsler'in, tüm zamanların en önemli bilimsel devrimlerinden birini gerçekleştirmiş birini böyle önemsizleştirmesi hayretler içinde bırakmıştı beni. Koestler, Kopernik'i bilim insanı olarak bile görmüyor, onu sıkıcı bir matematikçi diye tanımlıyordu. Ona bakılırsa, Kopernik'in tek becerisi, güzel bir fikri alıp (gök-merkezcilik) o fikirden yola çıkarak korkunç, renksiz bir kitap yazmaktı.

Koestler'in bu bakış açısı da, Kopernik'i tarihteki en yetenekli bilim adamlarından biri olarak gören bakış açısı kadar abartılıdır. Belki de bilim insanlarını birer futbolcu gibi ele alıp dehalarını puanlamaktan vazgeçmemiz gerek. Bu kişilere, attıkları goller onlara gol kralı unvanı kazandıracakmış ya da kazandırmayacakmış gibi bakmamak gerek. Bir bilimciyi son derece değerli bir zihne dönüştüren nitelikleri daha kapsamlı düşünmek ve yeteneği başka şekilde takdir etmeyi öğrenmek gerek.

Örneğin Kopernik'in zekâsının değeri, *kavrayışından* ziyade *esnekliğinden* ileri geliyordu. Onun yaşadığı dönemde Aristoteles ve Ptolemaios'un sınırsız değeri vardı, kimse bunu sorgulamıyordu. Aristarkhos'u ise anımsayan yoktu ve Dünya'nın evrenin merkezinde olduğu doğru kabul ediliyordu. Bunun böyle olmadığını öne sürmek ve tüm hayatını bunu savunmaya adamak, her şeyi tepeden tırnağa sorgulamaya

dair bir eğilime sahip olmak anlamına geliyordu. Bilimsel ruh denilen de buydu işte.

Kopernik devam ettiği üniversitelerden pek çok şey öğrenmişti ama merkezi konuma sahip gökcisminin Yeryüzü değil de Güneş olduğunu düşünmeye ilk ne zaman başladığı bilinmiyor. Anlaşıldığı kadarıyla, yüzyılın değişmesiyle ve 15. yüzyıldan 16. yüzyıla girilmesiyle birlikte bu fikir kafasında kesin biçimini almıştı. Klasik çalışmaları, Aristarkhos'un çalışmalarını bildiğini açıkça göstermektedir. Ama bu durum, fikri *çaldığı* gibi bir düşünceye kapılmamızı gerektirmez. Meseleler bu kadar basit değildir. Daha önce gördüğümüz gibi, o dâhi Yunan, gök-merkezli sistemi ortaya koyan ilk insandı. Ama bunu ne gözlem yoluyla kanıtlamış ne de ona matematik formülleri uygulamıştı. Düşüncelerinin tamamı, büyük olasılıkla büyük cisimlerin küçük cisimlere uyguladığı kuvvetle ilgili bir sezginin ürünüydü. Kopernik'in yapmak üzere olduğu şey ise başkaydı.

Diğer taraftan, kahramanımızın "Regiomontanus" takma adıyla bilinen Alman gökbilimci Johann Müller'in teorilerinden esinlendiği de ima edilmiştir. Bir gökbilimci olsaydım beni böyle adlandırmalarına bayılırdım, diye düşünmüşümdür hep. Bana kalırsa dünyanın en iyi ismi... Regiomontanus, çocukluğundan beri yetenekli bir dâhiydi, insanı çileden çıkaracak kadar akıllıydı. Birkaç adım daha atacak cesareti olsaydı, Kopernik'in yerine tarihe o geçecekti ama öyle olmadı. Pek çok kez düşünmüş olmasına rağmen gök-merkezci teoriyi hiç ortaya atmadı.

Claudius Ptolemaios'un dış çemberlerini anımsıyor musun? Gezegenlerin sıra dışı hareketlerini –bir öne, bir arkaya– anlamak için Ptolemaios, bu yörüngelere küçük yörüngeler eklemişti... İşte Kopernik, bu dış çemberlerin epey çirkin olduklarını düşünüyordu. Gözlemleri teoriye uydurmak için kullanılan ve pek de şık olmayan yapışkan bir parçayı ya da yamayı andırıyordu bu yörüngeler. Dolayısıyla, bu gezegenlerin arkalarındaki yıldızlara göre yaptıkları tesadüfi hareketlerin başka bir şeye bağlı olduğu düşünülürse, bu dış çemberlerin ortadan kaldırılabileceğini akıl etti.

Güneş'i sistemin merkezine oturttuğumuzda, gezegenlerin tuhaf hareketleri dış çemberler teorisine gerek kalmadan açıklanır hale gelir. Gezegenin bir ileri bir geri hareket etmesinin nedeni, kendi küçük yörüngesinde dönmesi değildir. Bilakis Güneş'in etrafından dönen Yeryüzü, kimi durumlarda ondan uzaklaşır. Tam da bu anda gezegen önce geriye, sonra da ileriye doğru hareket ediyor gibi görünür.

Kopernik bu son derece parlak açıklamayı bulunca çok sevindi. Olayları açıklığa kavuşturma ve hayranlık verici şekilde basitleştirme olanağı tanıyordu bu ona. Ama gök-merkezli sistemine o da bazı dış çemberler eklemek zorunda kalınca, ilk andaki büyük mutluluğu biraz gölgelendi.

Bu, normalde pek söylenmeyen bir şeydir. Kopernik'in bir kalem darbesiyle dış çemberleri silip attığı varsayılır. Ama gerçek şu ki, sonunda o da sistemine Ptolemaios kadar yama koymak zorunda kalmıştı. Bu *yamalar* çok basit bir gerçekliği açıklamaktadır: Güneş, sistemin tam ortasında

değildir, yeri merkezden bir parça oynamıştır. Ve bunu bilmiyorsanız, gerçeklerin teorinizle uyuşması için tüm sisteme yamalar koymanız gerekir. Leh din adamımızın başına gelen de buydu işte.

Bunun haricinde Kopernik'in teorisinin muhteşem olduğuna kuşku yok. Ama dostumuz bunu yayımlamaya cesaret edememişti. Neden mi?

Aşağılık Duygusu

Bu soruyu yanıtlarken, Kopernik'in daima kilisenin vereceği tepkiden korktuğu belirtilmiştir. Ama işler her zaman bu kadar basit değildir. Bir din adamı ve piskoposun yeğeni olduğundan, kilisenin önemli bir parçasıydı ve korkmak için bir nedeni yoktu. Onu asıl korkutan meslektaşlarının ne düşüneceğiydi. Kopernik'in *bilimsel anlamda aşağılık kompleksi* diyebileceğimiz bir durumu vardı; gerekli akademik unvanları hiç elde etmemişti ve bu da kaçınılmaz şekilde kendini güvensiz hissetmesine neden oluyordu. Kendini alelade bir bilim meraklısı gibi görüyordu. Çalışmasını yayımladığında bilim insanlarının kendisiyle alay etmelerinden korkuyordu. Dolayısıyla Dünya'nın yeni sistemini açıklayacağı kitabının yayımlanmasını erteledikçe erteledi. Sonunda sadece küçük bir açıklamayı dağıtmaya cesaret etti. Büyük eseri ise ancak ölümünden üç gün sonra yayımlanacaktı.

Gezegenleri içinde tutan o görünmez sahalar, Kopernik'in güneş sisteminde varlığını korur. Bir şeyin görünüşte nasıl havada asılı durduğunu anlamaya çalışırken Ptolemaios'un

imdadına yetişen saydam kürelerin ta kendisidir bunlar – bir şeyin, başka bir şey onu tutmadan da boşlukta asılı durabileceğini açıklayan Newton henüz dünyaya gelmemiştir. Fakat Ptolemaios'un sistemine olan benzerliğine rağmen, Kopernik'in sisteminde şaşırtıcı bir fark vardır: Aristarkhos'un büyüklüğünü ölçmek istediği yıldız yani Güneş, bu modelde sistemin tam ortasında yer almaktadır. Bu andan itibaren dünyanın bir daha asla eskisi gibi olmadığı söylenir. Ne yazık ki, bu sadece iyi niyetli bir cümledir. Aklın temelli zafer kazanacağını çok derinden arzulamanın bir neticesidir belki de. Çünkü sıradan insanların dünyası, aile içi tartışmalardan gülüşmelere, dövüşlerden zalimce savaşlara varana dek, tıpatıp aynı yolda ilerlemeyi sürdürmüştür.

Eserinin yayımlanmasından kısa bir süre önce damar tıkanıklığı yüzünden yaşamını yitirdiğinden, yarattığı son derece büyük etkiyi asla bilemedi Kopernik. Ne gördüğü destekten ne de bunun ona getireceği zulümden, alkışlardan, sansürden ve eleştirilerden haberi oldu.

Johannes Kepler adında bir dâhi, Kopernik'in araştırması üzerinde çalışarak onu daha kapsamlı ve incelikli hale getirecekti. Sinir hastalığı ve titreme rahatsızlığı olan bu üstün yetenekli gökbilimci, gezegenlerin Güneş'in etrafındaki yörüngelerinin dairesel değil, elips şeklinde olduğunu bulmuştu. Elips de daireye benzer ama hafif basıktır. Bu durum, gezegenleri yörüngelerinde tutan şeffaf alanların varlığını epey zorlaştırıyordu. Çünkü elips şeklinde bir yörünge, dönmekte olan o görünmez alanla uyumsuzluk içeriyordu.

Kepler, iki bin yıl sonra o şeffaf alanları evrene dair çalışmalardan çıkarıp atan kişi olmuştu. Ayrıca Newton'un ev-

rensel kütleçekim yasasını matematiksel kesinliğe kavuşturabilmesi için gerekli temelleri kurmuştu. Hayranlık uyandıran bir dehası vardı. Takıntılı bir biçimde gerçekliğe tutkun bilim insanını temsil ediyordu.

Bu dönemde, dostumuz Galileo da Kopernik'in gökmerkezli teorisinin dikkate alınmasına yardımcı olmuştu. Hareket halinde bir Yeryüzü fikrine yapılan en önemli eleştiri, bu hareketi fark etmemiz gerektiğini söylemek olmuştu: Gezegenimizin zemini ayaklarımızın altında hareket ediyorsa, dengemizi kaybetmemiz gerektiği söyleniyordu. O dönemde tercih edilen tezlerden biri şuydu: Diyelim ki, yerinizde zıpladınız ve bir parça yükseldiniz; düştüğünüz yer, zıpladığınız yere göre az da olsa geride kalmış olmalıdır, çünkü siz havadayken gezegen bir miktar ilerlemiştir. Bu önermeleri çürütmek için Galileo muhteşem bir şey tasarlamıştı.

Neredeyse Einstein Tarzı Bir Gemi

Denizde sabit bir hızla ilerleyen bir gemi hayal etti. O gemideki bir kamaraya hapsolmuş biri, gemi duruyor mu, yoksa denizde seyir halinde mi, bilemezdi. Sakin ve hoş bir günde dalgaların fark edilmeyecek kadar az olduğunu hayal edelim. Bu kamaranın içinde de herhangi bir kara parçasında geçerli olan fizik yasaları geçerliydi. Zıplayacak olsanız, yere düşerdiniz. Geminin denizde yol alıyor olması, nesnelerin iç kısmının değişmesi anlamına gelmiyordu. Orada, geminin içinde uçan bir kelebek, bir dağ evinde mi yoksa seyir halindeki bir gemide mi uçtuğunu asla ayırt edemezdi..

Bu, *Galileo'nun Görelilik İlkesi* diye bilinir. Belki de *görelilik* kelimesini sadece Albert Einstein'la ilişkilendiriyorsun ve onu burada okuyunca şaşırdın... İleride Einstein'ın bu kavramı akla hayale gelmeyecek sınırlara kadar genişlettiğini göreceğiz.

Ama tüm bunları açıklığa kavuşturan kişi, kütleçekimi teorisini ortaya atan Isaac Newton olmuştu. O zaman şeffaf, yuvarlak alanlara gerek kalmıyordu çünkü kütleçekimi kuvveti, cisimlerin kendi başlarına boşlukta asılı kalma durumunu açıklıyordu. Buna bir destek bulunması, kesinlikle gereksiz hale gelmişti.

Kibir Üzerine Başka Şeyler

Gök-merkezli düşünceye dair o hatalı bakış açısından söz etmiştim sana: Buna göre, gök-merkezci düşünce, insanlığı evrendeki merkezi konumundan uzaklaştırmakta ve ona karşı büyük bir alavere dalavere çevirmektedir. Ne zaman bu konudan söz edilse, kendini bir anda tahtından mahrum edilmiş bulan kibirli insanlık için bunun bir travma olduğu söylenir. Din adamımızdan söz eden hemen hemen bütün kitaplarda, üç aşağı beş yukarı benzer fikirlerle karşılaşacaksın. Bu fikir karşısındaki itirazlarımı daha önce belirtmiştim. Şimdi onları genişletmek istiyorum, çünkü o zamandan beri yeni şeyler öğrendin.

Aristoteles'in gökyüzünü kusursuz, Yeryüzü'nü ise kati biçimde korkunç bulduğunu anımsarsın. Bundan ötürü evrenin merkezi en kötüsüydü, muhteşem olan daima merkezi konumdan uzak olandı. Öyleyse Kopernik'in bizi merkezi

konumdan çıkarması o kadar da olumsuz bir şey değildi. *Merkez* kavramı şimdilerde övgü için kullanılıyor –merkezi bir yerde apartman dairesine sahip olmak ayrıcalıklı bir şeydir mesela– ama geçmişte, uzun bir süre boyunca, bu kelime evrenin en korkunç yerini tanımlamak için kullanılmıştı. Bundan yüzyıllar sonra Dante'nin cehennemi Yeryüzü'nün merkezine oturtması da hiç şaşırtıcı değildi.

İzin verirsen, çoktan kanıksamış olduğumuz ama üzerinde biraz daha dikkatle durmamız gereken bir şeyi anlatmak istiyorum şimdi sana. Yörüngelerle, gezegenlerle ve evrensel kütleçekimiyle çok heyecanlandık ama can alıcı bir konuyu gözden kaçırdık...

Gökyüzünde Asılı Bir Küre

Çoğu insana göre, bilim devasa bir keşif fabrikasıdır. Öte yandan, bu sadece gerçekliğin bir yanıdır. Bilimin en büyük erdemlerinden biri, bizde daima bir kuşku uyandırmasıdır. Ne zaman bilimsel bir ruhla düşünmeye karar versek, her şeyi sorgulamaya başlarız. Diğer taraftan, kuşkudan ödü patlayan insanlar vardır. Bu insanlar, dehşetli ve son derece soğuk bir şey olarak canlandırırlar onu zihinlerinde. Oysa yararını gördüğümüz hemen hemen bütün zihinsel sevinçlerin temelinde kuşku vardır. Bilimin en büyük erdemi, keşifler ortaya çıkarmanın yanı sıra, baş döndüren bir hızla kuşkular ve kafa karışıklıkları yaratmaktır.

Örneğin, önceki sayfalarda birkaç kez Yeryüzü'nü çizdim senin için. Şekli nasıldı? Elbette küre biçimindeydi... 21.

yüzyılda yaşıyoruz ve Yeryüzü'nün *bu şekilde* olduğunu artık hepimiz doğru kabul ediyoruz. Dünya'nın düz değil de yuvarlak olduğunun keşfedilmesi, bir insanın genel kanının onu inanmaya teşvik ettiği şeyden kuşku duymasıyla oldu. Bildiğin gibi, uzunca bir süre Dünya'nın düz olduğu herkesçe doğru kabul edilmişti.

Pek çok insan, Dünya'nın açık bir yaprak kâğıt gibi düz olduğunu düşünen atalarımızla alay eder. Bense bunu yapamam, biliyorsun. Geçmişte yanılgıya düşmüş olmamız, bugün de hatalı olabileceğimiz pek çok şey hakkında müthiş bir ipucu sunar bize. Onca yıl gezegenimizin dümdüz olduğuna inandığımıza göre, kim bilir şu anda hangi konularda tamamen yanılgı içindeyiz ve kim bilir gelecekte hangi konularda yanılgıya düşeceğiz. Hem inandıklarımızdan tam olarak emin olmamanın duygusu her zaman için olumsuz değildir... Bilimsel açıdan pek talihsiz bir tanımlama olacak ama aslında bu durum bizim için beklenmedik bir *nimettir*. Bu harikulade bir durumdur, çünkü bize hiç de sıkıcı olmayacak bir geleceğin müjdesini verir. İnandığımız şeylerden birinin yanlışlığını görmek bir armağandır: Bu, gerçekliğin belirsiz ve muğlak bir yanını saptayabilmektir. Bir şeyin hatalı olduğunu bilmek de bir nevi emniyettir.

Yaşadığımız bu yerin küre olduğu nasıl keşfedildi; bunun hikâyesini anlatacağım sana. Şu an canın bunu dinlemek istemiyor olabilir, evren yolculuğumuzda geri dönüş yaptığımızı düşünüyorsun belki de. Gezegenlerden söz ettik, Güneş'ten ve Ay'dan söz ettik. Şimdi de kuşkusuz galaksileri, yıldızları, kara delikleri, Einstein'ın görelilik teorisini ve zamanda yolculuk olasılığını ele almak istiyorsun. Kısacası, buradan

uzakta var olduğunu duyduğun o gizemli şeylerin hepsine değinelim istiyorsun.

Ama oraya gelmeden önce kısa bir süreliğine gezegenimizin yüzeyine dönmemiz gerek. Oradan hızımızı alarak yıldızlara kadar çıkacağız.

Eratosthenes

Yunan uygarlığının tek dâhi bilgini Aristarkhos değildi, başka bilginler de vardı. Bunlardan biri, İskenderiye Kütüphanesi'nin yöneticisi Eratosthenes'ti. Hani genç Aristarkhos'un ilgisini çeken kitaplarla dolu olan, Cladius Ptolemaios'un da çalıştığı o kütüphane... Şaşırtıcı bir zekâya sahip olan bu adam, bize, küçük bir kürenin üstünde dalgın deliler gibi yürüdüğümüzü gösteren kişi olarak tarihe geçti. Aynı zamanda kimsenin yardımı olmadan o kürenin büyüklüğünü de hesapladı.

Eratosthenes çok şaşırtıcı bir insandı. Her konuya ilgi duyardı. Sadece matematik ve gökbilimine değil şiire, felsefeye ve dillerin kökenlerini araştırmaya da çok meraklıydı. Ne zaman bu özelliklerin tamamını birinde bulsak, "Tam Rönesans dönemine özgü biri" deriz. Oysa bilgilerin tek bir bireyde toplanması, tarihte çok eski zamanlardan beri rastlanan bir durumdu. Zaten *yeniden doğum* anlamına gelen "Rönesans"la kast edilen, Antik Yunan'ın Rönesans dönemiyle birlikte yeniden canlanmış olmasıdır.

Öyle ya da böyle, Eratosthenes'in en sevdiği uğraşı okumaktı. Gününü okuyarak geçiriyordu. Zamanda geçmişe yolculuk ederek onu ziyarete gitsek, kesinlikle bir parşömen

kâğıdına gömülmüş, okuduğuna dalmış halde bulurduk onu. Ve büyük olasılıkla uzak gelecekten gelen bizleri fark etmezdi bile. Dünyanın en iyi kütüphanesinde, en önemli görevi yürüten bu kişinin, oldukça meşgul biri olduğunu tahmin etmen hiç de zor değil.

Yaşlandığında görme duyusunu kaybetmişti. Artık okuyamıyordu ve bu, onda büyük bir üzüntüye yol açtı. Birinden kendisine kitap okumasını rica edebilirdi belki, diye düşünebilirsin ama bu o kadar kolay değildi. Çünkü haşir neşir olduğu metinler öyle kolay çözülecek cinsten değildi. Böylece hayatı anlamını yitirdi. Nefes alıp vermek ve yürümek büyük bir sıkıntıya dönüştü. Hayatını okumadan sürdürmek budalalıktı, onun için kocaman bir boşluk anlamına geliyordu bu. Derken öleceği ana kadar yemek yemeyi bırakma kararı aldı.

Buna karşın hayatı boşuna geçmemişti. Bize muhteşem bir armağan bırakmış, kendisi için de tarif edilemez heyecanlarla dolu anlar yaratmıştı.

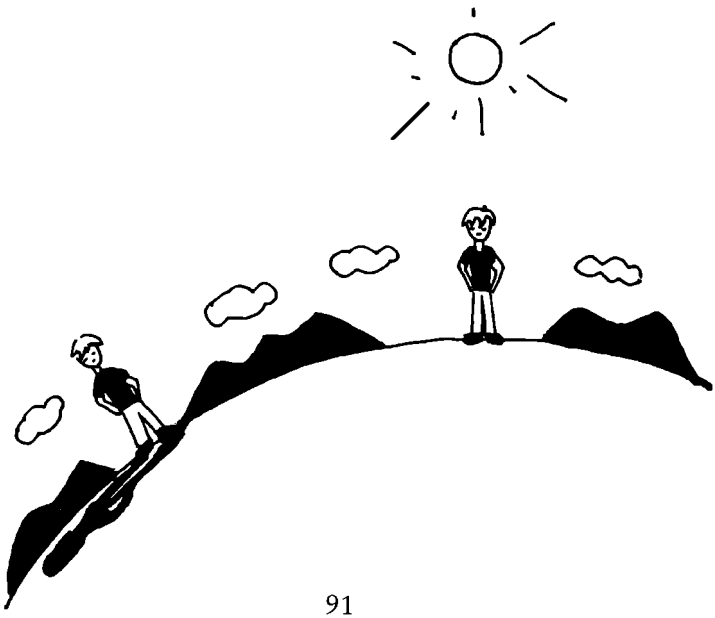
Büyük keşfini anlatmadan önce hayatının son anından söz etmeyi yeğledim, çünkü karanlıkla değil, ışıkla bitirmek istedim. Dolayısıyla, gözleri hâlâ kusursuzken, sevinç ve neşe içinde yaşarken, güneşli kentinin sokaklarında hayaller ve gençlikle dopdolu olduğu halde, kendinden emin bir şekilde gezen bu adamın neler yaptığına bakacağız.

Günün birinde kütüphanede kitapları karıştırırken Siena'da (günümüzde Mısır'ın Asvan kenti) yılın belli bir gününde, aşağı yukarı öğle zamanı, Güneş'in tam başın üstündeki hizada bulunduğu bilgisine rastladı. Bundan ötürü ayakta duran insanların gölgesi yere vurmuyordu.

Bu ayrıntı sana o kadar da heyecan verici gelmemiş olabilir. Ama Eratosthenes bunun üzerine düşüncelere daldı. Başka bir kentte, İskenderiye'de yaşıyordu o. Aynı günde ve aynı saatte Güneş'in kafasının tam üstünde olmadığını, dahası yedi derecelik bir açı yaptığını biliyordu. Aynı saatte İskenderiye'de gölgemiz yere düşerken Siena'da düşmüyordu. Bunun anlamı ne olabilirdi?

Bunu açıklamanın tek yolu vardı: Siena ve İskenderiye arasındaki yolu, bir dağın kavisli tepesi ayırıyor olmalıydı.

Böylece İskenderiye'ye düşen güneş ışınlarıyla eğimli gölge kusursuz biçimde açıklanabilirdi. Öte yandan ne kadar araştırırsa araştırsın, Eratosthenes iki şehir arasında hiçbir kavise rastlayamadı. Bu biçimi verecek bir dağ yoktu. Şehirlerden biri bayıra kurulmuş olsa arada kavis olurdu ama durum böyle de değildi. O zaman kavisi nerede bulacaktı?



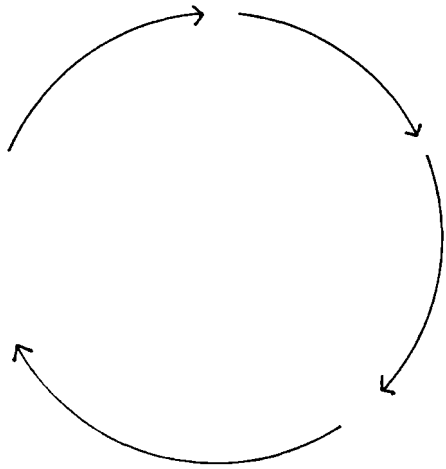
Kahramanımız gözlerini yumdu ve bir bilim insanı gibi düşünmeye cesaret etti. Genel kanıya meydan okuyarak bulacağı yanıtın tuhaf bulunmasından hiç korkmadan... Bir kavis varsa o zaman bu, gezegenin doğasıyla ilgili bir özellik olmalı, diye düşündü.

Eratostenes'in bu fikri bulduğu an, uygarlık tarihimizdeki en önemli anlardan biriydi. Ve işte o sihirli kelimemiz, burada tekrar iş başındaydı.

GENELLEME

İki kentin arasındaki yol kavisliyse, diğer yolların tamamı da neden kavisli olmasın? Ya tüm gezegen kocaman bir kavisten ibaretse?

Peki ya kavisleri birleştirirsek ne olur?



Sonuçta bir daire oluşur ve Dünya yuvarlaktır. Kütüphaneci Eratosthenes'in yaptığı bu çıkarsama mükemmeldi. Ama adamımız, gezegenin biçimini bulmakla yetinmedi ve devasa bir adım daha atarak ne pahasına olursa olsun onu ölçmek istedi.

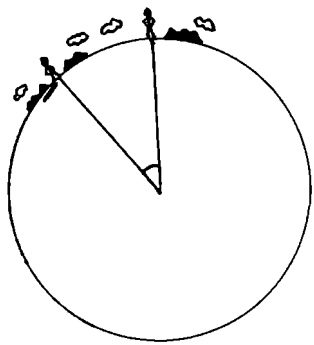
Bu ölçümü gerçekleştirmek için tek yapması gereken temel trigonometriye başvurmaktı. İşte yine o basit üçgenler Dünya'yı anlamamıza yardım ediyordu. Eratosthenes mükemmel bir matematikçiydi; İskenderiye ve Siena kentleri arasındaki uzaklığı ve Güneş'in İskenderiye kentindeki açısını hesapladığında, Yeryüzü'nün çevresini hesaplayabilecekti. Basit bir çarpma işlemi ilk kez bilimi şaşırtıcı biçimde ilerletecek bir yanıt ortaya çıkarabilirdi. İki kentin arasındaki uzaklığı bilmekse son derece kolaydı: O yolu yürüyerek katetmesi için birini yolladı ve sonra ondan kaç adım attığını öğrendi.

Bu ölçümü gerçekleştiren kişinin aklından geçenleri bilmeyi çok isterdim. Evden ayrılırken ailesine ne demişti, anne babası buna nasıl tepki göstermişti acaba? Büyük olasılıkla, bütün bunların evden bir süre uzaklaşmak için bahane olduğunu düşünmüşlerdir... Varsa karısı, uzaklarda bir yerde daha genç bir kadının kocasını beklediğini ya da adamın hava değişimine ihtiyacı olduğunu da düşünebilirdi. Ne yazık ki tarih bu detayları derlemiyor bizim için... Her halükârda ölçümü yapan yürüyüşçü, adımlarının tarihsel öneminin bilincinde değildi. Yolculuğu sırasında aklı fikri kendi meselelerinde olacaktı ya da belki sadece görevini tamamladığında alacağı ödülü düşünecekti. Ona bu görevi veren bilim insanının tembelin teki olduğunu da düşünebilirdi pekâlâ; o kadar meraklıysa bu yorucu mu yorucu yolculuğu neden kendisi yapmamıştı ki? Ama inkâr edilemeyecek bir şey vardı, bu işi

gayet iyi yerine getirmişti, çünkü Eratosthenes'e verdiği rakam hayli doğruydu.

Bilge adam bu veriyi elde ettikten sonra basit bir işlem yaptı. Her iki şehirden de iki doğru çıktığını ve dairenin merkezinde bu doğruların kesiştiğini canlandırdı zihninde. İçteki açıyı biliyordu: 360 derecede bu açıdan kaç tane olduğunu belirledikten sonra, yapması gereken tek şey bir çarpma işlemiydi. İki şehrin arasındaki uzaklıkla bu veriyi çarptı ve son derece doğru bir biçimde, gezegenimizin çevresinin uzunluğunu yaklaşık 40 bin kilometre olarak hesapladı.

O da tıpkı Samos'lu Aristarkhos gibi, sadece basit matematik kullanarak olağanüstü bir başarıya imza atmıştı. Onlar sayesinde insanlık Yeryüzü'nün Güneş'in etrafında döndüğünü ve azimle kirlettiğimiz bu mavi gezegenin büyüklüğünü iki bin yıldan uzun bir süredir bilmektedir. İntihar etmeye karar



verdiğinde, zavallı adam bilim tarihine yaptığı o heybetli katkının bilincinde miydi acaba? Büyük olasılıkla buna dair en ufak bir fikri yoktu. Çünkü pek çok durumda zekâ dünyevi meselelerin gölgesinde kalmıştır.

Tamam, artık yıldızlara yollanalım...

Yıldızlar

Görünüşte, yıldızlar tesadüfi bir biçimde gökyüzünün her tarafına saçılmış durumdadır ve her yerdedir. Birisi havaya bir ton parıltılı şeker fırlatmış ve onlar da orada sonsuza kadar asılı kalmış gibi.

Yıldızlar tam olarak nedir? Eskiler bu soruyu dile getirdikten sonra herkesin beğenisine göre çeşit çeşit yanıtlar vermişlerdi. Kimine bakarsan, işi gücü evreni süslemek olan bazı tanrıların geceleri gökyüzünü bezemek için yaktığı ateşlerdi yıldızlar. Bu şiirsel bir tarif olsa da kesinkes hatalıdır. Biz insanların takıntılı bir eğilimi var: En küçük hayvancıklardan en uzaktaki yıldızlara varana dek etrafımızdaki her şeyin özel isteklerimize hizmet ettiğini sanıyoruz. Bilim bize bu kibirli fikrin herhangi bir temeli olmadığını gösterdiği halde, kesinlikle onu üzerimizden atmakta zorlanıyoruz.

Başkalarına göreyse yıldızlar, arka taraflarında yanan ateşi gösteren gökyüzündeki deliklerdi. Budalaca bir fikir gibi görünse de konuyu epey basitleştirmek gibi bir yararı vardı bunun. Bu anlamda bilimsel bir varsayımdı. Küçük küçük binlerce ateş olduğu doğru değildi, her şey tek bir ateşle çözümlenmiş oluyordu.

Bu binlerce delik teorisi, ilk duyduğumda çok görkemli gelmişti bana. Bunu, bir tren yolculuğu sırasında okuduğumu anımsıyorum; birden bu fikri ortaya atan atalarımıza hayran kalmış, içten içe onlarla gurur duymuştum. Çok sayıda şeyi tek bir şeye dönüştürerek gerçekliği basitleştirmeye karar veren bu insanlar epeyce akıllı olmalıydı.

Ama tabii bu ilkel teori, evreni süsleyen tanrı fikrine göre

daha incelikli olsa da sonuçta hatalıydı. İnsanda hayranlık uyandıran şeyin her zaman doğru olması gerekmez ama tam tersi geçerlidir: Doğru, daima hayranlık uyandırır.

Yıldızların ne olduğuna dair o soruyu yanıtlamaya koyulmadan önce, uzun bir süre fark edilmemiş bir konuya dikkat çekmek gerekmişti. Yıldızlar tek başlarına hareket etmiyordu, bu hareketi hep beraber gerçekleştiriyorlardı. Kendi başına vızır vızır uçan bir sineğe değil, düzenli ve kusursuz biçimde eşzamanlı hareket eden bir kuş sürüsüne benziyorlardı. Tek vücut halinde ve aralarındaki uzaklığı daima koruyarak hareket ediyorlardı. Hatırlarsan, gezegenlerin görünüşteki o kararsız hareketlerine kıyasla yıldızların kusursuz hareketleri, Ptolemiaos'u, sistemine dış çemberleri dahil etmek zorunda bırakmıştı.

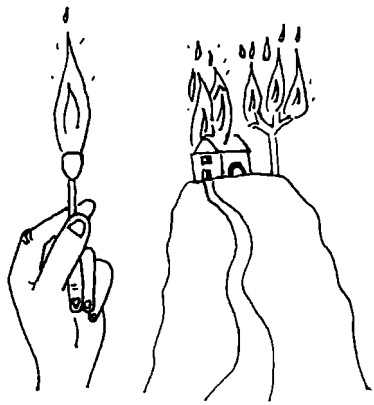
Aslında yıldızlar kuşlardan bile daha düzenlidir. O kadar düzenlidirler ki, davranışlarının köşeli ve aşırı sıkıcı olduğunu bile söyleyebilirsin. En ufak bir maceracı ruh olmadan, kusursuz biçimde öngörülebilir şekilde hareket ederler. (Bu arada İspanyolca "aventura-macera" kelimesi, köken olarak *rüzgârla birlikte hareket etmek*'ten gelir.) Hepsi, gökyüzünde görünmez bir kubbenin etrafında dönüp durur.

Neden bu şekilde hareket ediyorlar? Nasıl hepsi de uyum içinde olabiliyor? Yoksa kaybolmamak ve birbirlerinden ayrılmamak için görünmez iplerle mi bağlılar birbirlerine? Aristarkhos ve Kopernik'in öğretilerini anımsarsak, buna yanıt vermek zor olmayacak. Gezegenimiz Güneş'in etrafında döner; bu turu tamamlamak için bir yıla ihtiyacı vardır. Eski gözlemciler, belirli yıldızların bizi her yıl ziyaret ettiğini doğrulamıştır. Ne kadar büyük bir tesadüf, sence de öyle değil

mi? Bu iki olayı birleştirmek ve bundan yıldızların orada, yukarıda büyük oranda sabit durdukları sonucunu çıkarmak mantıklı olacaktır. On iki ayda bir dönüş yapmaları da gezegenimizin Güneş'in etrafındaki hareketinin bir sonucudur. Böyle bakınca, uzun zaman önce onlara *sabit yıldızlar* adının verilmesi iyi bir fikirdir.

Dünyamızın etrafına serpiştirilmiş durumda olduklarını bilmemize rağmen, ne olduklarını bilmiyoruz hâlâ. Onları birer ışık noktası gibi görüyoruz ama ne büyüklükleri ne de ne kadar uzakta oldukları hakkında bir fikrimiz var.

Yakınımızda olan küçük ışıklar mı onlar, yoksa korkunç uzaklıklardaki devasa ışık küreleri mi? İlk bakışta bu soruya yanıt vermek zor. Bir metre uzakta yanan bir kibritle şehrin öteki ucundaki bir evde yanan kocaman bir ateş aynı büyüklükte görünür. Yıldızlar yakınımızdaki kibritler mi, yoksa uzağımızdaki ateşler mi?



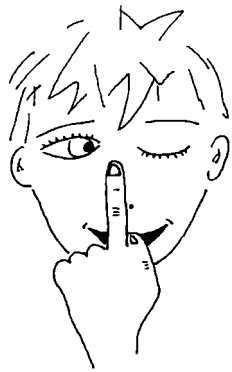
Bu sorunun bir yanıtı yokmuş gibi görünse de, aslında yanıt çok yakınında.

Burna Değen Parmak

Az önceki soru işaretlerinin, daima elimizin altında bulunan bir şeyle aydınlanacak olması şaşırtıcı bir durumdur. Buna karşılık Newton'dan öğrendiğimiz gibi, uzaklara gidebilmek için bize ipucu sunan, aslında günübirlik öğelerin ta kendisidir. Burnu düşünelim.

Parmağını burnuna sokmak ayıp kaçtığından bunu yapmanı isteyecek değilim ama *yaparmış* gibi, parmağını burnuna değdirmeni rica edeceğim senden.

Bir parmağını tam burnunun önüne koy. Sonra sol gözünü kapayarak sağ gözünle bak.



Şimdi aynısını diğeriyle yap: Sağ gözünü kapayıp sol gözünle bak.

Seninle alay ettiğimi düşünebilirsin ama aslında yıldızların uzaklığını ölçmek için dâhice bir yöntem gösteriyorum. Nasıl mümkün olabilir bu? Çok basit. Bu hareketi, gözlerini değiştirerek tekrar et. Komik komik hareketler yaptığın için

utanmana gerek yok. Parmağına sağ gözünle bak, sonra sol, sonra yeniden sağ.

Ne fark ettin? Görünüşte hiçbir şey ama arka plana dikkat et. Arka plandakilere kıyasla, parmak, gizemli biçimde yer değiştiriyor gibidir. Bu deneyi odanın içinde yapıyorsan, parmağının, önündeki duvara göre, sağ gözle baktığında bir konumda, sol gözle baktığında başka bir konumda olduğunu fark edeceksin. Bilim insanları buna ıraklık açısı (*paralaks*) adını veriyor. İşte bunun sayesinde evreni ölçmeyi başardık.

Parmağını burnundan ayırıp biraz daha uzağa götür. Kolunu olabildiğince ger, parmağını ise aynı yükseklikte tut.

Parmağına önce bir gözünle, sonra diğeriyle bakarak bir önceki deneyi tekrar et. Şüphesiz çok önemli bir değişiklik ortaya çıkacak. Parmak, arka tarafa oranla çok daha az hareket edecek artık.

Buradan bilimsel bir yasaya varmak üzereyiz. Parmak yakın olduğunda farklı gözle bakmak, arka tarafa göre konumda büyük bir fark yaratırken, parmak uzakta olduğunda bu fark küçülür. İyi düşünürsen, parmağımızla gözümüz arasındaki uzaklığı öğrenmenin kusursuz bir yolu olabilirdi bu.

Bu yöntem, parmağın ne kadar uzakta olduğunu öğrenmek için geçerliyse, yıldızların ne kadar uzakta olduğunu öğrenmek için niye geçerli olmasın?

İşte yine bir genelleme yapmış olduk. Bu serüvene atıldığımızdan beri pek çok kez genelleme yaptık. Çünkü elimizdeki bu aracın gerçekliği anlamak adına kullanılan muhteşem bir araç olduğu giderek netleşiyor. Şimdi tek yapmamız gereken, bu genellemenin geçerli olup olmadığını öğrenmek için deneye başvurmak.

Sağlamasını yapacağız. Hava karardığında sokağa çık ve herhangi bir yıldıza önce sağ gözünle, sonra da sol gözünle bak: Konumu değişiyor mu?

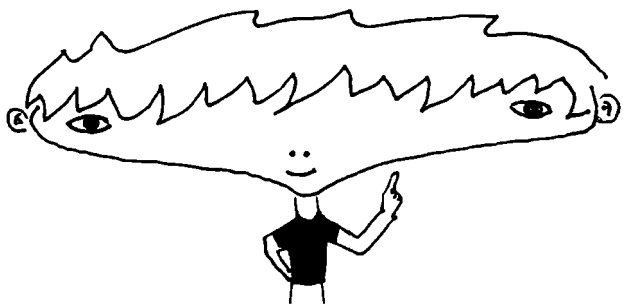
Pekâlâ, sokağa çıkmak için gecenin çökmesini beklemene gerek yok; dışarıda nasıl insanlarla karşılaşacağını kimse bilemez... Yanıtı ben vereyim: Sol ya da sağ gözünle bakman, yıldızın konumunda bir değişikliğe yol açmayacaktır. Neden?

Daha önce gördüğümüz gibi, parmağını burnundan ayırmak için kolunu ileri uzattığında, arka plana göre gözlediğimiz fark daha da küçülür. Çok uzun bir kolumuz olsaydı ve parmağımızı çok uzakta bir yere yerleştirseydik, sağ ya da sol gözle baktığımızda oluşan fark, lafını etmeye değmeyecek kadar küçük olurdu.

Gözlemlediğimiz bir yıldıza sağ ya da sol gözümüzle baktığımızda bir fark göremiyorsak, bu ne demektir?

Yanıtı açıktır: Yıldızların çok çok uzakta oldukları anlamına gelir bu.

Gözlerimiz birbirinden daha uzak olsaydı her şey daha basit olurdu: Sağ ve sol gözümüz arasındaki mesafe yedi santim değil de daha uzun olsaydı, gözlem yaptığımız nesne ne kadar uzakta olursa olsun, ıraklık açısı (*paralaks*) daha büyük oranda değişikliğe uğrayacaktı. Bu, uzaklıkları ölçme konusunda büyük bir sorun anlamına gelse de gözlerimizin mevcut halinden de şikâyet etmemek gerek.



Gelgelelim küçük bir hile yapabiliriz: Önce sağ, sonra sol gözümüzle bakmak yerine bir nesneyi iki gözümüzle birden gözlemleyebilir, sonra da bir kez daha bakmak için epey uzak bir yere yürüyebiliriz. Böylece –bir yerden başka bir yere gittiğimizde– gözlerimizin arasındaki mesafe daha büyükmüş gibi bir durum yaratmış olacağız.

Büyük uzaklıkları hesaplayabilmek için bilim insanlarının aklına gelen fikir buydu. İnsanoğlu var gücüyle Dünya'yı anlamayı arzuladığında aklına nasıl da garip fikirler geliveriyor, fark etmişsindir. Bu bende hep neşeli bir heyecan duygusuna yol açmıştır. Haliyle dikkatlerini bir şeye yoğunlaştırmış ciddi insanlar olarak görülen bilim insanları, çoğu zaman gerçeklikle oyunlar oynayan çocuklar gibi davranabilir. Diğerlerini en çok güldüren, en gülünç fikir, onlar için ölçülemeyecek değerdedir.

Böylece, günün birinde bazı gökbilimciler, gezegenimizin üstündeki bir noktadan bir yıldızı gözlemlemeye karar verdi. Bu sırada başka bazı meslektaşları da çok uzak bir yerde başka bir yerden aynı yıldızı gözlemliyordu.

Yaptıkları gözleme göre, yine bir fark yoktu. Nereden bakıldığından bağımsız olarak, yıldızın konumu hâlâ aynıydı.

Iraklık açısı (*paralaks*) fikri o anda, gökyüzündeki bu küçük ışıklardan ne kadar uzakta olduğumuzu öğrenmek konusunda işimize yaramıyordu. Ama bu ilk başarısızlığın bir ödülü oldu. Çünkü böylece, yıldızların o güne dek kimsenin aklına hayaline gelmeyecek kadar uzakta olduğu açık seçik anlaşıldı. Paralaks bir kenara atılmadı; çöpe atılmayacak kadar kıymetli bir teknikti bu. Yapılması gereken, birinin bundan yararlanarak daha iyi bir fikir ortaya atmasını beklemekti.

Ve beklenen kişi geldi. İsmi Bessel'di ve 1838 yılında sıra dışı bir şeye imza attı.

Cygnus'a (Kuğu'ya) Olan Uzaklık

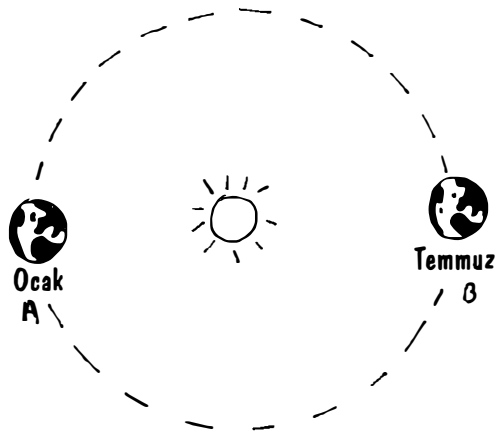
Alman Friedrich Bessel'in resmine baksak, yaşadığı dönemin en yakışıklı adamlarından olduğunu söyleyemeyiz ama muhteşem biriydi. 1784 yazında doğmuştu. Gerçekten çok titiz bir gökbilimci ve matematikçi olarak tanınırdı. Kimileri titizliğinin takıntılı olduğuna inanırdı. Çünkü yaptığı ölçümleri, bedensel açıdan tükenecek noktaya gelinceye kadar defalarca gözden geçirirdi. Teleskoplarla çalışılmaya başlandığı zamanlarda, bu titizliği, bilim insanlarının çoğunun onu hemen tanımasını sağlamıştı. Gerçi büyük olasılıkla bu durum onda duygusal rahatsızlıklara yol açıyordu. Başka bir ifadeyle söylersek: Muhteşem bir insandı ama oda arkadaşın olmasa daha iyi.

Bessel, devasa uzaklıkları hesaplamakta kullanılabilecek bir yöntem olarak paralaks fikriyle çok heyecanlanmıştı. Arzusu, yıldızlarla aramızda kaç kilometrelik bir uzaklık olduğunu bulmaktı. Ancak Yeryüzü'nün farklı yerlerinden baktıktan sonra, gözlemlenen konum farkının ihmal edilebilecek kadar küçük olduğunu görüp hayal kırıklığına kapılmıştı. Gördüğümüz gibi, bu etkiyi elde etmek için daha büyük uzaklıklara ihtiyaç vardı.

Buradaki üzücü durum, Dünya üzerindeki en uzak yerin, yine Dünya'nın üstünde bulunmasıydı. Gezegenimizin çapı belliydi ve en büyük uzaklık bu kadardı. Sırf daha büyük

uzaklıklara ihtiyacımız var diye, bu alanı canımız istediği gibi genişletecek değildik... Artık Yeryüzü'nden dışarı çıkabiliyoruz. Hatta Ay'a gidebiliyor, Jüpiter'in ötesine gözlem uyduları bile yollayabiliyoruz. Ama 19. yüzyılda düşünülebilir bir şey değildi bu. O zaman gidilebilecek en uzak yer, yola çıktığımız noktaya göre Dünya'nın diğer ucuydu. İspanya'dan yola çıktıysanız Avustralya'ya kadar gidebilirdiniz ama orada biterdi. Bu, sana da bana da çok büyük bir yolculuk gibi görünse de sıra yıldızların ıraklık açısını hesaplamaya gelince işe yaramıyordu. O zaman ne yapmak gerekiyordu?

Bassel sıra dışı bir şey yaptı. Dünya'nın büyüklüğü yıldızların ıraklık açısını ölçmek için küçükse, o zaman daha büyük bir uzaklık kullanacaktı. Peki ama gezegenden ayrılmamız mümkün değilse nasıl olacaktı bu? Acaba Bessel hesaplamayla aklını bozmuştu da gözü açık rüya mı görüyordu? Gerçekten ne düşünüyordu? Çok basit: Yeryüzü'nün yörüngesinin devasa çapını düşünüyordu.



Bildiğin gibi, gezegenimiz Güneş'in etrafındaki tam dönüşünü bir yılda tamamlar. Dolayısıyla yarım yılda yarım dönüş yapar. Her altı ayda bir Güneş'in bir tarafından diğer tarafına geçeriz. Ve iki nokta arasındaki uzaklık çok büyüktür; Dünya'nın iki farklı ucu arasındaki çapın uzunluğundan katbekat büyüktür. Bu yolculuğu farkına varmadan, gezegenden hiç ayrılmadan, hatta evden çıkmadan yaparız. Bunun için Bessel'in şunu yapması yetecekti: Gezegenimizin yörüngede *A* noktasında olduğu bir anda bir yıldıza bakacak, altı ay sonra da gezegenimiz yörüngesinde *B* noktasındayken, teleskobunu yine aynı noktaya yöneltecekti.

Cygnus (Kuğu) Takımyıldızı'nda 61 no.'lu yıldızı seçti gözlemi için. Başka birini de seçebilirdi ama özellikle hoşuna giden bir takımyıldızıydı bu. Bazı durumlarda bilim insanlarının bütünüyle sırrına eremeyeceğimiz, kendilerine özgü tercihleri olabilir. Kim bilir hangi tuhaf nedenden ötürü o küçük ışıklı noktaya özel bir sevgi besliyordu...

Gökyüzünün berrak olduğu bir gece hayran olduğu yıldıza bakıyordu. Bir sonraki gece tekrar baktı ve giderek bu ışık parçasına daha çok sevgi beslemeye başladı. Nihayet günün birinde bu ölçüm işini gerçekleştirmeye karar verdi.

Bir teleskobun ve gökyüzündeki yıldızların konumunu hesaplamak için kullanılan kimi aletlerin yardımıyla Cygnus Takımyıldızı'ndaki 61 no.'lu yıldızı gözlemledi. Tam altı ay sabırla bekledi ve teleskobuyla yeniden baktı.

Bu altı ay boyunca, paralaksta yani ıraklık açısında herhangi bir fark olup olmayacağını görmek için sabırsızlıktan ölecekti neredeyse. Evindeki zavallı bir takvime bakarak ayların, günlerin ve haftaların bir an önce geçmesini dileyen o

gergin halini gözümün önüne getirebiliyorum. Bu, hiç de kolay bir bekleyiş olmamıştı herhalde.

Yarım yıl geçti ve yıldızına yeniden baktı. Yıldızın arka plandaki gökyüzüne oranla konumunu ölçtü yine. Ve ne elde etti, biliyor musun?

Paralaks Vardı!

Arka plana kıyasla bir konum farklılığı olduğunu gördü Bessel. İnsanlık tarihinde biri ilk kez, sırayla bir sağ gözümüzle, bir sol gözümüzle parmağımıza baktığımızda olanların bir yıldıza da olduğunu gözlemlemişti.

Birkaç sayfa önce, Newton'un taşı, çok basit bir şeyin mükemmel sonuç verebileceğini göstermişti bize. Bu kez işi yapan ise bir kulaç mesafesinden burnumuza dokunan parmağımızdı. Ha taşlar, ha parmaklar, ne fark eder! Burada önemli olan, elimizin altındakilere uygun bir biçimde kafa yorduğumuzda gerçekliğin kapsamını genişletebilme yeteneğimizdir.

Halinden gayet memnun olan kahramanımız bu konum değişikliğini not etti. Sonra basit bir matematiksel formül uygulayarak bu yıldızın 10,4 ışık yılı uzakta olduğunu tespit etti. Bugünkü bilgilerimize göre, sadece biraz daha uzakta, tam olarak 11,4 ışık yılı uzaklıktadır o yıldız. Ancak yaşadığı dönem göz önüne alındığında, yaptığı hesaplama olağanüstü doğruydu.

Bessel, bir yıldızla aramızdaki uzaklığı hesaplayan ilk bilim insanıydı. İnsanlığın yüz binlerce yıllık Yeryüzü macerasında, endişeli böcekler gibi titreşen o sarı ışık noktalarının

ne kadar uzakta olduğunu merak eden milyonlarca insan olmuştu. Hikâyeler, fabl'lar, öyküler yaratılmış, çokça kafa patlatılmış; hatalı, çok ilgili, şiirsel, çılgınca, ilgisiz, dâhice veya budalaca bir dolu tahmin yürütülmüştü. Ve bütün bu yıllar boyunca, Bessel dışında kimse doğru bir yanıta ulaşamamıştı. Dostumuzun neler hissettiğini hayal edebiliyor musun? Ya sen, insanoğlunun ne olursa olsun bir şeyi ilk keşfeden üyelerinden biri olsan ne hissederdin? Kesinlikle ölçüsüz bir mutluluk duyardın ve büyük olasılıkla, saçma sapan bir kibir yerine, yenilikleri görebilmenin güzelliğine benzer bir şeyler hissederdin.

Şiir döktürmeye başlamadan az önce, dikkatle üzerinde durmamız gereken bir şey söylemiştim anımsarsan: Cygnus Takımyıldızı'na ait 61 no.'lu yıldızın bize 11,4 ışık yılı uzakta olduğunu... Peki, bu *ışık yılı* ne anlama geliyor? Nasıl oluyor da bir zaman birimi olan *yıl*, bir uzaklık ölçüsünü tanımlamak için kullanılıyor?

Bu soruya yanıt vermek için geçmişe yolculuk edeceğiz; birkaç kez sözünü ettiğim dışadönük, sevimli ve belki de fazla konuşkan bir adamı daha yakından tanıyacağız.

Galileo

O da zamanının en yakışıklı adamlarından biri değildi ama bundan çok daha önemli bir özelliği vardı: Tepeden tırnağa dâhiydi. Aslında modern bilimin babası olarak kabul edilir Galileo. Bu da –tahmin edebileceğin gibi– çok büyük bir şey. Aşırı pohpohlayıcı bir söz gibi gelebilir bu sana... Ama inan

bana, onun durumunda, bunun için yeterince gerekçe vardı. Keşifleri bilimi ve evreni anlama tarzını değiştirdi. Belli açılardan daha önce sözünü ettiğim Antik Yunan'daki bilim insanlarını hatırlatıyordu. Galileo da onlar gibi gözlemle matematiği birleştirdi ama bir adım daha attı ve koskoca Dünya'yı, deneylerini rahatça gerçekleştirebileceği devasa bir laboratuvara dönüştürdü. Ölçülebilir ve hesaplanabilir durumdaki herhangi bir şey ilgisine konu olabilirdi. Şansına, dünya ölçülebilir ve hesaplanabilir bir sürü olayla doluydu. Dünya'nın kurulum biçimi, kimi insanlara bazen böyle kolaylıklar sunar işte.

Dostumuz 1564'te İtalya'da, tam olarak Pisa'da doğmuştu. Babası kendi alanında yenilik yapmakta son derece yetenekli bir matematikçi ve müzisyen olan Fernando Vicenzo'ydu. Dönemin müzikal biçimlerini derinlemesine çalışmakla kalmamış, yeni armonik modeller yaratmak için deneyler de yapmıştı Vicenzo. Yetenekleri oğlununkilerle boy ölçüşemezdi elbette ama müzik tarihine katkıları son derece önemliydi.

Vicenzo'nun en belirgin özelliklerinden biri, dinden pek hoşlanmıyor olmasıydı. İsalı haçlar ve papaz cüppeleri onu çileden çıkarıyordu, bile denebilir; bunlara dayanamıyordu. Onun zamanında pek rastlanan bir tavır değildi bu. Çünkü dindarlık neredeyse herkesin zihninde epeyce yer tutuyordu ve Tanrı'nın varlığına dair bir şüphe, kişiyi çoğunluktan ayrı kılıyordu. Vincenzo da belli anlamlarda acayip biriydi.

İşle ilgili konular nedeniyle hayatının bir döneminde Floransa'ya taşınmak zorunda kalmıştı. Normal olan, on yaşındaki oğlu Galileo'yu da yanında götürmesiydi. Ama bu

ona imkânsız gelmişti. Böylece Jacobo adında bir komşusuyla konuştu –dürüst, ciddi ve güvenebileceği biriydi Jacobo– kendisi şehir dışındayken çocuğunun eğitimiyle ilgilenmesini rica etti ondan.

Jacobo bu görevi üstlendi ama aklına delikanlıyı bir manastıra yazdırmaktan daha iyi bir şey gelmedi. Hıristiyanlık'a kuşkuyla yaklaşan baba, komşunun aldığı kararı duyunca çok sıkıldı tahmin edebileceğin gibi. Ama sevgili oğlunun bütün ömrünü ciddi ciddi din adamlığına adamak üzere olduğunu öğrenince içi daha da çok sızladı. Biricik Galileo'sunun rahip olduğunu, gözleri yarı aralık bir halde, mırıl mırıl kendisinin inanmadığı bir Tanrı'yla konuştuğunu düşünmeye katlanamıyordu. Vincenzo ne pahasına olursa olsun buna son vereceğine ant içti. Eline geçen her fırsatta çocuğu manastırdan çıkarmak için plan yaptı.

Ve bir de şu gazete manşetine bak:



Bu sana biraz abartılı gelebilir ama bazen basit olaylar çok ciddi değişikliklere yol açabilir. İnsan bazen küçücük bir olayın nasıl büyük sarsıntılar yaratacağını tahmin edemez. Günün birinde Galileo'nun gözünde bir iltihap oluştu ve bu olay modern bilim tarihini ebediyen değiştirdi. Hatta bunun –tabii aradan uzun uzun yıllar geçtikten sonra– insanoğlunun Ay'a ayak basmasını sağladığını bile söyleyebiliriz.

Bir gün, tuhaf fikirleri olan komşu Jacobo, Vincenzo'ya çocuğun gözündeki iltihabı haber verdi. Baba bunu duyunca endişeleneceği yerde neredeyse havalara uçtu. Küçücük çocuğun acısından faydalanacak kadar acımasız ve kötü bir insan olduğundan değil tabii... Onun açısından bu durum harikaydı, çünkü böylelikle söz konusu dini kurumda çocuğun ihmal edildiğini ve bir an önce oradan çıkması gerektiğini ileri sürebilecekti. Öyle de oldu... Göreceğin gibi, çocuğun babası tam bir strateji uzmanıydı.

Manastırdan çıktıktan sonra Galileo, babasının görüşmeleri sayesinde Pisa Üniversitesi'ne kaydoldu. Orada matematik ve tıp okudu. Vincenzo, bilimle ilgili çalışmalarının çocuğu dini eğilimlerinden uzaklaştıracağına emindi.

Vincenzo haklı çıktı: Galileo zamanla matematiğe ilgi duymaya ve tüm hayatını Tanrı'ya adama fikrini küçümsemeye başladı. Pisa Üniversitesi'nde aldığı dersler Antik Yunan uygarlığının keşiflerine hayranlık duymasını sağladı. Ve bu dünyaya gelme nedeninin, onun daha iyi anlaşılmasına yardım etmek olduğunda karar kıldı. Bu onun göreviydi ve kimse onu bu görevinden uzaklaştıramazdı. Her geçen gün bilgisine bilgi kattı ve bilgisi arttıkça merakı da arttı. Bu daima böyle

olmuştur: Genellikle tam aksi düşünülse de merak denilen duygu asla tatmin edilemez; bilakis onu dindirmesi gerektiği düşünülen şeyle neşeli biçimde çoğalıp büyür.

Genç Galileo'nun tüm günü odasına hapsolarak geçirdiğini sanma. Eğlenceleri ve şarabı fazlasıyla severdi. Ve hepsinden öte kızları severdi: Kısa boylu ya da uzun, zayıf ya da etli butlu, genç ya da olgun, akıllı ya da umutsuzluk derecesinde aptal, sarışın ya da esmer, küçük göğüslü ya da koca göğüslü, cahil ya da eğitimli, temiz ya da kirli fark etmezdi... Birini baştan çıkarmak zor geliyorsa (ki, bu pek sık başına gelmezdi) hemen hizmetlerinin karşılığını ödeyeceği başka bir kadın aramak üzere kaldırım değiştirirdi. Bu işi yapan kadınlar vardı ve o da epeyce sık birlikte olurdu onlarla. Bu, engel olamadığı ve tüm ömrü boyunca ona eşlik eden bir huydu. Eğlence hayatına bir servet harcadı ve bunun sonucunda borçları katlandı. Kadınlarla ilgili bu huyu ve bu ilişki tarzı, annesinin katı ve baskıcı bir hanım olmasıyla bağlantılıydı. Alacaklılarından birinin şehirde oğlunun peşine düştüğünü, hatta onu ölümle tehdit ettiğini öğrendiği zaman onu bağıra çağıra ayıplardı annesi. Galileo ise annesini sakinleştirmeye çalışır, hemen para toplayıp borcunu ödeyeceğini, bunun son olduğunu söylerdi. Ama eline geçen ilk parayı bu sefer de başka bir eğlencede çar çur ederdi.

Fakat bütün bunlar onun tarihteki gelmiş geçmiş en zeki ve en üretken bilim insanlarından birine dönüşmesini engellemedi. Diğer taraftan, hatalı sonuçlar çıkarmanı da istemem: Galileo, *Büyük Galileo* adını aldıysa, bu, aşırılıkları ve ölçüsüzlükleri sayesinde değil, muhtemelen onlara rağmen gerçekleşmişti. Dâhinin fevri hareket eden, savurgan biri ol-

duğuna dair yanlış fikirler vardır ama bütün bunlar gerçekle ilgisi olmayan, hayali düşüncelerdir.

Yetenekli dostumuzun bu düzensizliği, neredeyse kırk yaşındayken, Marina adında bir kızla tanışmasına kadar devam etti. Ona kör kütük âşık oldu... Galileo'nun annesi Marina'dan hiç hoşlanmadı. Bir seferinde oğlunu ziyarete gittiğinde ortalığı feci halde buldu; mutfak pislik içindeydi ve gelini de tembel tembel oturuyordu. O zamanlar kadınların ev işlerini yerine getirmek gibi bir yükümlülükleri vardı ve cansiperane bir biçimde o işe sarılmayan kadınlara iyi gözle bakılmazdı. Ayrıca dürüst olmam gerekirse, kızcağız edep timsali bir içtenlik abidesi de değildi; geçmişi karanlık olaylarla doluydu. Belki de Galileo onunla bir tavernada tanışmıştı. Ve hatta ilk günlerde hizmeti karşılığında ona para bile ödemişti... Öyle ya da böyle, Marina kahramanımızın kafasını biraz olsun toplamasına ve kazandığı parayı tavernalarda har vurup harman savurmayı bırakmasına yardımcı oldu. Daha önce hiç âşık olmamıştı Galileo; fiziğin kurallarını aşkın kurallarından çok önce keşfetmişti. Dolayısıyla onun için üzülsek de bizim açımızdan bunun sonuçları çok görkemli olmuştu.

Ulises, sana ileride bu adamın yaptığı muhteşem şeylerden bazılarını anlatacağım. Ama şimdilik sadece iki tanesine dikkatini vermeni istiyorum senden.

Birisi ışıkla ilgili.

Işık tam olarak nedir? Bu, Galileo'nun pek çok kez dile getirdiği bir soruydu. Işığın doğasını bulmak, ne olduğunu bilmek ona çok karmaşık geliyordu. Sahiden de gizemli bir varlıktı ışık. Oradan oraya gidebiliyor, nesnelere çarptığı hal-

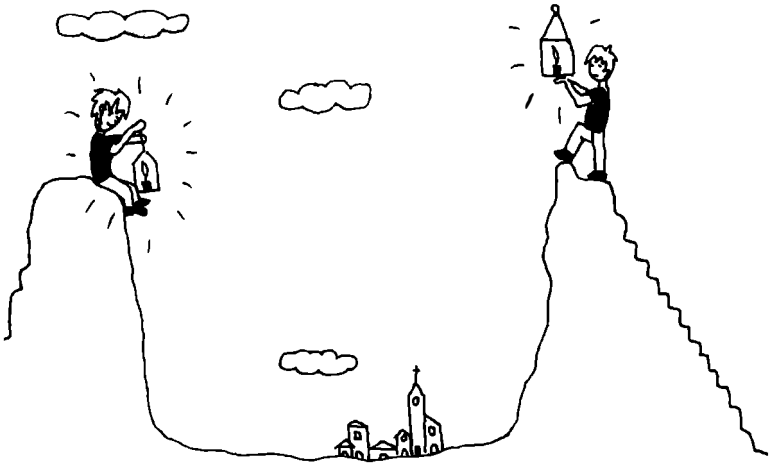
de ses çıkarmıyordu ve bir ağırlığı olmadığı halde varlığı her şeyi ezip geçiyordu. Elinin altındaki araçlar ışığı tahlil etmek için henüz çok kusurluydu ve o da bunun bilincindeydi. Ama en azından ışıkla *ilgili* bir şeyler bulmak için çaba sarf edebilirdi. Örneğin, ışığın yer değiştirme hızı bulunabilirdi.

Sözgelişi, bir mum ışığının yolculuğuna mum alevinden başlaması ve ona bakan insanın gözlerine doğru ilerlemesi gerekirdi. Ve ancak ışık gözümüze ulaştığında onu görebiliyorduk. Mantıklı görünüyor bu.

Galileo sesin belli bir hızda hareket ettiğini biliyordu. Ellerini çırptığında, ellerin birbirine çarpmasıyla çıkan ses, saniyede 360 metre katederek yol alırdı. Bu veriyi bulmak zor değildir; bir sesin çıktığı yerle onun işitildiği yer arasındaki uzaklığı bilmek yeter. Bu uzaklığı aradan geçen zamana böldüğümüzde sesin hızına ulaşırız.

Dostumuz ışık hızını hesaplamak için de bu tekniği kullanabileceğini düşündü. Onunla aynı dönemde yaşayanlar bu fikre pek sıcak bakmadılar. Çünkü ışığın sonsuz bir hızda yol aldığını varsayıyor, onun anlık bir şey olduğunu sanıyorlardı; dolayısıyla, yayılması ve algılanması arasında –onlara göre– herhangi bir zaman geçmiyordu. Ama Galileo, bu hızın sınırlı ve hesaplanabilir olduğuna emindi.

Bir gün gecenin çökmesini bekledi ve bir kandil alarak bir tepeye çıktı. O zamana kadar aynı hareketi binlerce insan tekrarlamıştı. Ama bu kez aynı eylem büsbütün farklı bir nedenle gerçekleştiriliyordu. Birkaç yüz metre ilerideki başka bir tepeye çıkan Galileo'nun arkadaşının elinde bir başka kandil vardı.



Fikir çok basitti ama akıllıcaydı. Her iki kandil de bizim şimdilerde bir feneri yakıp söndürerek elde ettiğimiz etkiye benzer biçimde kapatılıp açılabiliyordu. Galileo elindeki kandili söndürdüğünde yardımcısının da aynısını yapması gerekiyordu. Böylelikle, ışığın diğer tarafta ne kadar sürede görüldüğü hesaplanabilecek, kandille tepe arasındaki uzaklık ortaya çıktığında ise ışığın hızı bulunacaktı.

Bu, olağanüstü bir deney gibi görünse de ne yazık ki Galileo'nun düşündüğü gibi bir sonuç vermedi. Hız anlık gibi görünüyordu ve daha önce de belirttiğimiz gibi, Galileo bunu kabullenmek istemiyordu. Belki de, diye düşündü, yardımcım ve ben birbirimize çok yakındık, ışık ise çok hızlı ilerliyordu... Dolayısıyla birbirine daha uzak iki tepe bularak deneyi tekrarladı.

Ama sonuç yine aynıydı. Işık neredeyse anında geliyordu. Bu olayı tamamen bırakıp başarısızlığını kabullenmeden önce, iki kandilin arasındaki uzaklığı biraz daha artırdı. Bu

kez yaydığı ışığı görmek de, aradan geçen zamanı hesaplamak da imkânsız hale geldi. O zaman ışık çok muazzam bir hızda yol alıyor olmalı, diye düşündü.

Pek çok kişi Galileo'nun tamamen başarısız olduğunu düşündü; ışığın belli bir hızda hareket ettiğine dair varsayımı, nedeni ne olursa olsun, tepeden tırnağa hatalıydı... Gelgelelim o, teorisini sonuna kadar savundu.

Bu ölçümünü asla gerçekleştiremedi. Ama bir başka keşfi, kendisi bunu bilmese de, yıllar sonra, hesabın sıra dışı bir doğrulukla yapılmasına yardımcı olacaktı. İşte bilimin muhteşem niteliklerinden biri: Bir buluş, kaçınılmaz biçimde başka bir buluşu beraberinde getirir; sonsuz bir silsile gibidir bu. Daha sonrasında ışık hızının hesaplanmasını sağlayan keşif –ne kadar devasa bir hız olursa olsun, hesaplanabilirdi bu– dev bir gezegenle ilgiliydi.

Jüpiter

Ne zaman Galileo'yu düşünecek olsak, eski bir teleskobun başında hayal ederiz onu. Bu çok yinelenen bir resimdir, çünkü doğruluk payı büyüktür. Galileo, üzerinde çalışarak kusursuz hale getirdiği Hollanda'dan gelen bu icatla geceleri göğe bakmaya bayılırdı.

Bu alet Galileo'nun eline geçtiğinde, bir bilim aygıtından çok, fuarlarda eğlence malzemesi olarak kullanılıyordu. Ona bugünkü işlevini kazandıran Galileo olmuştu. Ondan önce teleskobun sadece komşuları gözetlemek için kullanılmış olması ve kimsenin onu Ay'a doğrultmayı aklına getirmemiş

olması tuhaf gelir insana. Ama işin aslı, Yeryüzü merak nedir bilmeyen insanlarla doludur.

Bilge İtalyan, 7 Ocak 1610'da teleskobunu Jüpiter gezegenine doğrulttu ve gördükleri onu tam anlamıyla hayretler içinde bıraktı. Arada bir gezegenin etrafından geçen ışıklı noktacıklar gördü. Ne olabilirdi bunlar? Geçip saklanıyorlar, bir müddet sonra tekrar ortaya çıkıyorlardı.

Galileo bunların Jüpiter gezegeninin uyduları olabileceğini düşündü. Ay nasıl Dünya'nın etrafında dönüyorsa, başka cisimler de Jüpiter'in etrafında dönüyor olabilirdi. Şüphesiz senin de düşüneceğin gibi Ulises, bu da başka bir genellemedir ve kusursuz biçimde doğrudur.

Jüpiter'in etrafında dönen uydular vardır. Bugün bunların sayısının on iki olduğunu biliyoruz. Gazdan oluşan devasa bir gezegenin etrafında dönen bir düzine kadar muhteşem uydu... Galileo var olan uydulardan dördünü, yani üçte birini keşfetmişti.

Yıllar sonra başka bir adamın Galileo'nun hayalini gerçekleştirerek şaşırtıcı biçimde ışığın hızını hesaplamasını sağlayan da işte bu dört uyduydu.

Tanınmamış Bir Gökbilimci

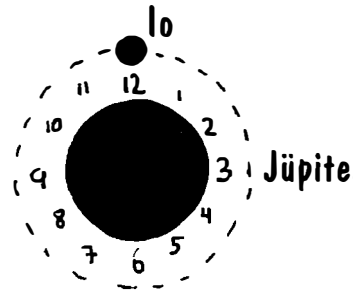
Tarihteki en heyecan verici sıçramalardan biriydi bu. Galileo'nun rastlantı eseri keşfettiği Jüpiter'in uydularından Io, gökbilim tarihindeki en önemli hesaplamalardan birini gerçekleştirmek için kılavuz olmuştu.

Kendimi tutup dostumuzun yakışıklılığı ya da çirkinliği

konusunda bir yorum yapmıyorum bu kez. Bir şakayı üçüncü kez tekrarlamak usandırıcı gelebilir. Doğrusu onunla ilgili bir yargıda bulunmakta zorlanıyorum. İyisi mi boş işlerle uğraşmayı bırakıp ona yoğunlaşalım.

Okulda bize ondan söz etmişlerdi, çünkü başardığı şeyin çok temel bir önemi vardı. Adı Olaus Roemer'di ve 1644 sonbaharında Danimarka'da dünyaya gelmişti. Galileo'nun teleskopla keşfettiği uydu Io'ya hayrandı.

Olaus, bu uydunun Jüpiter'in etrafındaki devrini 42 saatte tamamladığını biliyordu. Buradan yola çıkarak kozmik bir saat yapılabileceği fikrine kapıldı. Onun döneminde kullanılan saatler pek güvenilir değillerdi; ya geri kalıyor ya da ileri gidiyorlardı ama uyduların mekanizması büyük olasılıkla kusursuzdu. Bu 42 saatlik zaman dilimi, zamanın akışı için insanlığa doğru bir referans olabilirdi. Bildiği kadarıyla, uydular ne geri kalır ne de ileri giderdi.





Böylece uydunun yörüngesinde ne kadar zamanda döndüğünü tam olarak hesaplamaya girişti. 42 saat rakamı iyiydi ama bunu evrensel bir saat sistemine dönüştürmek istiyorsa, kılı kırk yaran bir titizlikle bir hesaplama yapması gerekirdi.

İşe koyuldu ve bir rakam elde etti. Emin olmak için bir kez de sağlama yapmak istedi ve sonuç daha büyük çıktı. Yolunda gitmeyen bir şeyler vardı... Emin olmak için bir kez daha öçtü ve bu kez daha farklı, daha büyük bir sonuç çıktı.

Bu tam bir çılgınlıktı. Bu tuhaf uydunun Jüpiter'in etrafında ne kadar sürede döndüğünü hesaplamaya kalktığında, her seferinde daha büyük bir rakam elde ediyordu.

Kullandığı aygıtların sağlam olup olmadıklarına baktı: Hepsi düzgündü. Bir kez daha teleskobunu doğrulttu ama sonuç yine farklı çıktı, bu kez daha da büyüktü.

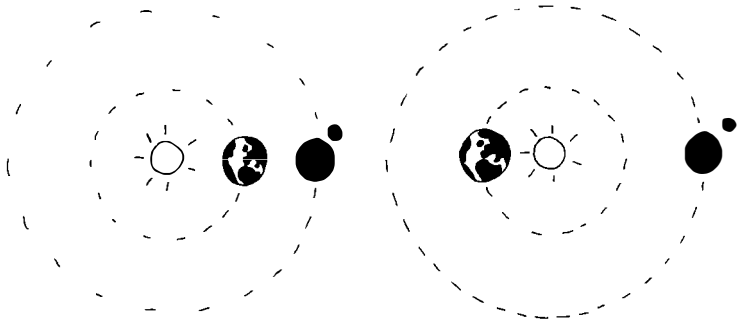
Neler olup bittiğini anlayamıyordu. Uydu yavaşlıyor muydu? Yoksa frene mi basıyordu? Zavallı Olaus iyice mutsuz oldu. Evrensel bir saat yaratma fikri, gerçekleştirilebilecek bir şeye benzemiyordu.

Derken her şey daha da karmaşıklaştı. Şaşkınlık içindeki gökbilimci ölçüm işine kaldığı yerden devam etmeye karar verdi ve hayretler içinde kaldı: Bu kez de devir süresi her seferinde daha küçük çıkıyordu. Yani uydu öncesinde frene basıyorsa, bu kez de hızını artırıyor gibiydi.

Zavallı adamcağızı ve dalgın bakışlarını gözümün önüne getiriyorum da... Herhalde ya kendisinin ya da evrenin aklını kaçırdığını düşünüyordu. Mantıklı olan gökcisimlerinin daima aynı davranışı göstermesiydi. Bizim uydumuz olan Ay, daima aynı biçimde hareket ederdi. Peki, o zaman Jüpiter'inki neden böyle yapmıyordu? Neden bazen hızlı, bazen yavaş ilerliyordu?

Tam her şeyi bir kenara bırakmak üzereyken sadece arada bir insanın aklına gelen o parlak fikirlerden birine kapıldı. Heyecan içinde, "Hayır öyle değil, Io hep aynı hızla dönüyor; Jüpiter'in etrafındaki devrini hep aynı sürede tamamlıyor. Sorun, ışığın hızının bize oyun oynuyor olması" dedi.

Büyük olasılıkla Olaus'un söylediklerini anlamadın. Endişelenme. Şimdi ne demek istediğini öğreneceksin. Aşağıdaki şekillere bak.



Dikkatle bakarsan, sayfanın sol kısmında Jüpiter ve Dünya'nın yakın konumda olduğunu görürsün. Buna karşılık sağ tarafta birbirlerinden uzaktalar. Bunun sebebi, gezegenimizin Güneş'in etrafında dönerken konumunu değiştirmesidir. Bundan ötürü Jüpiter'le aramızdaki uzaklık her zaman aynı değildir.

Dünya Jüpiter'e daha yakın olduğunda Io'dan gelen ışık, yani teleskoptan bakınca gördüğümüz o ışık, bize daha kısa sürede ulaşır. Gezegenimiz daha uzakta olduğunda ise ışığı

bize daha uzun sürede ulaşır. Buraya kadar her şey çok açık. Devam edelim:

Dünya hareket etmeyi sürdürür. Bir süre boyunca Jüpiter'den uzaklaşırız ve dolayısıyla gezegenin ışığının bize ulaşması, giderek daha uzun zaman almaya başlar. Dolayısıyla oradaki her şey yavaşlıyor gibi görünür. Io'nun daha yavaş hareket ediyor gibi görünmesinin nedeni de budur. Sonrasında, gezegenimiz yaklaşmaya başladığında tam tersi gerçekleşir; uydunun devri hızlanıyor gibi görünür. Çünkü giderek ona yaklaştığımızdan ışığının bize ulaşması daha kısa sürer.

Olaus evrenin çıldırmadığını, her zamanki düzenini sürdürdüğünü, bu uydunun yörüngedeki devir zamanını canının istediği gibi değiştirmediğini anlayınca sahiden mutlu olmuştu.

İşin en muhteşem kısmı bunu fark etmek de değildi: Bu olgu sayesinde kesin bir doğrulukla ışığın hızını hesaplayabilmişti. Bilmesi gereken tek şey, Dünya'nın yörüngesinin büyüklüğüydü, bu da o zamanlar bilinen bir veriydi. Kilometre cinsinden uzaklıklar Io'yla aramızdaki uzaklığı temsil eder. Olaus, Io'nun dönüş sürelerini gösteren farklı zaman verileriyle ve basit bir matematik formülüyle, çok küçük bir hata payına rağmen, ışığın hızını hesaplayabildi.

Bugün ışığın saniyede 300 bin kilometre hızla hareket ettiğini biliyoruz.

Şimdi Galileo'nun bu hızı neden bulamadığını anlayacaksın. Bilge İtalyan, doğal olarak kandilin ışığının iki tepe arasında ne kadar zamanda yolculuk ettiğini hesaplayabileceğini düşünmüştü. Oysa saniyede 300 bin kilometrelik hızla hareket eden ışık, göz açıp kapayıncaya kadar milyonlarca tepeyi katedip geçerdi.

Öğrenmiş olduğun bu bilgiyle, büyük bir sürprize hazırsın.

Yıldızlara Geri Dönelim

Ulises, İtalya ve Danimarka yolculuğumuzdan önce, sana en son Bessel'den söz etmiştim. Bessel, paralaks açısı yardımıyla bir yıldızın, tam olarak Cygnas Takımyıldızı'ndaki 61 no.'lu yıldızın bizden 10 ışık yılından daha uzakta olduğunu hesaplamıştı.

Tam bu noktada, Pisa yolculuğumda bana eşlik etmeni istemiştim. Şimdiye kadar öğrendiklerin ışığında, bir ışık yılının, ışığın bir yılda katettiği uzaklık olduğunu söyleyebilirim sana. Bu durumda on ışık yılı, ışığın on yıl içinde katettiği uzaklık demektir.

Dostumuz Olaus'un dediğine göre, ışık bir saniyede 300 bin kilometre katediyorsa, basit bir çarpma hesabıyla bir yılda 9.460.800.000.000 kilometre kateder.

Buradan yola çıkarak, Cygnas Takımyıldızı'nın içindeki 61 no.'lu yıldızın yaklaşık on ışık yılı bulan uzaklığı, 10 milyon kere milyon kilometre anlamına gelmektedir.

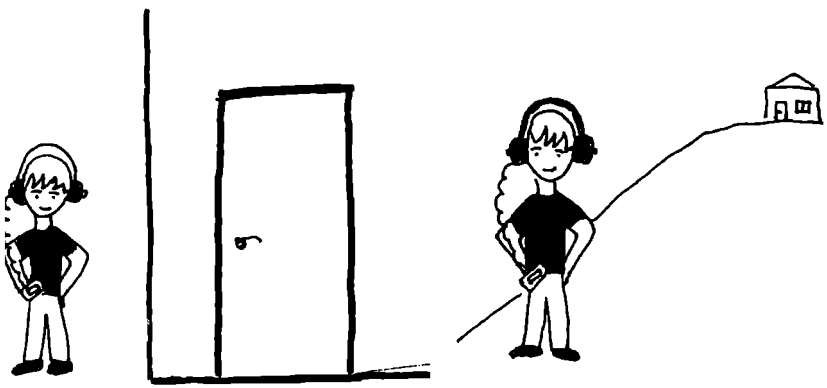
Fark ediyor musun? Bizimle bir yıldızın arasında, yüz milyon kere milyon kilometre uzaklık var. Kimileri daha yakın olabilir ama sonradan bulunduğu üzere, çoğu yıldız insanı hayrete düşürecek denli uzaklardadır.

Bu rakamın iki şaşırtıcı sonucu vardı. Birincisi çok büyük bir rakam olmasıydı. Yıldızın bu denli uzakta olması etkileyici gelir bize. Ama bundan daha şaşırtıcısı, bu verinin elde edilmesinin bir sonucu olarak ve Bessel ile Roemer'in araştırmaları sayesinde, yıldızların ne olduklarını biliyoruz bugün.

Peki, Ne O Zaman?

İki olaya dikkatini yoğunlaştırırsan yanıt kendiliğinden çıkacak ortaya. Birincisinin çok bilinen bir konuyla ilgisi var. Bak, şimdi bunu yazdım diye budala olduğumu düşünebilirsin: Uzaktaki nesneler küçük, yakındaki nesnelerse büyük görünürler.

İkinci şekildeki ev uzakta olduğu için küçük görünüyor. Bu, kesinlikle çok bilinen bir şey olmasına rağmen, bu çocuk işi çıkarsama, dünyanın tüm bilim insanları için son derece büyük bir keşfi ortaya koydu.



Soru şöyleydi: Bizden yüz milyon kere milyon kilometre uzaklıktaki bir yıldız küçük bir noktacık şeklinde göründüğüne göre, yıldızın büyüklüğü ne kadar olmalı?

Bu sorunun yanıtı, gökbilim tarihinin en heyecan verici yanıtlarından biriydi. Bizi ondan ayıran devasa uzaklığa rağmen, bir yıldızı küçük bir noktacık olarak görebilmemiz için söz konusu yıldızın büyüklüğünün yaklaşık Güneşimiz kadar olması gerekiyordu.

Sen de hafif bir ürperti hissettin mi? Yıldızların büyüklüğü Güneşimiz kadardır. Ve onlar da parıldar. Aynı büyüklükte iki cisim ve ikisi de parıldıyor... Ne kadar büyük bir tesadüf, değil mi? Geceleyin gördüğümüz bütün o yıldızların her biri kesinlikle Güneş mi? Böyle olabilir mi gerçekten?

Ve hepsinden şaşırtıcısı –yazdıklarıma dikkat ettiysen– bunun nedenini de biliyorsun sen. İnsanların çoğu, yıldızların birer Güneş olduğunu bilir ama sen Bessel, Galileo ve Olaus Roemer'in araştırmalarını öğrendiğinden, onlara göre daha ayrıcalıklısın. Bu buluşun nasıl gerçekleştiğini biliyorsun. Bu araştırmayı adım adım takip ettin; o kâşiflerin hissettiği heyecanı hissetme şansın oldu.

Yıldızların birer Güneş olduklarını biliyoruz ama tam olarak ne olduklarını hâlâ bilmiyoruz. Bu, bir sözlükten "güneş" kelimesinin karşılığına bakıp, "yakındaki yıldız" tanımlamasını okumak gibi. Sonra "yıldız" kelimesine bakıyoruz ve "uzak Güneş" tanımlamasını okuyoruz. O zaman haklı olarak, "Pekâlâ ey sözlük, çok güzel... İyi de nedir bunlar, neden parlarlar?" diye sorarız. Anlatacağım ama öncesinde bir şeyler daha öğrenmen gerek.

Yine de hiç şikâyet etme; yıldızların uzak birer Güneş olduklarını bilmek, evreni sınırsız biçimde daha ilginç bir yer haline getirir.

Onun hakkında daha fazla şey öğrenmeye devam edelim.

Galaksiler

Bir adım daha ileri gitmek üzereyiz. Nesneler, güneş sisteminin dışında son derece büyük boyutlara ulaşırlar. *Galaksiler* olarak bilinen devasa yapılar çıkar karşımıza. Ama şimdiye kadar öğrendiklerimizi şöyle bir tekrar etmekte fayda var.

Dâhi bilgin Eratosthenes sayesinde küre biçiminde olduğunu ve büyüklüğünü öğrendiğimiz Yerküre, Güneş'in etrafında döner. Dünya'nın Güneş'in etrafında dönmesi de havaya attığın taşı Dünya'nın yörüngesinde döndürüp duran fizik kurallarının sonucudur. Buluşumuzdan yola çıkıp genelleme yaptık ve tüm gezegenlerin Güneş'in etrafında aynı ilkeye göre ve aynı şekilde döndüğünü gördük. Ayrıca bizim için devasa büyüklükte olan Güneş'in de geceleri gördüğümüz sayısız yıldızdan biri olduğunu öğrendik.

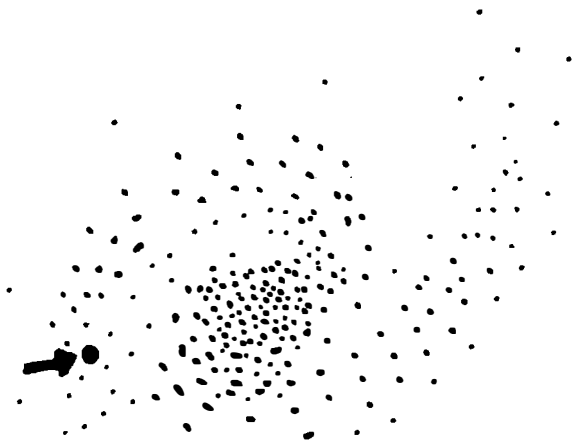
Roemer'in araştırması sayesinde, artık ışığın saniyede 300 bin kilometre hızla yer değiştirdiğini biliyorsun. Ve bu kadar hızlı hareket etmesine rağmen, Cygnas Takımyıldızı'ndaki 61 no.'lu yıldızla aramızdaki uzaklığı katetmesi on ışık yılından uzun sürer.

Farkında mısın? Epey bir sayfayı geride bıraktık ama öğrendiklerini iki paragrafta özetlemek mümkün. Bütün bunları fırtına gibi bir çırpıda anlatarak seni bir dolu okuma yapmaktan kurtarabilirdim. Ama o zaman, bunların nasıl olup da keşfedildiğini öğrenirken çıktığın koca serüveni kaçırmış olacaktın. Bazen *ne* sorusundan çok, *nasıl* sorusu önem taşır. Ulises, benim amacım, kimi doğruları bilmen ve sözlerim bir yasaymış gibi hiç tartışmasız bunlara inanman değil. Bilim

insanlarının ortaya koydukları şeyden nasıl emin olduklarını bilmeni istiyorum.

Ve bu felsefeyi ilerleyen sayfalarda savunmayı sürdüreceğiz.

Aşağıda gördüğün şekil, Samanyolu Galaksisi'ni gösteriyor. *Galaksi*, devasa bir merkezin etrafında dönen yıldız topluluğuna verilen isimdir. Ok işaretinin gösterdiği nokta, bizim Güneşimiz. Yıldızlar bitişik değil, aralarında büyük uzaklıklar var. Arkadaşımız Olaus sayesinde, artık iki yıldızın arasında yer alan yüz milyon kere milyon kilometrelik (on ışık yılı kadar) uzaklığın normal ve alışıldık olduğunu biliyorsun.



Samanyolu Galaksisi, güneş sisteminden sonra en önemli yapıdır. Bizim kocaman Güneşimiz, iki yüz milyar adet başka Güneş'le birlikte hayret uyandıran bu kocaman kütlenin etrafında döner. Tam bir devrini tamamlaması iki yüz elli milyon yıl sürer. Galaksinin çapı (bu şekle bakarsan beş santimetre) aşağı yukarı yüz bin ışık yılıdır.

Samanyolu'nun gerçek şekli ilk bakışta görülemez. Berrak bir akşamda gökyüzüne bakacak olursan çizdiğim bu helezonik şekli değil, epeyce farklı bir şey görürsün. Samanyolu, gökyüzüne doğru uzanan bir yolu andırır. Bir araya toplanmış çok sayıda yıldızın ışığına bağlı olarak, beyaz renktedir. Şairlik damarımız tutabilir ve ona *Sütlü Yol* ya da *Süt Yolu* diyebilir ya da doğrudan Samanyolu diyebiliriz.

Atalarımız, göğe baktıklarında gördükleri bu beyazımtırak yolun ne olabileceğine dair tahminlerde bulunmaya koyulmuştu. Belki de Tanrı'nın evine giden bir yoldu bu. Ya da kudret dolu yaratıkların gezinebildiği bir tür kozmik yoldu. En şaşırtıcısı, bu kozmik lekenin tanrıça Hera'nın sütü olduğunu söyleyen açıklamaydı. Neyse ki bazı insanlar bu varsayımın temelsizliğinden şüphelendi ve bilimsel bir ruhla bunun ne olduğunu araştırmaya karar verdi.

Güneşimizin, Samanyolu çekirdeğinin etrafında başka bir sürü yıldızla birlikte dönen bir yıldız olduğu keşfi, çok geçmeden derin bir ilgi uyandırdı. Çünkü bu da başka bir tarzda Kopernik devrimiydi. İlkin bize Yeryüzü'nün evrenin merkezinde olmadığını söylenmişti. Şimdi ise kesin bir biçimde, Güneş'in de evrenin merkezinde olmadığı belirtiliyordu.

Ama nasıl gelindi bu sonuca? Bilim insanları bunu nasıl keşfettiler? Bunu öğrenmek için Antik Yunan'dan başka bir bilgine kulak vermemiz gerek. Belki hepsinden daha akıllı ve büyüleyici bir bilgine.

Demokritos

Bana çok yakışıklı görünüyor ama ona olan sevgimden ve hayranlığımdan ötürü de böyle görüyor olabilirim. Demokritos, Yunanistan'ın kuzey kıyılarındaki Abdera kentinde, İsa'dan 460 yıl önce dünyaya gelmişti. Mizah anlayışı vardı ve meraklıydı. Bu iki özellik çoğu zaman bir arada bulunur zaten... Çok yolculuk eder, bu yolla çok şey öğrenirdi. Büyük filozof Sokrates'le tanışmıştı. Ama onlarla aynı dönemde yaşamış bir filozofun alaycı bir dille belirttiği gibi, "Sokrates onu tanımamıştı." Oldukça tuhaf biriydi ve hayatına ilişkin –çoğu kesinlikle hatalı– birtakım hikâyeler anlatılırdı. Örneğin, bir seferinde güzel bahçesinde düşüncelere daldığı sırada, gördükleri dikkatini dağıtmasın ve böylelikle derin düşüncelere yoğunlaşabilsin diye eliyle gözünü çıkardığı söylenir. Neyse ki böyle bir şey hiç yaşanmamıştı.

Fakat başka bir şey vardı: Önemli mi önemli bir filozof ona gıcık oluyordu. Öğrencisi Aristoteles'le birlikte incelikli ve üstün düşünmenin sembolü olarak Batı tarihine geçen Platon'un ta kendisiydi bu. Demokritos'tan nefret ediyordu Platon, ona katlanamıyordu. Bir yere kadar anlaşılabilir bir durumdu bu. Çünkü Demokritos, onun temsil ettiği her şeyin tam aksi ucunu temsil ediyordu. Aslında, sıkıntı verici gerçek dünyayı görmemek için gözlerini kör ettiğine dair o yalan yanlış hikâyeyi Platon'a atfetmek daha inandırıcı olurdu; kirli ve kusurlu olarak gördüğü gerçekliği küçümseyen asıl oydu... Öyle ya da böyle, Demokritos'a katlanamıyordu; o kadar ki, filozofun bütün kitaplarını yakma isteği duyuyordu. Neyse ki, bir parça sağduyusu kalmış kimi filozofların zamanında

müdahalesiyle bu asla gerçekleşmedi. Bu insanların Platon'u ikna etmek için kullandığı yöntem dâhiceydi: Kitapları yakmaya gerek olmadığını, çünkü maalesef çok sayıda insanın bu kitapları zaten okuduğunu söylemişlerdi ona; iş işten geçmişti... Bu akıllıca yalan sayesinde Platon hiçbir işe yaramayacak o eylemden vazgeçti. Yine de söz konusu dâhinin yazdığı her şey günümüze ulaşamamış, eserlerinin sadece bir kısmı korunabilmiştir.

Demokritos'un şansına, çok iyi bir öğretmeni vardı. Miletli Leukippos, o dönemde bulabileceği öğretmenlerin en akıllısıydı. Leukippos'un öğrencisi olma şansına erişmişti ama Demokritos daima bir adım öndeydi; akıl hocasının fikirlerine kendi kişiliğini de katarak onları kusursuzlaştırdı.

Örneğin Leukippos, o dönemin düşüncesinin ortaya çıkardığı en büyüleyici varsayımlardan birini taslak haline getirebilmesi için çok önemli bir ipucu armağan etmişti öğrencisine. Maddeyi oluşturan en küçük parçacıkların yani atomların varlığını ortaya koyan varsayımdı bu ve ancak iki bin yıl sonra kanıtlanabilecekti.

Öğrenci, biraz şiirsel biraz da muğlak olan bu ipucunu, alışılmadık sağlamlıkta ve güzellikte bir bilimsel teori haline getirdi.

Demokritos belli açılardan modern bir bilim insanını andırıyordu. Antik Yunan'da yaşamış bilgeler içinde, çağdaş araştırmacılarla en fazla ortak yönü bulunan bilim insanıydı belki de. Kullandığı yöntemin özü onlarınkiyle ortaktı; özellikle olayları basitleştirme ve hikâye kısmını çıkararak asli olana odaklanma merakı açısından... Sana çokça sözünü ettiğim genelleme gibi basitleştirme de tüm bilimsel teorilerin temel

niteliğidir. Nedendir bilinmez, karmaşık ve çapraşık şeyler insana doğru değilmiş gibi gelir. Olayların içyüzü, ancak basit ve zarif bir tarzda anlatıldığında anlaşılır sanki.

Günün birinde kahramanımız yıldızlı gökyüzünü seyrediyordu. Başkalarının da pek çok sefer gördüğü gibi, karanlık gökyüzünü boylu boyunca kateden o beyaz yolu gördü. Bilimsel düşünen genç zihni, eskilerin efsanevi ve şiirsel açıklamalarını bir kenara bıraktı; zehir gibi aklını çalıştırmaya karar verdi. Bu beyaz yolun da gökyüzünün diğer kısımlarını oluşturan öğelerden oluşması, ona göre en mantıklı seçenekti. Neden başka bir maddeden oluşmuş olsundu ki? Bütün yıldızlar gökyüzüne saçılmış durumda, diye düşündü. Kimileri diğerlerine nazaran daha parlaktı. O zaman şöyle düşünmek pekâlâ mümkündü: Kimileri o kadar uzaktaydı ki, artık yıldız gibi değil, un zerrecikleri gibi, küçük noktacıklar olarak görünüyorlardı. Bu un zerreciklerinin bir araya toplanması da kuşkusuz sütlü bir yol görünümü yaratıyordu, yani Samanyolu'nu.

Dikkat edersen, Demokritos burada sadeleştirme yaptı. Bir başka öğe eklemek ya da başka bir şey icat etmek yerine (Tanrıça Hera'nın sütü) var olandan faydalanmaya çalıştı. Yıldızların bizden çok uzakta oldukları varsayımından ötürü, yeni bir görünüme büründüklerini, dolayısıyla onları bir arada ve çok küçük gördüğümüzü ortaya koydu.

Ne yazık ki kimse Demokritos'u ciddiye almadı; Samanyolu'nun uzaklarda bulunan sayısız yıldızdan oluştuğu fikri kimse tarafından kabul görmedi. Pek çokları efsanelere dayanan eski açıklamaları doğru kabul etmeyi tercih ediyordu. Ama yıllar sonra birisi çıktı ve Abderalı bilginin şüpheye yer

bırakmayacak biçimde haklı olduğunu gösterdi. O kimdi, biliyor musun? İleride yine ortaya çıkacağını vaat ederek onunla tanıştırmıştım seni. Bir ipucu vereyim: Hani şu çocukken gözü iltihaplanan kişi var ya...

Tabii ki Galileo Galilei'ydi bu kişi; ömrünü dine adamasına ramak kalmışken, şaşırtıcı biçimde halkın gözünde dini inanca karşı mücadelenin sembolü olan Galileo. (Bu, babası Vincenzo'nun içini gururla doldururdu elbette.) Galileo, basit bir teleskobun yardımıyla Demokritos'un haklılığını kanıtladı ve bu müthiş sadeleştirmenin doğru olduğunu ortaya koydu. Bildiğin gibi, Samanyolu, son derece uzaktaki sayısız yıldızdan oluşmaktadır.

Şimdi bana şöyle diyebilirsin: "Peki, Samanyolu uzaktaki sayısız yıldızdan oluşmuş, harika... Ama bir önceki bölümün başında bana galaksinin bir resmini gösterdin. Bu, hiç de geceleri göğe baktığımızda gördüğümüz o süt beyazı şeridi andırmıyor. Neden?"

O harika helezon şeklini göremeyişimizin nedeni, Yeryüzü'nden galaksiyi sadece yanlamasına görebiliyor olmamız. Koskocaman çapına kıyasla galaksinin sadece cılız bir kenarını görebiliyoruz.

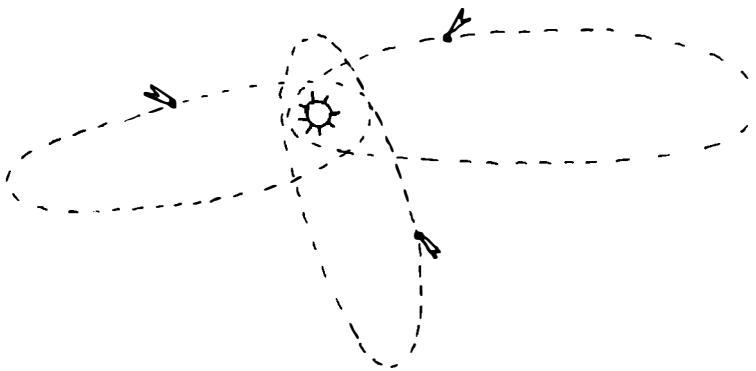
Sana daha önce başka galaksiler de olduğunu söylemiştim. Bizimki tek değil. Bugüne kadar 80 milyar galaksi olduğu tespit edildi. Bir düşünsene! Tıpkı bizimki gibi binlerce, milyonlarca yıldız bileşiminden oluşan tam 80 milyar galaksi! Bunlar nasıl bulundu peki?

Haydi, birlikte Fransa'nın kuzeyine gidelim.

Charles Messier

Bu yakışıklı adam, Haziran 1730'da Fransa'nın kuzeydoğusunda yer alan Lorena bölgesindeki Badonviller adlı bir küçük köyde doğdu. Çocukluğundan beri kuyrukluyıldızlara ilgi duyuyordu. Bunlar Dünya'nın etrafında dönen küçük gökcisimleriydi ve bazen Dünya'dan görülebiliyorlardı. Messier, bunlara takıntılı bir ilgi duyuyordu, hayatını onlar hakkında araştırma yapmaya adadı. Bundan ötürü "Kuyrukluyıldız Avcısı" takma adıyla tanınmıştır.

Kuyrukluyıldızların birer gökcismi olduğu eskiden beri bilinen bir şey değildi. Çok uzun bir süre boyunca meteorolojik olaylar oldukları sanıldı, tıpkı kasırgalar sırasında görülen ışınlar gibi... Zaman içinde hareketleri kılı kırk yaran bir titizlikle incelendikçe, davranışları yıldızları andıran bu tuhaf cisimlerin aslında güneş sistemine ait oldukları ve buz ve kayadan oluştukları anlaşıldı.



Kuyrukluyıldızlar: Messier'nin başlıca takıntısı.

Yüzyıllar boyunca kuyrukluyıldızların kötülük işareti olduğu düşünülmüştü. Onlardan birini görmek, bir imparatorluğun sonunun geldiğine ya da gerçekleşmesi an meselesi olan başka bir talihsizliğe yorulabilirdi. İyi bir bilim insanı olarak Messier bu mantıksız düşünce tarzını kabullenmedi ve olayı tamamen fiziksel açıdan araştırdı. Bu tuhaf cisimlerin ne olduğunu bilmek, onları araştırmak ve sınıflandırmak istiyordu.

Gel de şaşırma, yaptığı en büyük keşfin kuyrukluyıldızlarla hiç ilgisi yoktu. Ama bu buluşu, onları avlama konusundaki takıntısı sayesinde gerçekleştirmişti.

Çok ilgimizi çeken bir şey olduğunda, ilgisiz herhangi bir şey dikkatimizi az çok dağıtabilir. Hayatınızı kuyrukluyıldızların gizemini çözmeye adamışsanız ve gökyüzünde onlara çok benzeyen ama kuyrukluyıldız olmayan nesnelere rastlarsanız, belki de şöyle bir durmak gerekir: Bu nesneleri incelemek, özelliklerini öğrenmek ve başlıca ilgi alanınızla farklılıklarını bulup çıkarmak hiç de fena bir fikir değildir. İşte Messier'nin yaptığı da buydu.

Aklına kusursuz bir fikir geldi: Gökyüzünde yer alan, parlayan ve *kuyrukluyıldız olmayan* nesneleri not edip sınıflandıracaktı. Böylelikle *sınıflandırılmamış* cisimlerin kuyrukluyıldız olma olasılığı artacaktı.

Teleskobunu gökyüzüne doğrulttu ve kuyrukluyıldız olmayan cisimleri not etmeye koyuldu. Bu sana sıkıcı ve tekdüze bir etkinlik gibi gelebilir ama evreni anlamamıza epeyce yardımı olan bir dizi keşfin başlangıcıydı ve kuşkusuz çok ilgi çekiciydi. Messier gökyüzünü inceledikçe yavaş yavaş tuhaf şeyler keşfetmeye başladı. Ne olduklarını hiç anlamadığı nesnelerdi karşısındakiler.

Biçimlerinden ötürü ne yıldız ne de gezegen olabilecek, parlak kütleler görmüştü. O zaman neydi peki bunlar? Gökyüzünde kimsenin daha önce görmediği başka bir cisim daha mı vardı? Hafif bulanık görünümleri nedeniyle ve başka bir isim bulamadığından bunlara *nebula* (bulutsu) ismini verdi Messier.

Bu keşif onun için o kadar sarsıcı olmuştu ki, neredeyse kuyrukluyıldızlara olan tutkusu hafifleyecekti. Nebulaları sahiden büyük bir tutkuyla listeledi. Er ya da geç başka bilim insanlarının onların ne olduğunu öğreneceğini umuyordu.

Günümüzde bu gökcisimleri *Messier Nesneleri* olarak bilinir. Sınıflandırıldıkları listede, her numaranın önünde onun soyadını anımsatan bir M harfi bulunur. M1 (Yengeç Bulutsusu) M2, M3, [...] M31 (Andromeda Galaksisi) şeklinde M 110'a kadar ilerleyen 110 gökcismi tespit edilmiştir.

Bu hikâyenin devamını merak ediyorsan, bilimle sanatın bazı durumlarda birbirine son derece yakın olduğunu bilmende fayda var. Ne demek istediğimi şimdi anlayacaksın.

Bir Orgcu ve Bir Soprano

Messier, teleskobunun başında geçirdiği uzun saatlerin sonunda, bir listesini tuttuğu bu aydınlık bölgelerin ne olduğunu keşfedememişti. Bu yapıların ne olduklarını anlamamızı sağlayan muhteşem varsayımı, iki müzisyen kardeş dünyaya armağan edecekti.

William Herschel, Almanya-Hannover'de, 1738 yılında dünyaya gelmişti. Küçük kardeşi Caroline de, William da müzik âşığıydı. İkisi de bu alanda çok iyiydi. Dört kardeşleri

daha vardı ve babaları da olağanüstü bir müzisyendi. Her gün yemekten sonra çocuklarını, sanat tutkusuyla ilgili bir konuda sohbet etmeye teşvik ediyordu.

William ünlü bir besteci olma hayali kuruyordu. Caroline ise en iyi sopranolardan biri olmak istiyordu. Genç kızın güzel, tatlı ve sağlam bir sesi vardı; her geçen yıl daha da iyi şarkı söylüyordu.

William 19 yaşına geldiğinde İngiltere'ye gitti. Orada amacına ulaşabileceğini ve hayatını besteciliğe adayabileceğini düşünüyordu. Hannover'den ayrılmadan önce, İngiltere'ye yerleşip önemli ve aranan bir müzisyen olur olmaz kız kardeşini de yanına alacağına, onun Avrupa'da soprano olarak başarı kazanması için elinden geleni yapacağına söz verdi.

William'ın bir müzisyen olarak İngiltere'de şansı yaver gitmeye başlamıştı. Orgu sıra dışı bir tarzda çalıyordu ve çok önemli olmasa da konserler vermeye başlamıştı. İyi kötü hayatını kazanabiliyordu; bir servet edindiğini söyleyemesek de en azından org öğretmeni olarak düzenli bir geliri vardı.

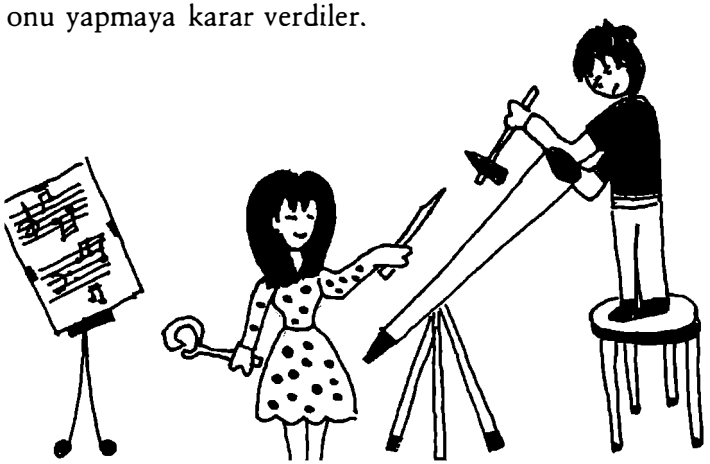
Sıra, kız kardeşi Caroline'e verdiği sözü tutmaya gelmişti. Onu almak için Hannover'e gitti, sonra birlikte İngiltere'ye döndüler. Genç kadının sesi beğenilmeye başlandı. Birlikte konserler verdiler. O org çalarken, kardeşi soprano olarak şarkı söyledi; herkes onları beğeniyle alkışladı. Partisyonları çalışmaya uzun zaman ayırıyorlardı. Malum, insan nota çizgilerine uzun süre bakınca, gözlerini dinlendirmek için biraz da uzaklara bakma ihtiyacı hisseder... Birazdan göreceğin gibi, işte bu göz dinlendirme ihtiyacı 18. yüzyılda gökbilimin tarihini değiştirecekti.

İki kardeş, İngiltere'deki yeni evlerinde, geceleri bahçeye çıkıp yıldızları izlerdi. Bir kâğıttaki porte çizgisi üstünde yer

alan küçücük siyah noktaları çalışarak geçirdikleri saatlerin ardından, retina için en iyisinin bakışlarını uzaklara doğrultmak olduğunu düşünüyorlardı. Gece göğünü izlerken, müziğin güzelliği ile karanlık evrenin sergilediği bu ücra ve ince uyum arasında bir benzerlik fark ediyorlardı. Başlarda bu sadece bir eğlenceydi onlar için ama yavaş yavaş o uzak yıldızlar daha çok ilgilerini çeker oldu. Her gece sorular geldi akıllarına ama gök kubbeyi izleyerek çok uzun saatler geçiremiyorlardı, çünkü ertesi gün provalarına devam edebilmek için sabah erken kalkmaları gerekiyordu.

William, "Bir teleskop mu alsak acaba?" diye sordu Caroline'e.

Müthiş bir öneriydi elbette ama bunu karşılayacak paraları yoktu. Bu tür aletler son derece pahalıydı ve kazandıkları para düzgün bir hayat sürmelerine yetse de böyle bir harcama için yeterli değildi... Ne yapmalılardı peki? Onların yerinde başkaları olsa, bu fikri bir kenara bırakır, varoluşun derin gizemleri hakkında fikir yürütmek üzere arada sırada gözlerini göğe çevirmekle yetinirdi. Ama bu iki kardeş son derece özeldi. Baktılar ki bir teleskobu satın alacak durumda değiller, onu yapmaya karar verdiler.



Ve yaptılar da... Öğrenmeleri gereken her şeyi öğrendiler; lensleri cilaladılar, teleskopları takıp söktüler ve sonunda onları kusursuz biçimde birleştirecek hale geldiler. O kadar ki, makul bir para harcayarak çok kısa bir süre içinde, Greenwich Gözlemevi'nde bulunan aletlerden daha doğru sonuçlar veren aletlere sahip oldular. Azimle çalışmışlar ve cisimleri 6 bin 500 kez büyüten lenslerle donanmış bir teleskop yapmışlardı. Ve inan bana, o dönem için muhteşem bir şeydi bu.

Müzikle ilgilenmeyi yavaş yavaş bir kenara bıraktılar ve gökbilim uğraşına yoğunlaştılar. 1781 yılında berrak bir gecede, William muhteşem bir sürprizle karşılaştı. Güçlü teleskobuyla gökyüzünü incelerken daha önce hiç görmediği bir gökcismi gördü. Konudan Caroline'e de söz edince, bunun ne olabileceğini düşünmeye başladılar. Kesinlikle tuhaf bir şeydi. İlkin bunun bir kuyrukluyıldız olduğunu sandılar. Ama sonra baktılar ki, hem hareketlerini çok rahat hesaplayabiliyorlar hem de bu cismin özellikleri, güneş sistemindeki diğer gezegenlerin özelliklerine çok benziyor... Bir gezegen gibi hareket ediyorsa, neden onlardan biri olmasındı ki? Keşfettikleri, Uranüs gezegeninin ta kendisiydi.

Buluşlarını herkese anlattılar. William ve Caroline sonunda ünlü olmuştu ama birer müzisyen olarak değil de gökbilimci olarak. Kendileri de buna inanamıyordu. Hayat sahiden bazen çok tuhaf olabiliyor. Aslında hiç bilmeden birkaç hayat yaşamamız mümkün. Gelecekteki hayatımızın şimdikinin basit bir uzantısı olacağını sansak da aslında geceden sabaha her şey muhteşem bir dönüm noktasından geçebilir. Kral III. George, William'ı yeni bir gezegenin kâşifi olarak kraliyet astronomu ilan etti; ona yılda iki yüz pound, ayrılmaz yar-

dımcısı Caroline'e ise –kardeşininkinin dörtte biri kadar– elli pound maaş verdi. Caroline'in hakkının da iki yüz pound olduğuna ne şüphe...

Herschel Kardeşler, sonraki yıllarda profesyonel gökbilimciler gibi çalışmaya başladılar ve büyük keşifler yapmayı sürdürdüler: Satürn'de iki uydu, Uranüs'te iki uydu ve sekiz yüz çifte yıldız buldular. Çifte yıldızlar, birbirine çok yakın duran ve birbirinin etrafında dönen yıldızlardı. Ay'ın Dünya'nın etrafında nasıl döndüğünü biliyorsun, değil mi? Ay'ın büyüklük bakımından Dünya'yla eşdeğer olduğunu gözünün önüne getir... Bu durumda, uydumuzun etrafımızda dönmesine gerek kalmazdı; Ay ve Dünya, bu dönme işini karşılıklı olarak yapardı. Sonsuza kadar sürecek sessiz bir dans gibi... Herschel Kardeşler'in birbirine son derece yakın yıldızlar konusunda keşfettikleri de işte buydu; yüzyıllar boyunca dans ediyorlardı.

Bununla birlikte, Herschel'lerin en büyük buluşu, Charles Messier'nin listesini çıkardığı bulutsularla ilgiliydi. Daha önce kimse bu konudaki sorulara yanıt vermeyi başaramamıştı. Caroline ve William da bunların ne olduğunu bilmek istiyordu. Messier'ninkinden çok daha güçlü bir teleskoplarının olması, istenen yanıtı elde etmelerini sağladı.

Teleskoplarını gökyüzüne doğrultup baktılar. Geceler boyu izlediler ve sonunda buldular; Messier'nin "bulutsular" adını vererek sınıflandırdığı bu tuhaf gökcisimlerinin ne olduğunu buldular.

Harika bir fikir gelmişti akıllarına: Bunların yıldız kümeleri olduğunu öne sürdüler. Bir araya toplanmış yüzlerce, binlerce, milyonlarca yıldız. Yıldızların bir araya toplanması, sütlü gibi bir görünüm veriyordu bulutsulara.

Bu sana bir şey anımsatıyor mu? Sütlü gibi bir görünüm... Anımsıyor musun? Samanyolu galaksimiz de sütlü bir görünüme sahiptir – eskilerin onu böyle adlandırmasının nedeninin bu olduğunu söylemiştim sana. "Öyleyse, Messier'nin bulutsuları neden bizimki gibi galaksiler olmasın?" diye düşündü Herschel Kardeşler. Bunların tek farkı, daha uzakta olmalarıydı.

Tam olarak böyleydi. Ama bulutsuların hepsi galaksi değildi; kimileri toz ve gaz bulutundan oluşuyordu ve onlara "bulutsu" demeye devam ediyorduk. Ancak Messier'nin bu ismi verdiği yapıların pek çoğu, çok uzaktaki devasa galaksilerdi.

Herschel Kardeşler'in önerisi esasen doğru olmakla birlikte 20. yüzyılın başlarına kadar kesin bir biçimde doğrulanmadı. 20. yüzyılda güçlü mü güçlü teleskoplarla yapılan gözlemler sayesinde, bu teorinin doğruluğu da ispatlanacaktı. Bilim böyle işler işte. Ne kadar olağanüstü olursa olsun, bir teorinin mutlaka sağlamasının yapılması gerekir. William ve Caroline'in kullandığı aletler, galaksilerin varlığını doğrulamaya çok yaklaşmıştı. Ancak "yaklaşmak" bir teoriyi bilimsel hale getirmek için ilk adım olsa da onu bilimsel kılmak için yeterli değildi.

Başka bir örnek vereyim: Büyük filozof Immanuel Kant, Herschel'lerden önce *Evren Adacıkları* adını verdiği galaksilerden söz etmişti. Sezgileri doğru olmasına rağmen, Kant tarihe galaksilerin kâşifi olarak geçmedi. Çünkü bir varsayımın doğru kabul edilmesi için, bilimin kullandığı yöntemde gerçekliğin metodik bir gözlemi gerekir. Ve Kant, bir dâhi olmasına rağmen asla bu gözlemleri gerçekleştirmemişti.

Şimdilerde ise uzaya yerleştirilmiş güçlü mü güçlü teleskoplarımız sayesinde galaksilerin biçimini tam olarak biliyoruz. M31 Galaksisi de bunlardan biridir. Ona aynı zamanda Andromeda Galaksisi denir (Charles'ın kataloğundaki numarayı takiben "M31" denmiştir).

Samanyolu galaksimiz, Andromeda Galaksisi'ne çok benzer. Geceleri onu yanlamasına görebildiğimiz için o şeklini göremeyiz. Normaldeki o helezonik görünümün kaybolduğu bir şekildir bu. Ancak bu bizi kesinlikle endişelendirmemeli. Evren yüz binlerce, milyonlarca yıldızdan oluşan devasa helezonik galaksilerle doludur. Samanyolu, bunlardan sadece biridir.

Özetleyelim: Biz Yeryüzü'nde yaşıyoruz. Ay onun etrafında döner. Yeryüzü ve Ay, başka gezegenlerle birlikte Güneş'in etrafında yer değiştirir. Gökcisimlerinin oluşturduğu bu sisteme güneş sistemi denir. Güneş, Samanyolu galaksimizi oluşturan milyonlarca yıldızdan sadece biridir. Herschel Kardeşler ve güçlü teleskoplarımız sayesinde, bugün artık milyarlarca başka galaksi olduğunu biliyoruz. Bunlar da bizim Güneşimiz gibi milyarlarca yıldızdan oluşmuş galaksilerdir. Ve bu galaksileri, son derece büyük, baş döndürücü bir boşluk birbirinden ayırmaktadır.

Bulutsu ve sütlü görünüm nedeniyle yıldızları birbirinden ayıran uzaklık konusunda hatalı bir fikre kapılabiliriz. Daha önce de söylediğim gibi, bir araya toplaşmış durumdadırlar. Bu durum, gözlemlediğimiz devasa uzaklığı göz önünde bulundurursak bile böyledir. Doğrusu Samanyolu'muzda olduğu gibi yıldızların arasında kocaman uzaklıklar vardır.

Yıldızlar galaksilerin merkezlerinin etrafında döner ve bunu yaparken de helezonik şekil çıkar ortaya. Dolayısıyla Güneşimiz de galaksi merkezinin etrafında döner. Bir yörünge etrafında, merkezin etrafında döndüğüne göre, şüphesiz bunun nedeni Ay'ın Dünya'nın etrafında dönme nedeniyle aynıdır. Bu nedeni unutmamışsındır sanırım... Ay'ı bizim gezegenimize doğru çeken kuvvet, bir biçimde her an düşmekte olsa da, onun düşmesine engel olan kuvvetle aynıdır. Bundan ötürü galaksilerin merkezinde devasa bir şey olmalıdır. Güneşleri muhteşem bir kuvvetle çeken, düşmeden daima etrafında döndüğümüz sıra dışı bir oluşum olmalıdır; birkaç bölüm önce havaya fırlattığımız, yere düşmeden dönen taşta olduğu gibi. Şimdi bizim Güneşimiz ve geri kalan yıldızlar bu küçücük taş gibiler. Neyin etrafında dönüyorlar? Dünya için o küçük taş ne anlama geliyorsa, Güneş de galaksimizle kıyaslandığında aynı anlama geliyor. Bu durumda galaksinin merkezinde Güneş'e kıyasla o kadar büyük bir şey mi var? İlerideki bölümlerde galaksinin merkezinde ne olduğunu anlatacağım sana. O kadar hızlı ilerlemeyelim; küçük adımlarla gidersek, yanıtın daha çok tadını çıkaracaksın. Şu an için, müzisyen olmak isteyen iki kardeşin, evreni günümüzde bilinen haliyle keşfettiklerini öğrendiğimize sevinelim.

Şimdi biraz da yıldızların parlaklığıyla ilgileneceğiz. Kocaman galaksilerin içinde kümelenmiş halde her yerde olduklarını biliyorsun ama hâlâ ne olduklarına dair bir fikrin yok. Neden parladıklarını, neden oluştuklarını bilmiyorsun. Sonunda sönecekler mi, yoksa sonsuza kadar ışıldayacaklar mı? Bütün bunları öğrenme vakti geldi.

Bir Yıldız Olarak Güneş

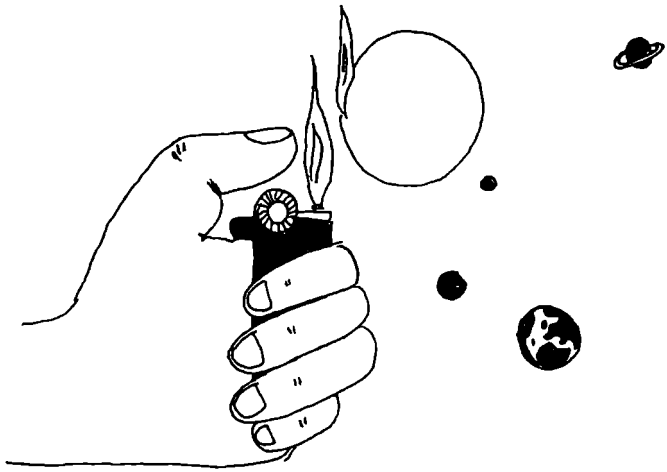
Güneş'in evrende bulunan milyonlarca, yüz milyonlarca yıldızdan biri olduğuna dair keşif, bana daima büyüleyici gelmiştir. Bunu öğrendiğimde, duyduklarımı herkese anlatma ihtiyacı hissetmiştim ama maalesef, etrafımda kimse bu konuda benim kadar heyecanlı değil.

Bu bilginin insanı nasıl heyecandan yerinde duramaz hale getirmediğine akıl sır erdiremiyorum: Yaz günleri bizi ısıtan, tüm yıl boyunca çatıları ve dağları aydınlatan o kocaman ateş topu, gezegenimizdeki hayatın kaynağı olan o parlak yıldız, sonuçta geceleri gökyüzüne baktığımızda gördüğümüz sayısız önemsiz yıldızdan biridir.

Uzun zaman boyunca insanlar, Güneş'i oluşturan maddelerin ne olduğunu merak etti. Bu soruyu ortaya atmaları normaldi. Nesnelerin neden ya da nelerden oluştuğunu öğrenmek, çocuklukta başlayan bir arzudur. Bu derece gözümüzün önünde olan Güneş'in hangi maddeden oluştuğunu kimsenin merak etmemesi garip olurdu... Sezgisel olarak verilen yanıt, onun bir ateş topu olduğudur ama bu açıklamanın ciddi bir sıkıntısı var. İyi yakılırsa, bir ateşin saatlerce yanması mümkün olabilir. Ama kimse bir ateşin yıllar, on yıllar, yüzyıllar ve hatta bin yıllar boyunca yandığına tanık olmamıştır. Eskiler merak edip durur: Nasıl bir alev ki bu, hiç bitmeyecekmiş gibi görünüyor? Kim yakmıştır onu?

Güneş'i kimin tutuşturduğu sorusu da anlaşılabilir. Ne de olsa ateşleri insanlar yakar. O zaman neden süper birinin süper bir kibritle süper bir ateş yaktığı düşünülmesin ki? Biraz düşünürsek daha mantıklı bir varsayıma ulaşabiliriz. Kimi

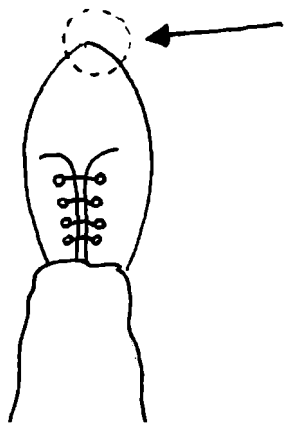
durumlarda bir ateşi tutuşturan insanın kendisi değil, kişiliği ve duyguları olmayan doğadır. Fırtına sırasında bir yıldırım yangına neden olabilir. Doğanın özelliklerinden biridir bu: Kendi işine bakıyor gibi görünürken bir anda her şey altüst olabilir; bunun için çok fazla şeye gerek yoktur... Güneş'in faaliyete başlaması da bu şekilde mi olmuştu yoksa? Güneş'i oluşturan maddenin birdenbire tutuşmasına ve sönmeden yüzyıllar boyunca yanmasına neden olan süper bir yıldırım mı vardı?



Hiç değilse bu yanıtın kısmen bilimsel bir tarafı var. Çünkü üstün birtakım varlıklara ya da doğa yasalarından daha üstün konuma sahip birtakım iradelere başvurmuyor. Yine de tam olarak doğru değil. Burada karşımıza yine, yanan bir şeyin sönmesi için ne kadar zaman gerektiği konusu çıkmaktadır. Güneş sadece devasa bir ateş olsaydı, şimdiye kadar çoktan sönmüş olması gerekirdi. Dünya'da bu kadar uzun

zaman boyunca yanmaya devam etme kapasitesine sahip bir madde yoktur. İlkçağ'daki bilim insanlarının çıkardığı bir sonuçtu bu. Ahşaptan oluşan bir Güneş'in alevi çok kısa sürerdi; çok geçmeden yanıp kül olurdu.

Sanayi Devrimi sırasında makineleri ve lokomotifleri hareket ettirmek için kömür kullanılmaya başlandığında, yanmakta olan Güneş'in de bu kirli ve koyu renkli maddeye benzer bir maddeden oluştuğu varsayımı ortaya atıldı. Kimi araştırmacılar bu fikre büyük bir hevesle sarılsa da çok kısa sürede reddedildi: Kömüre benzeyen bir maddeden oluşan bir Güneş –ne kadar büyük, ne kadar devasa olursa olsun– yine de çok uzun bir süre önce sönmüş olmalıydı. Kömürün yanıp tükenme süresi de öyle çok uzun değildi. Yanıtı başka yerde aramak gerekiyordu, sıradan ve alışıldık yanıcı maddelerde değil. Başka bir şey olmalıydı bu. Bir süper yanıcı... Ama ne? Bunun çözümünü başka bir yerde buluyoruz, gördüğümüz nesnelerin dünyasında değil. Daha içeride, çok içeride, en küçük varlığın, sonsuz derecede küçük olanın dünyasında. Güneş'in hâlâ neden sönmediğini anlamak istiyorsan sağ ayakkabının ucuna bak.



Ayakkabının ucuna dikkatle bak ve geri kalan her şeyi unut. Bağcıklar ya da topuklar yokmuş gibi, sadece ayakkabının ucuna bak.

Şimdi de yalnızca bu uç kısmın tam ortasına dikkatini ver.

Ayakkabıya bakmayı bırak ve hayal et. Ayakkabılarına bakmak için gözünü kitaptan ayırdığın zamankinden daha rahat olacaksın. Daha önce baktığın noktayı ikiye böl. Sonra o noktayı yeniden ikiye böl... Anladın mı? Bir kez daha ikiye ve yine ikiye böl. Ve bir kez daha.

Ne geliyor şimdi gözünün önüne? Zihninde küçük, koyu renk noktaya benzer bir şeyin canlandığını söylersem yanılmış olmam herhalde. O noktayı da ikiye böl. Sonra o yarım noktayı da. Ve bir kez daha... Bir kez daha.

Şimdi ne canlandı zihninde? Küçük mü küçük bir noktacık, bir ayakkabının son derece küçücük bir parçası. Bu noktacık neden oluşmuştur?

●

Belki de tam bu noktada iyice afalladın. Bir kere, Güneş'ten söz ediyorduk, bu kadar uzun süre yanmayı sürdürebilmesi için hangi maddeden oluşmuş olabilir, diye soruyorduk... Yoksa Güneş ayakkabının ucundaki noktacıklardan mı oluşmuş? Elbette hayır... Ancak ayakkabının ucunu hayalinde pek çok kez ikiye bölerek elde ettiğin o küçük mü küçük parçacık, Güneş'in gizemini anlamak için bize ipucu olacak.

Onu daha iyi anlamak için Demokritos'a geri döneceğiz. Sana bir süre önce sözünü ettiğim, Samanyolu'nun çok sayıdaki yıldız kümelerinden oluştuğunu düşünen o bilge Yunan'a... Onunla birlikte olmak daima müthiş bir şey.

Atomlar

Günümüzde atomdan söz edildiğini duyduğumuzda, bundan 2 bin 500 yüz yıl önce birinin onları düşünebilmiş olması cidden anlaşılmaz gelir bize. Sanki atomlar yüzyıllar öncesine değil, bugüne ait bir şeydir. Zihnimizde nükleer merkezlerin teknolojik görüntüleri ve bir kenti yok edebilecek güçteki devasa bombalar canlanıverir. Bugünle ilişkilendiririz atom kavramını. Ya da en son teknolojik gelişmelerle. Oysa gerçek epey farklıdır: *Atom*, kelime kökeni olarak "bölünemez" anlamına gelir ve bu kavram düşüncenin kendisi kadar eskidir.

Demokritos'un Leukippos adında mükemmel bir öğretmeni olduğundan söz etmiştim sana. Demokritos, atomla ilgili varsayımı ilk ondan dinlemiş, bu varsayımı kusursuzlaştırarak ileri taşımıştı.

Bu fikir bize ne söylemektedir? Aslında muazzam bir sezginin ürünüydü bu ama henüz güçlü mikroskopların yardımıyla doğrulanıp bir önerme haline gelmemişti. Demokritos sadece etrafımızın bir sürü şeyle dolu olduğunu gözlemlemişti. Ağaçları, kuşları, taşları, bulutları, çamuru, suyu, yasemin çiçeklerini, arkadaşlarımızın ellerini, kızların bacaklarını, gözleri, giysileri, metalleri ve gerçekliği zenginleştiren daha yüzlerce, yüzlerce şey görürüz. Doğanın bize bir şeyleri gösterme konusundaki cömertliğinde olumsuz bir taraf vardır, çünkü meseleleri istenmeyecek kadar karmaşık hale getirir. Biliminse gerçekliği basitleştirmek gibi katı bir alışkanlığı vardır. Bir açıklama, beş açıklamaya daima yeğdir. Bu sadece estetikle ilgili bir fikir değildir. Aslında her şey belli bir mantığa uyum sağlar. Pek çok açıklama aslında hiçbir şeyi tam olarak açık-

lamaz, çünkü istediğimiz şey, tek bir neden bulmaktır. Bu, bir şeyin nedenini sorup da yanıtı aldığınızda, o açıklamanın sebebini öğrenmekteki ısrarınıza benzer. Olayların kökenini bulup çıkarmak için insanı çileden çıkaran ama son derece zekice bir zinciri takip edersiniz. Bir şey son tahlilde, sebeplerin soğanın katları gibi saklandığını söyler bize. O biricik merkeze yaklaştıkça her şeyin nasıl olduğunu idrak etmeye daha çok yaklaşırız.

Demokritos gördüğümüz her şeyin aslında atomların bir birleşiminden ibaret olduğuna karar verdiğinde, onun aklından geçenler de aşağı yukarı böyleydi. Özel bir biçimde bir araya gelen bu küçük parçacıklar, bütün Dünya'yı açıklığa kavuşturuyordu. Evrenin sınırsız karmaşıklığı sadece iki öğe sayesinde anlaşılabilir olur; atomlar ve boşluk sayesinde. Yani bölünemez küçük parçacıklar ve bu parçacıkların hareket edip herhangi bir şeyi oluşturabilecekleri boşluk sayesinde.

Bilginimize göre sen de atomlardan, sadece ve sadece onlardan oluşuyorsun. Ellerini ve iç organlarını oluşturan maddenin içyüzünü görebilecek son derece güçlü gözlere sahip olsaydık, gerçekliğin ilk bakışta görülemeyecek kadar küçük, en küçük parçalarıyla karşılaşabilirdik. Demokritos'a göre, seni harekete geçiren ne tanrısal ne de ruhsal bir nefestir; dev gibi bir mekanik dişlide parçalar nasıl bir araya gelirse o şekilde bir araya gelmiş atomlar ve uzay vardır sadece. Karmaşık gerçeklik, tanrıları ve doğaüstü varlıkları ortadan kaldırır. Sadece atomlar ve uzay vardır. Kozmosla ilgili bir şarkının nakaratında olduğu gibi. Sadece atomlar ve uzay. Doğal dünyanın bu derece çeşitlilik göstermesi, atomların yeni nesneler oluşturacak şekilde kendi aralarında birleşebil-

me yetenekleriyle açıklanır. Evrende var olan çok *fazla şey* değil, çok *az şeyin* sayısız bileşimidir. Bu güzel fikir, düşünsel olarak sadeleştirme arzusuna muhteşem bir örnek oluşturur. Gerçekliği olabilecek en küçük haline indirger.

Ne yazık ki Demokritos doğa filozoflarının sonuncusuydu. Sokrates döneminde yaşadığını söylemiştim. Sokrates de felsefi düşünme tarzını kökten değiştiren bir düşünürdü; dikkatleri maddeden ve fiziksel evrenin araştırılmasından uzaklaştırarak insan denen varlığa yöneltti. Ve bu durum yüzyıllar sonrasına, Rönesans'a kadar böyle sürdü. Dâhi Demokritos'un sezgisel varsayımının sağlam bir temeli olduğu bilimsel açıdan gösterildiğinde, açılan bu uzun parantez kapanacaktı. Gerçekten de madde atomlardan oluşur. Ve o atomları enine boyuna tanımamız sayesinde Güneş'in neden durmaksızın yandığı sorusuna yanıt verebildik.

Utangaç Kimyager

Demokritos'un atomları, bir dâhinin zihnindeki fikirlerden ibaretti. Bugün bildiğimiz anlamda atomun bulunması, dünyanın en çok merak uyandıran hikâyelerinden biridir.

Seni ilginç bir adamla tanıştıracağım.

Kimyager Henry Cavendish, bilim tarihinin gelmiş geçmiş en tuhaf insanlarından biriydi. Aslında böyle söylemek de doğru değil, çünkü bilimsel araştırma epey tuhaf insanlar ortaya çıkarmıştır. Ama Henry kuşkusuz bu konuda birincilik alırdı. 1731'de Nice'te dünyaya gelmişti. Hayli varlıklı bir aileden geliyordu. Herhalde hayatının ilk yıllarında ba-

şından kötü bir şey geçmişti, çünkü sonunda hastalıklı bir şekilde çekingen biri olup çıkmıştı. Her şeyden utanıyordu. Kimsenin ona bakmasına tahammül edemiyordu ve topluluk içinde konuşmaya mecbur kaldığında yutkunup duruyordu. Sadece sosyal faaliyetlerden korkmakla kalsa iyi... Belli bir uzaklıktan kendisini izleyen herhangi birinin varlığı bile onu mahvediyordu. Çok zorluk çekiyordu ve hayatını bu koyu utangaçlığın etrafında kurmuştu. Utangaçlığı, sabah yataktan kalktığı andan akşam yatağa girdiği ana kadar tüm yaşamını şekillendiriyordu. Sonunda laboratuvarına kimselere görünmeden girip çıkabileceği gizli bir arka kapı yaptırmaya kadar vardırdı işi. Bu kapıyı yaptırmadan önce, koridordan geçmek zorunda kaldığında, beklenmedik biçimde biriyle karşılaşacağını düşünüp adeta soğuk terler dökerdi.

Kendisine miras kalan aile servetiyle maddi açıdan bayağı rahat bir hayat sürdü Cavendish. "Kültürlü insanların en zengini" diye söz ediliyordu ondan. Evinde bir kâhyası ve çeşitli hizmetçileri vardı ama onlarla asla konuşmazdı. İsteklerini not yazarak iletiyordu onlara.

Bu küçük notları okumayı ve o gergin el yazısını görmeyi çok isterdim. Kuşkusuz şöyle notlar okurduk: "Akşam yemeği saat sekizde. Teşekkürler." Ya da belki teşekkürü esirgerdi; bunun kendisini incitebilecek, aşırı insani bir temas olduğunu düşünürdü. Ama her şeyden çok, yalnız başına laboratuvarında gizlenmiş bir halde, gergin bir şekilde tüm bunları yazarken görmeyi isterdim onu. Kısa bir süre sonra oradan çıkıp anlaştıkları bir yere notu bırakmak gibi zorlu bir görevle karşı karşıya olduğunu düşünürken kim bilir ne hale geliyordu... Belki de çalışanlarından biriyle karşılaşmak, hatta

ister istemez göz göze gelmek gibi büyük riskleri barındıran bir görevdi bu onun için.

Yürüyüşe çıktığında (çok kuralcı olduğundan bunu daima aynı saatte yapardı) kimseyle göz göze gelmemek için başı önünde olurdu hep. Olur da tanıdıklarından biri selam verecek olsa, boğulacak gibi hisseder, tir tir titreyerek kaldırım değiştirir, laboratuvarına geri dönmek üzere adımlarını hızlandırırdı. Orası kendini gerçek anlamda güvende hissettiği tek yerdi. Orada kimse zarar veremezdi ona; dört duvar arasında evrenin hâkimi bir tanrı gibiydi... O kapıların ardında neler yaptığını seyretmek için nelerimi vermezdim. Kim bilir nasıl içeri giriyor, nasıl çıkıyor, bir aletten diğerine nasıl yürüyor, girdikten sonra tuhaf gizli kapısını nasıl kapatıyordu. Belki de sokakta üzerine çöken gerginlikten silkinmek için bir anlığına gözlerini yumarak derin bir nefes çekiyordu içine.

Haliyle, insanların bayıldığı o hınca hınç dolu yerlere ne uğradı ne de bir kez olsun eğlencelere katıldı Cavendish. Bir başkası için eğlenceli vakit geçirme anlamına gelen bir şey, onu birkaç gün yatağa düşürecek bir sinir krizine mal olabilirdi. Bir sohbete nasıl başlamak gerekirdi? Bu, onun için yerine getirilmesi imkânsız bir görevdi. Sohbet edebilmek için karşısındakiyle göz teması kurması gerekirdi ki, buna hazır değildi. Bunun ona yaşatacağı eziyet, hiçbir sohbetin vereceği zevkle telafi edilemezdi. Bundan ötürü parasını ne tavernalarda ne de kalabalık eğlence yerlerinde harcadı. Kocaman serveti onu mümkün olduğunca bilimsel alet edevat ve pek çok kitap almaya yöneltti. Zamanla olağanüstü bir kütüphaneye sahip oldu ve kendisinden beklenmeyecek bir girişkenlik gösterip başkalarının da bu kütüphaneden yararlanmasına izin verdi.

Ama birileriyle karşılaşmaktan kaçınmak için kütüphaneyi evinden birkaç kilometre uzağa yerleştirdi.

Diğer taraftan, insanlarla ilişkiye girme konusundaki o ödlekliği sıra bilimle uğraşmaya gelince olağanüstü bir cesarete dönüşüyordu. Bu alanda herkesten daha gözü pekti. Burada sözünü ettiğim, sadece düşünsel bir cesaret değil, fiziksel bir cesaret de vardı onda. Örneğin elektrikle deney yaparken, akımı tam olarak ölçecek güvenilir sistemler olmadığından, elini doğrudan akımın kaynağına değdiriyordu. Ya da kimi durumlarda kolunu veya bacağını... İşte bu da tanık olmayı arzuladığım şeylerden biri. Elektriğin şiddetinin en iyi göstergesinin duyulan acı olduğu söylenir.

Cavendish'in hayatı bize bir gerçeği esaslı biçimde gösterir: Günlük hayata pek az ilgi gösteren biri olup bilimsel konulara sabırla kafa yorabilmek, aynı anda var olabilen özelliklerdir. Ve aynı zamanda, bir insanın huylarının onun zihinsel becerileriyle ilgisi yoktur. Hatırlarsan Ulises, Galileo, Cavendish'in tam tersi bir kişiliğe sahipti: Gününü gün eder, sarhoş olur, önüne gelenle sohbet eder, parasını eğlencelerde har vurup harman savurur, önüne çıkan her kadınla ilişkiye girer ve hiçbir şeyden utanmazdı. Bu bize çok temel bir şeyi öğretmeli: Dâhi olmak için ille de belli bir kalıba uygun davranman gerektiğini öğütleyen o basmakalıp fikirlere aldırış etme. İnsanlar tek tip değildir. Herkes kendine özgü bir kişiliğe sahiptir.

Cavendish hiç evlenmedi. Elbette, başka nasıl olacaktı ki? Biriyle sohbet etmek bile onun için çok zorlu bir görevken, bir kızı baştan çıkarmak zorunda olduğunu, öptüğünü, onunla yattığını, âşıkların doğal biçimde yaptığı şeyleri yaptığını bir

düşün... Böyle bir şey onu öldürürdü. Onun tek ilgisi bilimdi. Asıl olarak da gazların özellikleri. Bu ilgisi sayesinde tarihe, suyun gizemini keşfeden kişi olarak geçti.

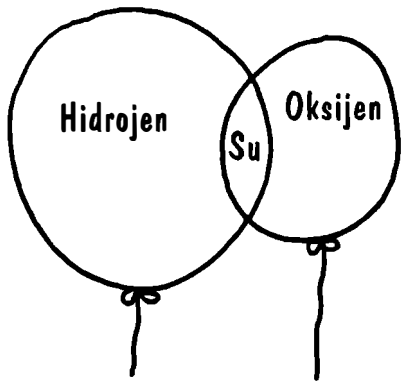
Aristoteles olsaydın, bir bardak suyu içmek, temel felsefeyle ilişkili bir şey olurdu. Su içerken, kozmosun dört elementinden en önemlisini yudumlamış olursun ona göre. Aristoteles, bildiğin gibi, Dünya'nın su, toprak, ateş ve havadan (ayrıca muhteşem eterden) oluştuğunu düşünüyordu. Bu özgün bir düşünce değildi. Yani bunu eski filozoflardan almıştı. Bu dört element fikri, Demokritos'u, dâhice sezgilerini ve atomları unutturmuştu. Başka ne olabilirdi ki? Aristoteles'in olduğu yerde başkasına yer yoktu. Zamanında gök-merkezciliğe nasıl dur dediyse, aynısını atomcu fikre de yapacaktı.

Döneminin diğer tüm bilim insanları gibi Cavendish'in aklında da Aristoteles'in düşünceleri vardı; düşüncelerini epeyce okumuştu. Dört element, doğası gereği çözülemez nitelikteydi. Su ve toprağın bileşiminden çamur oluşuyordu ama suyu oluşturan başka bir şey yoktu. Su suydu, nokta... Bir bileşim değil, bir elementti. Evrenin yapı taşlarından biriydi.

Gelgelelim bizim çekingen ve tuhaf mı tuhaf kimyagerimiz, tarihi değiştiren ve Aristoteles'in fikirlerini unutturan bir şey keşfetti.

Bir seferinde o hayran olduğu gazla, hidrojenle deneyler yapıyordu. Çok hafif ve tuhaf özeliklere sahip bir gazdı bu. Örneğin yanıcıydı... Sadece sirklerde kullanılacak bir eğlence aracı olabilirdi bu ama Cavendish, bu konuda gece gündüz demeden deneyler yaptı. Ta ki bir gün, hidrojen yanınca su ortaya çıktığını hayretler içinde keşfedene dek... Bu nasıl mümkün olabiliyordu? Su nasıl ortaya çıkıyordu? Bu sıvı

daha önce nerede bulunuyordu ki? Muhtemelen hayatında ilk kez sokağa fırlayıp bağıra çağıra herkese çok tuhaf bir şeyle karşılaştığını haber vermek istemişti. Utangaçlığıyla iletişim kurma arzusu arasında içten içe bir mücadele yaşadığını gözümün önüne getirebiliyorum... Sahiden de son derece görkemli bir buluştu bu. Aristoteles haklıysa, az önce bir mucize gerçekleşmişti, çünkü ona bakılırsa *su, başka elementlerden ortaya çıkamazdı, kendisi asli bir elementti.* Ama Cavendish bunun bir mucize olmadığını biliyordu. Dolayısıyla hidrojen yandığında su açığa çıkıyorsa, suyun çözülemez bir element olmadığı açıktı. Başka elementlerden oluşuyordu su, yokluktan var oluşa geçiyordu. Yaratılıyordu. Yani Aristoteles yanılmıştı. Su bir bileşikti, birden fazla elementle ortaya çıkan bir şeydi. Hidrojen ve bir şey daha gerekiyordu... Bugün artık suyun hidrojen ve oksijenden oluştuğunu biliyoruz.



Cavendish sayısız gazı inceledi ve Dünya'nın elementlerden oluştuğuna emin oldu; Aristoteles'in ve diğer Yunan bilginlerin sözünü ettiği "dört element"ten çok daha fazlası vardı. Bunun yanı sıra, muhteşem bir fikri hediye etti bize:

Bu elementleri birleştirerek her şeyi ortaya çıkarabilirdik. Bu fikir bizi bir kez daha atomlara yaklaştırmıştı. Görünüşe bakılırsa, var olan her şey, kesinlikle çok daha basit başka şeylerin bileşiminden oluşuyordu: Su, oksijen ve hidrojenden oluşuyorsa, oksijen ve hidrojenin daha basit bir şeyden oluştuklarını düşünmenin önünde bir engel var mıydı?

Çekingen bilim insanımız 1810 yılında öldü. Bir yürüyüşe çıktığı sırada kendini kötü hissetmişti. Laboratuvarına kendini zor attı ama doktoru aramadı. Onunla konuşmak zorunda kalacaktı ve bundan utanıyordu. Doktor göğsünü dinlemek için birden gömleğinin düğmelerini çözmesini istese yaşayacağı utancı düşünsene... Nasıl yalnız yaşadıysa öyle yalnız öldü. Bir süre sonra aile fertleri servetinin bir kısmını bilime bağışladı. Bu servetle Cavendish Laboratuvarları kuruldu. Neyse ki bu laboratuvarlar hâlâ çalışmaya devam ediyor ve bünyelerinde en üst düzey bilimsel araştırmalar hayata geçiriliyor.

Cavendish hayatı boyunca kimseyle iletişime geçmedi. Biraz duygusal bir benzetme yapacak olursam, yalnızca bilimin gözlerinin içine baktı. Bu sayede, varlığımızla huzurunu kaçırmamıza izin vermeden bize pek çok şey söylemeyi başardı. Eninde sonunda Demokritos'un haklı çıkmasını sağlayacak bir çalışma armağan etti bizlere. Bunun gerçekleşmesine çok az kalmıştı.

John Dalton

Atomun Antik Yunan'da formüle edilmesinden ileride kanıtlanmasına kadarki süreç, kusursuz biçimde bilimsel yöntemi simgeler. Şimdi bu aracı son derece zekice kullanan bir adamla tanışmanı istiyorum.

John Dalton, 1766'da Birleşik Krallık'ta doğdu. Meraklı, duygusal ve yalnız bir adamdı. Fakat onun yalnızlık merakı Cavendish'inkinden tamamen farklıydı. Onun durumunda bu yalnızlık huzurlu, olumlu, neredeyse sevinçli diyebileceğimiz bir arzuydu. İnsanlardan korkmadığı halde yalnızlığı seven biriydi. Kuşkusuz, dünyayla başa çıkabilmek adına benimsenebilecek en iyi tutumlardan biriydi bu. Yalnızlıktan korku duymamak bize büyük sevinçler getirebilir. Aslında kalabalığı sevelim ya da ondan rahatsızlık duyalım, fark etmez; en iyisi, yalnızlığı korktuğumuz için zorunluluktan değil, isteyerek tercih etmektir. Bu anlamda John, Henry'den daha mutluydu. Asla bir kadınla birlikte yaşamadı; ki bu, bazı durumlarda kesinlikle avantajlı olabilir. Anne babasından kendisine miras kalmış bazı tuhaf dini inanışlara sahipti. Quaker adında bir Hıristiyan mezhebinin üyesiydi. Quaker mezhebi, Hıristiyanlık'ı ilerici bazı fikirlerle kaynaştıran bir inanç sistemidir. Tarih boyunca pek çok önemli kişiyi cezbetmiştir ve aslında karmakarışık mistik sosyal fikirlerden ibaret, iyi niyetli bir oluşumdur. Neyse ki, Dalton'un dini fikirleri evrenle ilgili uğraşını kesintiye uğratmamıştır.

John hayli akıllı bir çocuktu. Bu aslında mutlak bir gerçektir. Hayatlarında önemli bir şey yapan insanların çoğu çocukken de zekidir. Ama bunu özel olarak belirtmemin nedeni çocukluğundaki zekâsının pratikte de sonuçları olması. Daha dokuz yaşındayken okuldaki diğer arkadaşlarına ders veriyor, evin geçimine katkıda bulunuyordu John. Ekonomik durumu pek iyi olmayan ailesi bu durumdan hoşnuttu. Sonra büyüdü ve giderek bilimle, esas olarak da kimya ve matematikle daha çok ilgilenmeye başladı.

Elimizde çocukluğuna ait bir resmi olmaması ne kötü. Belki çocukken sahip olduğu o görünümü yetişkinliğinde de koruyordu. Zeki insanlarda bu duruma epey sık rastlanır. Mümkündür bu... Diğer taraftan, yetişkinliğindeki resimlerine baktığımızda renkleri ayırt etme güçlüğü çektiğini söyleyen hiçbir şey göremiyoruz ama başına gelen tam da buydu. Bugün onun ismiyle anılan ve *Daltonizm* olarak bilinen rahatsızlıktır bu. Doğup büyüdüğü Eaglesfield kırsalındaki çayırlara baktığında, senin gibi yeşil olarak görmüyordu onları John. Ama bu durum, gördüğü manzaraya, inanılmaz zengin doğaya hayran kalmasına engel olmadı. Doğanın hangi renkte olduğu önemli değildi; ömrü boyunca onun yasalarını derinlemesine öğrenmek için çabaladı.

Dalton'u, görmesindeki hafif bozuklukla ilgili olarak öne sürdüğü varsayım nedeniyle tanır herkes. Ancak tarihe sadece bu olayla geçmemiştir. Bilime en önemli katkısı, Abderalı Demokritos'un çalışmasını yüzyıllar sonra devam ettirmiş olmasıdır.

Tam Sayılar

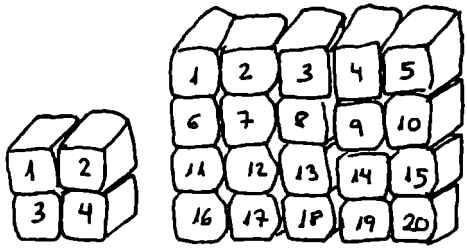
Sayılar bilim için sonsuz mutluluk kaynağı olmuştur. Kimi durumlarda çok temel matematiksel gözlemler hayranlık uyandıran şeylerin keşfine yol açmıştır. Matematik öyle ipuçları sunar ki, o olmasaydı bunları göremezdik. Hassas, yöntemli ve dilsiz bir rehber gibidir sayılar; kaybolduğumuzda bize yolu gösterir. Büyük fırtınalara yol açmaz, bağırıp çağırmazlar ama

onları yorumlamayı bilenlere basitçe yön gösterirler... Dalton kimyasal tepkimeleri incelerken olan da buydu işte.

Çekingen Cavendish'in keşfinin büyük bir etkisi olmuştu. Örneğin, suyun saf bir element olmadığının ve daha basit maddelerden oluştuğunun öğrenilmesi bütün bilim insanlarının ilgisini çekmişti. Dalton'un da bundan etkilenmemesi imkânsızdı.

Bunun yanı sıra, onunla aynı dönemde yaşayan Jeremias Benjamin Richter adında bir bilim insanı sayesinde başka bir şey daha öğrenmişti: Farklı kimyasal maddeleri karıştırdığımızda (hidrojen ve oksijen örneğindeki gibi) yeni bileşiği ortaya çıkaracak tepkimenin gerçekleşmesi için (bu durumda, söz konusu olan sudur), karışımda yer alacak maddelerin karıştırılmadan önceki oranlarının ancak ve ancak bir tam sayıyla ifade edilmesi gerekiyordu. Tam sayılar, ondalık rakamları olmayan sayılardır: Yani bir, iki, üç, dört, vs. Gözünü korkutmasın bu. Karmaşık bir paragraf çıkardım önüne, biliyorum. Ama bunu yapmak gerekiyordu... Kimyasal olarak tepkimeye giren maddelerin oranının daima tam sayı olarak ifade edilmesinin ne anlama geldiğini açıklayacağım hemen. Şu şekle bir bak.

Her iki şeklin de –hem sağdakinin hem de soldakinin– kimyasal maddelerden herhangi ikisi olduğunu hayal et. Richter'in söylediğine göre, büyük küpteki sayıyı küçük küpteki sayıya bölersek, elde etmemiz gereken daima bir tam sayı olmalıdır. Sayının kaç olduğunun bir önemi yok ama elde ettiğimiz daima tam sayı olmalı... Bu örnekte 20'yi 4'e bölersek 5 sayısına ulaşırız.



Dalton'un çok iyi bildiği bu gerçek onu heyecanlandırmayabilirdi. Ama adamımız birinci sınıf bir bilim insanıydı. Ve doğa bize ne zaman Richter'in gösterdiği gibi güzel ve harika şeyler sunsa, böyle insanların ağızları hayretten açık kalır. Aslında kelimelere dökmenin pek kolay olmadığı tuhaf bir fikir var: Buna göre, zarif olanın doğru olma ihtimali daha büyüktür. Ve bu tam sayıların saf ve dokunulmamış halleri, tartışmasız biçimde son derece zarif bir olaydı. Böylece kahramanımız bu olayın nedeni üzerine kafa yormaya başladı.

Dalton'un zihnine girdiğimizi hayal edersek, şöyle akıl yürüttüğüne kulak verebiliriz:

> Doğada pek çok kimyasal madde vardır. Her yerde bulunurlar. Cavendish bunların bir kısmını buldu. Ve ben de başkalarını bulmayı umut ediyorum. İki madde yeni bir bileşik ortaya çıkarmak üzere tepkimeye girdiğinde, aralarındaki oran daima aynı olmalı: Bir maddeden dört gram, diğerinden yirmi gram gibi... Eli bol davranır ve bir maddenin miktarını iki katına çıkarırsam, diğerinin miktarını da iki katına çıkarmam gerek. Aksi takdirde tepkime olmayacaktır. Ve iyice cömert bir gü-

nümde, birinden yüz katı miktarda kullanacak olursam, diğerinin miktarını da yüz kat artırmalıyım. Burada sorun oranın tam olarak korunması. Bu tuhaf durum nasıl açıklanabilir ki?

Dalton'un buna benzer bir düşüncesi oldu şüphesiz. Doğa neden bu kadar metodikti, neden ondalık küsuratı olmayan sayılara düşkündü? Bu tam sayıların ardında yatan neydi? Başka bir deyişle, varoluş neden bu denli güzel davranmaya gayret ediyordu? Sözgelişi, ortaya çıkarmak istediğimiz şey su ise, hedeflediğimiz miktar ne olursa olsun, bir miktar oksijen karşılığında onun iki katı kadar hidrojen kullanmamız gerekiyordu. Oksijen miktarını beş katına çıkarmak istersek, hidrojen miktarını da beş katına çıkarmalıydık. Burada önemli olan, hidrojen miktarı oksijen miktarına bölündüğünde, sonucun daima "2" rakamını vermesiydi.

Bu durum Dalton'un birkaç gece uykusunu kaçırmıştı. Bu tam sayılar nereden geliyordu? Yatağında bir sağa bir sola dönüyor, karanlıkta gözünü kırpmadan düşünüyordu. Su içmek için yataktan kalkıyor, alışkanlık sonucu artık derin gizemini algılamayı bıraktığımız o sıvının sırlarına kafa yoruyordu...

Derken, günün birinde harika bir fikir buldu. Bütün bu gizemin, tüm elementlerin görünmeyen parçacıklardan, parçalanamayacak kadar küçük bilyelerden oluşmasıyla açıklanabileceğini düşündü heyecan içinde. Belki de Demokritos haklıydı – Platon bunu duysa çok rahatsız olurdu.

Dalton'un geçmişe, çok eskiden yaşamış olan Yunan meslektaşına göz kırptığını, yüzyılları bulan zaman farkına rağmen onunla kendini bütünleştirdiğini düşünüyorum. Gerçeğe ulaşmak için çok uzun bir zaman geçmesi gerekmişti.

Aristoteles'in ağırlığı o kadar büyüktü ki, atomları bile, çıkmalarına izin vermemecesine ezmişti bu ağırlık... Ama sonunda birisi Demokritos'a hak vermeye başlamıştı.

Dalton sadece atomların varlığını kabul etmekle kalmadı; bunların küre şeklinde, katı ve parçalanamaz bir halde olduğunu da kabul etti. Neden küre şeklinde? Şüphesiz, bu güzel bir şekil de ondan... Yeryüzü küre şeklindedir. Ay da öyle. O zaman neden atomlar da öyle olmasın? Ayrıca başka bir şekilde olsalar, bu sefer köşelerin çıkardığı sorunla karşı karşıya kalacaktık. Küp şeklinde bir atom, düşününce, sezgisel olarak pek çirkin geliyor insana, pek akla yatkın bir görüntü değil. Kuşkusuz küre, ideal görüntüye en yakın olanı.

Dalton ayrıca, belli bir elementin içindeki atomların tümünün kendi içinde eşit olduklarını söylemiştir. Oksijenin tüm atomları birbirine özdeştir. Birini görmüşseniz, hepsini görmüş gibi olursunuz. Ama her elementin kendine özgü bir atomu vardır. Ve doğal dünyanın olağanüstü zenginliği, bu küçük birimlerin belli oranlarda birleşiminden ortaya çıkar.

Atomlar fikri, gizemli tam sayılar konusunu gayet iyi açıklamaktadır. Temelde, kökende bölünemez parçacıklar olunca, elbette tam sayılardan söz edilecektir! Yarım hidrojen atomu olamayacağından, ondalık sayılar da olamaz.

Gördüğümüz gibi, Dalton 18. yüzyılın Demokritos'uydu.

H_2O

Tüm dünyanın bildiği yegâne kimyasal formül, suyun formülü olan H_2O'dur. Bu formül, en küçük miktardaki suyu oluşturmak için iki atom hidrojen ve bir atom oksijen gerektiğini

söyler. Formüllerde "2" sayısı daima elementin sağına konur. Dalton tarihte bunu bulan ilk kişi olmak üzereydi ama basit bir hesap hatası yüzünden yanıldı. Elinin altındaki ölçüm aletlerinin doğruluk derecesi düşünülünce, hayli anlaşılabilir bir durum bu. Tek bir oksijen atomunun tek bir hidrojen atomuyla birleşmesinin yeterli olacağını düşünmüştü...



Dalton'a göre su

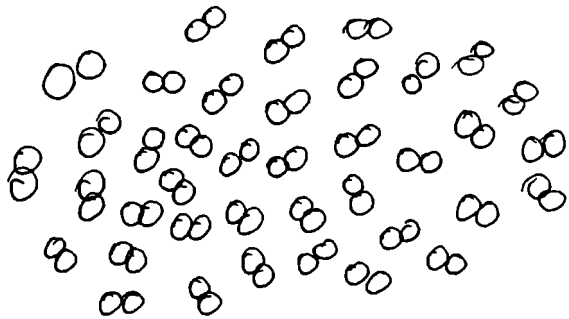
Bu, Dalton'un varsayımını takip ederek oluşturulabilecek en küçük su miktarıydı. Buradaki hatanın önemli olmadığını tekrar söylemek isterim. Yüzlerce mükemmel yanıtın arasındaki tek bir hataydı bu. Önemli olan, farklı elementlerin atomlarının yeni bileşikler oluşturmak üzere bir araya geldiklerini hayal etmiş olmasıydı. Ayrıca, pek çoğu açısından kesin sonuçlara varmıştı.

Dalton'un elinde daha güçlü bilimsel aygıtlar olsaydı, suyu yaratmak için oksijenin iki katı hidrojen gerektiğini gözlemleyecekti. İki hidrojen atomuyla birleşmiş bir oksijen atomunu gözümüzün önünde canlandıralım.



Suyun gerçek formülü

Daha çok su elde etmek istiyorsak, oksijen ve hidrojen atomlarının sayısını artırmak zorundayız. Ama her seferinde iki hidrojen atomuna karşılık bir oksijen atomu kullanarak... Bu şekilde, daha fazla su ortaya çıkarmak için her bir oksijen, iki hidrojen atomuyla birleşir. Ve böyle böyle, ikinin katlarını alarak bir okyanus yaratabiliriz.



Dalton için bir okyanus

Suyun miktarı ne olursa olsun, içinde daima oksijen atomlarının iki katı kadar hidrojen atomu bulunacaktır. Richter'in tuhaf ve kusursuz oranlarını açıklamak için Dalton'un bulduğu dâhice ve sade yöntemdir bu. Atomlar her şeyin yanıtıydı. Demokritos haklıydı. Dalton ile kadim Abdera sakini arasındaki fark, renk körlüğünden mustarip dostumuzun bu sonuca deney yaparak varmış olmasıydı. Ne yazık ki dâhi Yunan bilgini bunu yapamamıştı.

Peki Ama Atomlar Nedir?

Neyse ki biz insanlar bazı kesin yanıtlarla yetinmiyoruz. Öyle olsaydı, bilim daha doğduğu dakika ölürdü; verilen ilk yanıt yeterli gelir, kontrol edilemez soru sorma arzusu da sönerdi. Ama çok dik kafalıyız ve daima birkaç adım daha atmak istiyoruz. Hidrojen, oksijen ya da başka bir elementin atomlarının var olduğunu bilmek, merakımızı tam olarak gidermiyor. Bunlar sadece birer başlangıç. Temel bir soru hâlâ sürüncemede bekliyor: Bu küçük şeyler neyin nesi tam olarak? Ve neden birleşip duruyorlar? Yoksa tuhaf mı tuhaf kozmik kancaları ve yapışkanları mı var? Neden bölünmüyorlar? Neden oluşmuşlar? Ne renktirler? Boyutları nedir? Kocaman bir büyüteçle görülebilirler mi? Bütün bunlar çok kafa karıştırıcı görünüyordu ve bu soruların yanıtlanması için zamana ihtiyaç vardı.

İçerideki Atomlar

Ulises, anımsayacağın gibi Güneş'in neden yanmaya devam ettiği sorusunun yanıtını bulmaya çalışıyorduk. Bunun için önce Antik Yunan'a geri döndük, sonra da 2 bin 500 yüz yıl sonrasına, Dalton'un yaşamına atlamak zorunda kaldık. Zamanda ve mekânda yaptığımız ileri geri salınımların kaotik olduğunu düşünmeyesin. Aslında bu, bilimin görkemini ve kendi içinde nasıl da bağlantılı olduğunu gösteriyor. Bir soruya yanıt bulmak için zamanda ileri geri sıçramalar yapmamız

gerekiyor. Çünkü bir yanıtın temelleri, tarihimizin farklı farklı dönemlerinde ve parçalar halinde atılmıştır.

Dalton, Demokritos ve Leukippos'un zihninde belli belirsiz şekillenmeye başlayan bir fikri yeniden dünyaya sundu. Ama önce ona deneysel ve bilimsel bir biçim verdi. Bu andan itibaren, atom teorisi ciddiye alınmaya başlandı.

Etrafımızdaki her şeyin aslında daha basit elementlerin bir karışımı olduğu açıkça ortaya çıktı. Sen, hava, hayvanlar, metaller, bir masanın yapıldığı malzeme, bir bulut, herhangi bir parktaki salıncakların zinciri, parkın kendisi, arabaların direksiyonu, su, Ay, ayakkabı, kirpik... hepsi de daha basit bir şeye bölünebilir, daha asli bir bileşene ayrılabilir.

Bunun sayesinde Dünya'yı anlamaya giderek daha çok yaklaşıyor gibiyiz.

Joseph John Thomson

Gördüğün gibi, Dalton maddi dünyayı aza indirgedi ama belli anlamlarda onu genişletti de. İndirgeme pratik anlamdaydı: Onun sayesinde gerçekliği anlamak biraz daha kolaylaştı. Genişleme ise teorik anlamdaydı: Bunun ardından bilim, o zamana kadar olduğundan çok daha güçlü bir araç haline geldi. Çünkü modern kimya biliminin doğuşu gerçekleşiyordu.

Ama hâlâ yürünecek çok yol vardı. Ve derken sahneye meraklı, zeki mi zeki, hayranlık uyandıran biri çıktı: Büyük J. J. Thomson.

18 Aralık 1856'da, İngiltere-Manchester'da geldi dünyaya. Cavendish Laboratuvarları'nda fizik öğretmenliği yapıyor-

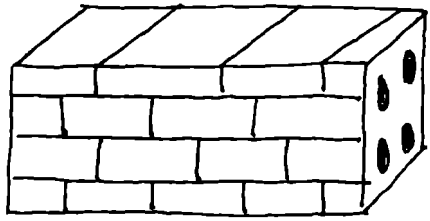
du; daha önce sözünü ettiğim o çekingen kimyagerin adını taşıyan araştırma merkezinde. Hayatta olsaydı, bu durum kimyagerimizi fazlasıyla rahatsız edebilirdi.

Thomson, Dalton'un araştırması sayesinde Dünya'yı oluşturdukları anlaşılan atomların gerçekte nasıl bir yapısı olduğunu bilmek istiyordu. Maddenin araştırılması konusunda bir şeylerin geri dönüşsüz bir biçimde ve kökten değişeceğine inanıyordu.

O zamanlar bilim insanlarını deliye döndüren sıra dışı bir şeyin davranışını inceliyordu Thomson; bunlar katot demetleriydi. Kimse bunların ne olduğunu bilmiyordu ancak cam bir tüpün içindeki hava boşaltıldığında ve biraz elektrik yükü verildiğinde bu ışınlar ortaya çıkıyordu. Bu tüplerin içinde bir şey hareket ediyordu ve bunun ne olduğunu öğrenmek son derece önemliydi.

Thomson, bunların elektrik yüklü küçük parçacıklar olabileceği sonucuna vardı. Hatta bu elektrik yükünün negatif olması gerektiğini bile gösterdi. Bu küçücük parçacıkların davranışlarının açıklanabilmesi, "atomlardan çok daha küçük boyutta olduklarının" doğru kabul edilmesine bağlıydı.

Şimdi, "atomlardan daha küçük" sözünü bir düşün... Aslına bakarsan dehşet vericidir bu, çünkü çok büyük bir çıkarsamaya götürür bizi: "Maddenin en küçük bileşeni" olarak düşünülen şeyden daha da küçük bir şey, bu bileşenin de bileşeni olmalıdır o halde. Başka bir deyişle, Dalton'un atomu Dünya'yı oluşturan yapı taşı değildi. Atom denilen yapı taşını oluşturan daha da küçük yapı taşları vardı. Yapı taşının da yapı taşı...



Demokritos mezarından çıkıp dirilerek Thomson'la konuşmak üzere Cavendish Laboratuvarı'na gelmiş olsaydı, şüphesiz şöyle diyecekti: "Beni hiç anlamamışsınız; ne beni ne de Leukippos'u... Benim anadilimde atom kelimesi köken olarak 'bölünemez' anlamına gelir. Dolayısıyla bu *bölünemez parçadan* daha küçük bir şey, hiç yoksa biraz hayret uyandırır. Gerçekliğin en sonuncu bileşeni olarak atomlardan söz ettiğimde, zihnimde canlanan şey, mümkün olan bölünemez en küçük parçaydı."

Sözün burasında, büyük olasılıkla biraz afallayan Thomson şaşkınlık dolu birkaç dakikadan sonra gözlerini ovuştururdu. Ve yaşlı bilgeyle aşağı yukarı şöyle bir konuşma geçerdi aralarında:

THOMSON: Sevgili Demokritos, lütfen çalışmamdan bu şekilde söz etmeyin. Rica ederim sabırlı olun. Sizin ölümünüzden sonra çok şey oldu. Bana inanın, benim gibi düşünen bazı insanlar olmasaydı adınız bugünkü kadar saygı görmeyecekti.

DEMOKRITOS: Bunun için size sahiden teşekkürü borç bilirim. Ama *mümkün olan bölünemez en küçük parçadan* daha küçük parçacıklar bulmanın bir çelişki olduğunu inkâr etmeyin lütfen.

THOMSON: Ne demek istediğinizi anlıyorum. Ama belki de beni iyice anlamanız için bir şeyi bilmeniz gerek. Sizin döneminizde bugün bize son derece doğal gelen bir ayrım yapılmıyordu. Bizim *kimyasal element* adını verdiğimiz bir şey vardır. Ve bu elementlerin son bileşenleri atomlardır. En azından yine sizin bir hayranınız olan John Dalton gibi kimi insanların çalışmalarından çıkan sonuç bu olmuştur. Bizim zihnimizdeki atom, sizinkinden farklı olarak *maddenin* değil, kimyasal elementlerin yapı taşıdır.

DEMOKRITOS: Peki o zaman, bir madde ile kimyasal element arasındaki fark nedir?

THOMSON: Her şey maddedir. Siz ve ben birer maddeyiz. Bu masa ve üzerinde yürüdüğümüz bu zemin de öyle. Ama tüm bu maddeler kimyasal elementlerin karışımıyla oluşur. Örneğin siz karbon, kükürt, kalsiyum ve demirden oluşuyordunuz.

DEMOKRITOS: Ben demirden mi oluşmuşum yani?

THOMSON: Başka şeylerin yanı sıra, evet... Sizin için buna inanmanın güç olduğunu biliyorum ama izin verin devam edeyim: Sizi ve beni oluşturan elementlerin her birinin son bir bileşeni vardır. Demirden söz edersek, bu bileşen demir atomudur.

DEMOKRITOS: Galiba sizi anlıyorum. Demir atomunun demirin en küçük parçası olduğunu söylüyorsunuz.

THOMSON: Tam olarak öyle... Bakıyorum da doğup büyüdüğünüz Abdera'nın sokaklarında gezdiğiniz günlerdeki kadar parlak bir zekânız var hâlâ. Altını düşünelim örneğin. Bir yargıcın, cimri mi cimri bir adamı halka altın hediye etmeye mecbur ettiğini varsayalım. Bu parçanın miktarını belirtmemiş olsun. Sizce cimri ne yapar bu durumda?

DEMOKRITOS: Mümkün olan en küçük altın parçasını hediye eder.

THOMSON: Yani ne verir?

DEMOKRITOS: Bir altın atomu. Şimdi her şeyi anlıyorum.

THOMSON: Kesinlikle. Altın atomu altının mümkün olan en küçük parçasıdır. Oksijen atomunun da oksijenin en küçük parçası olması gibi. Ama bu, söz konusu atomların daha da küçük şeylerden oluşmadıkları anlamına gelmez. Bizim atom modelimiz, modern atom, sizinki gibi değil. Yapı taşları olarak biz...

DEMOKRITOS: *Yapı taşı* kelimesine çok sık başvuruyorsunuz.

THOMSON: Çünkü çok çarpıcı. Devam edeyim. Söylediğim gibi, atomlardan söz ederken, onları Dünya'yı oluşturan pek çok kimyasal elementin yapı taşları olarak görüyoruz. Şimdi ise yeni bir parçacık buldum ben. Atomdan daha küçük bir parçacık. Bundan ötürü de onun atomun yapı taşı olduğu sonucuna vardım.

DEMOKRITOS: O halde zihnimde canlandırdığım atomların ne olduğu hâlâ belli değil.

THOMSON: Belli bakımlardan haklısınız. Maddenin en son bileşeni ne olursa olsun henüz keşfedilmedi. Ama bu kitabın ilerleyen sayfalarında, en azından 21. yüzyılın bilim insanlarına göre bunun ne olabileceğine dair ipuçları veriliyor.

DEMOKRITOS: Tamam. Bu sayfaları okuyacağım. Ve gelecekteki herhangi bir meslektaşımla sohbet etmek için burada yeniden ortaya çıkma olasılığını da göz ardı etmiyorum.

Böyle bir konuşma hiç gerçekleşmediyse de eminim Thomson zihninde Demokritos'la sohbet etmişti. Atomun bir bileşenini

bulmasını bir şekilde açıklamak zorundaydı. Ve burada kaba hatlarıyla verilen mantık yürütme sistemi, pekâlâ aklından geçmiş olabilirdi. Demokritos'un tahmin yürüttüğü gibi maddenin son bir bileşeni, yani bölünemeyen bir şey daha varsa, bu kesinlikle Dalton'un atomları değildi. Bundan daha temel bir şey vardı.

Az önce sözünü ettiğim elektrik yükleriyle ilgili konu, bir anlığına yolunu kaybettirmiş olabilir sana. Endişelenme. Bu elektrik yüklerinin ne olduğuna dair, açık ve net bir fikrin olması gerekmiyor şu an. Kısa süre sonra hepsini anlayacaksın. Sayısız kez kulağımıza çalınmış olan şu gerçeği bil yeter: Zıt yükler birbirini çeker, aynı yükler birbirini iter.

Cavendish Laboratuvarları'ndaki profesörümüz büyük bir adım atarak atomların aslında nasıl olduklarını, biçimlerinin neye benzediğini tahmin etme cesareti göstermişti.

Aklından neler geçmiş olabileceğini şöyle bir düşünelim: "Anlaşılan Dalton'un atomları keşfettiğim tuhaf mı tuhaf parçacıklardan daha büyük. Bundan ötürü benim parçacıklarım, atomun bileşenleri, onun kısımları olmalı. Ama tespit ettiğim bu küçük şeyler negatif elektrikle yüklü. Oysa atom negatif elektrikle yüklü olamaz, çünkü atomların oluşturduğu cisimlerin elektrik yükü yoktur. Bir başka ifadeyle, masaya dokunduğunuzda elektrik çarpmaz. Ne kayalara, ne birinin eline dokunduğunuzda ne de bir kitabı açtığınızda olur bu. Demek ki, bir atomun içinde negatif parçacıklar varsa, aynı atomun içinde pozitif bir kısım da olmalı. Her iki yük birbirini iptal edeceğinden, sonuç elektrik yükü olarak nötr olacaktır."

Bu basit mantık yürütme işlemi, atomun fiziksel olarak

neye benzediğine dair ona bir ipucu vermişti. Bu, kimsenin gözle görmediği bir şeydi. Pozitif yüklü bir kısım ve onun keşfettiği bazı negatif yüklü parçacıklar. Peki ama bunlar nasıl bir arada durabiliyordu? Karışmış, üst üste yığılmış bir halde mi? Yoksa belli bir sıra takip ederek mi? Ne şekilde duruyorlardı?

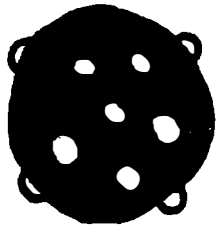
Atoma Şeklini Vermek

Thomson şu sonuca varmıştı: Keşfettiği negatif yüklü parçacıkların atomun dış sahasında olması gerekiyordu. Dış sahadan çıkış yapmaları nispeten daha kolay olurdu. Negatif elektrik yükünü oluşturmak için dünyanın en basit yöntemine başvurmanın yeterli olduğu çok uzun zamandan beri biliniyordu. Bunun için herhangi bir madde parçasına kazağınızın kolunu sürtmeniz yeterlidir. Giysimize sürtülen cetvelin anında elektrik yüklendiğini ve birkaç saniye küçük kâğıt parçacıklarını çekebildiğini küçüklüğümüzden beri biliriz.

Elektrik yükünün maddeden basit bir sürtülme hareketiyle bu denli kolay çıkabilmesi, Thomson'ın parçacıklarının atomun dış kısmında konumlandığını kanıtlıyordu.

Sana tuhaf gelecek ama Thomson'a göre atomun şekli üzümlü keke benziyordu. Kuru üzümler, keşfettiği parçacıkları temsil ediyordu; kekin iç kısmı ise atomun pozitif yüklü kısmıydı.

Dolayısıyla Thomson'ın atomu şöyleydi:



Thomson'ın parçacıkları yıllar sonra *elektron* adını aldı ve hâlâ bu isimle bilinmektedir.

Artık bu son derece küçük parçacıkların, fişi prize taktığımızda kabloların içinden akıp durmakta olan şeyler olduğunu biliyoruz. Elektronlar elektrik demektir. Ya da daha kesin bir dille söylemek gerekirse, elektrik bu elektronların akımıdır. Bir şeyi prize taktığında, dostumuzun keşfettiği bu küçük mü küçük parçacıkların baş döndürücü bir hızla kabloların içinden yolculuk ettiklerini düşün.

Thomson'ın çalışması, Antik Yunanların sadece hayallerinde canlandırdıkları o atomların nasıl görünebileceklerine dair insanlık tarihinde ilk kez görsel bir örnek sunmaktadır.

Bizi çevreleyen her şey küçük üzümlü keklerden oluşmuştur: Her şeyin temelini oluşturan küçük ve hafif keklerden. Atomun bu ilk tasarımı etkileyici bir ilerleme olmuştu ama hâlâ bir iki düzeltmeye ihtiyaç vardı.

Şimdi, hazırlan bakalım: Minyatür evrenlerden söz edeceğim sana. Ne zamandır Güneş'in neden yanmaya devam ettiği sorusunun yanıtını vermeye çalışıyoruz, farkında mısın?

Sana şimdi anlatacağım şeyi ilk öğrendiğimde çok etkilenmiştim. Tam bir şaşkınlık, hayret, kafa karışıklığı içindeydim. Ancak bunların yanı sıra, bana evrenin öyle veya böyle olağanüstü bir şey olduğunu kesin bir dille söyleyen açık ve net bir fikir de vardı.

Böyle şeyler olabilir. Yapılması gereken biraz dikkat etmektir. Birden, başkalarının hayalinde canlandırdığı bir şeyi öğrenmek, neden olduğunu bilmeden içini garip bir heyecanla doldurur ve ister istemez merakını uyandırır. Derken epeyce bir süre iflah olmaz bir mutluluğu tadarsın. Bu çok kısa sürse de deneyimlemeye değer. Bu durum bir düşüncenin etkisiyle gerçekleştiğinde, seni heyecanlandırmayan diğer her şeye ilgini kaybedersin. Sanki gözlerin, kulakların, burnun ve zihnin sadece başkalarının sana anlattığı bu yenilik için yaratılmıştır. Dünya'ya bu şekilde olduğu için, her nasılsa öyle olduğu için, bu tuhaf, saçma sapan ve parlak gizemi için teşekkür etmek gelir içinden. Ve en akla hayale gelmeyecek şeylerin gerçekleşme olasılığı bulunan bu evrene ait olduğun için kendini şanslı hissedersin. Eminim senin de başına benzer bir şey gelecektir.

Bu hikâyenin başkahramanı akıllı bir çocuktu. Sporda çok başarılıydı ama matematik ve fizikte daha da başarılı biriydi. Günün birinde ülkesinden ayrılıp büyük Thomson'ın öğretilerini takip etmek üzere Cavendish Laboratuvarları'na yolculuk etmeye karar verdi.

Ernest Rutherford harika, olağanüstü bir insandı ve gümbür gümbür bir sese sahipti. Ağustos 1871'de dünyaya gelmişti ve istisnasız tüm öğretmenleri ona hayrandı. Gençliğinde

bile son derece yardımseverdi. Giderek daha yardımsever oldu ve hayatının sonraki evrelerinde öğrencilerine yardım etti – öğrencilerinden bazıları, onun bu fedakârca desteği sayesinde ileride Nobel Ödülü alacaktı. Herkes tarafından sevilen, yeteneği yüz metre öteden bile görülebilen o insanlardan biriydi. Küçük yaşlarından itibaren fen bilimlerinde sivrilmeye başladı. Gösterilen bir şeyi anında öğreniyor, hatta öğretmenlerinin kapasitesini aşan sorular soruyordu. Dolayısıyla tek yapabildiği, bu soruların yanıtlarını kendi başına araştırmak oluyordu.

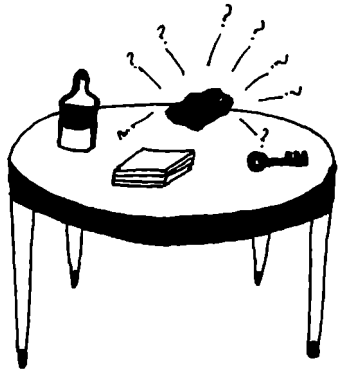
Delikanlılık çağında etrafındaki herkesin ağzını açık bırakan şeyler icat etti. Bu genç adamın eğitime devam etmesi gerektiği çok açıktı. Ve öyle de yaptı. Yeni Zelanda'da ilk kez verilen kimi bursları kazandı. Büyüdüğünde Thomson'ın çalışmalarına ve atom modeline ilgi duymaya başladı.

Üzümlü kek modeline hayran olmasına rağmen bunun iyileştirilmesi gerektiğinin farkındaydı. Çok kullanışlı bir temsildi bu ama içinden bir ses bunun, atomun görünümünü tam olarak yansıtmadığını söylüyordu.

Bir gün Rutherford, Thomson'ın negatif yüklü elektronlarından farklı olarak, *alfa* adı verilen pozitif yüklü parçacıklarla deney yapıyordu. Bu parçacıkların keşfi ise isimlerini pek çok kez duyduğun bir evli çiftle yakından ilgiliydi: Marie ve Pierre Curie'den söz ediyorum.

Bu bilgin çiftimiz yeni bir element keşfetmiş, Marie'nin doğup büyüdüğü Polonya'nın hatırına buna *polonyum* adını vermişti. Polonyum son derece radyoaktif bir maddeydi. Daha basit bir dille ifade edersek, bir şeyler yayıyordu. Etrafımızdaki maddelerin çoğunda olmayan bir özellikti bu. Sözgelişi

ağaçların yaprakları, mobilyalar, su, kâğıt, torbalar ya da günlük hayatta kullandığımız eşyalar herhangi bir şey yaymaz. Peki, o zaman polonyum elementi neden yayıyordu?



Hiçbir şey yaymayan maddeler varken, birtakım maddelerin bir şeyler yayması bilim dünyasının merakını uyandıran bir durumdu haliyle. Kimi maddelerin sahip olduğu bu özelliğe *radyoaktivite* adı verilir. Polonyum maddesinin yaydığı o gizemli şeyin bir parçacık demeti olduğu anlaşıldı ve buna Yunan alfabesinin ilk harfi olan *alfa* adı verildi.

Hiç endişelenme; radyoaktivitenin ne olduğuna dair açık seçik bir fikir oluşması gerekmiyor kafanda. Şimdilik sadece, *polonyum* diye bir maddenin *alfa* adı verilen kimi parçacıklar yaydığını aklında tut yeter. Zaten Rutherford da senin gibi bu alfa parçacıklarının ne olduğunu bilmek istedi.

Rutherford bu son derece küçük parçacıkların doğasını belirlemeye kafa yormaya başladı. Parçacıkları büyüterek görmesini sağlayacak mikroskoplar yoktu, ne ağırlıklarını ne boylarını ölçebiliyor ne de onlara dokunabiliyordu. O zaman ne olduklarını nasıl keşfedecekti?

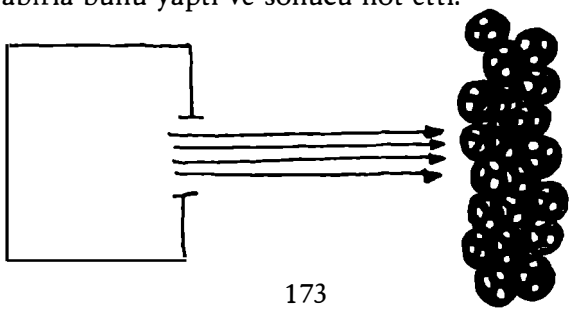
Ernest iyi bir bilim insanıydı ve bir şeyler hakkında bilgi edinmek için tek yolun deney yapmaktan geçtiğini biliyordu. Bu küçücük parçacıkların ne olduğunu öğrenmek için tuhaf bir deney tasarladı.

Altın Plaka Deneyi

Bu, bir peri masalını andırıyor: Sesi gümbür gümbür çıkan, cüsseli ve iyi kalpli bir kahraman, altın bir plaka ve gizemli bir ışın var masalda... Bu bileşenleri kullanarak Grimm Kardeşler mükemmel bir masal yazabilirdi, buna hiç şüphem yok. Oysa burada yapılan, fizik tarihini sonsuza kadar değiştiren bilimsel bir deneydi.

Rutherford, bu parçacıkların bir demetini bir plaka altına çarpacak biçimde yönlendirmenin iyi bir fikir olduğunu düşündü. Bunun için parçacıkların oluşturduğu bir ışın gerekiyordu ama nasıl? Alfa ışınlarının kurşundan geçmediği biliniyordu. Dolayısıyla alfa parçacıklarından bir ışın oluşturmanın en mükemmel yolu, bir polonyum numunesini kurşundan bir kutuya koymak, sonra da radyasyonun çıkacağı bir delik bırakmaktı.

Böylece tamamen yalıtılmış bir ışın elde etmişti. Tek yapması gereken bu ışını bir altın plakasına yöneltmekti. Rutherford sabırla bunu yaptı ve sonucu not etti.



Thomson'ın atomlarıyla deney

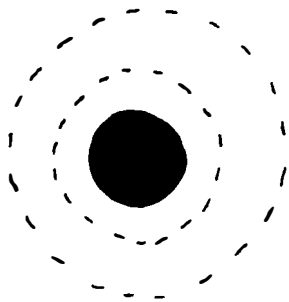
Parçacıkların büyük kısmının plakadan geçtiğini gördü. Ama bazen tuhaf bir şey oluyor, kimi parçacıklar plakadan sekerek kurşun kutuya geri dönüyordu.

Bu durum bilim insanını çok etkiledi. Bunun hayatının en büyük sürprizi olduğunu söyledi. Bir kâğıda atılan kurşuna benzetiyordu bunu; kâğıda atılan kurşun onu delip geçeceğine geri sekerek kurşunu sıkan kişiyi öldürüyordu.

Geri dönen parçacıklar azınlıktaydı; tüm parçacıkların yaklaşık on binde biri kadardı. Ama bu durum olayın tuhaflığını ortadan kaldırmıyordu.

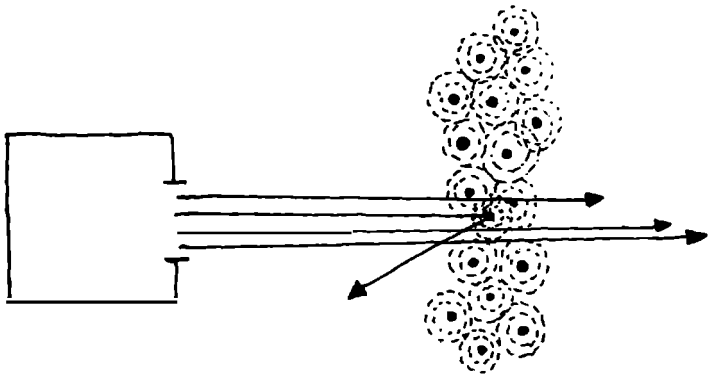
Neden sekiyorlardı? Kahramanımıza bakılırsa, Thomson'ın söyledikleri doğruysa ve atomların yapısı üzümlü kekin yapısı gibiyse, bunun asla olmaması gerekiyordu.

Atomlar böyleyse o zaman gözlenen sonuç anlaşılmaz kalıyordu. Rutherford konuya yoğunlaşmaya karar verdi. Deneyin gözlemlenen sonucuyla uyumlu olabilmesi için atomların gerçekte nasıl bir yapıda olduğunu gözünün önünde canlandırdı. Fikri mükemmeldi. Atomlar üzümlü kek gibi değillerdi. Aslında şöyleydiler:



Rutherford'un atomu

Pozitif yüklü bir çekirdek (*nukleus*) ve dış kısımda konumlanmış elektronlar vardı. Bu durumda altın plakasıyla yapılan deney şöyle olacaktı:



Bu her şeyi açıklıyordu işte. Alfa parçacıklarının çoğu, çok sayıdaki boş alanda yol alarak altın plakadan geçecekti. Ancak çok az sayıdaki alfa ışını atomun çekirdeğine denk gelecek ve geri sekecekti.

Mantık zinciri kusursuzdu. Ama küçük bir sorun vardı: Birbirine karşıt yükler birbirini çektiği halde neden elektronlar *nukleusa* yapışmıyordu?

Bu soru sana bir şey çağrıştırıyor mu?

Uzun uzun düşün bakalım... Tekrar edeyim soruyu: Elektronlar neden *nukleusa* yapışmıyordu?

Hiçbir şey gelmedi mi aklına? *Elektron*un yerine *Ay*'ı koyalım. Ve *nukleus*un yerine de *Dünya*'yı... Şimdi bir sonraki soruya geçiyoruz: Ay, neden Dünya'nın üstüne düşmez. Lütfen o etkileyici kelime üçüncü kez çıksın karşımıza.

Ernest Rutherford genelleme yaptı. Ay neden Dünya'nın üstüne devrilmiyorsa elektronların da *aynı sebeple* nukleusa yapışmayacaklarını düşündü. Bu durumda elektronlar da tam olarak Ay'ın yaptığı gibi atom çekirdeğinin etrafında dönebilirdi.

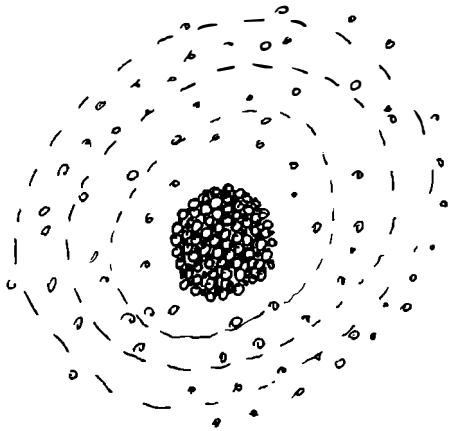
İyi düşününce, bunun minyatür bir güneş sistemi olduğunu düşünmek insanı korkutuyor biraz. Bu, şüphesiz Rutherford'un çokça dikkatini çekmişti. Burada elektronlar gezegenleri temsil ederken, çekirdek de Güneş'i temsil ediyordu. Sanki evrenimiz kimi şemaları tekrarlıyordu. Devasa ölçeklerde geçerli olan durum, en küçük dünyalar için de geçerliydi. Görkemli bir simetriyle bir tür sürekli tekrar gibi...

Ulises fark ettiysen, sesi gümbür gümbür çıkan, iyi kalpli ve boylu boslu dostumuza bakarsak, senin içinde de milyonlarca, trilyonlarca güneş sistemi var. Kirpiklerinden saçlarına, ayak tabanından sosisli sandviçlere, bulutlara, kuş gagalarına ve buz parçalarıyla kum tanelerine varana kadar. Kesinlikle her tarafta var onlardan.

Atomun Şekli Tamamlanır

Rutherford'un şekli, bir iki ufak değişikliğin ardından kusursuz hale bürünür. Bu şekle göre, nukleus, tek bir yoğun pozitif küreden değil, küçük pozitif küreciklerin birleşiminden oluşmuştur ve negatif yüklü elektronlar, onun etrafındaki yörüngelerinde döner. Nukleusun bu küçücük kürelerine *proton* adı verilir. Protonların elektrik yükleri miktar olarak elektron-

larla aynıdır ama pozitif değerdedir. Herhangi bir kimyasal element, bir numarayla bilinir; kaç elektrona ve protona sahip olduğunu gösteren atom numarasıdır bu. Protonlarla elektronların sayısının eşit olduğunu söylemiştik. Örneğin bir altın atomunda, Thomson'ın Demokritos'a sözünü ettiği cimrinin istemeden olsa verdiği o altın atomunda böyledir.



Çekirdeğinde yetmiş dokuz proton bulunur; çekirdeğin etrafında da yörüngelerinde yetmiş dokuz elektron döner. Aynı yüke sahip parçalar birbirini ittiğinden çekirdekte protonları birbirine bağlayan bir yapıştırıcı olmalıdır – aksi halde birbirlerinden uzaklaşırlardı. Bu yapıştırıcı, hiç elektrik yükü olmayan *nötronlardır*. Nötronlar çekirdeği bir bütün halinde tutar.

Peki, öyleyse alfa parçacıkları nedir? Küçük olmalarına rağmen altının çekirdeğinden büyüktüler ve onun gibi pozi-

tif yüklüydüler. (Bu sebeple, bir altın plakasının merkezine çarpınca, içlerinden çok az bir kısmı fırlıyordu.) Dolayısıyla alfa parçacıklarının, küçük parça bir altın çekirdeğine benzediğini çıkarsayabiliriz kolaylıkla. Altın çekirdeğinin küçük bir parçası olmadığına göre, bunun daha hafif bir elementin çekirdeği olduğunu varsaymak yerinde olacaktır. Bugün alfa parçacıklarının, iki proton ve onları bir arada tutma becerisine sahip iki nötrondan oluşan helyum çekirdeği olduğunu biliyoruz.

Bir atomun boyutu nedir? Bir fikir vermesi için bir milimetreyi düşünmelisin.

▪

Bu konuşma çizgisi bir milimetre. Şimdi hayalinde bu konuşma çizgisini bin parçaya böldüğünü düşün... Tamam mı? Şimdi elde ettiğini tekrar bine ve tekrar bine böl. Yani ilk halinden milyon kat daha küçük... Devam edelim: Bu milyonda bir parçayı ona bölelim. Bu ölçü birimine *angstrom* (yani santimin yüz milyonda biri) adı veriliyor. Bir atomun büyüklüğü aşağı yukarı bu kadardır işte.

Çok çılgınca fikirleri olan Demokritos bile böyle bir şeyi düşünemezdi.

Neredeyse Hiç

Rutherford'un modelini kabul edersek bundan sıra dışı bir anlam çıkar. Ulises, gerçeklik neredeyse bir boşluk. Etrafında gördüğün her şey atomlardan oluşmakta; atomlar da netice itibariyle boş birer alan demek. Yemek yemek için oturduğun

sandalye, yediğin yemeğin kendisi, ağzın, ellerin, seni okula götürdüğüm araba... Hepsi mikroskobik düzleme gelince dağılıp çözülür. Neredeyse hiçbir şey yoktur. Maddenin yüzde 99,9999999'dan fazlası derinlemesine bir boşluktan ibarettir. Her gün gördüğümüz o katı gerçeklik, onu algıladığımızı sandığımız biçimde değildir aslında. Sen de neredeyse tamamen boşluktan oluşmaktasın.

Elin masaya değdiğinde ve bir ses duyduğunda, her şeyin katı olduğu izlenimini verir bu sana. Eşyalara vurduğunda algıladığın duyum sebebiyle boşluk fikri çürütülür sanki. Ama bu bir yanılsamadır. Aslında elindeki atomların dışındaki elektronlar, dokunduğun eşyadaki atomların dışındaki elektronları ittiği için baskı uygularsın. Ama her şey boşluktur oğlum. Rutherford'un bize gösterdiği haliyle, evren kati biçimde boştur.

Gösterim

Farkındaysan, şimdiye kadar kimsenin bir atom gördüğünden söz etmedim sana. Bu, araştırmalar sonucunda ulaşılan bir varsayımdır. Bellibaşlı deneylerin sonucunda gözlemlenen şeyi en iyi biçimde açıklayan bir varsayım... Ancak atomların gerçek hallerinin gösterilmesi hâlâ uzağımızda.

Bilim, pek çok durumda böyle işler; bir şeyin gerçek olduğu varsayılır. Çünkü onun varlığı, aksi halde anlaşılmaz hale gelen pek çok davranışı açıklar. Yani: Doğanın şimdiye kadar nasıl davranıyorsa öyle davranabilmesi için atomun Rutherford'un söylediği biçimde *olması gerekir*.

Atomların varlığı tüm bilim insanları tarafından doğru kabul edilse de bu gösterilememişti. Ta ki, birisi çıkıp çiçeklerin gerçekleştirdiği tuhaf bir olayı incelemeye karar verene kadar...

Atomların görünüşteki soğuk yapılarıyla bol çiçekli kırlar birbirine zıt gibidir. Ama neyse ki, bilim açısından doğada her şey muhteşem bir biçimde birbirine bağlıdır.

Bildiğin gibi çiçekler polen aracılığıyla ürer. Polen zerreciklerinin gölün üstündeki hareketlerini mikroskopla incelersek sahiden de merak uyandıran bir şey fark ederiz: Polen, suyun üstünde dans ediyor gibidir. Görünüşte tesadüfi ve kaotik bir danstır bu. Bitkibilimci Robert Brown'un anısına *Brown Hareketi* denmiştir buna. 1827'de polenlerin bu hareketini fark eden ilk insan olan Brown, sonrasında bunun sadece polen tanecikleriyle değil, tozla da gerçekleştiğini buldu.

Güneş ışınlarının bir pencereden girerken oluşturduğu dümdüz çizginin eşi benzeri yoktur; ışığın bu hareketi, küçüklüğümden beri olabilecek en güzel şey gibi görünmüştür bana. Bir dahaki sefere böyle bir şeye rastlarsan, dikkatle baktığında, ışık ışınıyla parçacıkların aydınlandığına, tanecikli gibi bir görünüm ortaya çıktığına şahit olacak, tozun dans ettiğini göreceksin. Buna da Brown Hareketi deniyor.

İÖ 100 yıllarında doğan şair Lucretius, Demokritos'un eserlerinin büyük hayranıydı. Ve onun ilkel atom teorisinin de hararetli bir savunucusuydu. Bugün bile cüretkâr sayılabilecek bir şey yapmaya karar verdi: "Şeylerin Doğası" adını verdiği nefis bir şiirle fiziği yaygınlaştırmaya çalıştı – filozofların çok

sık kullandığı bir başlıktı bu. Bu şiirinde, tozu aydınlatan ışınların güzelliğinden söz eder Lucretius.

> Güneş ışınları bir yere nüfuz ettiğinde, karanlık yerlere ışık vurduğunda, ne olur gözlemleyin. Sayısız yolda küçücük parçacıkların dans ettiğini göreceksiniz. Kuşkusuz, bizim görüşümüzden gizlenen en küçük hareketlerin varlığına işarettir bunlar.

Şairin burada yaptığı şeyin asli bir önemi vardı: Saçma bir biçimde birbirinden ayrı tutulan gerçeğin iki unsurunu, yani bilimle şiiri kaynaştırıyordu. Atomların dünyasıyla estetik güzelliği, mantık ve duyguları, pek çoklarının birbirinden ayırmaya çalıştığı insanoğlunun iki öğesini kaynaştırıyordu. Oysa gerçekten ne olduğumuzu tanımlamak, ancak bu iki öğenin birlikte kullanılmasıyla olasıdır.

Lucretius neredeyse görünmez olan bu dansı, Demokritos'un bir biçimde kendi aralarında çarpışan atomlarına atfetmişti. Bu dâhice sezgileri bir Alman, iki bin yıl sonra yeniden ele alacaktı – biliyor musun, kesinlikle saçlarını hiç taramayan biriydi o.

Albert Einstein

İşte karşımızda. Kuşkusuz dünyanın en ünlü bilim insanı o. Zekânın sembolü, dâhi zihinlerin emsalsiz örneği. Bilime katkılarının önemi tartışmasızdır.

Hemen ondan söz etmeye başlayacağım sana ama önce, onun 1905'te üzerinde durduğu bir şeye yoğunlaşmak istiyorum.

O yıl Einstein, Bern'de bir patent firmasında çalışıyordu. Geçimini sağlaması gerekiyordu ve bu iş ona boş zamanlarında kendi konularıyla ilgilenme fırsatı tanıyordu.

Brown Hareketi'nin açıklamasını yapmak istedi ve hesaplara girişti. Bir dolu kâğıdı matematik formüllerle doldurduktan sonra şu sonuca vardı: Polen tanecikleri rastgele hareket ediyordu, çünkü su molekülleri onlara çarpıyordu. Küçük yer değiştirmeler ve atomların çarpışması, bu tesadüfi hareketin açıklamasıydı.

Bu, mümkün olabilecek tek açıklamaydı. Suyun üstünde yüzen çiçek tohumları sayesinde Einstein, tarihte ilk kez şüpheye yer bırakmayacak biçimde atomların var olduğunu gösterdi. Bu tuhaf mı tuhaf dansın sessiz sorumluları da onlardı.

Einstein'ın Abderalı büyük Demokritos'u ve Antik atomcuları haklı çıkaran çalışması Yunanca değil Almanca yazılmıştı. Einstein'ın çalışmasına vermeyi düşündüğü isim, "Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen" idi. Yani, "Durgun bir suda yüzen küçük parçacıkların moleküler hareketine yönelik kinetik teori." Bu tuhaf görünen kelimelerin arkasında, Antik Yunan uygarlığından atomculara verilen kati bir "Evet" yanıtı vardı.

Ve şimdi sana ışıktan söz etmem gerek. Bütün bunlar çok dağınık gelebilir sana ama sonunda hepsinin nasıl da kusursuzca yerli yerine oturduğunu göreceksin. Bazı televizyon dizilerinde gördüğümüz, sonunda birbirine bağlanan ve tamamlanan açık uçlu olayları andırıyor bu. Işık konusunu anlamak için Newton'a geri dönmeliyiz. Biraz başın döndü farkındayım ama yolculuğun sonunda bütün bunlara değecek.

17. Yüzyıla Geri Dönüş

İşte yeniden Isaac'in yanındayız. Gerçekliğin büyük okyanusunun kıyısında deniz kabuklarıyla oyun oynayan o çocuğun yanında.

Newton'un ilgisini çeken tek konu kütleçekimi kuvveti değildi. Işık konusu da aynı şekilde dikkatini çekiyordu. Bunda da haklıydı. Düşünürsen ışık konusu, aslında insanı çileden çıkarabilen konuların başında gelir. Var olduğunu bilirsin ama ne olduğunu bilmezsin. Hiç ağırlığı yok gibidir; havadadır ama onu yakalayamayız. Görünüşte hiçbir şeyi doldurmaz ama her şeyi kaplar. Tam olarak nedir peki?

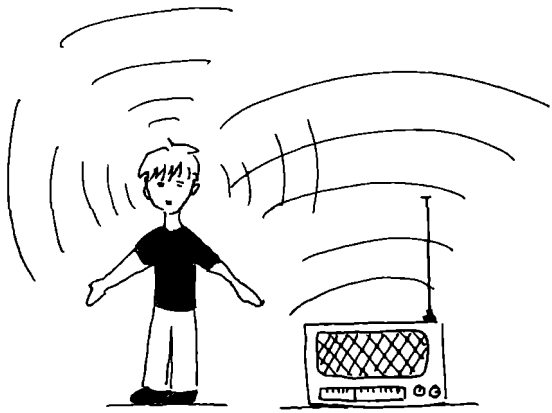
Hatırlayacağın gibi Galileo da bu soruları dile getirmiş, sonuçta başarılı olamadığı bir deneyle ışığın hızını saptamaya çalışmıştı. Sonraları, Olaus Roemer'in araştırması sayesinde bu rakam doğruya çok yakın bir şekilde elde edildi.

Şimdi *prizma*'dan bahsedeceğim sana. Newton bir gün odasını tamamen karartti. Bütün pencereleri kapattı ve sadece güneş ışınının sızabileceği kadar bir deliği açık bıraktı. Işık prizmadan geçtiğinde son derece tuhaf bir şey oluştuğunu fark etti.

Dışarıdan gelen ışık farklı renklerde ışınlara bölünüyordu. Ne olmuş olabilirdi ki? Dâhi bilgin varsayımını ortaya attı: Işık küçük parçacıklardan oluşmaktadır. Bu parçacıkların hepsi birbirine eşit değildir. Kimileri diğerlerine göre daha güçlüdür. Prizma, bunları kristale çarpma kuvvetlerine göre ayrıştırır. Her rengin kendine göre bir ışık parçacığı vardır.

O zamanlar Hollanda'da Christiaan Huygens adında çok önemli bir bilim insanı yaşardı. O da Newton gibi ışığın doğasını anlamayı yürekten istiyordu. Ama onun vardığı varsayım Newton'unkinden tamamen farklıydı. Onun açısından ışık bir parçacıklar toplamı değil, dalgaydı.

Konuştuğun zaman ağzının yakınındaki havayı hareket ettirirsin. Bu hareket yayılır. Havanın hareket eden her bir kısmı bitişikteki hava parçasını hareket ettirir ve bu da bir dalga şeklinde yayılım sağlar.



Buradaki elbette bir ses dalgasıdır. Huygens, bu durumun ışık konusunda da geçerli olduğunu düşündü. Dalga teorisine göre, ışık prizmaya çarptığında renklere ayrışıyordu ve her bir dalga bir renkle ilişkiliydi ki, bu da mantıklı görünüyordu. En azından gerçekleşen olayı görünüşte aydınlatıyordu.

Anlayacağın ışık konusunda birbirinden farklı iki teori mevcuttu. Işık ya dalgalardan ya da parçacıklardan oluşuyordu. Newton'unki veya Huygens'inki... Bu soruya ancak birkaç yüzyıl sonra yanıt verildi.

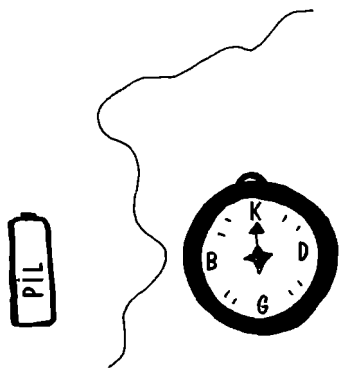
Şimdi birkaç yıl önce, yazın başıma gelen bir şeyi anlatmanın tam sırası. Sanırım, ışığın tarihinin devamını anlaman için, can alıcı bir öneme sahip bu. Böylelikle, baştan beri dile getirdiğimiz sorulara yavaş yavaş yanıt vermeye başlayabileceksin.

Yanılmıyorum

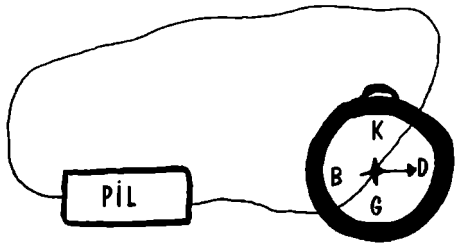
Bilim, dünyadaki başka bir şeye benzemez. Her şeyi biraz andırır elbette ama kendine özgü kurallar hâkimdir bilimde. Örneğin, dinle bir ortak yönü vardır; ikisi de belli belirsiz bir gizem duygusu barındırır. Ama diğer bakımlardan, bilimi tamamen farklı kılan bir özellik vardır. Sıcak bir ikindiüstü, kusursuz biçimde bunun farkına varmıştım işte.

Temmuz ayındaydık ve canım sıkılıyordu. Epeyce bir zamanı elimdeki fizik kitabını okuyarak geçirmiştim ve kafamı dağıtmak için bir şey yapmak istiyordum. Mahalle bakkalına giderek bir pusula satın aldım, bir deney yapma niyetiyle eve döndüm.

Radyonun pilini çıkardım ve çamaşır asmak için kullanılan, bolca bulunan kablodan bir parça kestim.



Pili kabloya bağladıktan sonra (iki ucuna da) kabloyu pusulaya yaklaştırınca pusulanın hareket ettiğini gözlemledim.



İğnenin bu hareketini gördüğümde derinlemesine hissettiğim şey, hayatta hiç de yalnız olmadığımdı. Tuhaf bir şey fark etmiştim; sanki çok hoş bir insan grubuna aittim. Bir şeyler bana insan denen varlığın kötücül olmadığını göstermişti. Dünya yüzünde korkunç şeyler oluyordu, evet, ama tutunacak bir dal da vardı. Hareket eden bu pusula bana bunu göstermişti.

Mistik bir aydınlanma ya da benzeri bir şey yaşadığımı filan sanma. Yaptığım şey, açıkça bilimsel bir deneydi. Ama benim açımdan insani çağrışımları vardı bunun. Nasıl mı diyorsun... Okuduğum fizik kitabında Oersted adında birinin çalışmalarından söz ediliyordu. 1777 yılında doğan Oersted, bir pusulaya elektrik akımı yaklaştırılırsa pusula iğnesinin hareket edeceğini söylüyordu.

Bu deneyi gerçekleştirene kadar fizik kitaplarında yazan her şeyin doğru olduğunu düşünüyordum. Çok fazla şey bilen bazı beyler bana ne söylerse açıkça doğru kabul ediyordum. Bu insanlara sarsılmaz bir güvenim vardı elbette ama kendi gözlerimle görene kadar, bilim insanları aslında bizimle dalga mı geçiyor, bundan emin olamazdım.

Sana bir süre önce dinden söz etmiştim ya... Pek çok insan tarafından ne kadar değerli görülürse görülsün, bu alanda ortaya konan önermelerin sağlaması yapılamaz. Örneğin Matta İncili'ni okuyabilirsin ama orada anlatılanların gerçekten olup olmadığını evde yaptığın deneyle sınayamazsın. Öte yandan bilimin tarif ettiği sonuçlara bizzat varman mümkündür. Bilim çok açık ve nettir; başkalarının hayata geçirdiği deneyleri herkesin yeniden yapması için çeşitli yollar sunar.

Var olduğu söylenen şeyleri kendi odamda deneyip kendi gözlerimle görebilecek olmam, bilimin kullandığı yönteme güvenimi bin kat artırır.

Sana bu kişisel deneyimi anlatmamın iki nedeni vardı. Hem yaşadığım heyecanı paylaşmanı hem de Oersted'in deneyini öğrenmeni istedim. Çünkü ışığın doğasını anlamak için, can alıcı bir öneme sahip bu. Newton da Huygens de ışığın doğasını tam olarak anlayamamıştı.

J. J. Thomson'ın tanımladığı elektronları anımsıyor musun? Elektrik aslında kablonun içinden akıp giden elektronlardan ibarettir. Bu negatif yüklü atom altı parçacıkları evlerin duvarları arasında gezinir ve bir fişi prize taktığımızda fişten deli gibi akarlar. Çamaşır ipi diye de kullanılan ve pile bağladığın kablodan akan şey de elektrondur. Yani hareket halindeki elektronlar... İşte bu elektriktir. Bir kablonun içinde hareket eden Thomson'ın kekindeki kuru üzümler. Peki, bu parçacıklar nasıl oluyor da bir pusulanın hareketini değiştirebiliyor?

Oersted'den önce, bir pusula sadece mıknatısla değişikliğe uğratılabilirdi. Mıknatısın müdahalesi olmadığında iğne daima gezegenimizin kuzeyini işaret eder. Ama bu deney sayesinde aynı değişikliği elektriğin de yapabildiğini öğrendik.

Evrenin doğasını daha iyi anlamak için bu bir başlangıç oldu. Ama şimdi aklına gelebilecek en yoksul koşullarda büyüyen bir çocuğun hikâyesi araya girecek.

Yoksul Michael

1791'de, Wolfgang Amadeus Mozart'ın öldüğü sene, İngiltere-Newington'da Michael Faraday adında bir çocuk dünyaya geldi. Babası bir demirciydi ve hayatı pek de yolunda gitmiyordu. Ne kadar uğraşırsa uğraşsın ayakları üstünde duramıyordu: Demircilik işi kötü gidiyordu; müşterileri yoktu ve geliri de yok denecek kadar azdı. Sanayi Devrimi sayesinde, küçük atölyesinde gerçekleştirdiği işler, yeni makinelerin yardımıyla çok daha ucuza ve çok daha kısa sürede yapılır olmuştu. Hayatı bundan ötürü felaketti. Mozart onu tanımış olsaydı, son bestesi *Lacrimosa*'yı ona ithaf etmeyi düşünebilirdi cidden.

Tüm bu anlattıklarımdan ötürü Faraday ailesi açlık çekiyordu ve küçük Michael ders çalışmaya çok zaman ayıramıyordu. Bu da bilimin izlediği yolda şaşırtıcı derecede sıra dışı bir durumdu. Erken yaşta çalışmaya başladı. On dört yaşındayken, Londra yakınlarındaki bir matbaa ciltçisinin yanında çıraklığa başladı.

Eline düzgün bir maaş geçtiği yoktu ya, arasa bundan daha iyi bir işi bulamazdı. Çünkü ciltlenmesi gereken onlarca kitabı okuma fırsatı yakalıyordu. Hepsi de muhteşem kitaplar değillerdi elbette ama şans eseri eline son derece olağanüstü olanlar da geçmişti: Kimya, fizik, astronomi, bitkibilim ve matematik tezleri vardı aralarında.

İyi kalpli bir adam olan patronu Georges'un bütün bunlardan haberdar olduğunu söylemeye gerek yok tabii. Onun yerinde kim olsa biraz rahatsız olur, çırağının okumaya bu kadar zaman ayırmasını engellerdi. Ama Georges tatlı bir adamdı. Faraday'da desteklenmesi gereken bir yetenek olduğunu görebilmişti.

Günün birinde çırağının okumakla kalmadığını, deftere bir şeyler karaladığını gördü. Başta, hayata ve belki de aşka dair endişelerini yapmacık bir şiirsellikle dile getiren bir ergen yazısı olduğunu düşünmüş olmalı defterdekilerin. Ama şöyle bir göz atınca, bunların bir dâhinin kaleminden çıktığını fark etti. Bir bilim insanının güncesi gibiydi. Ciltlemeden önce okuduğu tüm o kitapların verdiği esinle fikirlerini özenle not almıştı.

Bu günlük Faraday'ın hayatının akışını değiştirdi. Bay Georges'un dükkânında rastlantı eseri önemli bir bilim insanı adayı bulunuyordu ve patronu o delikanlıyı gerçek bir fizikçi yapmaya karar verdi. Ama eğitiminin büyük bir kısmı, kendi kendine okuduğu kitaplara dayanıyordu. Etrafında bulunan bir dolu kitap aracılığıyla bilgiye erişebildiği ve akademinin baskısını yaşamadığı için, tarihin en parlak insanlarından biri olup çıkmıştı Michael. Albert Einstein ona öyle hayrandı ki, çalışma odasının duvarında sadece onun resmi asılıydı.

Bilim alanında o dönemin en önemli insanlarının yardımıyla araştırma ruhunu benimsemeye başladı ve dini inançlarıyla bu ruhun arasında bir benzerlik keşfetti Michael. Faraday'ın ailesi *Sandemancılar* denen bir Hıristiyan mezhebine üyeydi. İsim sana biraz komik gelebilir ama emin ol, bunu çok ciddiye alıyorlardı. Michael, o kitaplarda güzelce

tarif edilen doğa yasalarını, bir biçimde "Tanrı'nın bizimle iletişime geçmesi" olarak yorumluyordu.

Bilgi karşısındaki bu dini tavrını asla bir kenara bırakmadı. Merak, bilgiye ulaşmak için başlı başına güçlü bir teşvikti. Faraday, bu bilgiye erişerek aslında Tanrı'nın bizim için sakladığı mesajı açığa çıkardığımızı düşünüyordu. Bu fikir –ister doğru, ister yanlış olsun– tüm hayatı boyunca yılmadan çalışmasını sağladı.

Tanrı'nın bizimle doğanın yasaları aracılığıyla iletişime geçtiği fikri yeni değildir. Galileo da benzer bir şeyi savunmuştu zamanında: Doğanın kitabının matematiksel bir dille yazıldığını ve ancak onu anladığımızda yaratıcının zihnine erişebileceğimizi belirtmişti. Gezegenlerin yörüngelerinin dairesel değil de eliptik olduğunu keşfeden bilim insanı Kepler, Tanrı'yı büyük bir geometri ustası olarak görüyordu. Newton ise pek çok kereler, farklı biçimlerde benzer bir şeyi dile getirmişti. Eski zamanlarda yaşamış bilim insanlarının çoğu bu inancı savunmuş olmasına rağmen, bir inancın ötesine geçmedi bu. Bilimin ötesindeki başka bir alana ait bir inançtan, insanın yüreğinde yaşadığı bir duygudan öteye geçmedi. Tarafsız ve çözümsel mantıktan ileri gelen bir şey değil, aşkı hissettiğimiz yürekte yaşanan bir duygu oldu. Dolayısıyla uzun yıllar süren bir deneyin sonucunda varılan bilimsel bir sonuç değil, dini bir sezgiydi bu. Saygı duyulması gereken ama bilim tarihi özelinde dikkate alınmaması gereken bir sezgi...

Her şeye rağmen bu tür duyguları yok sayıp onları önemsiz şeyler gibi göremeyiz. Pek çokları için önemli bir dürtü gibidir bu ve Dünya'nın işleyişini anlamaya yardımcı olabilecek her şeyi hoş karşılamak gerekir. Deneylerini yaparken

Faraday'ın aklında Tanrı'nın yanı sıra, zihninde köklü biçimde yer etmiş başka bir fikir vardı: Burada bizim için asıl önemli olan, asla incelemeyi bırakmadığı o elektrik konusuydu.

Oersted'in yaptığı deney Faraday'ı büyülemişti. Hani o yaz benim de yaptığım ve çok etkilendiğim deney... Michael, alçakgönüllü bir tavırla bunu kesinlikle anlamadığını kabullendi. Bu, onun zihinsel beceriksizliğinin bir göstergesi değildi. Aksine, onun için "anlamak" kelimesi, yüzeysel bir anlama gelmiyordu. Konunun ta derinliklerine inmek istiyordu ve o dönemin bilgileriyle bu imkânsızdı.

Büyüdüğünde zamanının büyük bir kısmını elektrik üzerine araştırma yapmaya adadı. Bu konu, o dönemde dünyanın her tarafında merak uyandırmaya devam ediyordu.

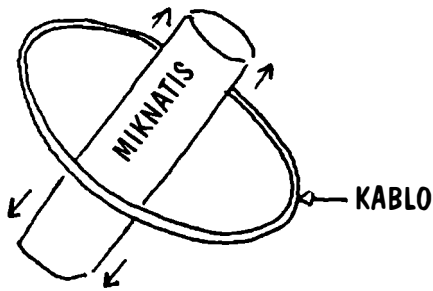
Faraday'ın ne yaptığını tam olarak anlamak için, Oersted'in deneyinde kullandığı pili ve mıknatısı yeniden düşünmelisin. Bir elektrik akımı mıknatısta sapmaya neden olur. Pekâlâ, Michael Faraday, bunun tam tersinin de mümkün olduğunu göstermişti. Yani bir mıknatıs da elektrik akımına yol açabiliyordu.

Bir gün, dairesel bir kablonun ortasına bir mıknatıs koydu ve mıknatısı aşağı yukarı hareket ettirmeye başladı. Bu anda kablodan elektrik akımı geçmeye başladı.

Bu durum Faraday'ı şaşkınlık içinde bıraktı. Elektrik ve manyetizma arasında bir bağlantı olduğu çok açıktı. Çünkü biri diğerini ortaya çıkarıyordu. Mıknatıslarla elektronların dünyası, gizemli ve şaşırtıcı biçimde birbiriyle ilişkiliydi.

Çocukluğunda çok yoksulluk çeken dostumuz, doğaya duyduğu merak sayesinde neler başarılabileceğini göstermişti.

Faraday'ın deneylerinden yola çıkarak elektrik üreten küçük aletlerin yapılması mümkün oldu. Kabloların etrafında mıknatısları hareket ettirmek, elektrik akımı oluşmasını sağlıyordu.



Ciltçinin çırağı, Sanayi Devrimi'ne ve okuma fırsatı bulduğu o kitaplara çok şey borçluydu. Ve elbette ona anlayışla yaklaşan patronu Georges'a da.

Işığın ne olduğunu anlamamıza ramak kaldı. Faraday'ın çalışmaları bize büyük bir ipucu sağlamıştı.

Bu Bir Tesadüf Olamaz

Sayfalarca önce sorduğumuz bir soruya henüz yanıt veremedik: Güneş neden parlamaya devam eder, yakıtı nedir? Bu soruya yanıt vermek için atomları araştırmaya başladık; Demokritos'la, Dalton'la, Thomson'la, çekingen Cavendish'le tanıştık ve sonra Newton ve Huygens'in güneş ışığının doğası üzerine yaptıkları çalışmaları izlemek üzere 17. yüzyıla geri döndük.

Şimdi sözünü edeceğim kişiyle birlikte, bu sorunun yanıtlarından birini bulmamıza az kaldı.

Bilimin güzel olduğu fikrini çoğu insan paylaşmaz. Güzellik ve bilimsel yöntem, iki farklı alana ait gibi görünür. Ama aslında aralarında çok sıkı bir ilişki vardır. Tarihte öyle anlar var ki, bu ilişki epeyce belirginleşir. Bir fotoğrafçı olan James Clerk Maxwell, tek başına böylesi görkemli anlardan birinin başkahramanı olmuştur.

Maxwell, Oersted ve Faraday'ın çalışmalarından çok etkilenmişti. Bir mıknatısın elektrik üretebilmesi ve elektriğin de mıknatıslanma yaratması, hayli tuhaf bir durumdu. Dolayısıyla tüm bunların açıklamasının ne olabileceğini düşünmeye koyuldu. Günün birinde, evinde yalnızken gözlerini yumup şöyle bir şeyi aklından geçirmiş olduğunu hayal etmek hoşuma gidiyor:

> Elektriklenme manyetizma yaratabilir. Bunu Oersted sayesinde biliyorum. Manyetizma elektrik yaratır. Bunu da Faraday sayesinde biliyorum. Bu simetriden hoşlanıyorum ve bunun bir tesadüf olmadığını sanıyorum. Belki de manyetizma ve elektrik, çok daha derindeki bir olgunun dıştan görünümleridir. Belki de henüz bilmediğimiz ve bize bir yüzünü bir tersini gösteren aynı madalyonun iki farklı yüzüdür.

Bu muhteşem fikirle Maxwell hesap yapmaya girişti. Bazı durumlarda elektrik, bazı durumlarda ise manyetizma gibi davranması için, bu "şey"in nasıl bir özelliğe sahip olması gerekiyordu? Saptadığı ilk durum, bu "şey"in bir dalga gibi hareket ettiğiydi.

Durgun bir suya taş attığında, çarpma noktasından ileri doğru hareket eden tepecikler ve çukurlar oluşur. Her yerde bulabileceğin kitaplarda, bir dalganın ne olduğunu açıklamak için, bu göl örneğine yetmiş milyon kez başvurulmuştur sanırım. İşte sana yetmiş milyon birinci kez... Asla bu tuzağa düşmem ve bunu göstermek için daha güzel bir şey bulurum sanıyordum ama teslim oluyorum. Bunun tercih edilebilir başka bir yolu yok.

Bu dalganın oluşma nedeni, neredeyse içgüdüsel olarak bilinebileceği gibi, taşın suya çarptığı anda suyu hareket ettirmesi ve bu hareketin azar azar dışarı doğru aktarılmasıdır.

Maxwell, formülleri sayesinde, elektriğin ve manyetizmanın arkasındaki bu "şey"in tıpkı bu dalgalar gibi hareket ettiğini hesapladı. *Elektrik* ve *manyetizmanın* kaynaşmasıyla oluşan şeye sen olsan ne ad verirdin? *Elektromanyetizma*'ya ne dersin? En mantıklısı bu, değil mi? Esasında, adı tam da bu. Dolayısıyla, Maxwell'in tarif ettiği dalgaya *elektromanyetik dalga* adı verilir.

Şu ana kadar öğrendiklerinin bir özetini yapacağım. Çünkü birkaç satıra kalmadan bu kitabın en heyecan verici sürprizlerinden biriyle karşılaşacaksın. Mıknatıslarımız ve elektrik var. Oersted ve Faraday, bu ikisinin birbiriyle derinlemesine bağlantılı olduğunu gösterdi. Maxwell bunu hesaplamaya koyuldu ve manyetizma ile elektriğin, *elektromanyetizma* olarak adlandırabileceğimiz bir "şey"in sonucu olduğunu keşfetti. Ve bu, boşlukta bir dalga gibi hareket etmekteydi.

Pekâlâ, buraya kadar çok güzel. Elektromanyetizma bir dalga gibi hareket ediyordu. Ama hangi hızda? Kuşkusuz, güzel bir soru bu. Maxwell de bu soruyu sormuştu ve mate-

matik sayesinde bir yanıt da buldu: Yaklaşık olarak, saniyede 300.000 kilometre.

Bu rakamı bir kez daha yazacağım: Saniyede 300.000 kilometre hız. Sana bir şey çağrıştırmıyor mu bu? Tanınmamış Danimarkalı bir gökbilimciden söz etmiştim sana, anımsıyorsan. Büyük Olaus Roemer'den... Hani Jüpiter ve uydusu Io sayesinde ışığın hızını hesaplayabildiğini söylemiştim.

Rakamı anımsayacaksın.

Işığın hızı: Saniyede 300.000 kilometre.

Maxwell'in hesaplamalarına göre, elektromanyetizmanın saniyedeki hızı da 300.000 kilometre.

Bu bir tesadüf olamaz.

Matematiksel hesaplamalarla bu sonuca ulaştığında Maxwell'in yüzünün aldığı şekli görmek müthiş olurdu. Işık, bir elektromanyetik dalgaydı ve bunu o keşfetmişti! Sokakları ve dağları aydınlatan, nesnelere renk veren ve dünyayı görmemizi sağlayan o gizemli şey, matematiksel formüllerle kavranabilir olmuştu. Newton onun parçacıklardan oluştuğunu söylüyordu. Christiaan Huygens ise dalgalardan... Maxwell, Huygens'e hak veriyordu.

Ama çok temel bir soruya yanıt vermek gerekiyordu: Işık bir dalgaysa, hangi ortamda dalgalanıyordu? Su dalgaları suyun içinde oluşuyordu, yani bunlar suyun hareketiydi. Ses dalgaları havanın hareketiydi. Peki, o zaman ışık hangi ortamda dalgalanıyordu?

Tam bu anda Maxwell, kendisinden 235 yıl önce doğmuş bir Fransız'ı düşündü.

René Descartes, 16. yüzyılın sonlarına doğru dünyaya gelmişti. Sadece elli dört yaşına kadar yaşamış, ancak bu

zaman içinde felsefe tarihine en özgün katkılardan birini gerçekleştirmişti. Her şeyin bir rüya olabileceğini düşünmüştü. Bunun aksini kanıtlayan ne vardı ki elimizde? Gördüğümüz, duyduğumuz, dokunduğumuz ne varsa, sadece ve sadece kafamızın içinde olup bitiyordu belki de. Rüya gördüğümüzde ortaya çıkan görüntüler tamamen gerçek gibi görünür ne de olsa. Peki, kesin biçimde *gerçeklik* olarak adlandırdığımız, gördüğümüz her şey için de aynısı geçerliyse?

Tüm bu düşünceler, kırk bir yaşında yayımladığı bir kitabında geçiyordu. Kitabın adı da harikaydı: "Mantığa Ulaşmak ve Bilimde Gerçeği Bulmak İçin Metot Üzerine Bir Konuşma". Neyse ki herkes bu kitabı *Metot Üstüne Bir Konuşma* olarak bilmektedir.

Uzun zaman oldu bu kitabı okuyalı. Anneannemin evinde –senin tanımadığın nenenin– benim için ayarladıkları açılır kapanır yatağa uzanmış haldeydim. Küçücük bir abajurdan gelen turuncu ışığı anımsıyorum. Çok küçüktüm o zamanlar. Bunu, kendimi sana zeki bir delikanlı gibi göstermek için anlatmıyorum. Aslında Descartes'ın eseri okunması kolay bir eserdi. Öyle ünlü romanlar var ki, ileri sürdükleri savlar Fransız filozofunkinden daha karmaşık olabilir.

Bu kitaptaki önermeler kusursuzdu. Her şey aslında bir rüya olabilirdi. Ama herhangi bir rüya değil, *benim rüyalarım.* Katlanabilir yatak, turuncu ışık veren abajur, uzun yıllar önce anneannemin satın aldığı kocaman ayna... hepsi benim hayal gücümün ürünleri olabilirdi. Peki ya diğer insanlar? Onların da benim uydurmam olmadığını kanıtlayan hiçbir şey yoktu. Gezegenleri ve galaksileriyle tüm bir evren, parkları ve trafik lambalarıyla benim hayal ürünüm olabilirdi. Hiçbir şey kesin

değildi. Ama hayır, bir şey kesindi: Düşünüyor olduğum kesindi. Ve düşünmek için var olmak gerekirdi. "Düşünüyorum, demek ki varım." Bu tek gerçeklikti: Ben gerçektim. Ama geri kalan her şey bir hayal ürünü olabilirdi.

Bu fikirler etrafında devam eden kitap, sonunda her şeyi dini birtakım savlarla açıklayarak biter. O dönem pek de hoşuma gitmemişti bu. Anlatılanların yaşattığı büyük dehşetin ardından, belki de okuru rahatlatmak amacıyla, sonuçta Dünya'nın var olduğu söyleniyordu ve böylelikle herkes yeniden huzura kavuşuyordu.

Descartes aynı zamanda mükemmel bir matematikçiydi ve bilimsel katkılarda bulundu. Nesneler konusunda (neyse ki o ünlü konuşmasının ertesinde yeniden var olduklarını öğrenmiştik nesnelerin), onlarla ilgili en önemli şeyin, *uzam* adı verilen bir özellik olduğu sonucuna varır. Nesnelerin uzunluğu, genişliği ve derinliği, son tahlilde göz önüne alınması gereken nitelikleriydi. Dolayısıyla boş uzay son derece karışık bir şeydi: Çünkü bu nesnenin yokluğunu ve dolayısıyla her şeyden mahrumiyeti temsil ediyordu.

Bu konuyla ilgili sıkıntıları gidermek için filozof boş uzayın bizim düşündüğümüz kadar boş olmadığını hayal etti. Boş uzayın ancak *uzam* denen bir özle dolu olabileceğini ortaya koydu. Bu her şeyi dolduruyordu ve gerçek olduğunda bazı özelliklere sahip olması gerekiyordu. Aristoteles'in tüm dış uzayı dolduran o göksel özü –eter– gibiydi. Ama kavranışında küçük bir farklılık vardı. Yunan filozofun eteri açıklamasına dahil etmesinin amacı, kusursuz dairesel hareketleri açıklamaktı. Oysa Fransız filozof için bu, maddenin yokluğunu anlamanın bir yoluydu.

Maxwell, temel soruya yanıt vermek üzere bu konuyu ele aldı işte. Işık hangi maddenin içinde dalgalar halinde yayılıyordu? Işık dalgalarının başka dalgalar oluşturarak hareketini aktarması için boş uzayda hareket eden neydi? Çok basit: Aristoteles'in mirasçısı Descartes'ın eteri. Hareket eden buydu.

Maxwell, bu özü fiziksel dünyaya dahil etmeye kafa yoran ilk kişi değildi. Ama onu hayret verici biçimde kullanışlı hale getirmişti. Elektromanyetik dalgalar basitçe, Descartes'ın eterinin titreşimlerinden ibaretti.

Burada en şaşırtıcı durum, Maxwell'in büyük buluşunun matematiğin iyi kullanılmasından çıkmış olmasıdır. Bazı soyut formüllerin gayet iyi kullanılması muhteşem bir zekâyla birleştiğinde, gerçeğin çok gizli kimi sırlarını keşfetmemiz mümkün olabiliyordu.

Bir pil, bir pusula, bir kablo ve matematik. Işığın ne olduğunu bilmek için başka bir şeye gerek yok. Belli anlamlarda bu basitlik, bilimin 19. yüzyıl sonlarına kadarki halini gayet iyi özetliyor: O zamana kadar bilim, son derece basit öğelerle bilgi ortaya çıkaran bir etkinlikti. Ama birden kimselerin nereden geldiğini bilemediği bir kasırga çıkmış gibi her şey değişmeye başladı.

İKİNCİ BÖLÜM

Anlaşılmaz Evren

Temel Bir Değişim

Ulises, bu kitabı iki bölüme ayırmam kaçınılmazdı. Çünkü bir bakıma bilimin tarihi de aynen böyle ikiye ayrılır. Şu ana kadar anlattıklarım, genel kanıya dayanarak anlaşılabilecek şeylerdir. Şimdiye kadar açıklanan bilimsel fikirler ne kadar karmaşık olursa olsun, bir biçimde zihnimizde canlandırabileceğimiz şeylerle ilgilidir.

Havaya fırlatılan taşlardan söz ettik. Jüpiter'in uydularından söz ettik. Hızlardan, uzaklıklardan, kabloların içinde hareket eden küçük parçacıklardan, yıldızlardan gezegenlerden, mıknatıslardan ve galaksilerden. Bütün bunlara dair kafanda bir fikir oluşması için gözlerini yumup bunları zihninde canlandırman yeter. Hatta gözlerimizi yummamıza gerek kalmadan bile yapabiliriz bunu, çünkü özel bir yoğunlaşma gerektirmez.

Şimdiye kadar tanıdığımız evren nasıl bir yer? Birkaç satır ayırarak bunu özetlememiz mümkün. Bu kitabı okumaya başlayalı beri öğrendiklerinin hepsini özetlesen iki üç satır tutar. Bir gezegenin üstünde yaşıyoruz; bu gezegenin ölçülerini, çok uzak bir geçmişte yaşamış dostumuz, İskenderiyeli Eratosthenes sayesinde biliyoruz. Güneş adı verilen bir yıldızın etrafında sessiz sedasız dönen, yaklaşık 40

bin kilometre çapında, büyük bir küre bu. Güneş'in evimize uzaklığı ise 50 milyon kilometre. Güneş o kadar büyük ki, içine bizimki gibi bir milyon gezegen sığabilir. Bu devasa ateş topunun etrafında eliptik yörüngelerde başka gezegenler de dans etmekte. Bu gezegenlerin isimlerini çok küçük yaşlarda öğreniriz: Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter, Satürn, Neptün, Uranüs. Tüm bu gökcisimlerinin bileşimine güneş sistemi adı verilir. Bu sistemin hareketlerini en iyi biçimde anlamak için, Isaac Newton'un keşfettiği evrensel Kütleçekim Yasası'na başvurulur. Bu kitabın başında havaya fırlattığın, Dünya'nın etrafında dönüp duran o taş örneğiyle gayet iyi anladığın o harika doğa yasasıdır bu.

Burada tanıdığın büyük bilim insanları sayesinde, Güneş'in de kendisine benzeyen yüz binlerce başka yıldızla birlikte Samanyolu denen galaksinin çekirdeğinin etrafında döndüğünü biliyorsun. Galaksimiz, var olan tek galaksi değildir. Çok uzaklarda başka galaksiler de bulunur ve onların da içlerinde yüz binlerce, milyonlarca bambaşka yıldız vardır.

Evrenin bu görkemin yanı sıra, en az onun kadar büyüleyici başka bir görkem daha keşfettik: Demokritos'un atomları; Thomson'ın, bir kablonun içinde hareket ettiklerinde elektrik ortaya çıkaran elektronları. Ya da benim birkaç yıl önce evde yeniden yaptığım deneyde olduğu gibi, manyetizma yaratan elektronlar. Ve son olarak, görünüşte bir şey olmadığı halde her şeyi dolduran o gizemli varlığın, yani ışığın da elektromanyetik bir dalgadan ibaret olduğunu öğrendik.

Bunca dâhi insanın onca yıllık çalışmasının böyle bir iki satırla özetlenebilmesi, umut kırıcı görünebilir sana. Ama

aslında insana umut veren bir şeydir bu. Çünkü daha anlayacak çok şeyimizin olduğunu ve bunların da bir iki sayfada özetlenebileceğini gösterir bize. Birkaç satırla özetlenmesi mümkün olmayan bir şeyin pek ilginç olmadığı söylenir genellikle. Neyse ki, bu anlamda hâlâ anlaşılması gereken pek çok konu var önümüzde.

Burada, öğrendiklerimizin asıl tadı, daha önce de belirttiğim gibi, anlaşılabilir olmalarıyla ilgilidir. Aslına bakarsan hepsini anlayabileceğine inanıyorum. Zaten ben de bütün bunları yüz çeşit kitabı okuyarak öğrendim. Ben anladıysam neden herkes anlamasın? 19. yüzyılın sonlarına dek bilim tarihinde olaylar bu yolda ilerliyordu. Kimi olguları ele almakta zorluklar yok değildi ama her şeyden öte, bizi çevreleyen evrenin zihnimizde açık ve net bir resminin çizilebileceğine inanılıyordu. Öte yandan işler yavaş yavaş değişmeye başladı. Sonunda geldiğimiz noktada, her şeyi genel kanıya ya da grafik görsellere dayanarak anlayamayacağımızı kavradık. Havaya taş fırlatma işi, aniden ve sonsuza kadar duruverdi. Bu dönemeç birkaç yerde aynı zamanda başlamıştır. Ama en sevdiğim bilim insanıyla başlamak daha iyi olacak. Ondan daha önce de bahsettim: Suyun üstünde yüzen polenlerin davranışlarını inceleyen bilgin... Böyle bir şeyi yapabilecek birisi mutlaka ilginç olmalı.

Görelilik

Öyle insanlar var ki, onlara hayranlık beslememek elde değil. Bu insanların bilgi dağarcığımıza yaptığı katkıları tanımlamak

için baş döndürücü kelimesi bile az kalır. Örneğin Albert Einstein. Onun hakkında ne kadar çok okursan, yeteneği ve derin zekâsı seni o denli şaşkına çevirir. Budalaca kibir nöbetlerine tutulan kişilerin fiyakasını bozmak için bulunmaz bir örnektir o. Her şeyi yerli yerine oturtmak için onunla bir karşılaştırma yapmak yeterlidir. Einstein için, insanlık tarihindeki en iyi *karizma çizici* diyebiliriz. Kitabın ilk bölümünde şöyle bir kafasını uzatmıştı, şimdi ikinci bölümünde daha sık görünecek. Çünkü Einstein, iki dünyayı sıra dışı bir biçimde bağlantılı hale getirir. Bilimin Beethoven'i gibidir. Dâhi müzisyen nasıl ki klasizm ve romantizm arasında bir köprü olmuşsa, Einstein da kavramsal olarak, 19. ve 20. yüzyılın *anlaşılabilir evreniyle* şimdi tanımaya başlayacağımız *tuhaf mı tuhaf evren* arasında yer alır. Atomların varlığını nasıl da incelikle gösterdiğini gördük: Belki de böylelikle gerçeklik ve insanoğlunun saflığı arasındaki aşk hikâyesine son noktayı koymuştu. Ancak Einstein'ın tarihe geçme nedeni Demokritos'la başlayan ve kendisiyle sona eren bu son nokta değildir. Einstein'ı Einstein yapan, asıl olarak bu sembolik noktadan sonra ortaya koydukları olmuştur.

Uymayan Bir Şeyler

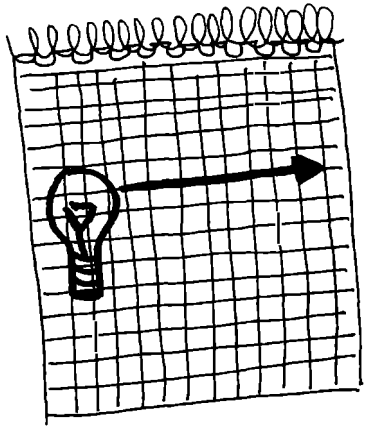
Maxwell'in, ışığın bir elektromanyetik dalga olduğunu öne süren fikri, fizik tarihinin en çarpıcı buluşlarından biridir. Einstein da bunun Newton döneminden beri yapılmış en büyük keşif olduğunu belirtir. Ancak küçük bir sorun vardır: Matematikçiler bu dalganın hızının saniyede 300.000 kilo-

metre olması gerektiğini söyler ama bu hızın neye göre hesaplandığını tam olarak belirtmez. Şimdi ne demek istediğimi anlatacağım.

Sen küçükken trenle yolculuk ederdik. Trenin içinde oradan oraya gitmeyi severdin. Koltuktan kalkmış yürürken arkandan gelir, seni durdurmaya çalışırdım. Şimdi o ana geri dönelim: Tren hareket etti ve ben, senin dengeni kaybedip düşmenden korkuyorum. Trenin içinde yürürken çok düşük bir hızla hareket ediyorsun: Saatte bir ya da iki kilometreyle. Ama yoldan trene bakan birine göre, tren de hareket halinde. Sana sokaktan bakan biri için, senin hızın, trenin gittiği yöne doğru yürüyorsan, saatte iki kilometre artı trenin hızı kadardır. Ki bu da aşağı yukarı saatte yüz kilometredir. Bundan ötürü vagonun içinde saatte 2 kilometre hızla hareket etmene rağmen, dışarıdaki birine göre, saatte 102 kilometre hızla ilerliyorsun. Bunu anlamak zor değil.

Maxwell'in ışıkla ilgili matematiksel hesaplamaları, daima saniyede 300.000 kilometre sonucunu veriyordu. Bu, doğası gereği hiç değişmeyen bir rakamdı. Olaus Roemer'in durumunda olduğu gibi, bir ölçüm değil, rakamı hiç değişmeyecek şekilde aynı olan bir matematiksel işlemin sonucuydu bu.

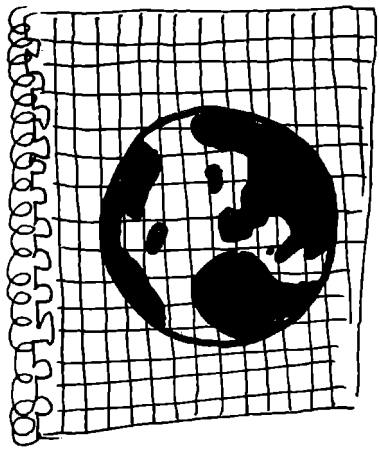
Birlikte gördüğümüz gibi, Maxwell, Descartes'ın her şeyi dolduran *eter* fikrini kabul ettiğinde, ışık dalgalarının ortaya çıkması için titreşen ortamın ne olduğu sorusuna yanıt vermişti. Bu şu anlama geliyordu: Işığın bir saniyede katettiği 300.000 kilometre, eterle bağlantılıydı. Dolayısıyla şöyle bir şey gerçekleşiyordu:



Gördüğün gibi, şekle bazı kareler koydum. Elbette kimse gerçekte uzayda böyle kareler olduğunu filan düşünmüyordu. Ama bu karelerin temsili niteliği sayesinde, orada gördüğümüz şeyin durağan eter olduğunu zihnimizde canlandırabiliriz.

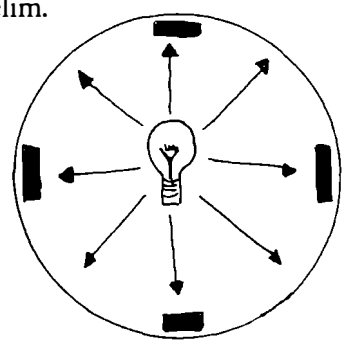
Dolayısıyla eter, evrende sessiz sakin duran bir şeydi. Uzay hareketsiz bir durumdaydı. Ve ışık, onun üstünde bildiğimiz hızıyla yolculuk ediyordu. Bu durum derhal aklımıza şu soruyu getirmektedir: Etere göre Dünya'nın hareket etme hızı nedir? Bu mükemmel bir sorudur ve insanlığın düşünce tarihinde büyük bir devrimin başlangıç noktasını oluşturur. Çünkü her şey buna verilecek yanıta bağlıdır. Dolayısıyla birazdan bahsedeceğimiz "görelilik" bu merak uyandıran soruya verilen yanıttan doğmuştur.

İşte Dünyamız burada. Dünya'nın Güneş'in etrafında döndüğünü biliyoruz ama bu, onun tek hareketi değil. Bildiğin gibi Güneş de Samanyolu çekirdeğinin etrafında döner ve Samanyolu da içinde bulunan milyonlarca, milyarlarca yıldızla birlikte uzayda hareket eder.



19. yüzyılın bitmesine az bir zaman kala, Michelson ve Morley adında son derece akıllı iki insan, bu gizemli etere göre Dünya'nın yer değiştirme hızını hesaplamaya karar verdi. Dünya'nın boş uzaya göre nasıl bir hızla hareket ettiğini bilmek istiyorlardı.

Sonuca ulaşmaya çalışan bu beyefendilerin sıra dışı bir fikri vardı. Biraz daha basitleştirerek şöyle açıklayabilirim sana: Bir dairenin ortasına bir ampul yerleştirdiğimizi gözünün önüne getir. Sağına soluna, altına, üstüne de ışık dedektörleri yerleştirelim.



Bu, aslında oldukça karmaşık olan deneyin daha basit bir halidir. Ama yine de sana bir fikir verecektir. Lamba yandığında ışık her tarafa ulaşır. Dolayısıyla dört dedektöre birden gider. Lambanın tam olarak ne zaman yakıldığını ve ışığın dedektörlere ne zaman ulaştığını bilince, bu dört yöne doğru ışığın hızını çok çaba sarf etmeden saptayabiliriz.

Bu deneyi tasarlayan iki araştırmacı, ışığın hızının dört yön için de aynı olmadığını varsayıyordu. Dünya döndüğünden, ışığın da Dünya'nın döndüğü yönle aynı yönde hareket ettiği anlar vardı. Bu durumda, gezegenin hızına ışığın kendi hızı da ekleniyordu. Tıpkı vagonun içinde yürürken, senin hızına trenin hızının eklenmesi gibi. Başka durumlardaysa, ışığın hızı daha küçük bir değer olmalıydı. Çünkü bu kez ışık Dünya'nın döndüğü yönün aksi yönünde hareket edecek ve o zaman da çıkarma işlemi yapmamız gerekecekti.

Michelson ve Morley son derece memnundu. Çünkü deneyi gerçekleştirdikten sonra tarihte ilk kez, mavi yeşil gezegenimizin hangi hızda döndüğünü şüpheye yer bırakmaksızın öğreneceklerdi.

Ama büyük bir hayal kırıklığı yaşadılar. Işığın hızı tüm yönlere doğru aynıydı. Yeryüzü'nün dönüş hızı ışık ışınlarını hiç etkilemiyor gibiydi. Bu son derece anlamsızdı. Deneyin sonucunun mantıklı olması için gezegenimizin durmuş olması gerekirdi. Dünya'nın döndüğü, Kopernik zamanından beri kesin olarak biliniyordu. O halde bunu nasıl açıklayacaktık?

Deneyin sonucu açıklandığında, İncil'e göre yer-merkezci düşünceyi savunan insanların hevesle alkış tuttukları anlatılır. Onlara bakılırsa, sonunda Kopernik devriminin büyük

bir budalalık olduğu kanıtlanmıştı: Dünya, kati bir biçimde evrenin merkezine mıhlanmış durumdaydı... Ama besbelli yanılıyorlardı.

George FitzGerald, Henrik Antoon Lorentz, Henri Poincaré... Bana sorarsan, insanlığın yarısı odasına posterlerini asmalı bu isimlerin. Fizikçiler topluluğunda saygın bir yerleri olmasına rağmen, bir anket yapıp insanlara onların kim olduklarını sorsaydık, büyük olasılıkla kimseden bir yanıt alamazdık. Bununla birlikte bu yetenekli üçlü, Albert Einstein'ın görelilik teorisini geliştirebilmesi için ihtiyaç duyduğu zemini kurmuştu.

İrlandalı fizikçi George FitzGerald ve Hollandalı Henrik Antoon Lorentz, birbirlerinden habersiz bir şekilde, Michelson ve Morley'in deneyinin son derece tuhaf sonucunu anlamak için sana belki de biraz yarım yamalak gibi görünebilecek bir çözüm tasarladılar. Yine de bu olayı kusursuz biçimde açıkladıklarını göreceksin. Evet, Yeryüzü'nün hızı saptanamıyordu ve bunun nedeni Michelson ve Morley'in kullandığı aletin hareket yönünde küçülmesiydi; alet, hareket ettiğinde bir miktar büzülüyordu. Elbette bu, sadece bu alet için değil, hareket eden tüm nesneler için geçerliydi. Hareket halinde olan her şey, açıkça büzülüp küçülüyordu; nesneler ne kadar hızlı hareket ederlerse o kadar kısalıyorlardı. Bu durum, deneyimize yerleştirilen ve ışığın hızını ölçen aletin neden değişimi fark edemediğini açıklıyordu. Çünkü boyutlarındaki küçülmeyle gezegenimizin eter karşısındaki hız farkı, birbirini tam olarak götürüyordu.

FitzGerald ve Lorentz'in formüllerinin sonuçlarından biri, her şeyin bir sınırı olduğunu ortaya koymaktı. Daha hızlı ilerlediğinde cisimlerin boyutları küçülürken, sıra ışığın hızına geldiğinde tuhaf bir durum ortaya çıkıyordu: Bu durumda, boyutları tam olarak sıfıra eşit oluyordu. Cisim ne kadar hızlı hareket ederse o kadar küçülecekti ve saniyede 300.000 kilometreye ulaştığında o kadar küçülecekti ki, ortadan kaybolup silinecekti. Hiçbir cismin büyüklüğü sıfır olamayacağına göre, iki fizikçinin varsayımlarının bir kısıtlama getirmesi gerekiyordu: Hiçbir nesne ışıktan daha hızlı hareket edemezdi.

Bu tarz bir mantık yürütme bekleneceği gibi herkesi memnun etmedi. Bir nevi yama gibiydi, her şeyin yerli yerine oturması için sonradan tasarlanan bir şey gibi. Hareket halindeki nesnelerin neden küçülmesi gerekiyordu? Bu, kötü bir düzenlemeydi. İhtiyaçtan doğmuş gibiydi; siyasetçilerin bir krizi çözmek için son anda ceplerinden çıkarıverdikleri son dakika uygulamalarını andırıyordu. Öyle ya da böyle, inanması zor gelse de *Lorentz ve FitzGerald Büzülmesi* olarak bilinen bu açıklama, ileride göreceğin gibi aslında harfiyen doğruydu.

Devam etmeden önce, ışığın nereden ölçülürse ölçülsün daima aynı hızda hareket ettiğini düşünmeni istiyorum. Çok güzel bir görünümü vardır, dünyayı en basit haline kavuşturup ona anlamını verir. Bu sana bir çelişki gibi görünebilir ama bir anlığına Galileo'ya geri dönersek ne demek istediğimi anlayacaksın.

Kopernik'ten söz ederken Galileo'nun zihninde bir deney tasarladığını anlatmıştım sana. Dünya'nın Güneş'in etrafında

döndüğüne dair teorisini desteklemek için tasarlanmış bir deneydi bu. "Dünya dönüyor olsaydı bunu fark ederdik ve dengemizi kaybederdik" diyerek bu görüşün karşısında yer alanlara karşı, sakin sularda ilerleyen gemi deneyini tasarlamıştı dâhi İtalyan. Kitabın bu bölümüne, "Neredeyse Einsteinvari Bir Gemi" başlığını vermiştim. O an anlamayacağını biliyordum ama şimdi bunu anlamak için hazırsın.

O gemiye ne olmuştu? Kamaranın içinde de fizik kuralları geçerliydi ve geminin hareket halinde mi olduğunu yoksa sabit mi durduğunu açıklığa kavuşturmanın bir yolu yoktu. Galileo'nun buradaki görelilik ilkesi biraz genişletilebilir. Şöyle ki: Işığın hızı senin hareketli ya da durağan olmandan bağımsız olarak değişmiyorsa, o zaman duruyor muyuz, yoksa hareket halinde miyiz, bunu saptamak için *yapabileceğimiz bir deney de yoktu. Işığı da içine alan* bu modern görelilik kuramını öne süren kişi Fransız matematikçi Henri Poincaré'ydi.

Einstein'ın tüm bu malzemeleri bir araya getirerek dünyayı devrime taşımasına sadece bir ipucu kalmıştı. Bu son göstergeyi, yine Lorentz armağan etti bize. Ve bu tam anlamıyla muhteşemdi. Bu sana bir şeyleri çağrıştıracaktır belki de, çünkü ondan çokça söz ettim. Gerçi insanların çoğu, hatalı olarak bunu Albert Einstein'a atfetmektedir.

Daha iyi anlamak için zihinden bir deney yapacağız: Sadece bir el arabası, bir sinek ve bir de inek kakası hayal etmemiz gerek. Bütün bunların pek akademik görünmediğinin farkındayım ama emin ol, çok işimize yarayacak.

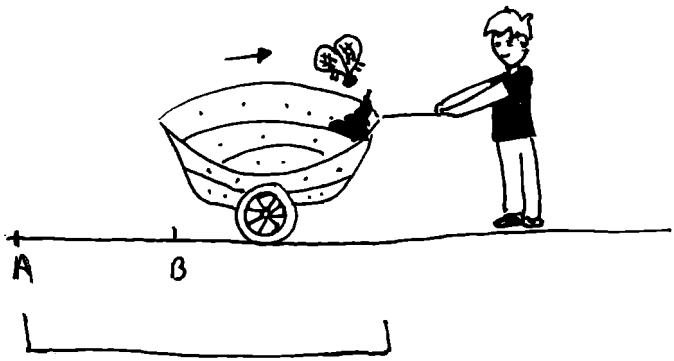
El arabasını çektiğini farz et. Bir sürü kahramanca işi başardığına göre, bu senin için çok da zor olmasa gerek. Ara-

banın sağ ucuna bir öbek inek kakası koyuyoruz ve sola da bir sinek yerleştiriyoruz. Tam bu sırada el arabasını çekerek yürümeye koyuluyorsun.

Yürümeye başladığında, sineğin el arabasına kıyasla saniyede bir metre hızla uçtuğunu varsayalım. Yani: Geçen her bir saniyede sinek, el arabasının bir metrelik kısmını kateder. Buraya kadar her şey mükemmel.

Şimdi senin yere göre hızının da saniyede bir metre olduğunu farz edeceğiz. Bu durumda, yoldan bakan biri için sinek saniyede iki metre hızla ilerler: Onun hızıyla senin el arabasını çekiş hızının toplamıdır bu.

Şekli gözümüzün önüne getirirsek hızların toplamını anlamak çok daha kolay olur: Sinek A konumundan yola



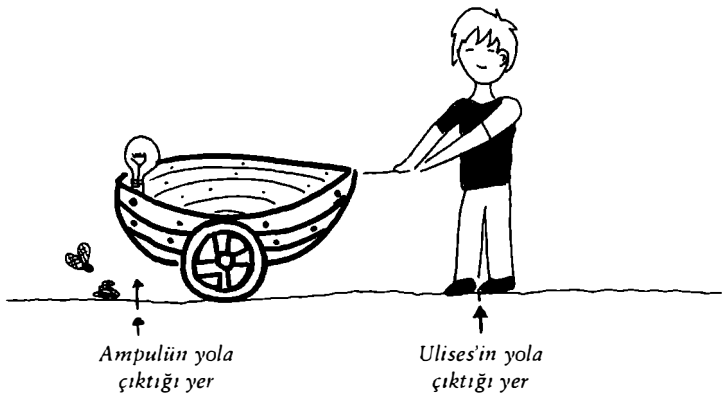
Sineğin katettiği mesafe

çıktı ve B konumuna geldi. Aradan bir saniye geçti. Bu bir saniye, onun o bayıldığı dışkıya ulaşması için gereken süre. El arabası, bir metre uzunluğunda. Ama yer değiştirdiği için,

yoldan seyreden biri için, aynı zaman diliminde iki metre yer değiştirmiş oldu. Bundan ötürü sineğin de saniyede iki metre uçtuğu sonucunu bulduk.

Şimdi sineği serbestçe uçması için bırakacak ve dışkıyı da el arabasından temizleyeceğiz. Sineğin olduğu yere bir ampul yerleştirelim. Sen dinlenme halindeyken, o da sönük durumda.

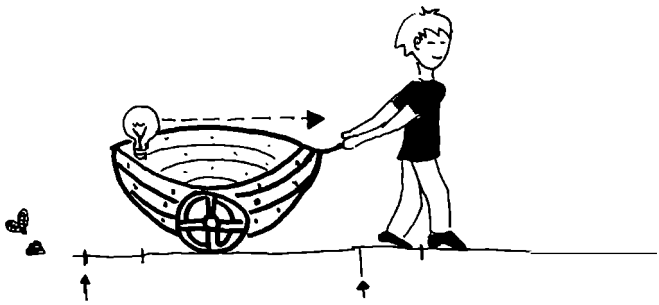
Ancak sen yürümeye başladığında ampul de yanıyor. Bu kitabın başında keşfini sürdüğün süper güçlerin olduğunu



düşün yine. Farz edelim ki, saniyede 100.000 kilometre hızla yürümeni sağlayan bir gücün var, ki bu da ışığın hızının üçte biri demek.

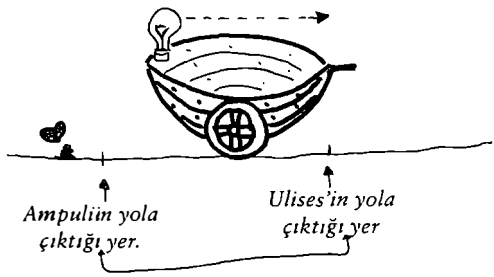
Yürümeye koyuluyorsun. Ampulden çıkan ışık da ileri doğru yol almaya başlıyor. Bir saniyenin milyonda biri kadar sürede el arabasının önüne ulaşıyor. Sen de çok ilerledin. Senin hızın da ışığın hızının üçte biri olduğundan, el arabasının üçte birlik kısmını katettin. Ne de olsa aynı zaman dilimi içinde,

ışığın katettiği yolun üçte birini katettin. Tam bu noktada resmi donduralım ve bir sonrakine bakalım.



El arabasından bakıldığında, ışığın saniyede 300.000 kilometre yol aldığına dikkat et. El arabasının içine hızı ölçmek için bir alet koymuş olsaydık, bir fenerden çıkan ışının hızı için elde edeceğin değer bu olurdu.

Şimdi yolda duran birinin görüş açısından bakalım. Bu kez aynı zaman diliminde ışık daha fazla yol katetmiştir: El arabasının boyu artı senin bu zaman diliminde katettiğin yolun toplamıdır bu.



Bunun ne anlama geldiğini dikkatle düşünelim. Işık, el arabasının içinde belli bir uzaklığı kateder ve el arabasının dışında, yolda ise daha büyük bir yolu kateder. Dolayısıyla bunun anlamı şudur: Yola hız ölçen bir alet koymuş olsak, el arabasındaki hızından daha hızlı bir ışık hızı elde ederdik.

Ama bu tam da Michelson ve Morley'in gerçekleşemeyeceğini gösterdikleri şeydi. Yaptıkları deney sayesinde, yolda duran bir beyefendi şayet ışığın hızını ölçmeye kalkışsaydı, onun da aynı rakamı elde edeceğini biliyoruz: Yani saniyede 300.000 kilometre değerini. Eğer Dünya genel kanının bize söylediği gibi olsaydı, bu hızın saniyede 400.000 kilometre olması gerekirdi: Yani sonuç, ışığın saniyede katettiği 300.000 kilometre ile dışarıdan bakıldığında el arabasının hızı olan 100.000 kilometrenin toplanmasıyla elde edilen rakam olmalıydı.

O zaman ne olmuştu?

Şaşırtıcı gelse de bunun tek açıklaması şuydu:

El arabasının içinde zaman daha yavaş akar.

Sana garip geldiğini biliyorum ama tek mantıklı açıklamanın bu olduğunu göreceksin. Işık yolda *daha hızlı* yol aldığından değil; burada olan şey basitçe, bu yolda daha *çok zamanın* geçmiş olması ve dolayısıyla ışığın daha büyük bir yol katetmiş olmasıdır.

Esasında olan budur. Zaman, hareket halindeki nesnelerin içinde değişir. Nesneler ne kadar hızlı hareket ederse, bu değişiklik o kadar belirgindir.

Belki de bu bir mantık oyunundan başka bir şey değildir

diye düşünüyorsun. Belki de zamansal bir değişikliğin gerçekleşmesinin mümkün olmadığını, çünkü zamanın daima aynı olduğunu düşünüyorsun. Ve hareket halinde olmamız demek, saatlerimizin daha yavaş ilerliyor olması demek değil diyorsun. Ama hiç şüphe etme, olan tam da bu.

Bizlerin hareket ettiği hızlarda bu değişiklikler elbette ayırt edilemez. El arabası örneğinde olduğu gibi, çok daha büyük hızlarda yer değiştiriyor olman gerekir ki bu farklılıkları hissedebilesin. Işığınkine yakın hızlarda, saatlerin ilerleyişi çok etkilenir. Işık hızına yaklaşan bir hızda bir uzay mekiğinde yolculuk ediyor olsaydın, çok daha yavaş ihtiyarlardın. Bu bilimkurgu değil, fiziğin temel kuralıdır, doğanın bir yasasıdır.

Zamanın Genleşmesine Bir Kanıt

Zamanın akışındaki bu değişiklik bir deneyle saptanabilmiştir. Saç kurutma makinesini prize taktığımızda kablonun içinden akan ve Thomson'ın keşfettiği o elektronları bir kez daha düşünelim. Elektronun şişman kuzenlerinden *muon* diye bir parçacık vardır: Elektron gibidir ama ondan daha ağırdır ve kütlesi daha büyüktür. Bu parçacığın özel bir niteliği vardır: Çok kısa ömürlüdür, neredeyse saniyenin milyonda biri kadar süre dayanır.

Proton, nötron ve elektronun yanı sıra, bir parçacığın daha varlığından böylece haberdar olmak zorunda kaldın. Yine de bundan korkma. İlerleyen sayfalarda bu küçük parçacıkların nasıl da çiftleşen küçük hayvanlar gibi çoğaldığına tanık olacaksın.

Muon parçacığına geri dönelim... Şayet bu temel parçacık son derece büyük bir hıza ulaştırılırsa, zamanın büzülmesine dair varsayımın doğrulanabileceği düşünüldü. Çok kısa ömürlü olan muon parçacıkları hızlandıklarında daha uzun süre yaşayacaklardı, çünkü zaman daha ağır akacaktı. Fizikçiler bu deneyi yaptılar ve sahiden de bu parçacıkların "ömrünün" uzadığını doğruladılar. Lorentz haklıydı, bu konuda endişelenmeye gerek yok artık.

Bu fikirler genellikle Albert Einstein'a atfedilir ve bunların görelilik teorisinin bir parçası oldukları yanılgısına düşülür. Bu durum kimilerini, Einstein'ın çalışmasını olduğundan önemsiz bulmaya sevk etmiştir. Oysa bu tamamen haksızlıktır. Çünkü Einstein aynı sonuçlara bambaşka bir yoldan, üstelik onları derinlemesine aşarak varmıştır. Pek çok insan, her şeyi, Einstein, Lorentz, FitzGerald ve Poincaré bir top sahasında futbol maçı yapan dört oyuncuymuş gibi ele alır: Lorentz topu FitzGerald'a atmış, beriki topu çelerek Poincaré'ye pas vermiştir. O da kafa pasıyla topu genç futbolcu Einstein'a atmıştır. Einstein ise bu topla fizik tarihinin en akıllıca, en heyecan verici, en güzel ve en dâhice oyununu sergileyip kimselerin hayal edemediği kadar etkileyici bir gol atmıştır.

Ama bu benzetme tepeden tırnağa yanlıştır. Einstein hiçbir zaman bu maçta yer almamıştır çünkü. Kendi yoluna gitmiştir o.

Şimdi söylemek istediklerimi daha iyi anlayacaksın.

1905 yılında, atomlarının varlığının kanıtlandığı yıl, Einstein kendi kendine bir söz verdi: Işığın hızının nereden ölçüldüğüne bakılmaksızın *aynı olduğunu* gösterene kadar yılmayacaktı. Poincaré, Lorentz ve FitzGerald'dan ne kadar farklı olduğuna dikkat et: Onlar *neden aynı olduğunu* anlamaya çalışırken, Einstein bunun neden başka türlü olmayacağını kanıtlamak istiyordu. Üçü açısından ışığın bu şekilde davranması bir sorundu, hatta eter kavramının varlığını yıkıp geçen bir şeydi ama Einstein için yola çıkış noktasıydı.

Aslında dâhi bilgin bu konular üzerine düşünmeye Faraday'ın keşifleri sonucunda başlamıştı. Bildiğin gibi, uzun zaman önce gerçekleşen keşiflerdi bunlar. Bir kablonun ortasında hareket eden bir mıknatısın elektrik akımı oluşturduğunu anımsa. Mıknatıs sabit tutulup kablo hareket ettiğinde de aynı elektrik akımı geçerliydi. Bu, saçma sapan ya da sezgiler yoluyla kavranacak bir şey gibi gelebilir sana. Ama sonucun eşit olmasının oldukça derin birtakım sonuçları vardır.

Mıknatıs sabit durur ve kablo hareket eder. Böylece kablonun içinde elektrik akımı oluşur. Pekâlâ, şimdi bakış açımızı değiştirelim: Mıknatıs hareket eder ve kablo sabit durur. Yine elektrik akımı oluşur ve tam da aynı biçimdedir bu. Birkaç gün boyunca Einstein'ın kafasını meşgul eden bir soruydu bu. Kablo açısından, mıknatısın ya da kablonun hareket etmesi fark etmez. Burada hareketlerin *görelilik* ilkesi vardır. Doğa bize şöyle der gibidir: "Bakın, neyin hareket ettiği benim için kesinlikle fark etmez. Birbiriyle göreceli hareketler aynı olduğu sürece, ben de aynı davranışı gösteririm." Bunu başka bir

dille ifade etmek de mümkündür: "Düzenli bir hareket yapan her nesne, durduğunda aynı etkilere yol açar."

Einstein bu konuyu gerektiği ölçüde ciddiyetle ele alınca görünüşte bir çelişki oluştuğunu fark etti. Hareket eden nesnelerin içinde ve hareketsiz nesnelerin içinde doğanın aynı yasaları geçerliyse, bu çelişkiye yol açardı. Havada uçan bir uçak, havaalanında durmakta olan bir uçağa göre daha küçüktür. Orası tamam... Ama uçmakta olan uçak, duranın kendisi, hareket edenin ise yerdeki uçak olduğunu hayal edebilir. Bu durumda küçülen de kendisi değil, havaalanında durmakta olan uçaktır.

Bir cisim hareket mi ediyor, yoksa kımıltısız mı duruyor; bunu ayırt etmenin bir yolu olmadığını kabul etmenin tuhaf sonuçlarından biri budur. Böyle kafa karıştırıcı bir şeyi nasıl anlayacağız? Bir uçağın aynı anda hem küçülmüş hem de küçülmemiş olması, nasıl doğru olabilir? Nasıl oluyor da, nesnelerin fiziksel özellikleri onlara baktığımız yere göre değişiyor? Nedir bunun sebebi?

Einstein, bu çelişki üzerine kafa yorduğu sırada henüz yirmi altı yaşında bir gençti ve sıradan insanların çok ötesinde bir düşünsel kapasitesi vardı. Hiçbir şeyi sırf birisi onu kabul etmesi gerektiğini söyledi diye kabul etmiyordu. Ama aynı zamanda gerçekler karşısında alçakgönüllüydü. Bu ne anlama geliyordu?

Galiba burada, aşktan söz edeceğim küçük bir parantez açmakta fayda var.

Aşk Hikâyesi

Âşıkları bilirsin, değil mi? Birbirlerini ne çok severler. Delirdiğimi düşünüyorsun muhtemelen. Einstein ve ışıktan söz ederken, birden aşktan söz etmeye başladım. Sakin ol, ne yaptığımın farkındayım. Bu küçük molayı neden verdiğimi çok geçmeden anlayacaksın.

Büyüdüğünde doğamızın bir kısmını oluşturan şeyi sen de fark edeceksin. İnsanlar âşık olur, birbirlerinden çok hoşlanır ve engel olamadıkları büyük bir güç, birlikte çok uzun zaman geçirmeyi arzulatır onlara. Senin de başına gelecek bu, göreceksin. Bunun öyle muhteşem bir evresi vardır ki, karşındaki insanın tuhaflıklarından bile hoşlanırsın. Ama gel zaman git zaman âşık olduğumuz insanın değişmesini, tuhaflıklarını terk etmesini isteriz. Onu normalleştirmek isteriz, o da aynı şekilde bizi normalleştirmek ister. Bu durum neredeyse geri dönüşü olmayan bir biçimde aşkın sonunu getirir. Parantezi kapatıyoruz şimdi.

Yine Einstein'a Dönersek

Aşk konusuyla, insanın tuhaflıkları ve karşısındakini normalleştirmeye dair takıntılı eğilimi konusuyla sana ne anlatmaya çalıştım acaba? Bakalım: Einstein da doğaya ve fizik yasalarına adeta âşıktı. Âşıkların pek çoğu gibi olsaydı, o da doğanın tuhaf davrandığını gördüğü yerde onu değiştirmeyi arzulardı. Faraday, hareket edenin bir mıknatıs veya kablo olmasının doğa açısından fark etmediğini göstermişti; çünkü hareketleri

birbirlerine göre oluşuyordu. Bunun ortaya çıkardığı çelişkilere rağmen Einstein'ın erdemi, gerçekliğin son derece tuhaf olduğunu bilmesine rağmen onu sevmeyi sürdürmesiydi. Onu değiştirmeyi değil, olduğu gibi anlamayı istiyordu.

Madem doğa tuhaftı, o zaman onu tüm tuhaflığıyla sevecek, normalleştirmek için matematiksel taklalar atmayacaktı Einstein. Doğa garipti ve böyle kabul edilmesi gerekiyordu... Öyle de yaptı. Ve bu son derece tarafsız doğa sevgisi, bilim tarihindeki en büyük devrimin gerçekleşmesini sağlayacaktı.

Einstein, dünyayı değiştiren o fikrin aklına geldiği anı daima anımsamıştır. Uzun yıllardır tanıdığı kibar mühendis Michele Besso'yla dolaşırken düşünmek gibi bir alışkanlığı vardı. O da Bern'deki patent bürosunda çalışıyordu. Bir gün yürüyüş için randevusuna geldiğinde Einstein, Besso'yla merhabalaşmadan ona, "Teşekkürler. Buldum!" dedi. Bu teşekkür, dâhi bilginimizin büyük cömertliğinin bir göstergesiydi: Görelilik kuramının elyazmasında bile, ünlü teorisini gerçekleştirmesine yardım eden kimi fikirlerinden ötürü Michele Besso'ya teşekkür etmiştir.

Bildiğin gibi, sözümün eriyim ben. Epey bir sayfa önce, Güneş'in neden yanmaya devam ettiği sorusuna sonunda yanıt vereceğimizi söylemiştik, anımsıyor musun? Pekâlâ; el arabası, sinek ve inek kakası sayesinde bu yanıtı bulmamıza az kaldı. Farkındayım, iyiden iyiye kafan karıştı ve bu iki şeyin arasında ne tür bir ilişki olduğunu anlamıyorsun ama biraz daha sabır... Çünkü Güneş'in ve yıldızların ışınlarının olağanüstülüğünü, bu uzak ve güçlü ateşin gizemini çözmemize ramak kaldı. Sadece zamana ve uzaya dair öğrenmemiz gereken bir şey daha var.

Nesnelerin gözlemcinin bakış açısına bağımlı olduğu tuhaf bir evrenimiz var. Bir insan için on metre boyunda olan bir şey, o nesnenin yanından tam hız geçen başka bir insana beş metre görünebilir. Bir hanımefendi için beş dakika olan bir zaman dilimi, aynı hanımefendiyi bir uzay mekiğinin içinde yer değiştirirken izleyen bir beyefendi için on dakika olabilir. Kuşkusuz, saatlerin evrensel bir saati gösterememesi ve nesnelerin büyüklüğünün de onlara bakan kişiyi taşıyan aracın hareket hızına bağlı olması, pek de hoş bir durum değil. Nesneler neyse odur ve herhangi bir değerlendirmeden bağımsız olmaları gerekir. Dünya bu kadar çılgın bir yer olamaz. Dünya'nın tutunabileceğimiz sabit bir şeması olması gerekir. Uzaklıkların ve zamanın küçülmesi konusunun büyülü bir yanı yok değil. Diğer taraftan bu, gerçekliği parçalara ayırıyor ve gerçekten doğru diye sunabileceğimiz sağlam bir şey kalmıyor elimizde.

Ama sakin ol, çünkü durum böyle değil. Bu, bir şeyleri tam olarak anlamadığımızda olur sadece... Einstein bize tutunacağımız o dalı verdi. Dengemizi yitirmeden sağlam biçimde yaslanabileceğimiz bir gerçeklik tarifi; her şeye rağmen, her *neyse o olan* şeylerin olduğunu söyleyen bir fikir verdi. Dâhi bilim insanı bunu anlamak için muhteşem bir kavram attı ortaya: *Uzay-zaman.* Tek tek bakıldığında, bizim için son derece tanıdıktır bu kelimeler. Hepimiz uzayın ne olduğunu biliriz. Ve biraz muğlak olmakla birlikte, zamanın ne olduğunu da biliriz. Uzay ve zamanın, uzay-zaman kelimesini oluşturmak üzere birleşimi, kulağa hem karmaşık hem de garip gelebilir. Ama bu bileşim çok işe yarar ve tuhaf Dünyamızı kusursuz bir şekilde açıklar. Einstein'a göre bir tür dörtboyutlu hacmin içinde yaşıyoruz. Bundan ötürü korkma, hepsinin bir açıkla-

ması var... Televizyonda izlediğin filmler, ekranın "uzunluğuna" ve "genişliğine" göre ikiboyutlu olarak hazırlanmıştır. Bu durum, görüntüleri gerçekteki hallerinden daha kısıtlı bir hale sokar. Fakat Dünya, film sahneleri gibi yüzey halinde değildir; aynı zamanda çıkıntılar, kalınlıklar da vardır. Ulises, dünyaya baktığında, ekrandaki uzunluk ve genişlikten ayrı olarak, bir başka boyut daha görürsün. Bu, derinliktir. Uzunluk, genişlik ve derinlik. Üç boyut... Şimdi, Einstein'a göre, bunlara yeni bir boyut daha eklememiz gerekir ki, o da zamandır. Bunu eklediğimizde, evrenin dörtboyutlu olmasını sağlamış olacağız. Bu, uzay-zaman dediğimiz boyuttur. Olağan üç boyuta, bir de zamanla ilgili dördüncü boyutun eklenmesidir. Ama dört boyut da kusursuz biçimde bir bütün halindedir. Zamanı fark edebiliriz, nasıl aktığını algılarız ama uzunluk, genişlik ya da derinlikle birlikte bunun nasıl olduğunu göremeyiz.

Şimdi biraz gevşe ve sana göstereceğim şu güzel fotoğrafa bir bak.



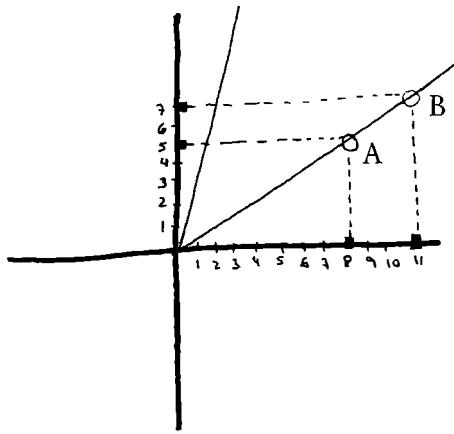
Belki de tanımışsındır; evin yakınlarında, arka taraftaki kırlık arazideki ağaçlar bunlar. Pek çok kez sağdaki ağacın devrilip devrilmeyeceğini sormuştun bana merakla. Işık vurunca harika görünürler. Yaprakları öyle sadedir ki, gösterişe gerek olmadan Dünya'nın güzelliğini gözler önüne sermeyi başarır. Beethoven, insan eliyle yaratılan hiçbir sanatsal temsil –ne resim ne müzik ne de heykel– tepesinden ışık vuran bir ağacın yaprakları kadar güzel görünmez, der. Onlara iyice bak, çünkü bu iki uzun boylu ağacın sana *uzay-zaman* konusunda –Einstein'ın bu son derece olağanüstü fikri hakkında– ipucu vermesi mümkün.

İki ağacın boyu da aynıdır. Ama sol taraftaki dimdik yukarı doğru uzadığından daha uzun görünüyor. Biz bunu fark edebiliyoruz; beynimiz o eğimi düzeltebilecek ve sonra ikisini boyca eşitleyecek kapasitede. Ama soldaki ağacın böyle bir şansı yok; bulunduğu konumdan arkadaşının eğimini göremez: Onun bulunduğu yerden bakınca, komşusu kendinden daha kısa görünür.

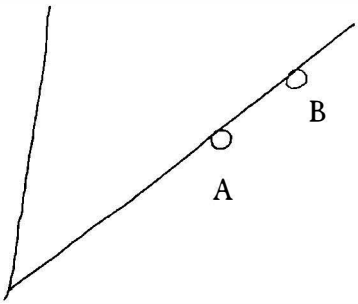
Şimdi sağdaki ağaca bakalım. Onun bakış açısına nüfuz edebilmek için fotoğrafı hafifçe eğmemiz gerekti. Böylelikle eğik olan, soldaki ağaç oldu.



Şimdi her şeyin tamamen farklı olduğunu görüyoruz: Soldaki ağacı daha kısa gören, sağdaki ağaç oldu. Her iki ağaç da kendisini komşusundan daha uzun boylu sanıyor. Bu mantıken bir çelişki gibi görülebilir ama fotoğrafı hafifçe çevirince anlaşılabilir. Şimdi şu koordinatlar şeklini inceleyelim. Eminim okuldan bunları görmeye alışkınsındır. Her şeyin bir rüya olabilme ihtimalinden söz eden ve eter fikrini yeniden kuran Descartes, bu son derece tuhaf şemaları da ortaya çıkarmıştır. Bu şemalar genellikle doğrular ve noktalarla dolu olur. Bunun sıkıcı bir şekil olduğunu biliyorum, bu yüzden sadece bir anlığına faydalanacağız ondan. Ve derhal son derece heyecan verici başka bir şeye geçeceğiz.



Dikey doğru bir büyüklüğü ölçer ve yatay doğru da başka bir şeyin değerini verir. Farz edelim, yatay olan uzayı ve dikey olan da zamanı sembolize ediyor. Bu doğrulardaki her bir nokta da uzaydaki konumu temsil eder. Örneğin, A noktası el arabanızın 5. dakikada 8. kilometrede olduğunu, B





noktası da 7. dakikada 11. kilometrede olduğunu belirtir. Diğer noktalardan oluşan doğru da arkadaşınızın çektiği ve başka bir hızda hareket etmekte olan başka bir el arabasının hareketini temsil eder.

Görelilik kuramına göre, sizin el arabanızda bulunan bir saat arkadaşınızın el arabasında bulunan bir saate göre zamanı farklı ölçer.

Grafiği unutup iki doğrunun tarif ettiği biçime dikkat et şimdi. Sana bir şey anımsatmıyor mu? Bir ipucu vereyim: Kırlık arazideki iki ağaç gibidir bunlar. Bir *V* harfi oluştururlar. Ağaçlardan biri, diğerini kendi konumuna göre görür. Bir el arabasının izlediği yol da (*V* harfinin doğrularından biriyle temsil edilir) diğerini, grafikteki konumuna göre görür. Ama ağaç kendi başına var olan bir canlıdır. Ve el arabalarının izledikleri yol da *kendi başına* vardır. Doğrular ve ağaçlar gerçektir; ölçüleri neyse odur, değişmezdir bunlar.

Grafikte "uzay-zamanın" yeniden ortaya çıkabileceği yerlere nokta koydum. Bu, zaman ve uzayın birbirine karışabileceği düz bir yüzeydir. Dolayısıyla çizilen doğrular da uzay-zamanda birer biçimdir ve el arabalarının geçtiği tüm konumların toplamından yapılmıştır. Peki, açıklaması buysa?

Bu grafikteki her bir ağaç, komşusu olan ağacı uzay-zamandaki konumuna göre görür. Einstein buradan şu sonuca varmıştır: Büyüklüklerin göreli olmasına ve zamanın geçmesine rağmen evrensel ve sabit bir şey vardır, değişmez ve kararlı bir şey; bu şey, bir toplamdır, uzay zamandaki olaylardır.

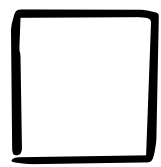
Ağaçlar da sana daha önce verdiğim uçak örneğindeki gibiler; anımsadın mı? Uçakların her ikisi de küçülenin diğeri olduğunu düşünmektedir. Bu bize tuhaf geliyor, çünkü konuyu henüz dördüncü boyut bakış açısından incelemedik. Uçakların ikisi de diğerinin küçülmekte olduğunu düşündü. Uçakların ikisi de diğerinin daha küçük olduğunu düşündü. Şimdi, her iki *küçüklük* suçlamasının da bir çelişki olmadığını göreceğiz.

Uzay-zaman kavramı gerçekliğin arka planında ne olduğunu açıklama fırsatı sunar bize. Görünümlerinin arkasında nesnelerin bir yerinin, yani konumunun olduğu dörtboyutlu bir hacim bulunur. Ama ne kadar uğraşırsak uğraşalım, dört boyutu aynı anda gözümüzün önüne getirmemiz mümkün değildir. Üçboyutlu bir uzayın içinde yaşarız; beynimiz, bu uzayın içinde hareket etmek ve hayatta kalmak üzere programlanmıştır. Hayatın tadına varmak için dördüncü boyutu gözümüzün önüne getirebilmemiz asla gerekli olmamıştır. Bundan ötürü hareket halindeki cisimlerin izlediği gerçek yolu da göremeyiz: Yani cismin hareket halindeyken geçtiği bütün

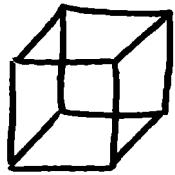
konumları gösteren noktaların toplamını. Bunu tam olarak gözümüzde canlandıramasak da evren böyle bir yerdir. Uzay ve zaman kaynaşır ve yeni bir örgü oluşturur, etrafımızda gördüğümüz uzay kadar gerçektir bu.

Bütün bunların kesinlikle bilimkurgu filan olmadığını bilmen çok önemli. Einstein dörtboyutlu bir uzay-zaman içinde yaşadığımızı belirtirken bunu kastetmişti. Filmlerdeki düz karakterlerin ekrandan atlayıp senin dünyanda üçboyutlu olarak yaşamaları ne kadar imkânsızsa, sen de dördüncü boyuta "zıplayamazsın". Ama düz filmlerin karakterleri için nasıl ki üçüncü boyut mevcutsa, bu dördüncü boyut da senin için mevcuttur.

Bilimin avantajlarından biri de gözümüzün önüne getirilemeyecek kimi konuları ele alabilme yeteneğidir. Temel matematik sayesinde uzay-zamanla ilgili şeyleri öğrenebiliyoruz. Boyutlarla başlayalım.



Bu ikiboyutlu bir şekildir. Basit bir karedir. Bir kenarının kendisiyle çarpılması sonucu alanı bulunur. Matematiksel olarak bu şöyle ifade edilir: k^2 (*Kenarın karesi*). Örneğin bu kenarın uzunluğu 9 metre ise karenin alanı 81 metrekaredir.



Karenin üçboyutlu şekli küptür. Aslında ikiboyutlu bir karenin üçüncü boyuta doğru yukarı doğru çekilmesiyle oluşmuştur. Bir küpün hacmi, kenar uzunluğunun kendisiyle çarpımı yine kendisiyle çarparak elde edilir. Yani k^3: *Kenarın küpü.*

Bu mantığı devam ettirirsek dörtboyutlu bir küpün hiper hacmini bulabilirsin.

İki boyutta: $k \times k = k^2$
Üç boyutta: $k \times k \times k = k^3$
Dört boyutta....

Bu basit seriyi tamamlamak zor olmasa gerek. Senin de doğru sonuca ulaştığına eminim. Gerçekten de k x k x k x k = K^4. Bunu gözümüzün önüne getiremeyiz, çünkü beynimiz üçboyutludur ama hata yapacağımızdan korkmadan dörtboyutlu bir küpün hiper-hacmi (aynı zamanda ona da *hiper küp* adı verilir) şöyle hesaplanır: k x k x k x k. Bir başka deyişle dört kez kendiyle çarpılmasıyla.

Farkında mısın? Az önce hiper uzayla ilgili bir formüle ulaştın. Bu dörtboyutlu hiper küp hacminin içinde yaşıyoruz biz. Şu anda yaşıyoruz, daha önce yaşadık ve ileride yaşayacağız. Çünkü bu salt uzaysal bir hacim değil, aynı zamanda uzay-zamansal bir hacim.

Bu anlamda, Lorentz ve FitzGerald'ın önerdikleri zamansal ve uzaysal küçülmelerin gerçek nedenini Einstein açıklamış oldu. Ama aralarında temel bir fark vardı: Onların bu dönüşümleri gündeme getirmelerinin nedeni, eterin doğada varlığını sürdürmesini sağlamaktı. Oysa Einstein, kesin bir dille dörtboyutlu bir uzay-zamanda yaşadığımızı belirtiyor ve eterden tamamıyla vazgeçiyordu. Hiçbir şekilde ayrıcalıklı bir bakış açısı mevcut değildi. Cisimlerin hareketlerini saptamak için referans alınabilecek kareli bir alan yoktu doğada. Tıpkı daha önce Dalton'un yaptığı gibi, yirmi altı yaşındaki o genç, aradan iki bin yıl geçtikten sonra büyük Aristoteles'in söylediklerini reddediyordu.

Bu eterin, yani uzayı doldurduğu düşünülen ve kesin bir referans sistemi sunan şeyin ortadan kaldırılması Einstein'ı şöyle düşünmeye sevk etmişti: Işık, bir dalga olabilse de aynı zamanda bir parçacık gibi de davranabiliyordu. Bu durumda suyun yaptığı gibi mutlaka eterin onu dalgalandırmasına gerek kalmayacaktı. Uzayda ışık parçacıklarının son hız hareket etmeleri yeterliydi. Bu, Einstein'ın diğer bir teorisini de destekliyordu. Nobel Fizik Ödülü almasını sağlayan *fotoelektrik etkisi teorisiydi* bu. Işığın *foton* adı verilen parçacıklardan oluştuğu fikriyle Einstein, Huygens'le Newton arasındaki tartışmada Newton'a hak vermiş oldu. Ama sana daha sonra anlatacağım bir çelişki eklemiş oldu buna: Elbette ışık bir parçacık gibi davranabilirdi ama dalga olmayı da bırakmıyordu; hem bir parçacık hem de bir dalgaydı. Bir şey aynı anda iki şey birden olabilirdi. Ama bu konuda daha fazla adım atmadan önce saatler hakkında düşünmeye devam edelim.

Eğer zaman, üçboyutlu uzaya eklenen dördüncü boyutsa, o halde, yaşarken zamanın içinde de hareket ederiz. Ve sahiden de böyledir. Aynı biçimde uzaysal olarak yer değiştirdiğimizde, bunu zamansal olarak da yaparız. Aradaki fark, uzaydaki hareketlerimizin isteğimize bağlı olmasından ileri gelmektedir. Camı açmak için pencereye gidip gitmemek ya da merdivenlerden inip inmemek senin elinde olan bir şeydir, oysa zamanda yolculuk edip etmeyeceğine karar veremezsin. Açıkçası başka bir seçeneğin yoktur. Oysa Einstein'ın uzayla kaynaştırdığı zaman kavramı uzunluklara, santimetre ya da kilometrelere dönüştürülmeye izin vermez.

Aslında saatin saniyeleri bir uzaklığı ölçer. Dörtboyutlu bir evrende her saniyenin 300.000 kilometrelik bir uzunluğu vardır. Bu muhteşem bir fikirdir. Sakince yerinde dururken, şimdiki "sen" ile bir saniye sonraki "sen" arasında 300.000 kilometre vardır. Zaman ve uzay birbirine karışır.

Burada bir şeye dikkat etmeni istiyorum. Dediğimiz gibi zamanın içinde hareket edebiliyorsak, bunu yaparken bir hızımız olmalı. Bir saniye 300.000 kilometreye karşılık geliyorsa, hareket etmediğimiz halde bir saniyede 300.000 kilometre hızla, ışığın hızıyla hareket ettiğimiz kesindir.

Tam da şu an ellerin saniyede 300.000 kilometre yer değiştirir. Burada bir hata olması gerektiğini düşünüyorsun, çünkü daha önce, hiçbir nesnenin bu hıza erişemeyeceğini söylemiştim sana. Ancak bu kısıtlama *uzayda* yer değiştiren nesneler içindir; öte yandan ellerin, ışık hızında, *uzay-zaman içinde* yer değiştirir.

Buna inanmayabilirsin ama Güneş'in neden parladığını bulmamıza ramak kaldı. Sadece küçük bir adıma ihtiyacımız var. Şimdi senden enerji konusunda düşünmeni isteyeceğim.

Bu "enerji" denen şey nedir aslında? Pek çok insanın onun hakkında belli belirsiz bir fikri vardır. Çok somut bir şey olmadığından yarı büyülü şeylerle karıştırılabilir. Manevi enerjiden ya da mistik enerjiden söz edenler vardır ama emin ol, bunlar herhangi bir bilimsel temeli olmayan ifadelerdir. En özetlenmiş haliyle, enerji cisimlerin iş yapabilme kapasitesidir.

Örneğin, bir pilin enerjisi vardır, çünkü bir işin gerçekleştirilmesine yardımı dokunur: Bir oyuncağın tekerleklerini hareket ettirmek ya da birkaç saat boyunca radyo dinlemeni sağlamak gibi.

Enerjinin pek çok biçimi vardır. Bunlardan birine *kinetik enerji* denir. Bu enerji bir cismin hareket etme hızına bağlıdır. Hızı ne kadar artarsa, kinetik enerjisi de o kadar artar. Bunu anlamak zor değil: Saatte on kilometre hızla hareket eden bir taş, saatte yüz kilometre hızla hareket eden taşa göre daha az kinetik enerjiye sahiptir. Birinci taş bir duvara çarpacak olursa, ikinciye göre daha az hasar verecektir. Daha hızlı gittiğinde darbe de daha büyük olacaktır. Bunun anlamı, taşın daha fazla enerji barındırdığıdır. Bu kolayca anlaşılabilecek bir şeydir ve Güneş'in neden parladığını öğrenmemiz noktasında bize kati bir ipucu sunar.

Şimdi yine ellerine bak. Sana az önce dördüncü zaman boyutunda, ışık hızında yer değiştirdiklerini söylemiştim. Bundan ötürü, bu hıza bağlı olarak bir nevi "kinetik enerjileri" olması gerekir. Ama ellerin görünüşte sessiz sakin durmaktadır. Duran bir şeyin enerjisi olması nasıl mümkün olur? Uzaysal olarak durmaktadır ama zamansal olarak durmamaktadır ellerin.

Bu açıklamanın tek bir amacı var Ulises, o da, bizi varmak

üzere olduğumuz sonuca götürecek zahmetli matematiksel adımlardan kendimizi kurtarmak. Einstein'ın kullandığı son derece karmaşık matematiği kullanmadan bu konulardan bahsederek kavramları açık ve berrak hale getirme ve onları gözümüzün önünde canlandırma şansımız olacak. Ama bunun avantajları olduğu kadar sorunları da var: Kesinliği kaybetmek kaçınılmazdır. Yine de görelilik teorisinin en ünlü katkılarından birini anlaman için kısmen faydalı bir biçim sanırım. Devam edelim:

Einstein, durmakta olan tüm kütlelerin enerji yüklü olduğunu söyler bize. Bir başka deyişle: Kütle, yoğunlaşmış enerjidir ve enerji de dağılmış kütledir. Bu, son derece sakin durmasına rağmen elinin neden enerji yüklü olduğunu açıklar. Hareketi alışkın olduğumuz gibi üç boyut içinde gerçekleşen bir şey olarak düşünmeyi bırakıp Einstein'ın önerdiği gibi dört boyutun içine gömülmüş bir şekilde gözümüzün önüne getirmeye başladığımızda, her şey daha zengin ve karmaşık bir hal alır. Birdenbire etrafında gördüğün her şeyin çok yüksek bir yoğunlaşma düzeyindeki enerjiden başka bir şey olmadığını saptarsın. Nesneler enerjinin birbirine yapışmış halleridir. Einstein kendini bu varsayıma adamıştı; maddenin içinde ne kadar enerji saklı olduğunu hesaplamak için bir formül ortaya koydu. Kuşkusuz bu sana tanıdık gelecektir, çünkü matematiğin en ünlü formüllerinden biridir.

$$E = m \cdot c^2$$

Burada *E* harfi enerjiyi temsil eder, *m* kütleyi ve *c* de ışık hızını. Bir miktar maddenin içinde ne kadar enerji olduğunu bilmek için tek yapmamız gereken, ışık hızının karesiyle cismin kütlesini çarpmaktır. Yani önce kütlesiyle ışık hızını, sonra bir kez daha ışık hızını çarpmak gerekir. Işık hızı çok büyük bir rakam olduğundan, ne kadar küçük olursa olsun her kütle içinde çok büyük miktarda enerji barındırır.

Einstein tüm bu çıkarsamalara Morley ve Michelson'un deneyini göz önünde bulundurmadan varmıştı. Einstein için, doğanın yasalarının geçerli olduğu cisimlerin hareketinde de aynı doğanın yasaları geçerliydi; bunu ona kimsenin söylemesine ihtiyacı yoktu. Onun açısından bu, bir kablonun ortasında hareket eden bir mıknatısı ya da bir mıknatısın etrafında hareket eden bir kabloyu hayal etmenin doğal neticesiydi.

Küçüklüğümüzden Bazı Fotoğraflar

Çocukluğuma ait kimi fotoğrafları hâlâ saklarım. Kimilerinde sana çok benziyorum, bu epey sevindiriyor beni. Geçmişe ait resimlere göz atmak pek çok insana geçmiş özlemi yaşatır. Bir geçmişin var olduğunu ve bir zamanlar orada bulunduğumuzu bilmek, bizi gerçek insanlar yapar.

Bu, insanda edebi bir fikir hissi uyandırsa da aslında öyle değil. Zamanın aktığı hissi bizi tepeden tırnağa tanımlar. Uygarlık adına başardıklarımızın büyük bir bölümü, zamanın gizemli bir tarzda hareket ettiğini biliyor olmamıza dayanır:

Günün birinde artık var olmayacağımız ana kadar günlerin, ayların ve haftaların geçtiğini biliyor olmamıza.

Bir gün öleceğimizden emin olmak, aksi takdirde aklımızdan bile geçmeyecek şeyler yapmaya iter bizi. Ardımızdan gelenler keşfetsin diye geride bir şey bırakmak isteriz. Bu an giderek yaklaşırken, son tahlilde bizi biz yapan anılar biriktirir, kendi yolumuza giderek Dünya'yı adımlamayı sürdürürüz.

Tüm bunların arkasında zaman vardır. Einstein'ın hayranlık uyandıran fikirleri ortaya çıkana kadar nasıl göstereceğimizi bilemediğimiz tuhaf bir kavramdı bu. Ondan önce zaman gizemli ve görünmez bir şeydi. Bu gizem ve görünmezlik hâlâ varlığını koruyor ama artık en azından ona ilişkin varsayımlarda bulunabiliyoruz. Zaman da fiziksel boyutlardan biridir. Bu, parmağımızla olmasa da en azından matematik bilgimizle gösterebileceğimiz bir şeydir.

Çocukluk fotoğraflarım şimdi farklı bir biçimde yorumlanabilir. O küçük Juan Carlos artık yok. Kayıt altına alınmış o anlar, koskocaman uzay-zaman tabakasında küçücük olayları temsil ediyor. Bir anlamda ben hâlâ oradayım, kusursuz biçimde hesaplayabileceğimiz bir uzaklıktayım. Fotoğrafın çekildiği andan bugüne kadar geçen saniyelerle ışık hızını çarparsam, şu anki halimle geçmişteki halimi ayıran fiziksel uzaklığı bulurum. Geçmiş bütünüyle yok olmaz, uzaklığın içinde eriyip dağılır.

Uzayın ve zamanın birliği insanın tüylerini ürpertir. Şimdiki Ulises'le bir saniye önceki Ulises'in arasında 300.000 kilometrelik bir uzaklık vardır. Einstein'dan önce geçmişimiz nerede duruyordu? Onun bütünüyle dağılıp kaybolduğunu düşünme eğilimindeydik. Truva Savaşı, Amerika'nın Bağımsızlık Bildirgesi, Galileo'nun Marina'yı ilk öptüğü an, senin

doğumun ve evrenin başlangıcı... Bütün bunlar Einstein'ın yorumundan önce neredeydi? Bir zamanlar o denli gerçek olmuşken, o şekilde var olabilmişken nasıl yok oluyorlardı?

Şu olayı bir düşün: 1812 yılının 13 Haziranı'nda, saat öğleden sonra ikiyi çeyrek geçe bir kaldırıma güneş ışığı düşer. Onu görebilenler açısından bu olay gerçekliğin bir parçasıydı. Bir hanımefendi onu görmüştü. Bu ışın ve bu kaldırım vardı; üstelik sağlam ve kati bir biçimde vardı. Sırf zaman geçtiği için bunun artık var olmadığını düşünmek, son derece riskli bir şeyi tartışmasızca kabullenmek anlamına gelebilir: Bununla birlikte, gerçekliğin de yok olabileceği fikrini. Şüphesiz geçmişteki olayların belli bir uzaklıkta donup kaldıklarını söylemiyorum ama şimdi, en azından bunun böyle olduğunu gözümüzde canlandırabiliriz. Geçmişteki olayları işaretlemek için koordinatlarla bir grafik yaratma olasılığı, kısmen, bir biçimde geçmişin orada hâlâ var olduğu yanılsamasını verir bize. Bu neredeyse şiirsel bir yanılsama gibi gelebilir sana. Ama Einstein sayesinde geçmişin kaybolup gitmesinin şaşkınlığı artık bizi eskisi gibi esir almaz. Diğer taraftan, hayretin yerini bu kez çaresiz bir biçimde daha büyük bir sorun alır: Zamanın asla parmağımızla gösteremeyeceğimiz bir fiziksel boyutta aktığı bilgisi.

Artık Güneş'in yanmayı nasıl sürdürdüğü sorusuna yanıt verebiliriz; neden bunca yıldır yanmayı sürdürdüğü sorusuna...

Yolumuz bayağı uzundu, çok sayıda bilim insanıyla tanıştık. Her biri Dünya'yı daha anlaşılır kılmak adına kendi yeteneğini ortaya koydu. Mantık halkalarını birbirine bağlayarak maddenin yoğunlaşmış enerji olduğu sonucuna vardık.

Güneş'in yanmasının nedeni, şu ana kadar bildiğimiz yakıtların herhangi birine bağlı değildir. Kömürden ya da ahşaptan, bütan gazından ya da petrolden yapılmış bir Güneş, çok çabuk yanıp tükenirdi. Öte yandan, maddenin içinde yoğunlaşmış halde bulunan enerjiyi yakıt olarak kullanan bir Güneş çok daha uzun ömürlü olurdu. Einstein'ın denklemindeki "C" harfi, çok az miktarda bir maddeyle çok yüksek oranda bir enerji elde edebilmemizi güvence altına alır. Ve elimizde çok miktarda madde olursa (Güneş devasa bir gökcismidir ve sana anlattığım gibi, içine milyonlarca Yeryüzü sığabilir) milyarlarca yıl dayanabilecek bir enerji miktarı elde ederiz. Zaten yıldızların da bu sebepten bu kadar uzun süre canlı kaldıkları tahmin edilmektedir.

Peki ama Güneş hangi maddeden oluşmuştur? Ve kütleyi enerjiye nasıl çevirir?

İlk soruya Newton sayesinde yanıt verebiliyoruz. Newton'un ışık ışınlarını geçirmek için kullandığı prizmayı anımsıyor musun? Herhangi bir nesneden gelen ışık –isterse Güneş'ten gelsin– bize o nesnenin neden oluştuğunu açıklar. Çünkü herhangi bir cismin maddesini oluşturan atomlar, ışığın belli renklerini emer ve belli renkleri geri yansıtır. Bu nesneden hangi renklerin geldiğini biliyorsak, hangilerinin noksan olduğunu bulabiliriz: Bir başka deyişle, onu oluşturan

maddenin hangi renkleri emdiğini bulabiliriz. Bunun için basit bir ışık prizması değil, daha gelişmiş aletler kullanılır ama temel mekanizma aynıdır.

Her kimyasal element ışıktan bir renk "çalar". Işık bize bu renk olmadan ulaştığında, bunun hangi element olduğunu da haber vermektedir. Bu teknik Güneş'e de uygulanmış ve böylece hangi maddelerden oluştuğu bulunmuştur. Güneş, asıl olarak hidrojen ve helyumdan oluşmaktadır.

Hidrojen ve helyumdan oluşan bu ateş topunun içinde neler olup bitmektedir? Şimdi biliyoruz ki, hidrojen atomları heybetli kütleçekimi kuvvetine bağlı olarak kendi aralarında birleşmektedir. Birbirilerine o kadar yapışırlar ki, sonunda helyum atomuna dönüşürler. Güneş, bir nükleer füzyon merkezinden başka bir şey değildir. Helyum atomları oluşurken, madde bu işlem sırasında enerjiye dönüşür, bu enerji de ısıya ve ışığa.

Atom bombaları da tam olarak Güneş gibi işler. Bu patlamalarla açığa çıkan enerji de Einstein'ın formülüne uyar. Dolayısıyla, 1945 yılında, İkinci Dünya Savaşı sırasında Hiroşima'ya atılan devasa atom bombasından ötürü dâhi bilgin kendisini suçlu hissetmiştir. Bu suçluluk hissi anlaşılır olmakla birlikte temelsizdir: Einstein sadece maddenin enerjiden ibaret olduğunu göstermişti. Ama asla insanın kendi benzerlerini imha etmek için bu son derece kudretli gücü kullanacağını aklına getirmemişti.

Abderalı Demokritos'un şöyle dediğini geçiriyorum aklımdan: "İyi ama atomun bölünemez olduğunu söylememiş miydik? Hepimizi doğuran o ananın yani."

Güneş'in parlamasına mantıklı bir açıklama bulmuş olmak sende belli bir tatmin yaratmış olabilir. Ama ne yazık ki bunun derin bir huzursuzluğa yol açacağını da belirtmeliyim: Güneş yakıtını tüketiyorsa, günün birinde bunun sona ereceğini söylemek hiç de zor değil.

Ne yazık ki, kesinlikle gerçekleşecek olan da bu. Bilim insanlarının hesaplamalarına bakılırsa, Güneşimiz 50 milyar yıl sonra sönecek ve şu an ömrünün tam yarısında. Hidrojenin helyuma dönüşme ritmi bilindiğinden, yaklaşık olarak 50 milyar yıl sonra Güneş'in yakıtının ve aynı zamanda gezegenimizdeki hayatın biteceği ifade ediliyor.

Baharlar sona erecek, yazlar, gezintiler, kitaplar, komik şakalar, konuşmalar, filmler, çocuk sevgisi, hoşumuza giden ve aynı zamanda nefret ettiğimiz her şey sona erecek. Bu gerçeği öğrendiğimde yaşadığım hayal kırıklığını hâlâ atamadım üzerimden. Bunun çok uzun bir zaman sonra gerçekleşecek olması da insanı avutmuyor. Elbette 50 milyar yıl epeyce süre demek ama sayılı gün çabuk geçer. Bu, berbat bir eşek şakası gibi. Türümüz Yeryüzü'nde ortaya çıkar; bir şeyler yaparak, bir dünya inşa ederek, kâh gülüp kâh acı çekerek, kendini sonsuz sanarak, içine teorilerimizi koyduğumuz kitaplar kaleme alarak, sonunda doğayı anlamayı arzulayacak kadar ona sevda besleyerek binlerce yıl geçiririz. Derken birden sırf fizik yasaları öyle emrediyor diye Güneş sönüverir ve bizler de evrenden sonsuza kadar siliniriz.

O zaman bütün bunların ne anlama geldiğini düşünmek kaçınılmaz olur. Bizim yok oluşumuzun ardından evren neden var olmaya devam edecek? Onu izleyecek hiç kimse yoksa, milyarlarca, trilyonlarca kilometrelik bir sahnenin ne anlamı

var? Orada onları inceleyecek birileri olmayacaksa uzayın, zamanın ne anlamı kalır?

Belki de hatanın kendisi tam da bundan, yani bir anlam aramaktan ileri geliyor. Aslında evren epey uzun bir süreden beri yalnızdı. Kimse onu ne izliyor ne keyfini çıkarıyor ne de sebep olduğu sıkıntıları yaşıyordu. Bizim ortaya çıkışımızdan önce de yıldızlar parıldıyordu ve kim bilir hangi sebepten uymak zorunda oldukları kimi yasalara uyan atomlar da kendi hallerindeydi. Kozmos, tarihinin büyük bir kısmı boyunca yalnızdı. Bu onun için hiçbir sorun oluşturmuyordu. Bu tekrar gerçekleşecek, hepsi o.

Ya da belki de gerçekleşmez, kim bilir... Belki de 50 milyar yıl sonra, bizden sonraki kuşaklar buradan daha uzaklara gidebilmenin yollarını bulacaklar. Ve yine yörüngesinde dönmeye devam edecekleri başka bir yıldız tespit edecekler. Belki de daha uzun bir ömrü güvence altına alan daha genç bir yıldız bulacaklar. Hatta belki de yıldızlar olmaksızın hayatta kalmayı öğrenecekler. Ya da kim bilir ne olacak... Bu, elimizde kalan tek umut; şimdiye kadar ne yapıyorsak, bunalıma girmeden ona devam edebilmek için tutunacağımız son dal.

Diğer taraftan, kendimizi teskin edecek başka bir fikir daha bulabiliriz. Bilimsel değil de daha ziyade şiirsel bir fikir bu. Ama kimi durumlarda şiir de bize moral vermeyi başarabilir. Neden söz ettiğimi anlamak için kendini bir düşün. Atomlardan oluştuğunu biliyorsun; milyonlarca, milyarlarca atomdan. Pekâlâ, bedenini oluşturan bu atomların her biri, vaktiyle bir yıldızın parçasıydı.

Yıldızların hidrojen atomları –az önce gördüğün gibi– helyum atomlarına dönüşür. Onlar da nükleer füzyon sayesinde

demir ve kömür gibi daha ağır elementlere dönüşür. Yani seni oluşturan maddelere. Senin vücudundaki ve benim vücudumdaki her bir atom, –tabii tüm arkadaşlarının vücutlarındakiler de– uzaklardaki bir yıldızda oluşmuştu.

Peki? Şimdi kendini daha iyi hissediyor musun? Hayır, hissetmiyorsun galiba. En azından denedik... Şiirin, gerçek temellere sahip şiirin sana biraz olsun moral verebileceğine dair azıcık umudum vardı ama sanırım olmadı.

Haydi ama Ulises, neşelenelim. Çünkü burada oyalanıp dururken neşelenmek için bir dolu nedenimiz var. Haydi ama! Hâlâ hayattayız! Öyleyse Einstein'la devam edelim yola.

Bildiğin gibi iki bölümden oluşan bir dolu film vardır. Einstein'ın görelilik konusu da iki bölümlü bir film gibidir. Burada sana anlattığım 1905 yılında yayımlanan kısmı, *özel görelilik teorisi* ya da *kısıtlı görelilik teorisi* olarak bilinir. Bundan on yıl sonra Einstein, herkesin taptığı, saygın biri olmuş ve tarihe adını altın harflerle yazdırmıştı. Derken bu teorinin ikinci kısmını yayımladı. Kuşkusuz, ikinci kısmı birinciden çok daha muhteşemdi.

Genel Görelilik

Yerçekiminden söz ederken, Newton'un bunun neden oluştuğunu çözemediğini söylemiştim sana. İşlevini nasıl yerine getirdiğini ayrıntılarıyla açıklamıştı ama *neden* var olduğunu yanıtlamamıştı Newton. Einstein bunun yanıtını bulmak için kolları sıvadı ve gerekli ipucunu uzay-zaman fikrinde buldu.

Uzay-zaman kavramı, hareket halindeki nesnelerin birbirlerine göre tuhaf davranışlarını açıklamakta işe yarıyorsa, cisimleri bir arada tutan gizemli gücün varlığına da mantıklı bir açıklama olabilirdi belki. Newton, Yeryüzü'nün Ay'ı bir kuvvete bağlı olarak çektiğini belirtir. Einstein ise kuvvet sözünü kaldırarak geometriden söz etmeyi tercih etmiştir.

Tuhaf bir dörtboyutlu hiper hacmin içinde yaşadığımızdan emin olduğu için, buradan yola çıkarak mümkün olan tüm sonuçlara varmayı düşündü Einstein. Bu hiper hacme neler olabilirdi? Nesnelerin yere düşme nedeninin Yeryüzü'nün onlara gizemli bir güç uygulaması olmadığını düşündü. Bunun nedeni, kütlelerin varlığında uzay-zamanın bükülmesiydi (ve gezegenimizin kütlesi çok büyüktü): Nesneler, uzay-zamanın varlığından ötürü, bükülmüş, farklı bir yol izlemeye mecbur kalıyordu.

Ay Dünya'nın etrafında dönerken dairesel bir yörünge izler, çünkü Yeryüzü'nün kütlesi uzay-zamanı yamultarak düz bir çizgi halindeki şekli bir daireye dönüştürecek biçimde bozmuştur.

Biz zavallı üçboyutlu varlıklar bu eğrilmeyi göremeyiz, çünkü ilave bir boyutta gerçekleşir bu. Ancak doğanın bizim boyutsal kısıtlamalarımızla ya da bunun yol açtığı hayal noksanlığıyla ilgili bir suçu yoktur.

Kuşkusuz, ne kadar güzel ve görkemli olursa olsun, bu fikrin açıklamaya ihtiyacı olduğunu düşüneceksin. Uzayın kütlelerin varlığıyla bükülebildiğini söylemek, şiirsel bir ifade gibi bile gelebilir sana. Ama bunu neden yaptığını ve bu durumu keşfeden bilginin neden böyle olması gerektiğini düşündüğünü öğrenmemiz gerek.

Einstein bunu genellikle bir asansör yardımıyla açıklıyor, kütleçekiminin olmadığı uzayda konumlanmış o asansörlerden birini gözümüzde canlandırmamızı istiyordu. Asansör yukarı çıkarken içindeki kişi ayaklarında hafif bir baskı hisseder. Hepimiz bunu yüzlerce kez hissetmişizdir. Bir asansöre bindiğinde ve asansör hareket ettiğinde, gözlerin yumuluyken bile, iniyor musun çıkıyor musun, anlayabilirsin. Yukarı çıkarken bir anlığına ağırlığın daha fazla gibi gelir, yukarı doğru hızlanmaya bağlıdır bu. Aşağı inerken ise bir saniyeliğine ağırlığının azaldığını hissedersin.

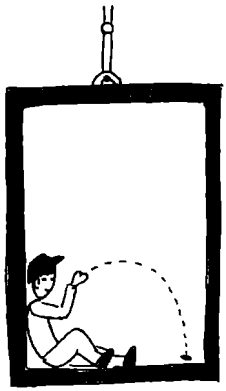
Einstein uzayda giden asansörün içindeki insanın fark ettiği bu şeyin, tuhaf biçimde kütleçekimine benzediğini düşünmüştü. Asansör durmaksızın yukarı doğru hızlanacak olursa, asansörün içindeki kişi kütleçekimli bir alanda bulunduğunu *düşünebilir. Bedeninin ağırlığı olacak, nesneler asansörün* zeminine düşecek ve her şey, oradan binlerce kilometre ötede, odanda sakin sakin oturduğun zamanki gibi olacak.

Dostumuz havaya bir taş atarsa, tıpkı Yeryüzü'nün kütleçekimli alanında fırlattığımız taş gibi o da bir eğri çizer.

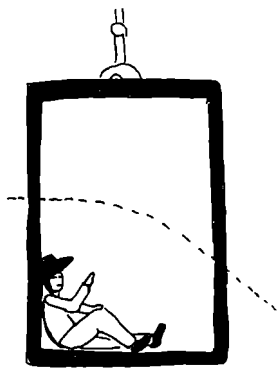
Fark ettin, değil mi? Sayfalar önce çizdiğimiz o eğriyi hatırlamadın mı? Ay'ın neden Dünya'ya çarpmadığını bulmak niyetiyle, kitabın başındaki havaya taşlar attığımız o sayfalardan söz ediyorum... Bu taşların havada bir eğri çizdiğini görebilmiştin. Şaşırtıcı biçimde şu an gördüğümüze benzer bir eğridir bu. Şaşırtıcı, öyle değil mi? Hızlanma ve kütleçekimli alan arasındaki benzerlik, sadece bir rastlantı değil gibidir.

Bir asansörün içinde olanlarla kütleçekim kuvveti arasındaki bu büyük benzerliğin farkına varan Einstein, zihinsel sıçramalarından birini yapmaya cesaret ederek şöyle söyledi:

Kütleçekimiyle bir ivmelenme sistemi arasında *hiçbir fark yoktur*. Bir şey, başka bir şeye *her anlamda* benziyorsa, o zaman bu onun *aynı* olay olduğu anlamına gelir.



Şimdi, asansörün sağ duvarındaki bir delikten giren bir ışık ışınının soldaki başka bir delikten çıktığını hayal edelim. Asansör yukarı çıkarken yeterli hıza ulaşmışsa, asansörün konum değişikliği nedeniyle olan şudur: Belli bir yükseklikte delikten giren ışık, diğer uçta daha aşağıda kalan bir yerden çıkar.



Hızı artarken asansörün konum değişikliği de giderek artar. Bundan ötürü, bu ışık ışınının izlediği yol eğridir. Belli bir noktadan girer, ancak daha aşağıda bir noktadan çıkar. Çünkü asansör artık daha yukarıdadır.

Burada dikkatini vermen gerek. Çünkü bilimde devrim yapan ve dünyayı değiştiren bir şeyi keşfedeceksin birazdan. Bu kitabı ne derece ilgiyle okuduğunu bilmiyorum ama şu anda dikkatini ikiye katlamanı rica edeceğim, çünkü buna değecek. Bir önceki şekli lütfen dikkatle incele.

Kütleçekim kuvveti, kütlesi olan cisimleri çeker. Bunu Newton zamanından beri biliyoruz. Bir asansörün *tıpatıp* bir kütleçekimli alan gibi davrandığı söylemiştik. Burada ışık da kütleçekimin çekimine tabi kalır gibi görünmektedir. Onun izlediği hat, taşın izlediği hatla aynıdır. Bu, ışığın bir kütlesi olduğu anlamına gelir. Ama daha önce kütlesi olan hiçbir cismin ışık hızında hareket edemeyeceğini söylememiş miydik? O zaman ışığın ışık hızına ulaşması nasıl mümkün olabiliyor? Bunun yanıtı çok basittir: Çünkü ışığın kütlesi yoktur.

Hay Allah! O zaman ışığın bir kütlesi yok. Ama bu durumda, nasıl olur da kütleçekimli bir alan tarafından çekilebilir? Hani doğası gereği sadece kütlesi olan cisimler kütleçekimi kuvvetine maruz kalırdı? İkisinden biri doğrudur: Ya kütlesi vardır ve ışık, ışık hızında yol alamaz (ama bunu yaptığına göre bir çelişki oluşur) ya da kütlesi yoktur ve kütleçekimi kuvvetine maruz kalmaz.

Bunun tek bir açıklaması var, daha önce dile getirdiğimiz her iki seçenek de doğru olamaz: Işığın kütlesi yoktur ve böyle olmasına rağmen kütleçekimine maruz kalır. Neden? Çok basit: *Çekim* kelimesinin yerine *sapma* kelimesini koymamız gerek. Kütleçekimli alan ışığı "yolundan saptırır."

ULISES: Yolundan sapmak mı? Bu sapma da neyin nesi? Işık, uzayda düz bir çizgide ilerler.

BEN: O zaman uzayın da sapmış olması gerekir.

ULISES: Sapmış uzay mı? Benimle dalga geçiyorsun herhalde. Bu çok tuhaf. Uzay nasıl yolundan sapsın?

BEN: Bükülerek...

ULISES: Bükülerek mi? Uzay bükülür mü?

BEN: Evet, kütleçekimi uzayı büker.

ULISES: Kütleçekimi uzayı büker mi?

BEN: Evet. Neden olmasın? Asansörde başımıza gelen buydu. Ve bu asansör bir kütleçekimli alan gibi davranır. Burada kalmamış mıydık?

ULISES: Evet, haklısın. Asansör yukarı doğru hız kazanırken, tıpkı bir kütleçekimli alan gibi davranıyor. Nesneler de Yeryüzü'nde olduğu gibi zemine düşüyor.

BEN: Gerçekten ışık ışını da asansörün içinde eğik olmuyor mu? Çizdiğim şekilde gördün ya bunu.

ULISES: Evet.

BEN: Ve ışığın düz bir çizgide ilerlediği, eğik olamayacağı da doğru, değil mi?

ULISES: Evet.

BEN: O zaman sen de bana katılacaksın: Bir eğri varsa ve ışık eğri çizemiyorsa, o zaman *bir şeyin bükülmüş olması gerek*. Ve bu da olsa olsa uzay olabilir.

ULISES: Evet, böyle bakınca doğru.

BEN: O zaman asansörün içindeki uzay bükülebiliyorsa ve asansör de bir kütleçekimli alan gibi davranıyorsa, buradan ne sonuca varırız?

ULISES: Kütleçekiminin uzayı büktüğü sonucuna.

BEN: Kusursuz.
Bayağı başım ağrıdı. Birazcık kafamızı dağıtalım.

Senin Dünyan

Sokakta yürürken her şeye bakarsın. Önünden yürüyen bir kıza... Sarı saçları vardır ve güneş de biraz ışıldatır o saçları. Ayakkabılarının topukları her adımında gürültü çıkarır ama etraf zaten çok gürültülü olduğundan, kulağına pek gelmez bu. İncecik bir zincirle bağlanmış bisiklet, bir ağaca yaslanmıştır. Yukarıda beyaz bulutlar, arka plandaki kusursuz masmavi gökyüzünde asılıdır. Sen mutlusundur. Birden hayatın anlam kazanmış gibidir. Seni mutlu eden bir şeyi anımsarsın ve adımların hızlanır. Bir an önce varmak istediğin bir yer olduğundan değil. Bu ani hızlanmanın kendi içinde bir nedeni var. Dünya böyle kendisi gibi olduğu için ona teşekkür etmenin bir yoludur bu. Kaldırımların, evlerin cephelerinin, yanı başında yürüyen insanların giysilerinin güzel olduğunu düşünürsün. Daha uzakta, sokağın bitiminde bir dağ görünür. Daima oradadır o ama ne kadar muhteşem göründüğünü o an fark edersin. Uzaklığı ona hafiften bir mavilik katıyor. Bu uzaklıktan ağaçları seçmek zor ama kocaman toprak alanları gölgede bıraktıklarını ve orada olduklarını biliyorsun. Kuşların yuvaları gelir gözünün önüne; anneleri tarafından beslenirken açık gagalarıyla öylece duran, daha uçmayı bile öğrenmemiş küçücük hayvancıklar.

Yakındaki binalardan birinin açık penceresinden, bir masa ve üzerinde yanık durumda bir lamba görüyorsun. Lam-

banın verdiği turuncumsu ışık, sende hoş bir duygu yaratır. Bir ay boyunca karda gezdikten sonra eve geri dönmüşsün gibi bir hisse. Kuşkusuz bir dakika öncesine kadar biri oturuyordu bu masada. Kim olabilir acaba, diye düşünüyorsun: Yaşı kaçtır, sevinçleri, üzüntüleri nedir? Belki de çok genç biridir. Kim bilir, belki kestane rengi saçlı güzel bir kızdır ya da kel kafalı koca göbekli, yaşlı bir adam.

Sonra yine göğe bakarak bu kez arkadaşlarını, tam olarak o an ne yaptıklarını düşünüyorsun. Ve seninle aynı şehirde bulunan yüz binlerce bireyi düşünmeye götürüyor bu seni; her biri kendi işiyle meşgul, planlar yapan ya da bilgisayarlarında yazı yazan, düşürdükleri bir şeyi aramak için çömelmiş ya da öylesine zamanın geçmesini bekleyen binlerce bireyi. Aynı zamanda uzaklardaki onca insanı da düşünüyorsun. Yüzlerce kilometre ötede, mesela bir trende ya da bir geminin güvertesinde ya da sarı bir bisikletin pedallarını çevirir halde olabilirler. Bir nehirde yüzüyor ya da dövüşüyor olabilirler, ameliyat oluyor, geyik çiziyor, yatak yapmak için ahşabı kesiyor, alkış tutuyor ya da bir saçmalık karşısında kahkaha patlatıyor olabilirler...

Bütün bunlar Dünya'nın ta kendisidir. Hepsini her gün görmeye alışkınsın. Sana ilginç gelen şeylerin dünyası, küçüklükten beri gördüğün şeylerin, duygularının dünyası. Birden bütün bunların tuhaf mı tuhaf bir yerde, bilim insanlarının *sürekli uzay-zaman* dedikleri bir yerde yerleştiğini öğreniyorsun. Daha önce aklına hayaline gelmedik bir biçimde nesnelerin yer tuttuğu dörtboyutlu bir tuval bu.

Sokağın bitiminde gözüne ilişen mavimtırak dağdaki kuşların açık gagaları, ağacın gövdesine yaslanmış duran bisikle-

tin zinciri, o binanın açık penceresinden seçebildiğin lambanın turuncu ışığı... Bunların her biri tanıdık duygular uyandırıyor sende. Uzay-zamanda gerçekleşen olaylar bunlar. Olayların neden bu şekilde geliştiğini anlamamıza yardım etmek için bir grafikte bir noktayla temsil edilebilecek olaylar.

Bunu öğrendiğin için hayatın değişmedi. Ama biraz daha iyi düşünürsen kesinlikle zenginleşti. Tam önünde yürümekte olan kızın saçlarında parıldayan güneş artık başka bir şey. 50 milyon kilometre uzaklıkta konumlanmış, Albert Einstein'ın formülüne göre maddeyi enerjiye dönüştürme kapasitesine sahip, devasa bir termonükleer fırın o. İşte kızın saçlarındaki ışıltı onun sayesinde. Olayların nedenini öğrenince şiir ortadan kaybolmaz, bilakis daha da katmerlenir. Bilimsel bilgide güzelliği tetikleyen bir yan vardır. Etrafımızda olup bitenleri basitçe gözlemlediğimizde oluşan duyguları daha da genişletelim diye, bilim devasa bir hacim hediye eder bize sanki.

Hayatta başına bir sürü şey gelir. Önce âşık olur, sonra aşkından vazgeçersin. Saatler boyunca çılgınlar gibi mutlu olur, sonra bir nedenden ötürü üzülürsün. Seninle iyi geçinen ve seni gıcık eden insanlarla tanışırsın. Ama Dünya'nın işleyişine dair bir şeyler öğrenmek, başka türlü erişemeyeceğin tuhaf bir deneyim kazandırır sana: Böylece etrafımızı saran her şeyin bir şekilde anlaşılabilir olduğunu görürsün. Düşünme tarzınla gerçekliğin sunduğu görüntü arasında bir paralellik olduğunu anlarsın. Bu düşünce tarzı, herhangi bir nedenden ötürü neşeni kaybettiğin zamanlarda seni yeniden neşelendirecek. Her şey sana saçma sapan göründüğünde, evrenin tüm tuhaflıklarıyla senin dostun olduğunu düşünebilirsin. Onu inceleme olasılığı

sayesinde, sana öyle mutlu anlar sunar ki evren, belki de kötü anlarını bir parça olsun telafi edebilir.

Gerçek bir bilim insanı Dünya'nın ikili yapısını asla unutmaz: Güneş'in hem bir nükleer merkez hem de ısısı yüzüne vurduğunda yaşadığın o anlık mutluluğun nedeni olduğunu... Zamanın uzaydaki üç boyuta eklenmiş bir diğer boyut olduğunu bilir ve aynı zamanda bir arkadaşını beklerken saatle ölçülen şey olduğunu da. Bilim Dünya'yı tahlil ederken onu küçük küçük parçalara ayırıp küçültmez, bilakis kapsamını daha da genişletir.

Şimdi kapsamı daha da genişletmeye devam edeceğiz. Görelilik teorisi, 20. yüzyıl fiziğinin başlıca dayanaklarından biridir. Ama ona paralel bir teori daha var. Dünyanın bütün bilimcilerini ilk andan itibaren deliye döndüren ve hâlâ da döndürmeyi sürdüren bir teoridir bu.

Kuantum Mekaniği: Bir Yüzyıla Adım Atmanın En Şahane Yolu

Bir bilsen, bu konuyla ilgili her gün neler neler yazılıp çiziliyor Ulises... *Kuantum* kelimesi, kulağa tuhaf ve açıklanamaz gelen her şeyin bir nevi sembolü haline gelmiştir adeta. Manevi konularla kimi palavraları teorik fizikle çorba yapıp karıştırmak için esaslı bir gerekçe olmuştur.

Yüzlerce kitap, bize kuantumun gücünden söz ederken, ciddi bir bilimsel disiplini baştan savma ve yüzeysel biçimde ele alır. Yirmi otuz yıldır pek moda oldu bu ve dineceğe de benzemiyor bu moda. Her geçen gün bu konuda daha çok

konferans düzenlenmekte ve atom altı parçacıkları hakkında, güya ruhumuzu canlandıran çok sayıda makale kaleme alınmakta. Ama gerçeklik epey farklıdır. Sana kuantum mekaniğinin tarihçesini anlatacağım. Asıl olarak 20. yüzyılla birlikte başlayan, hayranlık verici bir dizi olaydan söz edeceğim. Okuduğunda, ileride bir biçimde kulağına çalınabilecek o zırvalıklarla bunların yakından uzaktan ilgisi olmadığını sen de göreceksin.

Seni muhteşem biriyle tanıştırmak istiyorum.

Max Planck

Bu kel kafalı ve gözlüklü adam, 19. ve 20. yüzyılın gelmiş geçmiş en parlak beyinlerinden biridir. Fizik tarihinde yol açacağı o harika olay, büyük olasılıkla gençken aklından bile geçmemişti.

Planck, küçüklüğünden beri tam bir doğa âşığıydı. Ama kendini hangi alana adayacağı konusunda kararsızdı. Müziği ve dilbilimini seviyordu; gelecekte ne olması gerektiğine dair tereddüt içindeydi. Müzisyenliği epey beğeniliyordu. Hatta *Doğa Sevgisi* adında bir opera bile yazmıştı. Belki de sonunda teorik fizikte karar kılmasının nedeni bu doğa sevdası oldu. Aslında doğayı çok sevdiği için onu anlamak istiyordu. Bu sıra dışı dünyanın bilgi birikimine katkıda bulunanların neredeyse hepsinin ortak özelliğidir bu. Planck'ın diğer bilim insanlarından en önemli farkı, doğaya beslediği tutkuya rağmen, onun bütün sırlarını çözemeyeceğinin farkında olmasıydı belki de.

Hayatı üzüntülü olaylarla doluydu. Çocuklarının ve ilk eşinin ölümüne tanık olmuştu. İki kızı, doğum yaparken ölmüştü ve Naziler, Adolf Hitler'e karşı bir suikaste katıldığı suçlamasıyla, oğluna öldüresiye işkence etmişti.

Öte yandan, özel hayatı acılarla dolu olmasına rağmen, mesleki hayatında Almanya'nın en saygın bilim adamlarından biri oldu. Buraya gelmeden önce zamanda geriye giderek 19. ve 20. yüzyılların kavşağında durmamız gerekecek.

O sırada Einstein, görelilik teorisinin tek bir satırını bile kaleme almamıştı henüz; bunun için daha beş yıl geçmesi gerekiyordu. Dolayısıyla o dönemde fizik, katı bir biçimde yerleşik, sağlam bir şekilde yere basan, açık, net, kusursuz ve son derece basit kimi temellere dayanıyordu. Newton, hepsinin babası ve son derece düzenli birtakım yasaların egemen olduğu bir evrenin kâşifiydi.

Rutherford'un atomu çok revaçtaydı ve doğru kabul ediliyordu. Bu atom, proton ve nötronlardan oluşan bir çekirdek ve etrafında dönen elektronlarıyla, küçültülmüş bir güneş sistemini andırıyordu.

Max Planck araştırmalarına, kuşkusuz senin de çok iyi bildiğin bir şeye yoğunlaşarak başladı.

Parlak Kırmızı

Bir metal kıskacı ateşte ısıtırsan bir süre sonra rengi değişmeye başlar. Dünyanın en eğlenceli etkinliği değildir bu ama insanın yapacak daha iyi bir şeyi olmayınca tuhaf şeyler denediği de olur. Sen de birkaç dakikanı böyle işlere verdiysen bundan

çekinme. Böyle şeyler ara sıra yaptığımız saçmalıkların bir parçasıdır ve kimse de bize daima kusursuz biçimde mantıklı olmamızı öğütlemediğine göre, bir sorun yok.

Bu konunun en şaşırtıcı yanı, aynı ısıda daima aynı rengi elde ediyor olmamızdı. Bunun *basit bir tuhaflık* olduğu ve bu konuya tekrar tekrar geri dönmek gerekmediği düşünülebilir. Ama fizikçiler açısından tuhaflık asla basite alınan bir şey değildir. Başkalarına ne kadar budalaca görünürse görünsün, karşılaştıkları herhangi bir olayla ilgili tatmin edici bir açıklama bulana kadar ona kafa yorarlar.

Max Planck da aynı ısılarda karşısına çıkan bu renk özdeşliğinin nedenini anlamak için saatlerini vermişti. Yıllar önce de Ludwig Boltzmann adında bir fizikçi bu olaya ilgi duymuş ve ısınan cisimlerin yaydığı ışık enerjisinin aşamalı olmadığını gözlemlemişti. Bunun anlamı şuydu: Isıtıldıklarında cisimler, orta seviyede bir enerji yayılımı olmaksızın bir sonraki enerjiye geçerler. Enerji parçalara ayrılmış gibi.

Ne yazık ki Boltzmann bu şaşırtıcı gerçekle ilgili araştırmasını ilerletemedi. Çünkü akıl sağlığı pek yerinde değildi ve çalışmaya yoğunlaşmak giderek zorlaşmıştı onun için. Bu onda büyük bir üzüntüye yol açtı ve sonunda acı içinde intihara yöneldi.

Zihinsel durumu daha dengeli olan Max Planck Boltzmann'ın tuhaf gözlemlerinden epey yararlandı. Dönemin fiziksel bilgilerini, yani *klasik fizik* dediğimiz bilim dalını oluşturan bilgileri kullanarak hesaplamalar yapmaya girişti. Ama bu yolla tatmin edici bir yanıta ulaşamadı. Derken günün birinde yolda yürürken içine bir şey doğdu. Derhal eve geri dönerek oğluna, "Dinle bak, ne diyeceğim: Az önce aklıma

öyle bir şey geldi ki, ispatlanabilirse tüm fiziği sonsuza dek değiştirecek bir şey bu" dedi. Çocuğun buna verdiği tepki ne oldu, bilmem. Ama eminim bu anı gözünün önüne getirebilirsin.

Peki, bu kadar muhteşem olan o fikir neydi? Onu anlaman için bir kez daha Demokritos'u düşünmelisin. Onu anımsıyor musun? Öğretmeni Leukippos'la birlikte maddenin çok küçük elementlerden oluşabileceğini hayal eden o adamı... Dalton'un, Thomson'ın, Rutherford'un ve başkalarının çalışmaları sayesinde çok uzak geçmişte ortaya atılan bu varsayım bir şekle kavuşmuştur. Bugün artık atomlar inkâr edilemez bir gerçekliktir. Planck, enerjinin de gözle görülemeyen küçük birimlerden oluşabileceğini düşündü. Bu durum Boltzmann'ın sezdiği şeyi de hatasız biçimde açıklamaktaydı. Isıtılan cisimlerdeki enerji salınımları bir değerden diğerine aşamalı olarak değil, ortalama bir değer olmaksızın geçiyordu. Çünkü enerji temelde, kusursuz biçimde tanımlanan birimlerden, yapı taşlarından ya da paketlerden oluşmaktaydı.

Enerji Atomları

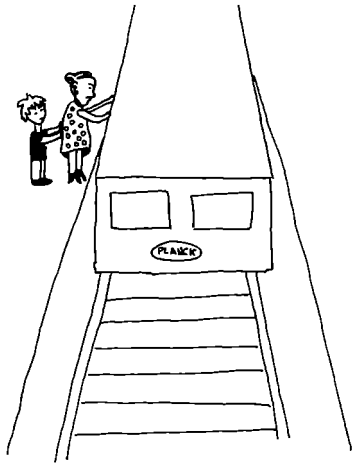
Enerji atomlarının, yani enerjinin en küçük birimlerinin var olduğu gösterilebilirse, cisimlerin ısı değişimine bağlı olarak renk değiştirmesi kusursuz biçimde açıklanmış olurdu.

Max Planck bundan ötürü epeyce sevinmişti. Nasıl sevinmesin? Sonunda, uzun uzadıya düşündükten sonra gerçeklerle tam olarak örtüşen bir sonuca ulaşmıştı. Enerji sürekli değilse

ve son derece bölünebilir bir şeyse, enerjinin "atomları" varsa, taşlar birden yerli yerine oturuyordu. Ama bunun karşılığında ödenecek bedel çok ağırdı. Doğa bize bu açıklamayı sunarken, karşılığında çok eskiden beri inanmakta olduğumuz bir şeyden vazgeçmemizi istiyordu. Sıra dışı olayları olağan gibi görmeye başlamamız gerekiyordu.

Max Planck, bu küçük enerji birimlerine asla *atomlar* adını vermedi. Kötü bir anında daha iyi bir fikir geldi aklına ve onlara *kuantumlar* dedi. Bilime kazandırdığı yeni fizik dalının adı da oradan gelmektedir: *Kuantum mekaniği*. Muhtemelen bu olaya başka bir isim vermeyi tercih etmiş olsaydı, "kuantum"a sarılan yüz çeşit çılgından korumuş olacaktı bizi: Ruhun yazgısı, diriliş, duyular ötesi algılama ve bunun gibi konularda saçma sapan varsayımlar ortaya atan çılgınlardan bahsediyorum... Planck'ın seçtiği kelimenin kendi içinde gizemli bir tarafı vardı. *Logaritmik mekanik* ya da *atomik-enerji mekaniği* gibi bir isim seçmiş olsaydı, eminim o üçkâğıtçıların bu kadar dikkatini çekmezdi bu konu ve hepimizi biraz olsun huzur içinde bırakırlardı.

Öyle ya da böyle, Planck'ın fikri olayları açıklamakta başarılıydı ama ödenmesi gereken bedel çok ağırdı. Bölünemez enerji birimlerinin varlığı, büyük bir sorun gibi gelmeyebilir sana. Ama biraz dikkatini verirsen bunun sorun olduğunu sen de anlayacaksın. Küçük şeyleri, ufak enerjileri düşünmeyi bırakalım ve üç dakika boyunca biraz daha büyük bir şeye yöneltelim zihnimizi. Sözgelişi, trene binmesine ramak kalmış tatlı bir yaşlı kadını düşün. Sen çok kibar bir delikanlı olduğundan, onu sırtından hafifçe iterek içeri girmesine yardım ediyorsun.



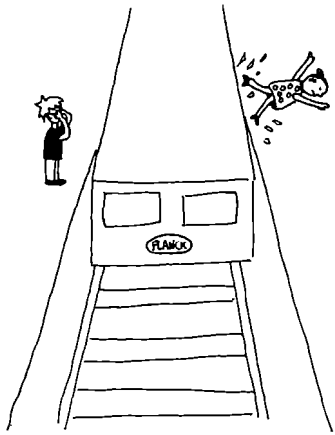
Az sonra Dünya'yı gözümüzde canlandırırken kuantum mekaniğinin nasıl ciddi sorunlara yol açtığını göreceksin. Yaşlı kadına trene binmesi için yardım ederken ona bir miktar enerji yüklüyorsun. Onu biraz daha itmeye karar verirsen, hanımefendinin enerjisini artırmış olacaksın. Elinin yardımıyla bu kadına aktardığın enerjiyi canının istediği gibi artırabilirsin – bunun önündeki tek engel senin kuvvetin. Buraya kadar her şey normal... Basitçe gerçek hayatta deneyini yapabileceğin bir olayı tarif ettim.

Haydi gel, şimdi aynı öğeleri kullanarak ölçeği değiştirelim: Küçük bir tren, mikroskobik boyutlarda bir Ulises ve küçük mü küçük bir yaşlı kadın getir gözlerinin önüne.

Zihninde canlandırdın mı? Harika. İşte yine oradasın; atomik boyutlara kadar küçülmüş bir haldesin. Newton zamanından beri bilim insanları, en küçük ve en büyük öğelerin sorunsuz bir şekilde birbirleriyle yer değiştirebilir olduğu fikrini benimsemişti. Yani: Koskocaman nesnelerin içinde

işleyen kurallar, en küçük dünyalar için de aynıydı, orada da geçerliydi. Sadece ölçekleri değiştirmek yeterliydi. Yeryüzü büyüklüğünde iki küre birbiriyle çarpıştığında ne olduğunu öğrenirsen, iki küçük atom çarpışınca olacakları da bulup çıkarabilirsin. Yapılması gereken tek şey, rakamları ve kuvvetlerin büyüklüklerini değiştirmektir ama kurallar daima aynı kalır. Klasik fiziğin 19. yüzyılın sonlarına kadar büyük bir gururla bize söylediği buydu. Oysa Max Planck'ın söyledikleri doğruysa, şimdi bunun böyle olmayacağını göreceğiz:

Çok ufalmış halinle, mini minnacık hanımefendiyi trene binmesi için itiyorsun. Biraz daha itmeni istiyor senden, trene binmek için biraz daha itilmeye ihtiyacı var. Böylece değerli kolunla yaptığın itmeyi artırmaya karar veriyorsun ama bunu yaptığında korkunç bir şey oluyor: Yaşlı kadın senin ittirmenden ötürü çok büyük bir hız kazanıyor ve trenin bir kapısından girip diğerinden dışarı uçuyor.



Öleyim daha iyi, diye geçiyor içinden. Niyetin, hanımefendiye biraz itme kuvveti uygulamaktı ama bu kadar da değil... Ne oldu o zaman? Çok basit: Dostumuz Max Planck'ın enerji kuantumları işbaşındaydı. Enerji, kuantum paketleri halinde, atomize olmuş, tuğla tuğla bölünmüş durumdadır. Bir seviyeden bir üst seviyeye geçerken ortadaki enerji seviyelerini atlar. Yani ya 1 seviyesinde bir itme enerjisi vardır (çok az) ya da 2 seviyesinde bir enerji vardır (çok fazla). Ancak 1,5 seviyesinde bir enerji yoktur. Başka bir ifadeyle, minyatür halinle yaşlı kadına kibarca yardım edebileceğin bir enerji seviyesi yoktur.

Burada bir sorun yokmuş gibi düşünmeye devam edebilirsin. Büyük cisimlerin, trenlerin, ihtiyar kadınların, gemilerin ve sokak lambalarının dünyası, yani bizim dünyamız ayrı bir konudur. Bundan çok farklı olan bir diğeri ise ufak parçacıkların dünyasıdır. Ancak bu da ciddi bir sorun demektir, çünkü gerçekliği ikiye ayırır. Ayrıca fiziğin ve dolayısıyla bilimin tüm doğa olaylarına ortak bir açıklama getirme ve gerçekliği bütünleştirme konusundaki rüyasını da yerle bir eder. Kimi olayların büyük ölçekte gerçekleşmemesi ve ancak mikroskobik ölçekte gerçekleşiyor olması kesinlikle tuhaf bir durumdur. Eskiden kusursuz bir bütün olan gerçeklikte büyük bir gedik açılmış, aşılamaz bir sınır, bir bölünme gerçekleşmiştir. Küçük şeylerin dünyasında garip şeyler olmaktadır.

Söylenenlere bakılırsa, Max Planck'ın kendisi bile fiziğe yaptığı katkılara pek inanmıyordu. Hayranlık duyulan Einstein'ımız ondan beş yıl sonra kuantum teorisinin kesinkes doğru olduğunu gösterene kadar, onu pek de dikkate alan yoktu.

Planck'ın özel hayatındaki sorunlar varlığını korumaya devam etti. Oğlunun Naziler tarafından infaz edilmesinin

ardından, evi bir bombardımanla tahrip oldu. İkinci karısıyla birlikte kaçıp ormanda saklanmak zorunda kaldı. Derken Amerikan ordusuna rastladılar ve güvenli bir yere götürüldüler. Götürüldüğü yerde bilim dünyasını hem aydınlatan hem de hayretler içinde bırakan saygın biri olarak yaşadı ve öldü.

Yeniden Einstein

Bu harika adamdan uzunca bir süre kurtulamayacağız. Çünkü daima söyleyecek yeni yeni sözleri olmuş. Planck'ın kuantum teorisine dair kanıtı, *fotoelektrik etkisinin açıklanması* olarak bilinir. Bu yazı, 1921 yılında Nobel Fizik Ödülü'nü kazanmasını sağlamıştır.

Üç aşağı beş yukarı böyle açıklanabilir. Bir metal plakaya ışık vurduğunda plaka dışarı elektron yollar. Elektronları dışına doğru yayar. Bu durum, 19. yüzyılın ikinci yarısında Hertz tarafından da gözlenmişti – pek çok buluşunun yanı sıra *Hertz dalgaları* isminden tanıdığımız kişi. Bu iyi beyefendi elektron yayılımının hiçbir zaman karanlıkta gerçekleşmediğini bulmuştu; bir metalin üstüne ışık vurması gerekiyordu. Olayı saptamış olmasına rağmen buna bir yanıt bulamamıştı. Sorunun yanıtını Einstein buldu: Metali aydınlatan ışık, *foton* adı verilen parçacıklardan oluşur. Fotonlar metal plakanın dış kısmındaki elektronlara çarpar. Elektronlar ışığın fotonunu emer, onu içine alır, tutar ve böylelikle enerjisini artırır. Sonuçta, elektronlar elde ettikleri foton sayesinde yüklenen yeni kuvvetle dışarıya doğru fırlamayı başarırlar. Bu hareket tarzı, enerjinin yapı taşları

anlamına gelen kuantum teorisiyle de uyuşur. Bu yolla görelilik teorisinin yazarı, foto-eletrik etkiyi açıklamayı başarır. Bu da yetmezmiş gibi, o gün yürürken Max Planck'ın içine doğan fikri, aklında çakan kıvılcımı da kanıtlamış olur. Hani Planck'ın oğluna, "Az önce aklıma öyle bir fikir geldi ki, eğer kanıtlanabilirse fizik tarihini sonsuza dek değiştirebilir" diye söz ettiği fikir... İçine doğan bu fikri Einstein'ın kanıtlayacağını ne o ne de oğlu düşünmüştür.

Şimdi biraz gevşemek ve küçük şeylerin dünyasından bir süreliğine çıkmak için galaksilere göz atalım. Onları neredeyse unuttuk zaten, değil mi?

Devasa Kozmos

Kuantum mekaniği burada bitmiyor elbette; ona birazdan geri döneceğiz ve sen de bu konuya daha yeni başladığımızı anlayacaksın. Tren ve minyatür teyze örneği birazcık dengemi bozdu mu diyorsun? Yarım değerlere ulaşmadan değişen enerji yapı taşları konusu hafiften afallamana mı neden oldu? O zaman bilmen gereken diğer şeyler seni çılgına çevirebilir... Ama şimdi dikkatimizi biraz da tepemizdeki şeye yoğunlaştırmakta yarar var.

Olayların giderek daha ilginç hale geldiği bir evrende kalmıştık. Gökbilimciler epey kesin değerlerle uzaklıkları ölçmeye başlamış, her şeyin akla hayale gelmeyecek kadar büyük olduğu anlaşılmıştı. Bu da yetmezmiş gibi, Einstein, uzay ve zaman hakkında yepyeni bir teoriyle karşımıza çıktı. Bu teoriyle Newton'un kütleçekimi yasasını kusursuz hale

getiriyordu. Ayrıca zamanın büzüldüğü ve kütlenin uzayda eğri çizdiği bir dört boyutla baş başa bırakıyordu bizi.

Kozmik boyutları düşündüğümüz zaman, ona kıyasla küçük bir gezegende yaşıyoruz biz. Sana büyük görünüyor, biliyorum. Ama Yeryüzü, dışımızdaki devasa uzaklıklarla kıyasladığımızda ancak bir tuz tanesinin milyarda milyarda milyarda biri kadar yer tutar orada. Tuhaf bir biçimde Güneş'in etrafında dönüyoruz. Güneş, içindeki atomların uyguladığı kütleçekimsel basınç sebebiyle hidrojeni helyuma dönüştüren baş döndürücü büyüklükte bir ateş topudur. Aynı zamanda Güneş de galaksimiz Samanyolu'nun çekirdeğinin etrafında döner. Samanyolu ise birbirinden olağanüstü uzaklıklarla ayrılmış, bizimki gibi iki milyar Güneş barındıran helezon şeklinde bir kütledir. Galaksimiz tek değildir. Herschel Kardeşler bunu sezmişti, ancak sonra sözünü edeceğim bir adamın bunu ispatlaması için daha birkaç yıla ihtiyaç vardı. Günümüzde aşağı yukarı seksen milyar galaksi gözlenmiştir. Şu rakama bir bakar mısın? Seksen milyar. Ve her bir galaksi milyarlarca Güneş'i içinde barındırır, her birine bizimki gibi milyonlarca gezegen sığabilecek milyarlarca Güneş'i...

Şimdi Rusya'da doğmuş bir beyefendiyle tanışmanı istiyorum.

Neşeli bir görünüme sahip bu adam sıra dışı biriydi. İsmi Alexander Friedman'dı. Genel görelilik teorisinden yola çıkarak yeni ve cüretkâr sonuçlara vardı. Onun hayata geçirdiği şeyi anlamak için, ilk bakışta birazcık itiraz edebileceğin bir şey yapmakta fayda var: Genel görelilik teorisini teorize etmemiz gerek. Bu sana bir kıvrımı kıvırmak gibi gelebilir ama çok faydalı olacağını göreceksin.

Genel görelilik bir bütün olarak evrene dair bir teoridir. Bu teori formül haline gelene dek, uzun zaman boyunca ve insanlığın sıkıcı tarihi boyunca kimi yerlerde, bir bütün olarak kozmos konusuna, ya felsefenin, ya dinin penceresinden bakılabilmişti. Ancak hiçbir bilim insanı *her şeyi* kapsayacak bir varsayım için temel bir iskelet kurmamıştı. Einstein'ın bilime katkısıyla birlikte, var olan her şey, birden birtakım matematiksel formüllere dönüştü. Evrenin genel yapısı üzerine kafa yormak, bu durumda bilimsel bir konu haline gelmiş oldu.

Friedman kolları sıvadı ve görelilik teorisini enine boyuna tahlil etti. Einstein'ın kullandığı matematiği ayrıntılarıyla inceledi, konuya tekrar tekrar geri döndü, geceler boyu formüller karalayıp durdu ve uzayın bükülmeleri üzerine kafa yordu. Çok keskin, neredeyse şeffaf bir zekâsı vardı ve bunun ona çok yardımı dokundu: Bu sayede görelilik fikirlerini kabul etmenin ne tür derin anlamlar içerebileceğini görebildi. Belki de pek az insanın anlayabileceği biçimde anladı bu teoriyi ve sonunda kanını donduran bir neticeye vardı.

Her şey ufak ufak başlamıştı. Başlangıçta bunlar sadece önsezilerden ibaretti ama üç ay çalıştıktan sonra ulaştığı sonuç kesin görünüyordu: Genel görelilik kuramı doğruysa, evrenin boyutlarının değişiyor olması gerekirdi. Bu, matematikten ileri gelen bir şeydi, inkâr edilemez bir gerçekti. Tahmin edebileceğin gibi, hayli tuhaf geldi bu ona. Sana da, Antik Yunan filozofu Parmenides'e de tuhaf gelirdi bu: Parmenides'e göre nesneler asla değişemezdi, çünkü her şey sabit bir varlıkla doluydu. Hiçbir şey değişemezse, evreni bir getir gözünün önüne; evren, var olan her şeyin toplamdaki bütün haliydi.

Şimdi bunun için endişelenme, başka bir zaman anlatacağım sana... Düşünce tarihi boyunca aklına hayaline gelmeyecek şeyler öne süren insanlar olmuştur.

Evrenin değişmekte olduğu fikrini zihinde canlandırmak başlı başına zorken, Friedman'ın önerisi iyice beterdi: Her şey giderek büyüyordu. Kozmos genişliyor, her geçen gün büyüyordu. Bunu anlamanın senin için zor olacağına şüphem yok. Şayet evren büyüyorsa bu, neye göre bir büyümeydi? Sen büyüdüğünde, bu büyüme kapladığın yer oranında gerçekleşiyor. Boyun her geçen yıl artabilir, çünkü bunu içine alabilecek bir boşluk var. Ama büyüyen evrenin tamamıysa, o zaman evrenin kendisinden daha büyük bir şeyin var olması gerekir. Kendine yer açarak ilerleyebileceği sıra dışı bir yer... Ama böyle düşünürsek görelilik teorisinden hiçbir şey anlamamışız demektir. Hatırlayacağın gibi, Einstein için zaman ve uzay esnek iki kavramdır; biçimlerini değiştirebilirler. Friedman evrenin büyüdüğünü öne sürerken, uzay-zamanın büyüdüğünü söylüyordu bize. Dolayısıyla bunu senin büyümene benzetmemiz doğru olmaz. Sen *uzayın içinde* büyürsün, oysa evrenin kendisi aynı zamanda uzaydır. Büyüyen şey evrenin bütünüdür ve evren bunu herhangi bir şeye kıyasla gerçekleştirmez.

Friedman, şaşırtıcı keşfini anlatan bir mektup yazdı Einstein'a ama görelilik kuramının mucidi onu pek dikkate almadı; hatta Rus bilim insanından biraz rahatsız oldu. Böyle bir şeyin olamayacağını ve hesaplamalarını bir kez daha gözden geçirmesini tavsiye etti ona.

Einstein için evrenin sabit olduğu kesindi; evren ne büyüyor ne de küçülüyordu. Durağan evren fikri bir inanç mesele-

siydi onun için, bunun bilimle pek ilgisi yoktu. Kusursuz ve hiç değişmeyen bir kozmosu hayal etmenin onda uyandırdığı his, başka herhangi bir düşünüş tarzından üstündü. Ve şimdi tanınmamış bir Rus bilim insanı kalkmış onun görelilik teorisinin giderek büyüyen bir evren anlamına geldiğini söylüyordu. Belki de onu en çok rahatsız eden, kendi çalışmalarının kozmos hakkında kişisel tercihlerinden çok uzak bir şeyi ortaya koyma olasılığıydı. Dolayısıyla yanıtı, çok katı bir "Hayır" oldu.

Kim haklıydı sence? Friedman mı, Einstein mı? Evren giderek büyüyen bir şey miydi, yoksa bu, ipe sapa gelmez bir fikir miydi? Bunun yanıtını vermeden önce, sevimli mi sevimli bir Katolik din adamıyla tanıştırmak isterim seni.

Bütün Bunlar Nasıl Başladı?

Einstein görelilik teorisini kaleme alırken, Belçika'da, Georges adında on bir yaşında bir çocuk henüz oyun oynuyordu. Son derece zeki bir çocuktu Georges. Anne babası bunu fark etmekte gecikmedi, ancak bu zekânın onu evrenin kökenine dair tutarlı, bilimsel bir teori ortaya koymaya götüreceğini de hayal etmemişlerdi.

Georges'un çok dengeli iki uğraşı vardı: Katoliklik ve bilim. Bilim insanı mı, yoksa rahip mi olacağı konusunda kararsızdı. Günün birinde bir tercih yapması gerekmediğine, hem bilim insanı hem de din adamı olabileceğine karar verdi. Ve böyle de oldu: 1920'de fizik alanında doktorasını aldı, üç yıl sonra da rahip olarak atandı.

Bilimin şaşırtıcı yanları saymakla bitmez. İşe bak ki, bir Rus ve bir Katolik, can alıcı bir konuda aynı sonuca varıyordu: Lemaître ve Friedman, göreliliğin matematiksel hesaplarına dayanarak ayrı ayrı ve kesin bir dille, evrenin mutlaka büyümesi gerektiğini belirtti.

Rahip Georges da Friedman gibi araştırmasını yayımlayabilirdi ama öncesinde konuya biraz daha eğilmeye karar verdi. Varsayımlarının ne anlama geleceğine kafa yordu ve sonunda şöyle bir sonuca vardı: Evren giderek büyüyorsa ve uzay-zaman devasa hale geliyorsa, o zaman evrenin geçmişte nasıl olduğuna dair bir deneye girişebilirdik. Bu sadece zamanda geriye doğru adım atmakla olacaktı. Evren giderek büyüyorsa, önceden daha küçük olduğu anlamına geliyordu bu. Muhteşem bir mantık, değil mi? Zamanda geriye doğru gittiğimizde her seferinde giderek küçülen ve sonunda aşırı küçülmüş bir evrenle karşılaşacaktık. Ama burada dur durak yoktu. Küçük, giderek daha küçük bir şeye dönüşebilirdi, ta ki daha da küçülemeyecek hale gelene dek. Bu yolla Georges Lemaître, milyonlarca milyonlarca yıl önce evrenin sonsuz derecede küçük olduğu ve o aşamadan sonra büyümeye başladığı sonucuna vardı. Kuşkulu da olsa bir başlangıç, bir yaratım gibi görünüyordu bu. Georges'un vardığı sonuç da böyle oldu. Einstein'ın teorisini temel alan hesaplamalar yaptı ve yaratımın 15 milyar yıl önce gerçekleştiğini saptadı. Çok uzak bir geçmişte kalan bu tarihte, şu anda gördüğümüz her şey, yani galaksilerin tümü, tüm yıldızlar, kozmosu oluşturan maddenin tamamı, kozmik atom adı verilen, insana soğuk terler döktürecek kadar küçücük bir noktada yoğunlaşmıştı.

Din adamı Georges Lemaître'ı düşünüyorum da, iyimserlikle kötümserlik arasında bocalıyordu herhalde. Bir taraftan dini inançları doğrulanıyordu – tam anlamıyla bir yaratım gerçekleşmişti, böyle düşünüyordu büyük olasılıkla. Öte yandan bu, yaratılışın İncil'de anlatılan yorumunu inkâr etmek anlamına da geliyordu. Biraz düşünürsek, iyimser tarafının baskın geldiği sonucuna varmamız zor olmayacaktır.

Lemaître araştırmasını yayımladığında fizikçiler onu çok ciddiye almadı. O zamana kadar yaratılış konusunda bilimsel bakış açısıyla bir yaklaşım sunmak hesaba katılmamıştı. Bu, mistik ve dini konularla ilgiliydi. Kuşkusuz din adamı olması ona yarar sağlayan bir durum değildi. Onun, bir yaratım olduğunu gösterme konusundaki ısrarını, bizi bir yaradanın varlığına yöneltecek bir plan olarak yorumladı herkes. Pek çokları varsayımına "Big Bang Teorisi", yani Büyük Patlama Teorisi adını takıp onunla alay etmeye girişti.

Ne zamanki huysuz ve atletik vücutlu bir gökbilimci devasa teleskobuyla bir şey keşfetti, o zaman bu alayların da sonu geldi.

İyi Ama Burada Olup Bitenler Ne?

Görünümüne rağmen, bir olimpiyat şampiyonu değildi bu adam. Gerçi atletler gibi amuda kalkabiliyordu. Gençliğinde boksa çok meraklıydı ve anlaşılan rakiplerine yumruklar indirmekte epey iyiydi. Kendine bakmayı severdi ve bir hayli burnu havada biri olarak tanınırdı. Kendini beğenmişti, hemcinslerine hiç de sevecen davranmazdı. Kısaca anlatmak

gerekirse, Edwin Hubble, burnu büyük, son derece korkutucu biriydi. Gerçi öyle olması için herhalde bolca nedeni vardı, diye de düşünmeden edemiyor insan.

Ama biz onu karakterine bakarak değerlendirmeyi bırakalım da sadece bilimsel katkılarına yoğunlaşalım. Hangi alanda olursa olsun, diğer tüm mesleklerde de böyle davranmamız gerekir. Ayrıca daha yakından incelesek, aslında hiç de kötü biri olmadığını keşfedebiliriz eminim.

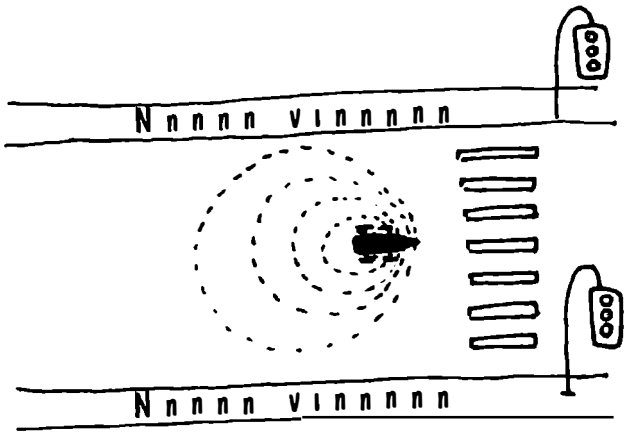
Hubble, 1919'dan itibaren, California-Monte Wilson'daki gözlemevinde gökbilimci olarak görev yapmaya başladı. Hubble bilime büyük bir katkı yaparak Herschel Kardeşler'in ortaya koyduğu önermeyi hata payı bırkmadan kanıtlamıştı: Onların söylediği gibi, evren galaksilerle doluydu. O zamana kadar sadece Samanyolu'nun varlığını ispatlayabiliyorduk. Birden evren sıra dışı biçimde genişlemişti. Ve birazdan göreceğin gibi, bu genişleme sadece mecazi anlamda değildi.

Bir gece Hubble güçlü mü güçlü teleskobuyla gökyüzünü incelemeye koyuldu ve hiç de mantıklı bir açıklaması olmayan şeyler gözlemledi: Tüm galaksilerin Yeryüzü'nden uzaklaşmakta olduğunu fark etti. Ondan önce de Vesto Slipher adında Amerikalı bir gökbilimci, kimi yıldızlar açısından benzer bir şey gözlemlemişti. Ancak bu henüz tamamlanmamış bir çalışmaydı ve fark edilmeden kalmıştı.

Bir teleskoptan bakıp da galaksinin uzaklaştığı nasıl tespit edilebiliyordu? Konumundaki değişiklikleri fark edemeyeceğimiz kadar uzakta değil miydi? Hubble bunu nasıl ayırt edebiliyordu?

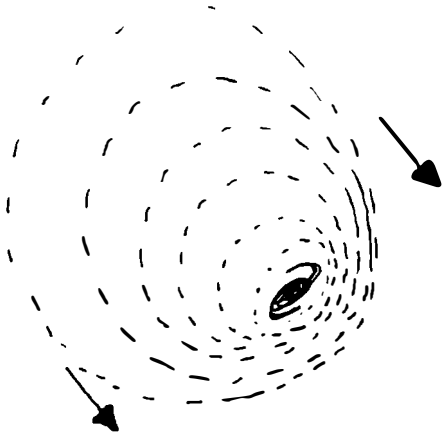
Bunu öğrenmek için küçük bir parantez açalım: Kendini bir kaldırımda hayal etmeni isteyeceğim senden. Karşıdan

karşıya geçmek için trafik ışıklarının yanmasını bekliyorsun. Bu arada araçlar geçiyor. Sağ taraftan gelip sol taraftan gittiklerini görüyorsun. Tam yanından geçerken çıkardıkları sesin değiştiğini fark ediyorsun. Küçükken oyuncak arabalarımızı elimizle iterken, gerçek arabaların yanımızdan tam hız geçerken çıkardıkları o sesi taklit eder, "Nnnnn vınnnnn" derdik. Gelirken "ııııınnn" sesini çıkarırlar, önümüzden geçerken "vaaaaaa" sesine dönüşür bu ve uzaklaştıkları sırada "vuuuuuuuu"ya dönüştüğünü duyarız o sesin. Küçükken hepimizin çıkardığı o "ıınııınnvuuu" sesidir bu.



Bu ses değişimine *Doppler Etkisi* denir. Araba ilerlerken çıkan ses dalgasını görsel hale getirirsek bunu anlamak kolaylaşır. Arka taraftaki dalgalar daha geniştir, ön taraftakilerse daha dardır. Araba soldan sağa doğru ilerlerken ön taraftaki dalgalar kısalır, çünkü araba onları biriktirmektedir. Sol taraftaki dalgalarsa geride kaldıkça giderek büyürler.

Pekâlâ, bu etki sadece ses dalgaları söz konusu olduğunda gerçekleşmez. Işık dalgaları da aynı etkiye tabidir. Aradaki tek fark, ışık dalgalarının işitilememesidir. Ama neyse ki görülebilirler. Işığın da görsel olarak arabanın "vıınnnnn" sesine denk düşen bir görüntüsü vardır. Bir nesne inanılmaz bir hızda hareket ettiğinde, ışık dalgaları da tıpkı bir önceki şekildeki arabanın çıkardığı ses dalgaları gibi davranır.



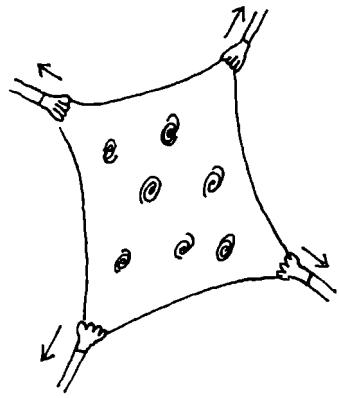
Sağdaki en kısa dalgalar mavi renktir. Soldaki daha geniş olanlarsa kırmızımtırak bir renge sahiptir. Bu anlamda bir galaksi yaklaşıyor mu, yoksa uzaklaşıyor mu, sorusuna cevap vermek mümkün olur: Işığı kırmızıysa uzaklaşıyor, maviyse yaklaşıyor demektir.

Sportmen gökbilimcimiz Hubble, Monte Wilson'daki güçlü teleskobundan tüm galaksilerin kırmızı bir görünüme sahip olduklarını gözlemledi. Bu tümümün de bizden uzaklaştığı anlamına geliyordu.

Ama bu son derece tuhaf bir durumdu. Neden kaçıyorlardı? Neden hepsi gidiyordu? Sanki biz evrenin merkezindeymişiz de tüm galaksiler bizi terk edip gitmeye karar vermiş gibi... İnsanı afallatacak kadar sıra dışı bir durumdu bu. Normal olan, bazılarının yakınlaşması, bazılarının uzaklaşması, bazılarının da mevcut konumunu korumasıydı. Olaylar istatistik olarak genellikle böyle cereyan eder. Kozmosun tamamının bizden uzaklaşmakta olduğu gerçeği insanın başını döndürür. Bunun nedeni ne olabilirdi peki?

Günümüzün gerisinde kalmış çılgın yer-merkezciler, yeniden sevinç taklaları atmaya başlamıştı bile: Modern bilim, durmadan onları mutlu edecek nedenler yaratıyordu. İlkin Michelson ve Morley'in yaptığı deney kozmosun merkezinde olduğumuzu düşündürmüştü. Şimdiyse galaksilerin bizden uzaklaştığı doğrulandığına göre, bunu ancak tek bir nedenle açıklayabilirdik. Sanki evrenin tam göbeğinde bulunuyorduk da kozmosun geri kalanı bizden ölesiye korkuyordu. Ve bizi yalnız bırakacak şekilde hepsi bizden uzaklaşmaya karar vermişti. Bu gülünç varsayımı silip atmak için on numara bilimci olmaya gerek var mı, bilmem.

Gerçek açıklamayı anlayabilmek için Einstein'a ve onun dörtboyutlu evrenine geri dönmeliyiz. Bu uzay-zamanı temsil eden bir koordinat grafiği çizmiştim senin için daha önce. Yine benzer bir şey tasarlayacağız ama o sevimsiz koordinatları kullanmadan yapacağız bunu. Bir masanın üzerinde duran ipince bir kâğıdı getir gözünün önüne. Bu kâğıt, evrenin tamamını temsil ediyor. Eline bir kurşunkalem al ve kâğıda galaksileri çiz. Çok gerçekçi olmasına gerek yok, çünkü burada sadece Hubble'ın teleskobundan ne gördüğünü anlamaya çalışıyoruz.



Şimdi bunun kâğıttan değil de elastik bir malzemeden yapıldığını farz et. Devasa bir çarşafın etrafındaki cüceler gibi, bir sürü insan çarşafı uçlarından çekiştirsin.

Çok geçmeden bu elastik malzemenin giderek büyüdüğünü fark edeceksin. Çizdiğin galaksiler yavaş yavaş birbirinden ayrılacak. Bu galaksilerden birini seç. Seçtiğin galaksiden bakınca, diğerlerinin ondan uzaklaştığını göreceksin.

Galaksilerin birbirinden uzaklaşmasıyla ilgili en mantıklı açıklama, uzayın genişlemekte olduğu fikridir. Galaksilerin birbirinden uzaklaşma nedeni, çok hızlı yol almalarını tetikleyen bir motora sahip olmaları değildir; aksine, aralarındaki uzay mesafesi giderek açıldığı için uzaklaşırlar.

Einstein, bir kütlenin varlığında eğrilme becerisi gösteren esnek bir uzay fikrini keşfetmişti. Bu fikir, aynı zamanda uzayın genişleyebilme becerisine de olanak tanır. Genel görelilikle uyumlu bir varsayımdır bu. Hubble'ın gördüğü şey de evrenin genişlemekte olduğu varsayımıyla açıklanabilir. Genişliyorsa, zamanda geriye yolculuk ettiğimizde onun daha küçük olduğu

zamanları görürüz. Giderek daha küçük, daha küçük olduğu zamanı, ta ki...

Bir dakika: Bütün dünyanın alay ettiği o Belçikalı din adamının ortaya koyduğu şey de bu değil miydi? Önceleri alaylara hedef olan Lemaître, böylelikle daha fazla ciddiye alınmaya başlandı. Ve bugün de "Big Bang Pederi" olarak değil, "Big Bang'in Babası" olarak tanınır.

O zamandan itibaren evrenin bir başlangıcı olduğu fikri, bilimin ciddiyetle üstüne eğildiği bir konu haline geldi. O zamana kadar evrenin sonsuz ve ezeli olduğu kabul görüyordu; ne başı ne de sonu olduğu düşünülüyordu. Lemaître'in kozmik atomu gerçekliği başka türlü görmemizi sağladı. O andan itibaren her şey çok farklı olacaktı.

Peki ama evrenin bir başlangıcı olduğu fikri tam olarak ne anlama geliyor? Ondan önce ne vardı? Dünyanın bütün fizikçileri bu soruyu sormaya bayılır. Çünkü bu onlara hemen övünerek, "Bir önce filan yoktu, çünkü zaman da diğer her şeyle birlikte yaratıldı" deme fırsatı verir.

Yeniden cücelerin çektiği çarşaf örneğine, elastik kâğıt örneğine geri dönmemizde yarar var. Şimdi kâğıdın genişlemekte olduğunu değil, küçülmekte olduğunu getirelim gözümüzün önüne. Sonunda ortadan kaybolacak hale gelene dek küçüldüğünü düşünelim. Bu durumda kâğıdın yüzeyi sadece uzayı değil, uzay-zamanı da temsil etsin. Veya bir başka deyişle, evrenin yapısını oluşturan o örgüyü temsil etsin (fizikçiler "örgü" kelimesini kullanmaya bayılır da). Bu örgü büzüldüğünde, onun bir parçasını oluşturduğu için zaman da büzülür. Örgü kaybolacak kadar küçülürse, zaman da silinir ve dolayısıyla "önce" diye bir kavramın anlamı kalmaz.

Zamanın var olmadığı bir durumda, "önce", "sonra", "şu sırada" da yoktur.

İşte, evrenin başlangıcından önce ne olduğu sorusuna bilimin verdiği yanıtlardan biri budur. Bazı bilim insanları, sonunda mantıklı bir açıklama bulunduğundan görevlerini tamamlamış gibi bir tavır sergiler ve bu konuyu halledilmiş sayarlar. Bir kısmı ise kelimenin tam manasıyla bu *açıklamanın bizde uyandıracağı dehşeti* hisseder. İkinci gruba daha çok sevgi besliyorum ben. İleride hepsinden bahsedeceğiz ama devasa kozmosta bu kadar gezinti yaptıktan sonra, söz verdiğim gibi, kuantum mekaniğinin tarihine dönelim şimdi. Daha yeni doğmuş bir bebekken beşikte bıraktık o konuyu.

Planck'tan Sonra Kuantum Dünyası

Bu konuyu birkaç sayfalığına geride bıraktığımızdan beri, her şey daha da karmaşıklaştı. Einstein, fotoelektrik etkisini açıklarken, ışığın küçük parçacıklardan oluştuğunu söylemişti bize anımsarsan. Işık, bugün kabul edilen isimleriyle şu ünlü "fotonlardan" oluşur yani. Bunun sonucunda enerji paketlerinden bahseden o sıra dışı teoriyi ortaya atan Max Planck'ın söyledikleri doğrulanmış oldu. Aslında fotonlar, saniyede 300.000 kilometre hızla hareket eden enerji paketleriydi.

Einstein da ışığın aynı zamanda dalga davranışı sergilediğini ve böyle davranmaktan vazgeçmeye niyeti olmadığını biliyordu elbette. Tüm deneyler bunu gösteriyordu. Einstein'ın sorgulamayacağı bir şey varsa, o da bir deneyin inkâr edilemez sonucuydu. Ve ışığın dalga niteliğinin reddedilememesi,

işleri çaresiz biçimde tepetaklak ediveriyordu. Bir şey aynı anda nasıl olup da hem parçacık hem de dalga olabiliyordu? Bir taş bir taştır ve bir dalga da bir dalga. Bunun kulağa tam anlamıyla bir saçmalık gibi geldiğinin farkındayım ama bazen en büyük zorlukları yaratan şeyler kesin önermelerdir.

Deniz dalgası, dalga konusuna iyi bir örnektir. Dalga hareketi, daha bir saniye öncesine kadar durgun olan suya yayılır. O da daha öncesinde sakin olan bir başka kısmın hareketine yol açan bir çukur oluşturur. İnsanların üstünde inanılmaz biçimde *sörf* yaptığı o görkemli şeyler yapılmıştır bu şekilde. Deniz kenarındaysan ve denizi hareketli görüyorsan, bunların dalga olduğunu bilirsin. O sırada birisi çıkıp bunları açıklanamayacak bir biçimde parçacıklar olarak tanımlasa, seninle alay edildiğini ya da karşındakinin zırdeli olduğunu düşünürdün.

İşte, Einstein o zamana kadar bir dalga olduğuna inanılan ışığın, aynı zamanda tek tek parçacıkların bir bileşimi olduğunu ortaya attığında, onun da başına gelen aşağı yukarı buydu. Bilim dünyası, kendini denizin dalgalarını seyreden bir çocuk gibi hissederken, bir çılgın, o gördüklerinin aslında taş olduğunu söylüyordu. Gerçeklik çözünüp bulanır gibi oldu. Önceden sağlam olan her şey, bir daha düzelmeyecek biçimde katılığını kaybetmişti sanki. Einstein'ın çıkarsamaları kusursuzdu, herhangi bir açığı gediği yoktu. Gözlemlenen pek çok olay için mümkün olan yegâne açıklama fotonların varlığıydı. Madde gibi ışık da parlak küçük atomlardan, görünmez parçacıklardan oluşuyordu. Bir süre herkes ışığın en azından bir dalga olmadığını göstermek istedi, çünkü hiçbir şey aynı anda iki şey birden olamazdı. Bir parçacık uzayda tanımlı bir yer

kaplardı. Oysa dalga dağınık, belirsiz bir şeydi. Bir taşın tam olarak nerede olduğunu gösterebilirsin ama denizin dalgaları söz konusu olduğunda bu çok zordur. Doğası gereği dalgalar hareketlidir. Onların özü değişimdir. Işığın hem dalga hem de parçacık olduğunu düşünmek tam anlamıyla bir çılgınlık gibidir. Bunu düşünmek, mantığın yasalarına karşı gelir ve genel kanıyla da çelişkili görünür. Bir şey aynı anda iki şey olamaz.

Öyleyse ışığın bir dalga olduğu fikrini aklımızdan çıkarmak mümkün olacak mıydı? Böylece soruna çözüm bulunabilirdi ama ne yazık ki iş işten geçmişti.

Bunu anlayabilmen için zamanda birkaç yıl geriye gitmen ve meraklı bir insanla tanışman gerek. Fiziğe olan ilgisiyle Mısır hiyerogliflerini çözme konusundaki sıra dışı merakını harmanlayan birini tanıyacağız.

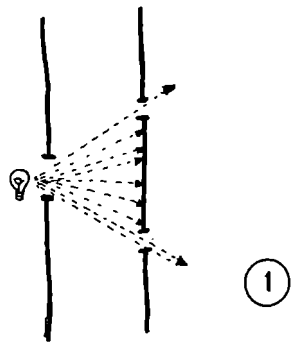
Thomas Young da John Dalton gibi Quaker Tarikatı üyesiydi. Ama bariz biçimde ondan daha az inançlıydı. Gençliğinde Yunanca, Latince, İbranice ve yaşayan ya da ölmüş başka pek çok dili de öğrenmişti. Sonunda fizik eğitiminde karar kılmasına rağmen tıp öğrenimi de aldı. Öte yandan, bu ona gerçek aşkı hiyeroglifleri unutturmadı. Henüz genç bir delikanlıyken, ünlü Rosseta Taşı'na –sonunda Jean-François Champollion'un deşifre etmeyi başardığı, üç farklı dilde yazılmış o esrarlı yazıta– hayran kalmıştı.

Bununla birlikte Young, bilim tarihine *çift yarık deneyi* olarak bilinen deneyiyle geçti. Sana bu deneyi anlatmamın, deneyin adı gibi, çifte nedeni var: Bir yandan ışığın bir dalga olduğu fikrini inkâr etmenin imkânsızlığını anlamanı istiyorum, diğer yandan seni muhteşem bir sıçramaya hazırlıyorum.

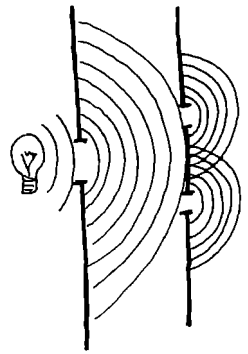
Bir bakalım: 18. yüzyıl bitiyor, 19. yüzyıl başlıyordu. Goya, *Çıplak Maya* adlı eserini yapıyordu. Vücudu hiç de fena olmayan bir düşes ressamın önünde çırılçıplak poz verirken, oradan üç bin kilometre uzakta, görünüşte bundan daha az heyecan uyandıran bir şey oluyordu: Young, Kraliyet Bilim Akademisi'nin huzurunda tuhaf mı tuhaf bir şeyler sunmaya hazırlanıyordu.

Dostumuz ışığın iki delikten de çıkmasını sağlamıştı. Her iki taraftan da çıkınca iki şey olabilirdi.

Işık parçacıklardan oluşuyorsa, deliklerin diğer tarafında sadece iki yerin aydınlık görünmesi gerekirdi (Şekil 1). Bu son derece mantıklı görünüyordu.



Ama ışık bir dalgaysa, deliğin diğer tarafında *enterferans* denen şey görünecekti (Şekil 2). Solda gördüğün daireler ışığın dalgalarını temsil ediyor. Denizin dalgalarını düşünürsek, çizgilerin tepe ve aralarındaki boşluğun da çukur olduğunu söyleyebiliriz. Deliğin diğer tarafında, ışık delikten çıktığında tepeleri ve çukurları olan iki dalga daha oluşur. İki dalganın birbirine karıştığı, kesiştiği bir yer vardır. İşte buna *enterferans* denir.



Pekâlâ, Goya'nın aklı modeliyle meşgulken, Kraliyet Akademisi'nin bilim insanları doğru seçeneğin ikincisi olduğunu görüyordu. Yani enterferans oluşuyordu. Işık, şüpheye yer bırakmayacak biçimde bir dalgaydı.

Bu deneyin sonuçları inkâr edilemezdi. Einstein her zamanki cesaretiyle, yine inkâr edilemeyecek bir biçimde ışığın parçacıklardan oluştuğunu öne sürüp bunu matematiksel olarak kanıtladığında da bu gerçek varlığını koruyordu. O zaman bir şeyleri kabullenme zamanı gelmişti. Ne pahasına olursa olsun, gerçeklik kavramıyla ilgili bir dönemeçten geçmek gerekiyordu. Bir şey aynı anda iki şey olabilirdi. Bu biraz ağır, tuhaf ve sıra dışı. Ama ne olduğunu tam olarak anlamasak da bunu kabullenmemiz gerek. Çünkü bilim, genel kanının birkaç adım önünden gider.

Ulises, aklın karışmış olabilir. Anlattıklarımı anlamakta zorlanıyorsan sakın endişelenme. Çünkü itiraf edeyim, ben de anlamıyorum. Aslında bunu kimse anlayamaz. Bir şeyin hem parçacık hem de dalga olmasını gözünün önüne getirebilecek kimse yoktur. Dördüncü zaman boyutu gibi, *parçacık ve dalga ikiliği* de zihnimizin canlandırma becerisini aşar. Ama

bu durum evren açısından bir şeyi değiştirmez. Burada onu zihnimizin içine hapsedebilelim diye var olmuyor evren. O sadece vardır.

İnsan zihni, uzunca bir süredir ulaşılabilecek en uzak noktayı temsil ediyordu. Görelilik ve kuantum mekaniği, gerçekliğin özünün ona üstün gelebileceğini gösterdi bile. Ne mutlu ki, doğayı kavrayabilmemize yardım eden muhteşem bir destekçimiz, yani bilim var. Bilim, zihnimizde canlandırmanın mümkün olmadığı şeyleri de keşfetmemize olanak tanıdı.

"Zihinde canlandırma" demişken, enfes bir peri masalına dönüşecekken çok daha ilginç bir hikâyeye bürünen bir konudan söz edeceğim şimdi sana.

Bir Prensin Hikâyesi

Bir şatoda yaşıyordu. Her şeyi vardı. Sabahtan akşama kadar şımartılırdı. Güzel ve akıllı bir çocuktu. Belki tarafsız bir gözle evinde nasıl göründüğünü hayal edebilirsin. Adı Louis Broglie'ydi. Gerçi tam adı Louis Victor Pierre Raymond de Broglie'ydi. Biraz uzun bir isim ama servet sahibi aileler, isimler konusunda böyle cömert davranırlar. Ayrıca bir de prens unvanı vardı. Annesi ve babası, Fransa'nın en seçkin soylularındandı ve yüzlerce yıl yaşasalar bile harcayıp tüketemeyecekleri kadar çok paraları vardı.

Dolayısıyla bu delikanlı gevşeyebilir, sarayların tadını çıkarabilir ve ihtiyarlayıp ölene kadar öylece tatil yapabilirdi. Ama son derece meraklı biriydi. Fransa'da tarih okudu. Anne babasına kulak verip diplomatlık yapsa, bu çok işine yarardı

elbette. Ama soylularla düşüp kalkmaktan daha çok hoşuna giden bir şey varsa o da evrendi.

Böylece bulabildiği en iyi üniversitede fizik eğitimi almaya karar verdi. Ve ömrünün kalanını matematik denklemlerinin arasında geçirdi.

Işığın hem bir parçacık hem da dalga olma özelliği, senin gibi Broglie'yi de afallatmıştı. Onun yerinde bir başkası olsa, bu şaşkınlıkla kalır, gerçekliğin yaşattığı o gizemin tadını çıkarabilirdi belki. Ama o cesur biriydi ve bir adım daha atmaya karar verdi.

Günün birinde sevindirici bir şey geldi aklına. Dalgalar aynı zamanda parçacık olabiliyorsa, parçacıklar neden dalga olmasın, diye düşündü. Bu cesurca öneride simetrik bir güzellik vardı. Böylece hesaplamalar yapmaya başladı ve bunun yabana atılmayacak bir önerme olduğunu gördü.

Peki ama bir parçacığın dalga olması ne anlama geliyordu? Yaşlı dostumuz Rutherford'a göre, örneğin bir elektron atom çekirdeğinin etrafında dönmektedir ve açık ve net biçimde bir parçacıktır. Prens Doktor Broglie, onun aynı zamanda bir dalga olduğunu mu ima ediyordu? Bu fikir prensin pek hoşuna gitmiyordu. Çünkü olayları basitleştirmek yerine bayağı karmaşıklaştırıyordu. Dalga-foton ikiliğiyle başımız yeterince dertteyken, bir de dalga-elektron ikiliği çıkıyordu şimdi karşımıza.

Ancak zengin şato sahibinin yanında çalışan matematikçiler mükemmeldi. Üstelik gerçekliğin biraz tuhaf olduğunu zaten kabullenmiştik. Biraz daha tuhaf olmasından ne zarar gelirdi ki?

Gelgelelim, sadece matematiğe ve "simetrinin güzelliği" gibi belirsiz bir şeye dayanan bir teorinin bu kadar kolay kabul edilemeyeceğini düşüneceksin büyük olasılıkla. Haklısın. Dolayısıyla onu doğrulamak için deneyler yapmak gerekiyordu.

Ve bir deney yapıldı. Bunun nasıl bir deney olduğunu hayal edebiliyor musun? Biraz düşün... Bilerek birkaç satır önce bir şey anlattım sana. Bir tarih sıralaması izlemiş olsaydım, açıklamasını çok önce yapmam gereken bir şeydi bu. (Fark ettiğin gibi Ulises, tarihsel sıçramalara oldum olası meraklıyımdır.) Young'un ikili yarık deneyinden bahsediyorum. Bu deney, ışığın bir dalga olduğunu göstermişti. Hatırladın mı şimdi?

Young ışığın bir dalga olduğunu gösterdiyse, bir elektronun aynı zamanda dalga olduğunu göstermek –ya da bunu çürütmek– için de aynı deneyi neden yapmayalım? Aslına bakarsan o da tam olarak bunu yaptı.

Young'ın ışıkla yaptığı deneyde olduğu gibi, bir elektron demetini delikten geçirdi. Deliğin karşısına da iki delikli bir duvar kondu. Elektronların yaptığı etkiyle, en arkada bir fotografik plakaya izler çıkacaktı. Bunlar parçacıksa arka tarafa izler çıktığı görülecekti ama eğer dalgaysa, birkaç sayfa önceki şekilde görünen o ünlü *enterferans* ortaya çıkacaktı.

Sonuçta milyoner prensin haklı olduğu anlaşıldı. Elektronlar dalga gibi davranmıştı. Delirmek işten değildi. Maddenin temel bileşenlerinden biri olan elektronun sonuçta madde olmadığı anlaşılıyordu; çünkü şimdi bir dalgaya benziyordu. Ama başka pek çok deneye göre de parçacık gibiydi. İşte yine aynı ikilik karşımıza çıkıyordu. Yine bir şeyin aynı anda iki farklı şey olması söz konusuydu.

Ve şimdi Ulises, en etkileyici konuya hazır ol, çünkü ona varmamıza az kaldı.

Bir elektron bir dalgadır. Çok güzel. Ama aynı zamanda parçacıktır. Pekâlâ, bu biraz tuhaf ama böyle kabul edelim. Bir parçacık olarak onu soyutlayıp alabilir ve iki delikli bir duvara yöneltebilirsin. Öndeki duvara çarpmadığını hayal edelim. Bu durumda ne olacak?

Parçacık olduğuna göre iki şey olabilir:

1. *Sol taraftaki delikten geçer.*
2. *Sağ taraftaki delikten geçer.*

Ama aynı zamanda dalga olduğunu düşünürsek, o zaman şu da gerçekleşebilir:

3. *Aynı anda iki delikten birden geçer.*

Bu sonuncu tuhaf gelmiyor kulağa. Bir deniz dalgası, delikleri olan bir duvara çarptığında her iki yarıktan da iki küçük dalga şeklinde çıkar. Dalgalar bunu hep yapar, bundan ötürü bizi şaşırtmazlar.

Ve şimdi hayal gücünü biraz zorla ve 1., 2. ve 3. maddeleri birleştir. Nasıl bir sonuca varıyorsun? Bir elektron aynı anda hem dalga hem de parçacıksa, bu demektir ki, tüm seçenekler aynı anda ortaya çıkacak. Bunun anlamı nedir? Hepsi doğrudur ve bundan ötürü elektron, aynı anda hem sağdan hem de soldan girer. Artık şu cümleyi duymaya hazırsın:

Bir parçacık, aynı anda iki yerde olabilir.

Aslında bu, bir önceki mantık yürütmeyi takip ederek varılacak en mantıklı sonuçtur. Dalga-parçacık ikiliği, nesnelerin uzayda aynı anda farklı konumlar tutabildikleri bir evreni düşünmeye götürür bizi.

Bu kulağa son derece tuhaf gelse de, sen bir elektron olsaydın, hem evinde hem de parkta olman mümkün olabilirdi.

Dünya birden tersine döndü. Young'un ışıkla gerçekleştirdiği ve milyoner prensin varsayımını kanıtlamak için elektronlara uygulayarak gerçekleştirdiği deney, katı bir biçimde inandığımız ne varsa bir anda hepsinin buharlaşmasına yol açtı. Bu ikilik teker teker tüm parçacıklara uygulandı. Maddeden oluşan her şey, aynı zamanda bir dalga gibi de görülebilirdi. Ve dalgaların, sabit bir yer tutmama gibi bir özellikleri vardı. Gördüğümüz şeyler, dostlarımız, sandalyeler, hayvanlar, bitkiler, elinde tuttuğun bu kitap ve aynı zamanda ellerin, etrafımızda bulunan her şey son tahlilde tanımlanamaz, silik bir bulut olabilir. Hayal edemeyeceğimiz bir öz olabilir bu; hem küçük mü küçük parçacıklardan hem de aynı anda muhtelif yerlerde olabilen dalgalardan oluşan bir öz...

Başın döndü, değil mi Ulises? Bu kitabın ilk bölümlerindeki fizik daha çok hoşuna gidiyordu, değil mi? Hani o eski, düzenli, basit, kusursuz biçimde hayal edilebilir, şeffaf ve güzel bazı yasalara uyan o eski dünyada geçerli olan fizikten söz ediyorum. Kolay ele alınabilir kavramlarla dolu o alandan. Kati ağırlıkların, tam ölçülerin, kesin ve belli zaman ve mekânların dünyasından. Max Planck'ın, Einstein'ın, talihli prensin ve her şeyi böyle tepetaklak eden çılgınların gelişinden

önceki zamanları, bilimin anlaşılabilir olduğu zamanı çok özledin, değil mi? Evet biliyorum, durum böyle ama endişelenme. Galiba bir çözümüm var.

İyi Ama Düşündüğümüz Aslında Neydi?

Ulises, belki de hepimiz aklımızı kaçırdık. Kuantum mekaniğinin keşifleri karşısında dehşete düşmek ve şaşırmak normaldir belki de. Ama iyi düşünürsen, aslında tamir edilemez bir biçimde yargılama becerimizi kaybetmiştik. Neden hayrete kapılıyoruz ki? Bir elektronun aynı anda iki yerde birden olabilmesi bize tuhaf geliyor. İyi ama bu durum bizi neden endişelendiriyor? Bir şeyin aynı anda hem dalga hem de parçacık olması bizi şaşırtıyor. Tamam ama bu şaşkınlığın nedeni nedir?

Belki de aklını kaybeden tek kişinin ben olduğumu düşünüyorsun. Açıklamaya çalışacağım ve aslına bakarsan, aklımın gayet sağlam olduğunu düşünmeye devam etmeni isterim. Belki de kuantum mekaniğinin tarif ettiği dünya karşısında şaşırmamak gerek, derken aslında şunu kastediyorum: Etrafımızdaki dünyanın kendisi zaten tepeden tırnağa şaşırtıcıdır. Benim için, bir elektronun aynı anda iki farklı yerde olabilmesiyle oturduğum sandalyenin tek bir yerde olabilmesi gerçeği, sahiden de eşit oranda hayret verici. Doğruyu söylüyorum sana; bir an gözlerini yumup düşünürsen, yoğun bir baş dönmesinin eşlik ettiği bu hafif duygulanımı sen de hissedebilirsin.

Gözümüzle gördüğümüz, içinde yaşadığımız, nesnelerin normal boyutta olduğu bu dünya, alışık olduğumuz tarzda işlevini sürdüren bir dünyadır. Tüm olayların ortaya çıkış nedeni sandığımız bu normallik, aslında sadece bizim alışkanlığımızdır. Yoksa gün boyu denk geldiğimiz her şeyin "normal" olduğunu ileri süren bir şey yoktur.

Kuantum mekaniğinin tuhaf olayları tanımladığını düşünüyoruz. Ama bu fikre sahip olmamızın nedeni, başka bir fikrin kesin doğru olduğunu kabul etmemizdir: Kuantum dünyasındaki olayların aksine, gündelik dünyadaki olayların kusursuz biçimde anlaşılır olduğunu düşünüyoruz. Ama ben böyle düşünmeyi reddediyorum. Yeni fiziğin bizi delirtmesinden kaçınmanın tek yolu da bu bana kalırsa. Evet, tuhaf. Evet, rahatsız edici. Evet, hem sıra dışı hem de olağanüstü. Kuşkusuz evet, bir bu eksikti, diyeceksin. Ama bizi çevreleyen dünya da zaten böyle değil mi?

Işık, hem bir dalga hem de kendisini oluşturan parçacıkların toplamıdır. Bir şey aynı anda iki şey birden olabilir. Tuhaf, değil mi? Evet, fazlasıyla tuhaf. Peki ama gündelik gerçekliğimizde, bir şeyin sadece *tek bir şey olması* da yeterince tuhaf değil mi? Bir ağacın sadece bir ağaç olması ya da bir lağımın *sadece ve sadece* lağım olması mesela?

20. yüzyılın fiziği bizi şaşırtır, doğrudur. Ama bunun nedeni, şaşırmayı çoktan bırakmak gibi büyük bir kusura sahip olmamızdır. Tanıdığımızı sandığımız, mutlak gerçeklerle dolu bir dünyada yaşıyoruz ve onun bizi şaşırtmasından vazgeçeli çok oldu.

Kendi zamanında bilimde çığır açmadan önce bir ciltçide çalışan fakir delikanlı Faraday'a gençken bir tavsiyede bulun-

muşlardı: Meslek olarak bilimi seçmemesi gerektiğini, çünkü "zaten her şeyin çoktan keşfedildiğini" söylemişlerdi ona. Bu, düştüğümüz korkunç hataya iyi bir örnektir. Sadece 19. yüzyıl için de geçerli değildir bu üstelik; bazı konulara kafa yormak gibi sıra dışı alışkanlıklar edindiğimiz zamandan beri yapıyoruz bu hatayı. Her şeyi kesin doğru kabul ediyoruz ve sürekli hayret etme olasılığını reddediyoruz.

Bu konuya verilebilecek bir diğer muhteşem örnek, evrenin yaratılmasıdır. Gerçi en azından bu konuda, ele aldığımız varsayımlardan bağımsız olarak, daima hayretler içinde kalıyoruz. Etrafımızdaki her şeyin, büyük olasılıkla zamanı ve uzayı yaratan bir patlamayla ortaya çıkmış olması karşısında hayrete kapılmamız endişe verici aslında. Asıl tüm bu çılgınlığın ezelden beri var olduğunu kesin doğru kabul etmemiz sıra dışı değil miydi?

Ya da Einstein zamanında *dördüncü boyut* diye tanımlanan o eğrilen şeyi düşünelim. Uzay-zamanın bu esnekliği, bir yüzyıl öncesine kadar ona atfedilen bükülmez niteliğinden neden daha garip olsun ki? Dürüst olacağım: Hareket halindeki bir nesne için zamanın yavaşlaması ne kadar tuhafsa, hiç yavaşlamaması da aynı derecede tuhaf benim için. Bende asıl merak uyandıran konu zamanın var olması. Onun hızına bağlı olarak nesnelerin boyutlarının küçülmesine ne demeli peki! Bu, ayakkabılarımın yürürken ya da Romalılara dair bir filmi seyretmek için koltuğumda otururken aynı boyda kalıyor olmaları kadar tuhaf bir durum. Çünkü aklımı başımdan alan, şaşkınlığa yol açan şey, uzayın ve uzaklıkların varlığı. Ve Romalıların varlığı. Aslına bakarsan var olan her şeyin ta kendisi beni şaşırtıyor.

Einstein, kuantum mekaniğinin doğumunu bizzat tetikledi. Ama sonra onun bizi götüreceği olası sonuçların aksi şeyler gösterdi. Çünkü baktı ki, kuantum fiziği, daima hayal ettiği evrenden köklü biçimde farklı şeyler söylüyor. Ona göre, cisimlerin uzay-zamanda somut bir yer tutması gerekirdi. Yoksa aynı anda iki delikten birden geçen gizemli elektronlar gibi asla aynı anda iki yer işgal etmezdi. Kuantumun ne bu sonucuna ne de birazdan sözünü edeceğim diğer çıkarımlarına tahammül edebiliyordu. Bu tutumu, az önce açıkladığım durumu çok güzel simgeliyor. Dünyayla bu şekilde bir yüzleşme hali hepimizde var; dâhi bilginlerden tut da onların olağanüstü başarılarının alelade izleyicileri konumunda olan bizlere varana kadar. Ama belki de böyle davranmaktan vazgeçmemiz gerek.

Dolayısıyla evrenin sadece yarısı karşısında hayret duymayı bırak artık. Bunu hissetmek için karşında koskoca bir kozmos var. Yalnızca kuantum mekaniğinde gizem görmeyi bırak. Çünkü klasik mekanik de gizemli. Ve bunu neredeyse fark etmiyoruz bile. Bir yayı çekip birkaç saniye tuttuktan sonra uyumlu bir biçimde, yavaşça aşağı yukarı sıçrasın diye bıraktığını düşün. Yayın hareketi de en az kuantum enerjisine borçlu olduğumuz ani enerji değişimleri kadar sıra dışıdır. Her şey son derece tuhaftır aslında Ulises. Ve asıl hatamız, bu tuhaflığı kuantum mekaniğinin dünyası sayesinde şu anda keşfetmiş olmamız. Aslında önceden de vardı. Daima vardı.

Ayrıca küçük nesneler hakkında kimi şeyleri öğrendiğin için şuna da dikkat etmelisin: Biz insanların büyük bir gafı var: Bir biçimde, en küçük olan şeylerin, en büyük olan şeylerin özünü ortaya çıkardığına inanıyoruz. Bundan ötürü de

küçük mü küçük elektronların *tuhaf* olduğunu öğrendik diye, devasa evrenin de öyle *olduğunu* keşfettik sanıyoruz. Ama bir anlığına tam tersi bir dünyayı getir gözünün önüne. Elektron boyutunda varlıklar olduğumuzu hayal et: Aynı anda hem bir dalga hem de parçacık olmak son derece doğal olurdu bizim için. Küçük mü küçük binaların iki kapısından birden girmek de öyle... Varsayalım, küçük yaratıklar olarak, tepemizdeki dünyanın nasıl olduğunu öğrenme hevesine kapılıyoruz. Aniden bizler için hayali bir yer keşfederdik: Burası, sadece tek bir konum işgal edebileceğimiz ve dalga özelliği gösteren yarımızın parçacık özelliği gösteren yarımızla bütünleşemeyeceği bir yer olurdu. Çünkü keyfi ve gülünç bir kural, bizi sadece tek bir şey olmaya zorlardı.

Bu, göreliliğin okullarda öğretilmesi gereken başka bir biçimidir. Gariplik, gözlemcinin boyutuyla görecelidir. Bu kulağa hiç de fena gelmiyor. Doğanın daha önce rastlamadığımız bir davranışına hemen tuhaf yakıştırması yapmadan önce bunu hesaba katmalıyız.

Sana kuantum mekaniğinin çok daha derin anlamlarından bahsetmeye devam edeceğim hemen. Aslında emin ol, en iyisine daha gelmedik. Ama galiba sayfalarca küçük nesneler konusuna odaklandıktan sonra biraz kafamızı dağıtmak ve devasa kozmosta bir gezintiye çıkmak hiç de fena olmayacak.

Gökyüzüne Taş Fırlatmak

İlk bakışta son derece aptalca görünen havaya taş fırlatmak gibi bir etkinliğin, evrenin en gizemli sırlarından bazılarını anlamaya ipucu olabileceğini fark etmek, sahiden muhteşemdi.



Yatay düzlemde taş fırlatarak başlamıştık bu kitaba. Ve bu sayede Ay'ın, Yeryüzü'nün etrafında dönmekte olduğunu öğrendin. Bunu yaparak son derece önemli bir şeyi ortaya çıkarıyorsak, taşı dimdik yukarı doğru fırlattığımızda neden aynısı olmasın?

Öyleyse başlıyoruz.

Taş düşerse kafana gelmesin diye bir kask taktık başına. Taşı birkaç metre yukarı fırlatmayı başardığını ama onun çaresizce geri döndüğünü göreceksin. Bunu anlamak o kadar zor değil. Şimdi yeniden kitabın başındaki süper kahramana dönüştüğünü hayal et. Fırlatırken uyguladığın hız, son derece büyük olacaktır.

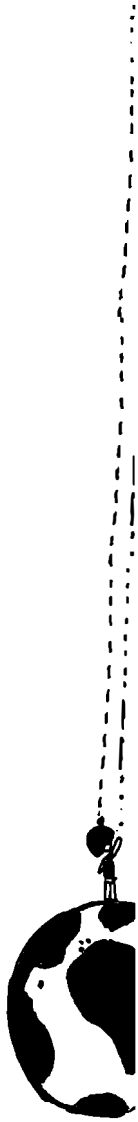
Taş yeniden düştü. Ve bu kez çok daha büyük bir hızla düşüyor. Dolayısıyla ben de senin için çok daha büyük ve koruyucu bir kask çizdim. Bu durumda sorulacak soru şu: Taşın bir daha geri dönmeyeceği şekilde yukarı doğru fırlatılabileceği bir hız var mıdır? Bu olağanüstü bir soru. Ve ona vereceğimiz yanıt da evrendeki şaşırtıcı bazı olayların özünü anlamamıza ışık tutacak. Böyle bir hız vardır ve hatta ona bir isim bile verilmiştir. Fizikçiler ona *kurtulma hızı* der.

Gezegenimizin kurtulma hızı, yaklaşık olarak saniyede 11 kilometredir. Bunun anlamı şudur: Herhangi bir şey bu hızda –ya da bundan daha büyük bir hızda– yukarı fırlatılırsa, bir daha asla Yeryüzü'ne geri dönmeyecektir. Gezegenimizdeki

yerçekimi onun üzerinde hiçbir etkide bulunmayacak hale gelene kadar, dimdik bir çizgide yukarı çıkışını sürdürür.

Kuşkusuz Aristoteles bunun böyle olduğunu bilse biraz rahatsız olurdu. Her şeyin er ya da geç yuvasına döneceği fikri, böylece ciddi bir sorgulamaya tabi olacaktı çünkü. Ama bilimin, geçmişte yaşayan filozofları mutlu etmek gibi bir görevi yok. Kurtulma hızı, tartışmaya açık olmayan bir gerçekliktir.

Herhangi bir şeyin yere geri dönmemesi için gerek duyulan saniyede 11 kilometrelik bu hız, sadece bizim gezegenimiz için uygulanabilir. Yeryüzü daha kütleli bir gezegen olsaydı, cisimler üzerinde daha kuvvetli bir çekim uygulardı – Newton'un yasasını anımsayalım. Dolayısıyla kurtulma hızının da daha büyük olması gerekirdi. Bu durumu hayalimizde canlandırabilir ve bizimkinden daha büyük gezegenlerde neler olup bittiği üzerine tahmin yürütebiliriz. Farz edelim, koskocaman bir dünyada yaşıyoruz. Ve saniyede 100 kilometre gibi bir kurtulma hızına gerek duyulan devasa kütleçekimi var bu gezegende. Bu sayıyı daha da büyütmemizi ve yüzeyinden yukarı taşlar fırlattığımız hayali gezegenin kütlesini artırmayı engelleyecek bir şey de yok. Peki, ya kütlesi çok daha büyük bir gezegenimiz olsaydı ve kurtulma hızımız da saniyede 150.000 kilometre olsaydı? Bu çok büyük bir hızdır. Işık hızının yarısına eşit-



tir. Bu durumda, küçük bir taş parçasına böyle kocaman bir hız kazandırabilmek için senin de son derece güçlü bir süper kahraman olman gerekirdi. Ama bunu kolaylıkla hayalimizde canlandırabiliriz. Kasların çok ama çok etkileyici ve bunu başarıyorsun: Taş, kütlesi devasa büyüklükte olan gezegeni terk eder ve bir daha da geri dönmez.

Çıkmaz bir sokağa gelmek üzereyiz. Çünkü hayali dünyamızın kütlesini artırmaya devam edersek sonunda o kadar büyük hale geldiğini varsayabiliriz ki, kurtulma hızı, örneğin saniyede 301.000 kilometre olur. Bu da ışık hızından azıcık fazla bir değerdir.

O zaman ne olurdu? Çok kolay: Havaya fırlattığımız taşın bir daha koskocaman gezegenimize geri dönmemesi için ona uygulamamız gereken hız, ışık hızından biraz büyük bir değer olurdu.

Ama bir dakika! Hiçbir nesnenin ışıktan hızlı hareket edemeyeceğini söylememiş miydik? Aslına bakılırsa, bu kati bir hız sınırını ifade eder.

Dolayısıyla bu kadar büyük kütlesi olan bir gezegenin son derece hayranlık uyandıran bir niteliği olacaktır: Hiçbir şey ondan kaçamaz. Her şey daima onun yüzeyine döner.

Böyle bir gezegen nasıl olacaktır? Bu gezegenin Dünya'dan çok uzakta olduğunu ve ona bir teleskoptan baktığımızı varsayalım. Ne göreceğiz tam olarak?

Bu soruya yanıt vermek için "görmek" kelimesi üzerinde düşünmen iyi olacaktır. Bildiğin gibi *görmek,* birtakım ışınların o nesneye vurması, oradan sekmesi ve ışığın senin gözüne ulaşması, beyninin de onu bir görüntüye dönüştürmesi demektir. Kütlesi bu denli büyük olan o gezegeni görebilecek

misin? Bunu yapabilmemiz için ışığın o gezegene varması, oradan sekmesi ve sonra senin gözlerine kadar yolculuk etmesi gerek. Ama daha önce dediklerimize göre, bu hayali gezegen için *kurtulma hızı,* ışık hızından biraz daha büyük bir değer. Yani ışınların onun yüzeyine ulaşması, oradan sekmesi ve senin gözlerine ulaşabilmesi için kurtulma hızında hareket etmesi gerek. Ve bu hızın, ışık hızından daha büyük bir değer olduğunu da biliyoruz. Bu yüzden o gezegeni görebilmemiz için, ışığın gezegenden ayrılırken ışık hızından daha hızlı hareket etmesi gerekir. *Işığın ışık hızından daha hızlı hareket etmesi gerekir* gibi bir cümle kurmak çelişkilidir. Sonuç: Onu asla göremezsin.

Hiçbir şeyin, ışığın bile kaçmasına izin vermeyecek kadar büyük bir kütleye sahip olan bu cisim, sana ve başkalarına kesinlikle görünmez olacaktır. Bomboş ve karanlık uzayla ayırt edilemez bir halde kalacaktır. Bir başka deyişle, simsiyah, zifiri karanlık olacaktır. Kütlesi bu denli büyük cisimler için bilim adamlarının kullandığı bir isim var: *Kara delik* diyorlar onlara.

Kara delik kavramı, kulağa çok modern geliyor. Bu isim yeni evrenbilimin tüm gizemli yanlarını çağrıştırmaktadır. Öte yandan kara deliklerin varlığını, 1724 yılında, Noel zamanı dünyaya gelen bir genç ortaya atmıştı.

İsmi John Michell'di bu gencin ve küçüklükten beri koyu dini eğilimleri vardı. Sonunda bir din adamı oldu ama bu durum, onu en çok sevdiği konu olan jeolojiye yönelmekten alıkoymadı. Hatta sismik bazı hareketler ölçmek için son derece yararlı kimi aletler icat etti.

Michell, Henry Cavendish'e büyük bir hayranlık besli-

yordu. Hani sayfalar önce sözünü ettiğim şu çekingen bilim insanına... Evrenin Antik Yunan filozoflarının açıkladığı dört elementten değil, belki de daha fazlasından oluştuğu fikrini armağan etmişti bize Cavendish. Pek sosyal biri olmadığından, hemcinsleriyle iletişim kurmak için mektuplaşma iyi bir yöntemdi. 18. yüzyıl sonlarında Michell, Cavendish'e, bilim tarihinde bir dönüm noktası olan mektubunu yazdı. Mektubunda jeolojiden, yerçekiminden ve her ikisinin de derin ilgi beslediği sorulardan bahsetti. Ayrıca bir yıldızın son derece büyük bir kütleye sahip olabileceğini ve bu durumda, çekim kuvveti nedeniyle ışığın bile ondan kaçamayacağını ortaya koydu. Onlardan bize hiç ışık ulaşmadığından, herhangi bir teleskopla bakıldığında görünmez olan bu türde bazı yapılar vardı. Bu yıldız, kocaman bir canavarmışçasına bütün ışınları emiyordu.

Bu fikir, ne yazık ki bilimin çekmecesinde kilitli kaldı, çünkü dönemin fizikçileri bunun mümkün olmadığını düşündü. Fikrin kabul görmesi için çok uzun yıllar geçmesi gerekecekti. 1968 yılına gelindiğinde, John Wheeler adında bir fizikçi, 18. yüzyılda tanınmamış bir jeologun kendi kendine hayallerini kurduğu o cisimler için *kara delik* tabirini ortaya atacaktı.

Peki Ama Bunlar Var mı?

Teori ortaya koymak iyi güzel ama varsayımların katı gerçeklik tarafından sağlamasını yapmak gerek. Tüm ışığı yutan, kütlesi son derece büyük bir cisim hakkındaki tahminimiz

herhangi bir deneyle doğrulanmazsa salt bir varsayım olarak kalırdı.

Bu tuhaf, her şeyi yutan cisimlerin gerçekten var olup olmadıklarını öğrenmek için yeniden yıldızlar konusunda kafa yormamız gerek.

Herhangi bir yıldızı seçin ve onu dikkatle gözlemleyin. Hangisi olduğunun bir önemi yok ama derin bir dikkatle yoğunlaşın. Hepsi eşit büyüklükte gibi görünmesine rağmen, yakından bakabilme olanağı olsa, kimilerinin diğerlerine göre inanılmaz büyük olduklarını görürdük. Hepsinin kütlesi aynı değildir. Bizim Güneşimiz örneğin, orta boy bir yıldızdır. Bir anlığına Güneş'ten çok daha büyük bir yıldızı seçtiğimizi hayal edelim.

Bu yıldızın henüz genç olduğunu, bundan ötürü helyuma dönüşmek için çok fazla hidrojene sahip olduğunu düşünelim. Geri kalanların hepsini zihninden sil ve sadece onu düşün. Çok çok uzakta, devasa bir yıldız bu... Sonra geleceğe doğru yol alalım. Yıldızın yanıcı maddesi sonunda tükenecek ve yaşlanacak. Öyle bir an gelecek ki, artık neredeyse hiç hidrojeni kalmamış olacak. Seçtiğin yıldız sönümlenecek.

Peki, sonra ne olacak? Artık hidrojeni helyuma dönüştüremese de büyük kütlesi çekim kurallarına göre davranmaya devam edecektir. Genç bir yıldızken, boyutlarını koruyan muhteşem büyüklükte bir küreydi. Çünkü dengede olan iki kuvvet vardı. Bir taraftan kütleçekimi kuvveti onu sıkıştırmaya çalışıyordu, çünkü onu oluşturan atomların tamamı merkeze doğru çekiliyordu; gezegenimizde, fırlatılan taşın yere doğru çekilmesi gibi. Genç bir yıldızken sıkışmamasının nedeni, tam tersi bir kuvvetin aksi yönde etki etmesiydi:

Genişleme yönündeki nükleer kuvvetti bu. Bir yıldızın dengesi, tüm gençliği boyunca boyutunu korumuş olması, bu iki kuvvet arasında oynanan kusursuz oyuna bağlıdır. Ancak yaşlandığında nükleer kuvvet kaybolur. Artık yakıt olmadığına göre kütleçekimi üstün gelir. Ve bu durumda yıldız büzülür. Bu noktada yıldızın kütlesine bağlı olarak birkaç farklı şey olabilir. Ama bir iki adım atlayarak konuyu basitleştirelim. Sana şunu söyleyebilirim: Devasa bir kütle varsa, bu kütlenin tamamı, en nihayetinde korkunç bir yoğunluğa sahip küçük bir hacme dönüşecektir. Çekim gücü baş döndürücü bir büyüklükte olacaktır. Bu cismin yüzeyi için kurtulma hızı, ışığın hızını katbekat aşacak, bundan ötürü de cisim bir kara deliğe dönüşecektir.

Seçmiş olduğun o yıldıza yeniden bak. Değerli ışığı günün birinde sönecek. Onun yerine karanlık bir saha her şeyi yutacak. İçine giren hiçbir şey, bir daha asla dışarı çıkamayacak.

Fizikçilerin gıpta edilecek bir akıcılıkla kullandıkları matematik sayesinde kaçınılmaz olarak bu sıra dışı sonuca varılmaktadır. Gördüğümüz yıldızların çoğu sonunda kara deliğe dönüşecektir. Bu da uzun zaman önce ölmüş yıldızların, ışığı yutan canavarlar haline geldiğini düşündürür insana.

Onları nasıl saptayacağız? Doğası gereği onları görmek mümkün değil. Varlıklarını doğrulamanın başka bir yolu var mı peki?

Çok uzun bir zaman boyunca fizikçiler, büyük bir arzu ve hevesle ölü yıldızları aradılar. Teoride var oldukları reddedilemez bir gerçek gibi görünüyordu. Tek yapılması gereken konumlarını saptayacak bir yöntem bulmaktı. Görünmez ol-

duklarına göre, görünüşlerinden bağımsız bir gökyüzü tarama biçimine sahip olmak gerekiyordu.

Neyse ki, gözlerimizi kullanmamıza gerek kalmadan da görmenin türlü yolları var. Bilim söz konusu olunca "görmek" fiili, bizim günübirlik kullandığımızdan çok farklıdır. Sözgelişi atomları asla göremedik. Ama buna rağmen onların gerçekliğini inkâr etmiyoruz. Benzer biçimde, fizikçiler, yıldızların da kara deliğe dönüşebileceğini düşündüler.

Bunu saptamak için iyi bir teknik, komşusu olan yıldızların gözlenmesi olabilir. Kara delikler görünemez olsalar da çok yoğun bir kütleçekim kuvveti uygularlar. Ve bildiğin gibi, bu kuvvet, ona benzer herhangi bir kütle etrafında var olan her şeye nüfuz eder. Güçlü bir teleskop aracılığıyla davranışlarını tuhaf bulduğun bir yıldıza rastgeldiğini farz et. Bu yıldızın hiç mantıklı olmayan bir tarzda hareket ettiğini düşün. Bu tuhaf mı tuhaf davranışının olası bir nedeni, yakınlarında bir yerde bir kara delik bulunması olabilir. Bu kara delik, son derece kuvvetli kütleçekim gücüyle yıldızın doğal yörüngesinde değişikliğe yol açıyor olabilir. Bu şekilde, onları görmemize gerek kalmadan da kara deliklerin yerlerini dolaylı bir tarzda saptamamız mümkün olur.

Ve yapılan da tam olarak budur. Kimse kara delik görmedi ama kara deliklerin varlığı sayısız kereler bu biçimde dolaylı olarak gösterildi.

Cavendish'le mektuplaşan o cesur jeologun varsayımı, bilim tarafından da doğrulandı.

Yine Bükülmeler Konusu

Einstein'dan sonra hiçbir şey eskisi gibi olmadı. 18. yüzyılda kara deliklerden söz etmekle bugün kara deliklerden söz etmek, aynı şey değil. Genel görelilik, kütlesi büyük nesnelerin uzay-zamanın yapısında bükülmeler oluşturduğunu gösterdi bize. Dolayısıyla, kütleçekimiyle ilgili herhangi bir konuyu ele alırken bunu aklımızda tutmamız gerek. Yeryüzü'nün çekim kuvveti bu bükülmeleri ortaya çıkarıyorsa, çarpıcı bir biçimde bundan çok daha kütleli olan bir kara delik, neye yol açacaktır?

Matematiksel denklemlerin bu konuya verdiği yanıt hem son derece açık hem de sıra dışıdır. Kara deliklerin uzay-zamanı bükebilmeleri son derece ilginçtir. Başlangıçta yalnızca mecazi anlamda kullanılan *kara delik* terimi, gerçekte olup bitenlerin kesin bir tanımıdır. Aslına bakılırsa, bir kara delik, uzay-zamanın başka bir yerine açılan bir kapı olabilir. Belki de evrenin iki farklı bölgesi arasında ilişki kuran bir yarıktır.

Sonuçta iki grup varsayım ortaya çıkar. Bunlardan biri sıra dışı, diğeriyse epeyce aptalca. Birincisinin türümüzün geleceğine dair araştırmalarla ilgisi var: Binlerce, binlerce yıl sonra insanlığın teknolojisi bu kara delikleri, aradaki uzaklığı katetme mecburiyeti olmadan, uzayda bir yerden bir yere gitmek için kullanabilir belki. Çok uzak bir olasılık da olsa, bunun gerçekleşmesinin önünde bilimsel hiçbir engel yok. Diğer tahminler ise bilimin bize söylediklerini kulak arkası etme alışkanlığına bağlı biraz: Bu anlamda kara delikleri manevi birtakım kapılarla ilişkilendiren talihsiz bazı yorumlar çalınabilir kulağına. Seni temin ederim, kara deliklerin Tanrı'nın

makamına açılan kapılar olduğunu söyleyen ipe sapa gelmez bazı yorumlar bile okudum.

Bilim ne zaman gizemli görünen bir şey keşfetse –ve bu durumda kara delikler, gayet tercih edilecek bir konu– sahte bilim, hemen onu sahiplenir ve hayaletler yaratmaya başlar. İleride bunlardan söz edeceğim... Şimdi yeniden kuantum mekaniğine dönelim.

Muğlak Dünya

Atomdan bahsettiğimiz son sayfada, güneş sistemimize benzer bir çizim vardı karşımızda: Proton ve nötronlardan oluşan bir çekirdek ve onun etrafında dönen elektronlar.

Seni bu atomla tanıştırdığımda, henüz dalga parçacık ikiliği hakkında bir şey bilmiyordun. Madem doğanın son derece küçük ölçekteki bu özelliğini tanıyorsun artık, yeniden atom hakkında düşünmeye devam edebiliriz. Kim bilir, belki de son ziyaretimizden bu yana bayağı değişmiştir.

O zamandan beri ne öğrendin? Birincisi, parçacıkların aynı zamanda dalga olduklarını öğrendin. Bu, işleri epeyce karıştırıyor. Çünkü artık birbirinin etrafında dönen küçük kürecikler hayal edemiyoruz. Onun yerine daha karışık bir şey düşünmemiz gerek, çok daha muğlak bir şey... Küçülebilmemiz mümkün olsaydı ve maddeyi oluşturan o yapı taşlarını yakından gözleyebilseydik, kim bilir neler görürdük, hiç bilemiyoruz.

Modern bilimin bizi değiştirmeye mecbur bıraktığı niteliklerden biri de "anlamak" fiilinin anlamıdır. Yüzyıllar

boyunca bir şeyi anlamak demek, bir biçimde onu görselleştirebilme becerisine sahip olmak demekti. Düşünme sürecimizin büyük bir kısmı düşündüğümüz şeyi resme dökebilme, görselleştirme becerimizle ilgilidir. Bu, önceden çok kolaydı bizim için. Newton'un kütleçekimi teorisi, gözlerimizi yumup hayal edebileceğimiz bir şeydi. Zihnimizden kendi aralarında etkileşime giren devasa küreleri geçirebiliyorduk. Neden söz edildiğini anlamak için, güneş sisteminin bir resmini görmemize gerek yoktu. Aynı biçimde, dostumuz Rutherford atomun, merkezinde bir çekirdekten ve etrafında dönen kimi atomlardan oluştuğunu ileri sürdüğünde de bunu zihninde nasıl canlandırdığını kolayca anlayabilmiştik.

Şimdi ise bu bizim için imkânsızdır. Bu değişiklik aslında yüzyıllar önce uzaklıklar kavramıyla başladı. Evrenin aklımıza hayalimize sığabilecek boyutların ötesinde bir büyüklüğü olduğunu anladığımızda, gerçekle hayali birbirinden ayıran o büyük yarık ilk olarak ortaya çıkmıştı. Birden anladık ki, uzaklıklardan söz edebiliriz ama onları artık *hissedemeyiz.* Burada *hissetmek* fiilinin ne anlama geldiğini anlaman önemli. Dört beş apartman ötemizdeki parka seninle birlikte yürürken, salıncaklarla aramızdaki birkaç metreyi içimizden hissedebiliriz. Buna hazırızdır. Günübirlik uzaklıkları algılamak üzere evrim geçirdik, kozmik düzeydeki uzaklıkları algılamak için değil. Tarihteki ilk bilimciler Güneş'le Ay'ın birbirine insanı huzursuz edecek kadar uzak olduğunu saptadıklarında, bilim genel kanıdan ayrılmaya başlamıştı.

Gelgelelim, bunun hayli basit bir çözümü var. Neyse ki biz insanlar harita çizme becerisine sahibiz. Bir harita, çok büyük ölçekteki bir şeyin temsilidir ve gerçekliğin nasıl olduğuna dair

bize epey net bir fikir verir. Dolayısıyla Güneş'le aramızdaki uzaklığı *hissedemesek* bile, güneş sistemi ölçeğinde bir görsel hazırlayabilir ve böylelikle hayal kırıklığı yaşayan hayal dünyamızı teskin edebiliriz. Aynı şeyi galaksiler ölçeğinde ya da aramızda büyük uzaklıkların olduğu yıldızlar ölçeğinde de yapabiliriz. Onları hissetmemiz, yüreğimize bastırmamız, gerçek uzaklığın kokusunu içimize çekmemiz mümkün olmasa da öyle ya da böyle, neden söz ettiğimizi biliriz. Bir metrenin nasıl bir uzunluk olduğunu biliyorsan, trilyon kere trilyon metrenin nasıl bir şey olduğunu da bilirsin. Bunu tam olarak içselleştiremesen dahi anlayabilirsin.

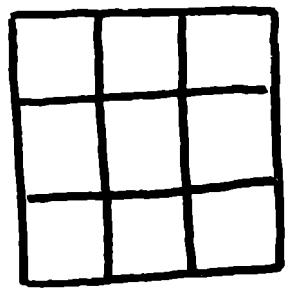
Dolayısıyla oluşan bu uçurum, ölçekli resimlerin ortaya çıkmasıyla çözülmüştü. Ama şu anda farklı bir şeyden söz ediyoruz. Beynimizin içine atomun biçimini sokmanın ve bunun keyfini sürüp ondan faydalanmanın olanaksızlığı, çok daha derin bir şey. Burada ölçekler bir işe yaramaz. İstediğimiz kadar ölçeğini büyütelim, bir atomu çizemeyiz. Kelimenin tam anlamıyla imkânsızdır bu.

Maddeyi oluşturan bu küçük öğeleri temsil eden haritaların yokluğu karşısında, bilim adamlarının başka bir aracı vardır. Daha az canlı ama son derece güçlü bir araçtır bu: Matematik. Onun sayesinde fizikçiler protonların, nötronların ve elektronların davranışını anlama şansına erişir: Bu parçacıkların belli yasalara kusursuz biçimde uyduklarını ve bu davranışlarının üç aşağı beş yukarı tahmin edilebilir biçimde gerçekleştiğini bulmuştur fizikçiler. Haritaların yerini alan matematik, Dünya'yı anlamak için vazgeçilmez önemdedir. Hâlâ *anlamak* fiilinin tam olarak ne ifade ettiğini anlamamış olsak da...

Söz konusu matematiği kullanan fizikçiler, gözlemlemekten âciz oldukları şeyleri çıkarsama imkânı bulmuştur. Sana son derece şaşırtıcı bir örnek vereceğim. Bunu anlaman için karekökün ne olduğunu bilmen yeterli.

$$\sqrt{}$$

Pek sevimsiz bir simge gibi gelebilir bu sana. Hoşumuza gitsin ya da gitmesin, bize ders çalışma zorunluluğunu anımsatan diğer tüm semboller gibidir. Ama aslında oldukça basit bir şey bu. Şu kareye bir göz atmanı istiyorum.



İçinde daha küçük karecikler olan bir kare bu. Tam olarak dokuz adet kare var burada. Daha önce, saymamıza gerek kalmadan, bu sayının 3 rakamının kendisiyle çarpımı sonucu bulunduğunu görmüştük. Her iki tarafta 3 küçük kare vardı ve bu sayıyı 3'le çarpmamız gerekmişti.

Pekâlâ, bu işlemin tersine doğru yapılmasına da *karekökünü alma* denir. Yani 9'un karekökü 3 ve 3 x 3 ise 9 eder. 81 rakamının karekökü 9 ve 9 x 9 ise 81 eder.

Ufak bir şey daha anlatacağım ve kuantum mekaniğinde, bütün bunlarla ilişkili olarak yapılan zekice bir keşifle ilgili bir hikâyeye geçeceğim. Biraz sabırlı ol.

Devam edelim: Aynı zamanda negatif sayılar da var. Örneğin 5 rakamından 8 çıkarırsak -3 kalır. Birinci rakam ikinciden küçük olduğu için negatif bir sonuç elde ederiz. Bunların hepsini biliyorsun, özür dilerim... Ama bu kadar basit bir şeyden bile atomlar hakkında son derece büyük bir varsayım çıkarılabileceğini anlaman için anlatıyorum bunları sana.

Bu sıkıcı matematik parantezini kapatırken, çarpma işleminin kuralları gereği, bir negatif sayı pozitif sayıyla çarpıldığında sonucun negatif olduğunu söyleyelim. İki pozitif sayının çarpımı pozitif bir netice verirken, iki negatif sayının çarpımı da pozitif bir sonuç verir.

Rakamların bu niteliği karekök hesaplarına da aynı biçimde etki eder. Burada yapılan işlem çarpmanın tersidir. Bu anlamda 81'in karekökü, daha önce söylediğim gibi 9 olurken aynı zamanda -9 da olabilir. Çünkü -9 ve -9'u çarpımı, 81 rakamına eşittir. Özetlemek gerekirse, karekökün iki farklı sonucu olabilir: Hem negatif hem de pozitif. 49'un karekökü hem -7 hem de 7'dir.

Pekâlâ, artık sıra dışı bir adamın çalışmasını anlamaya hazırsın. Fizikçilerin Dünya'yı anlamak için sahip oldukları en iyi aracın matematik olduğunu bize gösteren Paul Dirac'tan söz ediyorum.

Paul Dirac, 1902 yılında İngiltere'de, Max Planck henüz kuantum mekaniğinin temellerini atarken doğdu. Paul pek konuşmazdı. Aslında hiç konuşmazdı. Babası gibi onun da hafif

bir otizm yaşadığı tahmin ediliyordu. Çok küçük yaşlardan itibaren herkesçe biraz tuhaf bulunuyordu. Tabii öğretmenleri de bu fikirdeydi. Çok akıllı birine benzemiyordu ve sessizliği hatalı yorumlanıyordu.

Ama zehir gibi zeki bir çocuktu Paul ve onu iyi tanıyanların bundan şüphesi yoktu. Fizikle derinden ilgilenmeye başladı. Yine de suskunluk eğilimi hâlâ devam ediyordu. O kadar ki, meslektaşları şakayla karışık, *Dirac* adında, kelimelerin en küçük biriminin, kelimelerin atomunun bulunduğunu söylemeye başlamıştı.

Bir gün, elektronun davranışlarını tarif eden matematiksel bir formülü dikkatle incelemeye koyulmuştu. Denklem son derece tuhaf bir sürü simgeyle doluydu ama onun özellikle dikkatini çeken karekök olmuştu. İşin içinde bir de karekök olması ne kadar tuhaftı. Kimse sana az önce anlattığım o şeyi fark etmemişti: Tüm kareköklerin iki sonucu olabileceği olasılığını.

Paul Dirac da bu gerçeğin üstünden atlayabilir ve bunun maddenin doğasıyla hiç ilgisi olmayan matematiksel bir tuhaflık olduğunu düşünebilirdi. Ama bu konuya dönüp dönüp kafa yormaktan vazgeçmedi ve şöyle düşündü: "Ya bu denklemde de iki sonuç varsa? Karekökün pozitif bir sonucu var ama aynı zamanda diğeri, yani negatif olanı da geçerliyse?"

Dirac, bu soruyu fazlasıyla ciddiye aldı ve sonucun ne olabileceğine dair tahminler yürütmeye koyuldu. Hemen son derece şaşırtıcı bir sonuca ulaştı: Elektronun formülündeki karekök, (pozitif) maddenin yanı sıra (negatif) maddenin de olması gerektiğini gösterir.

Paul Dirac, böylelikle basit bir karekök sayesinde karşı maddenin varlığını keşfetmişti.

Karşı madde konusu da gizli inançlara meraklı insanların bayıldığı o *hayalet* konuların başında gelir. İnsanda merak uyandıran bir ismi var ne de olsa ve bu tür insanların en çok bayıldığı şey de budur zaten. Kökenini bilmeyenler açısından, kelime adeta öteki dünyaya atıfta bulunur gibidir. Ama sen, bu varsayımın nasıl formüle edildiğini az önce öğrendin. Bunun öyle gizemli bir yanı yoktur. Hepsi bir karekök meselesinden ileri gelmektedir. Madde kelimesinin başına getirilen *karşı* eki, genellikle yanlış yorumlanan sıradışı bir özellik veriyor ona. Karşı madde, maddenin *zıddı* ya da onun reddedilmesi değildir. Karşı madde aslında, kusursuz biçimde sağlaması yapılabilir, saptanabilir gerçek madde demektir. Ancak sıradan maddenin tam aksi özelliklere sahiptir. Bir karşı elektron bir elektronun tıpatıp aynısıdır, ancak artı yüklüdür ve yine birtakım başka ters niteliklere sahiptir. Fizikçiler ona *pozitron* adını vermiştir. Bilimkurgu meraklıları bu kelimeye özel bir sevgi besler, çünkü büyük yazar Isaac Asimov onu eserlerinde fazlaca kullanmıştır: Asimov'un hayalindeki robotların "pozitronik" beyinleri vardır.

Gerçek dünyada (artık bu ne anlama geliyorsa) bir elektron, karşı parçacığıyla yani pozitronla karşılaştığında her ikisi de yok olur ve onun yerine enerji açığa çıkar. Belki de gelecekte uzay mekikleri yakıtını karşı maddeden sağlayacak. Küçük bir miktarda karşı maddenin sıradan maddeyle karışması son derece yüksek düzeyde bir enerjinin açığa çıkmasına neden olur. Dirac'ın keşfi, Güneş'in enerjisi bittiğinde hayatta kalabilmemiz için ufak bir umut sunmaktadır bize. Belki de karşı maddenin gücüyle hareket eden uzay gemileri sayesinde

buradan uzaklara giderek kendimize rahat bir yuva bulmamız mümkün olacaktır.

Karşı madde sadece bir matematiksel varsayım değildir. *Parçacık çarpıştırıcı* adı verilen son derece modern makinelerin içinde de saptanmıştır. Kilometrelerce uzunlukta bir tüp şeklinde yeraltına inşa edilmiş olan, insan eliyle yapılmış bu makinelerde, atom-altı parçacıkları inanılmaz hızlarda çarpıştırılır ve bu çarpışma neticesinde başka yeni parçacıklar elde edilir. Albert Einstein'ın kütlenin enerjiye özdeş olduğunu söyleyen denklemini hatırlarsak, bu çarpışma neticesinde maddenin yaratılması anlaşılır olur. Son derece büyük bir hızla giderken parçacıkların edindiği kinetik enerji yeni bir maddeye dönüşmektedir. İşte karşı madde parçacıkları bu yolla, yeraltında bulunan devasa laboratuvarlarda yaratılmaktadır.

Karekök konusunu hiçbir önyargı olmaksızın, uygun biçimde ve cesurca düşünmek, yaşadığımız dünyanın nasıl olduğuna dair çıkarsama yapma imkânı vermektedir bize. Matematik olmasaydı çok daha azını görecektik.

Biraz dikkatle okuduysan, kuantumdan devasa boyutta olana, çok küçük ölçekten büyük ölçeklere atladığımı fark etmişsindir. Belki bu da ilgini sıcak tutmak için bir yöntemdir. Dolayısıyla şimdi büyük evrene tekrar bakacağız. Ama sakin ol, önce en küçük olana geri döneceğiz ve kuantum mekaniği dünyasında yapılan gelmiş geçmiş en görkemli keşfi göreceğiz.

Kara deliklerde kalmıştık. Kara deliklerin özünü, dimdik, yukarı doğru taş fırlatan birini hayal ederek anlamıştın. Kütlesi çok büyük bu tür yıldızların söndükten sonra da var olmaya devam ettiklerini anlattım. Ama kimileri var ki, çok çok uzun zaman önce ortaya çıkmıştı. Fizikçiler onlara *birincil kara delikler* adını veriyor. Kulağıma geliş biçimine bayıldım. *Birincil* kelimesi bize saflığı, bir nevi dokunulmamış olma niteliğini, boşluğu, asıl olanı çağrıştırıyor. Bu kara deliklerin evrenin ortaya çıktığı ilk zamanlarda oluştuğu tahmin ediliyor.

Hatırlayacağın gibi, Büyük Patlama teorisi bize, evrendeki maddelerin 13,7 milyar yıl önce küçücük bir noktada yoğunlaşmış halde olduğunu söyler. Genişleme başladığında, uzay henüz çok küçükken, korkunç miktarlarda madde birbirine kütleçekim kuvveti uygulamaya başlamıştı. Nesneler henüz birbirinden tam olarak ayrılmadığından, küçücük bölgelerde çok büyük miktarların yoğunlaşmış halde bulunması da çok kolaydı. Bir kara deliğe dönüşmek için muhteşem bir durumdu bu. Birincil kara delikler işte böyle ortaya çıktı.

Ancak bunların varlığı –aynı zamanda devasa kütleli yıldızların ölümünden sonra oluşan kara deliklerin de varlığı– büyük bir sorun yaratıyordu. Matematikle ilgili bir sıkıntı ortaya çıkarıyordu. Bu kurtarıcı, bazen eziyete dönüşebiliyordu.

Fizikte kullanılan matematikle ilgili bir sorun *varsa,* sahiden bir sorun *var* demektir. Matematik sonsuzluğa bir atıfta bulunuyordu. Bu fizikçilerin hiç hoşuna gitmeyen bir şeydi, çünkü bir belirsizliği ima ediyordu. Tutarlı bir evrende sonsuzluğa yer yoktu. Bu sonsuzluk, kara deliklerin hikâyesinde

son noktayı bulma çabalarının sonunda ortaya çıkmıştı. Kara delik, son derece büyük olan kütleçekim kuvveti nedeniyle içe çöküyorsa, bunu yapmayı sürdürmesinin önünde bir engel yoktu; dolayısıyla giderek daha da küçülür, sonunda boyutu sıfıra eşitlenirdi. Ve sonsuz bir kuvvete sahip olurdu.

Sıfır ve sonsuz. Birbiriyle uyumsuz iki kavram. Bundan 2500 yıl önce Zenon adında zeki bir filozof, aralarında sonsuzluk kavramının da bulunduğu birbiriyle çelişkili kavramlar üzerinde düşünmeye başlar. Meslektaşları için bundan daha rahatsız edici bir durum olamazdı. Zenon mantık yürütmenin içyüzünü gözler önüne serer ve ortaya çıkan tablo hiç de parlak sayılmaz.

Zenon, hareketin ne olduğunu bütünsel bir açıdan anlamaya çalışmıştı. Bunu yaparken, çevik kahraman Akhilleus ile son derece yavaş bir kaplumbağa arasındaki bir yarışı hayal etti. Kaplumbağa yola daha önce çıkmıştı ama yol uzundu ve son derece hızlı olan Akhilleus'un sonunda onu yakalayacağı belliydi. Buna karşılık ortada bir paradoks vardı. Filozof şöyle söylüyordu: Akhilleus hayvanı geçmeden önce, dostumuzla arasındaki uzaklığın önce yarısını katetmek zorundadır. Yarısını tamamladıktan sonra, önünde diğer yarısı kalacaktır. Kaplumbağayı yakalamadan önce, bu kez de geri kalan yolun yarısını katetmesi gerekecektir. Bu da iki rakibi birbirinden ayıran uzaklığın yarısının yarısı demek oluyordu. Ve bir kez daha kaplumbağayı yakalamak için önce yolun yarısının yarısının yarısını katedecekti. Bu böylece sonsuza kadar devam ettirilebilirdi. Zenon bu mantık yürütmeyle, Akhilleus'un kaplumbağayı yakalama imkânı olmadığı sonucuna vardı. Bir uzaklığı katedebilmek için önce onun tüm aralıklarını tek

tek geçmek gerekiyordu. Ama bu aralıklar sonsuz sayıdaydı! Ve bütün noktalara gitmeye uğraşsak da bunun için gerekli olan zaman sonsuz olabilirdi.

Pek çok filozof Zenon'un bu paradoksunu çeşit çeşit yollarla çözmeye uğraştı. Bazıları uzayın sürekli olmadığını, küçük bloklardan (uzay atomlarından) oluştuğunu ileri sürdü. Bu, bir yerden başka bir yere giderken gereken zamanın sonsuz olmadığını anlamamıza yardım edebilirdi; öyle ya, mesafeler arasındaki noktalar da sonsuz değildi. Ancak genellikle en mantıklı açıklama olarak kabul gören şey, sonsuzluk kavramının matematiksel bir yaratım olduğu ve gerçeklikle bir ilgisinin bulunmadığıdır.

Dolayısıyla kara deliklerin açıklanmasında sonsuzluk kavramı yer aldıysa, bu tam olarak anlamadığımız bir şeyler olduğu içindir.

Bu kitapta şimdiye kadar adını andığım bilim insanlarının içinde halen hayatta olan bilim insanı Stephen Hawking, kara delikler konusuna çok fazla ilgi beslemektedir. Aslında uzun zaman boyunca temel araştırma konusu ve başlıca isteği, başka şeylerin yanı sıra tüm bu sıkıntı veren fikirlerin ortadan kaldırılabilmesiydi.

Ancak bu korkunç sonsuzluk kavramı, sadece kara delikleri anlamaya çalıştığımız zaman değil, evrenin başlangıcı konusuna geldiğimizde de ortaya çıkıyordu. Bunu sadeleştirerek üç aşağı beş yukarı anlatabilirim sana – gerçi, sadeleştirme pahasına pek çok şeyi kaçırmış olacağız.

Birkaç sayfa önce, evrenin şu anda giderek genişlemekte olduğunu doğruladıktan sonra, bir başlangıcı olduğu sonucuna vardığımıza tanık oldun. Film makarasını geri sardı-

ğımızda, evrenin önceleri daha küçük olduğunu anlamamız zor olmaz. Giderek daha da küçülecektir. İşte sorun da *bu giderek* küçülme meselesinden çıkar. Çünkü mutlak küçüklük sıfır rakamıyla ifade edilir. Ve tamamen geriye dönmek istiyorsak varacağımız yer sıfır olur. O zaman evrenin herhangi bir boyutu olmaz ve bundan ötürü de yoğunluğu sonsuzdur. İşte yine o sevimsiz kelime çıktı karşımıza.

Ama bütün bunlar evrenbilimcilerin vazgeçip havlu atmalarına neden olmadı. Kozmosun tam da şu an nasıl göründüğünü bütünüyle anlama beklentisine zihinsel bir parantez açmış oldular. Fizikçiler bu bekleyişten faydalanarak evrenin oluşum anından hemen sonraki, henüz küçük bir zaman dilimi geçtikten sonraki halini araştırdı. Tam bu noktada herhangi bir sorunu ele almak mümkündü, çünkü sonsuzluk konusu ortadan kalkmış oluyordu. Onun yerini devasa büyüklükte rakamlar, hayal bile edemeyeceğimiz ama kusursuz biçimde ölçülebilir yoğunluklar alıyordu.

Konunun olağanüstü yanı bütün bunların gerçekten ölçülebilir olmasıydı. Fiziğin bugün bilinen kanunları uygulanarak evrenin bütün tarihi bilinebilir. Ama oluşumunun hemen ertesindeki anlardan itibaren... Öyle ya da böyle, bunun büyük bir başarı olduğunu sanırım inkâr edemezsin.

Yeni yaratılan madde, kuantum mekaniği yasalarına uygun biçimde kendi içinde etkileşime girmişti. Bu sırada uzay ve zaman giderek büyüyordu. Genişleme maddeyi birbirinden ayırdı ve bu maddeyi çok uzun zaman sonra galaksileri, yıldızları, gezegenleri ve aynı zamanda bizleri oluşturmaya başlayacak alanlarda biriktirdi.

Biz zavallı cahilleri etkilemek için canı sıkkın bilim insanlarının bir roman gibi kaleme aldığı bir varsayım ya da uydurma bir hikâye değil bu. Hiçbiri değil. Kullandıkları dil matematikti ve teorik olarak her adımları çok daha zahmetli bir analizden geçiyordu. Bu sarsılmaz bir kesinlik sunmuyor bize elbette (belki birkaç yıl içinde olayları çok daha kesin biçimde açıklama becerisine sahip bundan çok daha iyi bir teori çıkar), yine de şu an için Büyük Patlama, bütün olaylara en çok uyan varsayımdır.

Bununla birlikte Ulises, gururla dolup her şeyi anlama noktasına geldiğimizi belirtmek gibi bir ayartmaya kapılmamalıyız. Bu son derece kaygan bir zemin ve pek çoğu bunun çekiciliğine kapıldı bile. Her dönemin insanları, bir nevi dönemsel fanatizme kapılıp doğanın araştırılmasında sona gelindiğine inanmıştır. Newton evrensel kütleçekim yasasını formüle ederek tüm dünyayı şaşırttığında, bir iki ufak şeyi daha aydınlatınca her şey açıklanabilir sanılmıştı. Kozmosta kesin, ölçülebilir ve saptanabilir yasalar hâkimdi. Olaylar kendi aralarında etkileşime giriyordu ve evreni sonsuza kadar beynimizle kavrayabilmemiz için sadece bir iki ayrıntı kaldığı sanılıyordu. Gelgelelim evren asidir ve kolay kolay ele avuca gelmez. Tam bir sürü bilim insanı, bilimin son evrelerine gelindiğini ilan ettiği sırada kuantum mekaniği ve görelilik ortaya çıkmış ve her şeyin kapsamını yeniden genişletmiştir. Büyük olasılıkla bu bir süre sonra yine başımıza gelecek. O zaman da, bugün kesin bir dille her şeyin fiilen açıklandığını belirtenlere gerçek bir alçakgönüllülük dersi verilecek.

Şimdi seni bir futbolcuyla tanıştıracağım.

Niels Bohr

Olur da bir gün bir fotoğrafını görürsen ona iyi bak. Onun gibi bir adama bir sabah metroda rastlaman işten değildir. Bakışları hiç de 20. yüzyılın en zeki insanlarından biri olduğunu ele vermez. Oysa Albert Einstein açısından bile kolay yutulur bir lokma değildi o.

İsmi Niels Bohr'du. Gençliği boyunca futbola merak duydu. Doğup büyüdüğü Danimarka'da, erkek kardeşiyle birlikte önemli maçlarda oynadı. Spor yorumcuları sağ ayağının muhteşem olduğunu ve uluslararası düzeyde bile çok başarılı olabileceğini yazıyordu. Öte yandan tarihe sağ ayağıyla değil, aklıyla geçti.

Niels Bohr, Rutherford'un atomuna hayrandı. Maddenin içinde, mikroskobik ölçekte güneş sistemini fazlasıyla andıran şeylerin olması ona muhteşem geliyordu. Bu denli şiirsel bir benzerlikte yine de büyük bir sorun vardı ve futbolcu buna bir çözüm bulmaya girişti.

Bu rahatsızlığın dengeyle ilgisi vardı. Bir elektronun çekirdeğin etrafında dönerken radyasyon yaydığı biliniyordu. Bunu yaparken de kaçınılmaz olarak enerji kaybediyordu. Bu durum, elektronun kuvvetini kaybetmesine ve giderek daha yavaş dönmesine neden olacaktı. Sonunda da saniyenin çok küçük bir diliminde çekirdeğe çarpacaktı.

Bunu anlamak için Ay'a çok güçlü bir meteorun çarptığını ve onun dönme hızını yavaşlattığını düşün. Bu durumda, bu kitabın 26. sayfasında havaya fırlattığın taşların durumuna benzer bir durum da yaşanacaktır. Hani hızları Dünya'nın çevresinde tur atmak için henüz yeterli olmayan taşlara... Ne

olduğunu anımsıyor musun? Yere çarpmışlardı. Buna benzer bir şey elektronlara da olmalıydı. Enerjinin yitirilmesi, çekirdeğe çarpmayı beraberinde getirmeliydi.

Rutherford da bu sorunun bilincindeydi. Pek çok meslektaşı, modelin güzelliğine rağmen bu sorunun ortadan kaldırılması gerektiğini söylüyordu. Fakat Rutherford ısrarcıydı; küçük bir güneş sistemini andıran modelini savunmayı sürdürdü. Ona inancı tamdı.

Bohr, Rutherford'un fikrine bir fırsat tanımak istedi ve elektronların çekirdeğe asla yapışmamaları için ne olması gerektiği sorusunu sordu. Klasik fiziği uygularsa, buna hiçbir yanıt bulamayacağını derhal fark etti. Bunun üzerine kuantum mekaniğini ortaya koyan saygıdeğer bilim insanı Max Planck'ı düşündü.

Rutherford'un talimatlarını takip ederek bir kâğıda atom modeli çizdi. Güneş'in yerine bir proton, Dünya'nın yerine de bir elektron yerleştirerek aslında güneş sistemini çizmiş oldu. Dünya'da var olan en basit atom olan hidrojen atomunun eskiziydi bu. Basit olanla başlamak, sorun üzerinde düşünmeye koyulmanın en mükemmel yoluydu.

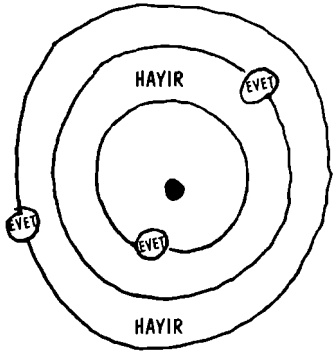
Planck'ın kuantumlardan, son derece küçük ve görünmez enerji birimlerinden söz ettiğini anımsadı. Bu enerji paketleri bir biçimde gerçekliğin parçalarını oluşturuyorsa ve onun yapı taşlarını kuruyorsa, o zaman bu, başka şeyler için neden geçerli olmasın? Sözgelişi, elektronların yörüngeleri açısından neden geçerli olmasın?

Büyük şeylerin dünyasında her şey kesintisiz gibidir. Zenon'un paradoksunu ve o sevimsiz sonsuzluk kavramını anımsa. Uzayda bir noktayla diğeri arasında sonsuz konum

bulunur. Örneğin bir gezegen Güneş'in etrafında, istediği uzaklıkta dönüyor olabilir. Yeter ki, hızı daima buna uygun olsun... Aynı gezegen Güneş'e daha yakın bir yörüngede dönmek isterse, yapması gereken hızını azaltmaktır. Böylece kollarını açmış onu bekleyen bir yörüngeye kavuşacaktır hemen. Bunu başka bir dille ifade edersek, yasaklı yörünge yoktur. güneş sisteminde ve en genelde büyük cisimlerin dünyasında, herhangi bir şey yasaklı değildir.

Ama daha küçük ölçekte olup bitenlerin biraz daha farklı olduğunu az önce gördün. Bohr, elektronların *yasaklı yörüngeleri* olursa, atomun dengesizlik sorununun tamamen çözüleceğini düşünmüştü.

Bu *yasaklı yörüngeler* tam olarak ne anlama gelmektedir? Bir elektronun dönerek ve radyasyon yayarak etkili biçimde enerji kaybettiğini düşünelim. Ama bu kaybettiği enerji miktarının ona fazla hız *kaybettirmeyecek* kadar az olduğunu farz edelim. Bu durumda çekirdeğe doğru yine *çok az* yaklaşacaktır. Şimdi, bu yaklaşma miktarının bir sonraki yörüngeye düşmesine yeterli gelmeyeceğini düşünelim. Bu durumda radyasyon yaymış olmasına rağmen bulunduğu yörüngede dönmeyi sürdürecektir.



Az önce çizdiğim şekil, Bohr atom modeline göre olanaklı yörüngeleri basit ama yararlı bir biçimde göstermektedir. Yuvarlak yörüngeler bir elektronun bulunabileceği yörüngeyi temsil eder. Bu dairelerin arasındaki boşluk yasaklı yörüngelerdir. Bu yasakla birlikte, çekirdeğin etrafında dönmekte olan elektron asla çekirdeğe çarpamaz. Bu imkânsızdır, çünkü dairelerin arasındaki bölgelerden geçmesi gerekecektir ve bu bölgeler de ona yasaktır.

Aklından neler geçtiğini biliyorum Ulises. Bunun uydurma bir kılıf olduğunu düşünüyorsun... Doğa neden elektronlara göre bir şey yapmayı yasaklamak zorunda kalsın ki? Bohr neden böyle bir şey söylüyordu?

Kuşkuların olmasını anlıyorum ama hiçbir ciddi bilim insanı –Bohr da kuşkusuz öyleydi– bir varsayımı sırf canı istedi diye ortaya atmamıştır. Yasaklı yörüngelerin varlığı Planck'ın yapı taşı kuantumları hakkındaki derin araştırmasından ileri gelmektedir. Doğa sıçramalarla ilerler, düz bir çizgide değil ve yörüngeler de öyle.

Tüm bu açıklama boyunca *yasaklama* kelimesini kullandım. Çünkü Bohr'un Rutherford'un atom modelini kurtarmak için yaptığı açıklamaya yorum getiren fizikçilerin kullandığı kelime de bu. Ancak bunun biraz kafa karışıklığı yaratacağının farkındayım. Burada kimse hiçbir şeyi yasaklamıyor. Doğa, bir polis ya da yargıç değildir. Doğa doğadır ve kuralları hiçbir hayali varlık tarafından saptanmış değildir. *Yasaklı yörünge* kavramı sadece bir benzetmedir; atom dünyasında olayların sürekli olmadığını söylemenin bir biçimidir. Oysa insani ölçekte gördüğümüz kadarıyla olaylar tam aksine, sürekliymiş gibi görünür.

Niels Bohr'un çalışması küçük ölçekte bir güneş sistemini temsil eden atom modeline harika bir savunma ortaya koyar. Ancak birkaç sayfa önce sana ne dediğimi unutma: Dalgaların ve parçacıkların iç içe geçip karıştığını öğrendiğimizden beri kuantum dünyası belirsiz bir hal almıştır.

Ve işte şimdi olaylar daha da ilginç hale bürünecek.

Her Şeyi Silikleştirmek

Bohr'dan tekrar söz edeceğim sana. Çünkü onun 20. yüzyıl bilim tarihindeki rolü son derece olağanüstüdür. Ama şimdi bu kuantum sıçramalarından hiç hoşlanmayan biriyle tanışmanda fayda var: İsmi Erwin Shrödinger'di. Viyana'da doğmuştu ve görünümü Max Planck'ı andırıyordu, sadece biraz daha fazla saçı vardı.

Bu fizikçi, eşine zor rastlanır türde tutucu biriydi. Kuşkusuz, bir akşam yemeğinde sana eşlik edebilecek en iyi kişiydi ama bir kız arkadaşına onunla evlenmesini tavsiye etmezdin asla. Evli kaldığı süre boyunca eşini kaç kadınla aldattığını kimse tam olarak bilmiyor. Ortaya konan sayılar dudak uçuklatacak cinsten ama bu konuda kimse ciddi bir araştırma yapmadı.

O serüvenden bu serüvene atılırken Erwin, atomlar arasındaki kuantum sıçramalarının ne anlama gelebileceğini derinlemesine araştırmaya koyuldu. Bunların varlığına katlanamıyordu. Onları ortadan kaldırmak için elinden geleni yapacağına dair bir söz verdi kendine. Bohr'un atom modeli, sıçrayarak geçilebilecek yasaklı yörüngelere sahip o model, dünyanın en itici şeyi gibi geliyordu ona.

Bir seferinde dağ başında bir kulübeye dinlenmeye çekilmişti. Tahmin edileceği gibi yanında güzel mi güzel bir de kız vardı. Kırsal hayatın hâkim olduğu o inziva sırasında hayatının en parlak fikrini bulduğu söylenir – kız o sırada ya uyuyordu ya da duş alıyordu; bunu asla bilemeyeceğiz... Shrödinger, aklına gelen her şeyi not aldığı bir defterle gezerdi daima ama bu kez şaşırtıcı biçimde elinde defteri yoktu.

Vaktinin büyük bir kısmını takıntılı biçimde elektronlara kafa yorarak geçirdiğini kimse inkâr edemezdi. Neden bir yerden diğerine sıçrıyorlardı? Ortadaki boşlukta hiç bulunmuyorlar, onu bir çırpıda atlayıp bir sonraki yörüngeye geçiyorlardı. Bunun son derece tatsız bir olay olduğunu söylemeye bile gerek yok.

Erwin, Prens De Broglie'nin fikri üzerine düşünmeye başladı. Elektronlar aynı zamanda dalgaysa, buradan yola çıkarak bir sonuca varılabilirdi belki. Dalgalar doğası gereği kesinliği olmayan şeylerdir, diye fikir yürüttü. Somut, belirli, sabit bir yerde bulunmazlar, uzayda bir alanı kaplarlar. Denizin dalgaları parmakla gösterebileceğimiz bir noktada bulunmazdı. Aksine geniş bir yüzeye dağınık olarak yayılıyorlardı. Peki ya aynısı elektronlar için de geçerliyse? Elektronları da zihnimizde somut bir yer kaplamayan dalgalar gibi canlandırırsak, o zaman bir yörüngeden diğerine sıçrama sorunu da kendiliğinden ortadan kalkmış olurdu. Bir elektron bir yörüngede dönerken diğerine geçtiğinde, bu aktarım sürekli bir nitelikte olurdu. Çünkü dalgalar her iki konumda da kati bir yeri işaret etmeyecekti.

İki şehrin arasındaki uzaklığı hiç katetmeden bir anda Paris'ten Moskova'ya atlarsam, Shrödinger'in hiç hoşuna gitmeyen o sıçrayışlardan birini gerçekleştirdim demektir bu.

Ama bir bulut gibi enginsem ve Paris'in üstündeyken aynı anda Moskova'ya kadar uzanabiliyorsam, o zaman Rus kentine varmak için hiç de öyle ani bir şekilde değil, son derece usulca hareket etmiş olurdum.

Bu açıklama Erwin'in içini büyük bir heyecanla doldurdu. En sonunda kuantum sıçramalarını ortadan kaldırmıştı. Karmakarışık hesaplamalar yapmış ve elektronlar için *dalga denklemi* adını verdiği bir denklem bulmuştu. Bu matematiksel formül, elektronların bir atomun çekirdeğinde hareket etme biçimlerini kusursuz biçimde tanımlıyordu.

Elde ettiği sonuçtan memnun bir halde denklemini tüm evreni kapsayacak şekilde genişletmek istedi. Belki de şöyle düşündü:

- Atom altı parçacıkları dalgadır.
- Hareketlerini matematiksel formülüme uygulayarak anlamak olasıdır.
- Benim kafam da dahil olmak üzere büyük nesneler ya da gezegenler ya da yeni sevgilimin bedeni gibi her şey, atom-altı parçacıklarından olmuştur.
- Bundan ötürü formülüm büyük nesneler için de geçerli olacaktır.

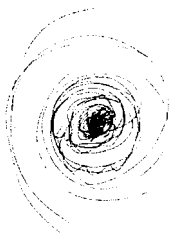
Dostumuz Erwin'in değerli kulübesinde kurduğu mantık zinciri, tam olarak bu değildi elbette ama büyük olasılıkla böyle ifade edilebilir. Sadece küçük olanların değil, dünyadaki tüm nesnelerin bu dalga denklemiyle açıklanabileceğini görmüştü aniden. Bunu büyük nesnelere uyguladığında, denklemlerinden çıkan hareket yasalarının klasik hareket yasalarına bire bir uyduğunu gördü.

Galileo ve Newton'un geçmişte yaptığını 20. yüzyılda gerçekleştiriyordu Shrödinger. Einstein, teoriyi öğrendiğinde, bunun gerçek bir dâhinin çalışması olduğunu belirtmişti.

Ama burada tam olarak ne kastedildiğinin üstünde duralım. Bir elektron düşünelim. Önceden bu parçacığı şöyle çiziyorduk:

•

Basit bir noktacık şeklinde. Ama artık elektron sadece bir nokta değildir. Aynı zamanda, dağınık ve belirsiz bir dalgadır. Bundan ötürü şöyle çizmemiz gerekir:



Shrödinger şeklin iç kısmındaki karalanmış bölgelerin, elektronu bulma olasılığımızın *en yüksek olduğu* yerleri gösterdiğini belirtmiştir. *Dağınık* şeylerle ilgili böyle bir sorun vardır: Tam olarak nerede oldukları gösterilemez. Yoğunluğu daha az, aralıkları daha geniş çizgiler, elektronun orada bulunma ihtimalinin az olduğuna işaret eder. Elektron, aynı anda her yerde olabiliyor gibidir. "Olmak" fiili, burada sadece en çok karalanmış alanlarda onu bulma olasılığına işaret eder.

Shrödinger'in fikri böyleydi işte. Fizik tarihinin bu kısmından bahsederken daima anlatılan bir konudur bu. Ama bir saniye, başım döndü...

Kafa Karışıklığı

Neden söz ediyorduk oğlum? Sayfalar boyunca alabildiğine normal şeyler yazdım durdum. Örnekler verdim, gerçekliğin görsel olarak temsil edilebileceği gibi safça bir yanılsamayla şekiller çizdim. Sana açıklayacağım şeye gerekçeler göstermek ve anlamak için yaptım bunu. Ve sonunda geldiğim noktada, bu yaptığımın korkunç biçimde tuhaf olduğunu fark ettim. Son derece geniş ve *dağınık* bir alana yayılmış parçacıklardan oluştuğumuzu söyleyip de nasıl hiçbir şey olmamış gibi sakin kalabiliriz? Tüm bunlar ne anlama gelmektedir? Öyle gelse bile, hiç de bize uzak konular üzerine tahmin yürütüyor değiliz. Elektronlar konusu bizimle fazlasıyla ilgili. Elektronlarla doluyuz biz. Ellerinde, dilinde, kirpiklerinde, her bir saç telinde, gözlerinde şu anda kaynaşıp köpürmekte olan yüzlerce, binlerce, milyonlarca elektron mevcut. Atom altı parçacıklarından oluşuyoruz. Ve dünyanın en normal şeyiymiş gibi, bunların *dağınık ve yaygın* olduklarını söyleyiverdim. İşin aslı, bütün bunları kimse anlamıyor; söylediğimiz şeyden anlık olarak çok eminmiş gibi konuştuğumuz için hepimiz bir parça suçluyuz.

Futbolcu fizikçi Niels Bohr, "Kim kuantum mekaniğini anladığını söylüyorsa, hiçbir şey anlamamış demektir" diye belirtir. Bu, tek tesellimiz olmalı belki de.

Dikkat edersen, en küçük ölçekli şeylere döndüğümüz her seferinde yönümüzü kaybediyoruz. Kuantum dünyasına yapmamız gereken bir iki ziyaret daha var ve kafa karışıklığı da artacak. Bundan önce, biraz kafamızı toparlamak için yine devasa evrene dönelim.

Kozmik Doğum Günleri

Nerede kalmıştık Ulises? Evrenin oluşumundan hemen sonraki zaman diliminde, saniyenin küçük dilimleriyle geçen süre boyunca, bilimcilerin evrenin tarihine dair nasıl açıklamalar yaptıklarına bakıyorduk. Bir iki noktayı aydınlatma zamanı geldi. Yazdıklarım sende bazı şüphelere yol açtı belki de. Her şeyden önce, milyarlarca milyarlarca yıl önce olmuş bir şey nasıl bilinebiliyor, diye düşünüyor olabilirsin. Bu kadarla da kalmıyor üstelik: Özellikle bu rakam nasıl bulundu, diye soruyorsun belki de.

Bu rakamların şüphe uyandıracak kadar somut olmalarını kabullenmekte isteksiz olmanı anlıyorum. Hele de bu konunun bir hayli karmaşık olduğu göz önüne alınınca... Bir kere, profesyonel bilimciler, sırf güzel buldukları için bazı verileri ortaya atmaz. Ne şairdir ne de roman yazarıdır onlar. Gerçi şairlerle epey ortak yönleri vardır ya... Bunu yazmaktan hiç yorulmayacağım: Bilimcilerin söylediği şeyler, gerçekliğin derinlemesine araştırılmasından çıkar ve bu insanlar, güçlü bir nedenleri olmadan bir şeyi boş yere ileri sürmezler.

Sana evrenin yaşını hesap etmeni söylersem, işe bir veri tabanı tutarak başlaman gerekir. Yani gerçekten var olan bir şeyin kaç yaşına geldiğini hesaplarsın. Bir kere evrenin bildiğin her şeyden daha yaşlı olması gerekir.

Dünya'da yalnız olsaydın, kozmosun senden hiç değilse bir saniye daha yaşlı olduğu sonucuna varırdın. Öyle ya, evren ortaya çıkmadan senin var olman mümkün değildir. Neyse ki, başka sayısız insan daha var. En yaşlısı muhtemelen doksan küsur yaşında insanlar. Sonuç olarak, Büyük Patlama'nın en azından yüz yıl önce gerçekleşmiş olması gerek.

Ama senin tanıdığın en yaşlı insanlardan önce de bir şeylerin var olduğunu biliyorsun. Örneğin katedraller yüzyıllar öncesinden beri var ve Mısır piramitleri 5 bin yıl öncesine dayanıyor. Bu anlamda evrenin yaşını azar azar büyütüyorsun.

Yalnız bir şeye dikkat et: Sana Burgos Katedrali'nin 13. yüzyılın başlarında inşa edildiğini söylediklerinde buna inanmaktan başka çaren yok. Ne de olsa bunu kendi gözlerinle görüp doğrulayamazsın. Bu bilim insanlarının pek hazır olmadığı bir şeydir. Kaynağı ne olursa olsun sadece laflar, olaylara inandırıcılık bağışlayamaz. Bilim tüm verileri kendi yöntemiyle doğrulamak ister. Bunun nasıl işlediğini görelim haydi...

Daha önceki örneklerimizde olduğu gibi fizikçiler evrenin yaşını hesaplamak için son derece kesin bir şeyden yola çıktı: Evren, içinde var olan herhangi bir şeyden daha büyük olmalıdır.

Güneş'ten bahsederken, hidrojenin helyuma dönüşme hızını bildiğimiz için, Güneş'in kalan yakıtına bakarak ömrünü hesaplamanın olanaklı olduğunu söylemiştim. Bu sayede yıldızımızın 4,5 milyar yaşında olduğu bilinmektedir.

İşe başlamak için bu iyi bir veri tabanı. O zaman evren 4,5 milyardan daha yaşlı olmalı. Ama evrendeki tek yıldız Güneş değil. Yaşlarını sorunsuz bir şekilde hesaplayabileceğimiz başka yıldızlar da var. Aynı zamanda kimi galaksilerle aramızdaki uzaklık da bize muhteşem bir ipucu sunmakta. Ne kadar uzakta olduklarını ve ışıklarının bize ne kadar sürede geldiğini bilince şu sonuca varırız: Kozmos, ışığın bu yıldızlardan çıkıp teleskoplarımıza ulaşmasından sonra yaratılmıştır.

Bunlar evrenimizin doğumundan bu yana geçen zamanı hesaplamak için iyi araçlar olsa da bilim insanlarının daha muhteşem başka bir yolları var. Bu yöntemlerin neler olduğunu öğrenmek için, evrenin genişlediğini bulan ve aynı zamanda boksör olan büyük Edwin Hubble'ı anımsamakta fayda var.

Sana anlattığım gibi Hubble, galaksilerin birbirinden uzaklaştığını görmüştü. Gördüğü bu şey onu, eskiden galaksilerin birbirine daha yakın olduğunu düşünmeye itti. Bu bilgiyi elde etmekle kalmadı, aynı zamanda bununla ilgili ölçüm de yaptı. Yani galaksilerin birbirinden uzaklaşma hızlarını hesapladı. Ayrıca ne kadar uzaklaşırlarsa o kadar çok hız kazandıklarını doğruladı. Bu uzaklaşmanın sayısal değeri, *Hubble Sabiti* adı verilen bir rakamdır.

Hayranlık uyandıracak kadar kullanışlı bir veridir bu. Örneğin, bir balonun şişme hızını bilirsen, tek yapman gereken zamanda geriye gitmektir. Ve böylece şu an gördüğün haline gelecek şekilde, tam olarak ne zaman şişmeye başladığını hesaplayabilirsin. Aynısını evrene de uygulayabiliriz: Evrenin büyüme hızını bildiğimizde, ne zaman büyümeye başladığını bulmak zor olmaz.

Hubble, sabitine bir rakam vermişti. Ancak daha sonra yapılan uzak uzay gözlemleri neticesinde, bu değerin elde edilen rakamdan biraz büyük olduğu anlaşılacaktı. Geçtiğimiz günlerde California'dan bazı bilimciler galaksilerin birbirinden ayrılma hızını inanılmaz bir kesinlikle hesap etti. Hubble sabitinin değeri böylece bir kez daha anlaşıldı.

Bu sabit rakama kimi formülleri uygulayan fizikçiler, evrenin 13,7 milyar yıl önce bir noktada yoğunlaşmış halde olduğunu hesapladı. Bu sonuç da aslında bir denklemin çözü-

mü sonucunda bulundu. Rastlantısal bir tahmin değildi. Saf matematikle elde edildi.

Bilimde farklı yollarla elde edilen sonuçlara çok değer verilir. Bir konuda farklı farklı arkadaşların sana bir şey söylüyorsa, tek bir kişinin söylediklerine kıyasla, ona daha çok inanma eğiliminde olursun. Birbiriyle aynı ya da benzer sonuçlar ortaya çıkaran çok sayıda deneyle ilgili olarak da böyle bir durum vardır.

Evrenin yaşını hesaplama yollarından bir diğeri de evrenin ilk oluştuğu zamanlarda kuantum mekaniğine göre gerçekleşen olaylarla ilgilidir. Madde uzayda genişlerken fotonlar açığa çıkarır. Anımsıyorsan, ışığı oluşturan küçük parçacıkların foton olduğunu söylemiştik. Ve bu fotonlar kontrolsüz gezmeye başlar. Uzayın yapısı giderek genişlediğinden fotonlarla bağlantılı olan dalgalar da uzar.

Bu radyasyon ve dalgalar, aradan bunca zaman geçtikten sonra bile orada varlığını sürdürmektedir. Buna *kozmik mikrodalga arka plan ışıması* (kısaca: fon ışıması veya fon radyasyonu) denir. Uzayın içlerine doğru genişleyen bu radyasyon dalgalarının araştırılması, evrenin yaşına ilişkin güzel bir veri sunmaktadır. Bu veri de Hubble'ın sabitini kullanarak elde edilen sonuçla örtüşmektedir.

Gördüğün gibi fizikçiler kimi zaman yanılabilse de hiçbir şeyi durup dururken uydurmuyor. Belki de dikkat etmedikleri binlerce sorun çıkıyor, yüzlerce olay oluyordur. Ama şu an için elimizde daha fazla delil olmadığından her şey Büyük Patlama'nın bundan 13,7 milyar yıl önce gerçekleştiğine işaret etmektedir.

Evren –en azından şimdilik– ölçülebilir görünmektedir.

Ama tam işler yolunda gidiyor gibiyken, çok daha rahatsız edici bir olasılık ortaya çıktı: Belki de bizim evrenimiz var olan tek evren değildi; milyonlarca başka evrenden biriydi.

Bundan daha sonra bahsedeceğim. Ama önce küçük şeylerin dünyasına dönmemiz gerek. İşin en gizemli kısmına giderek daha çok yaklaşıyoruz.

Kendi Bildiğini Okuyan Küreler

Erwin Shrödinger, kulübedeki tatilin ardından evine dönünce ne oldu, bilmiyoruz. Belki de karısı ona bayağı şüpheli gözlerle bakmıştı. Gerçi karısının artık bütün bunlara alışmış olması da muhtemeldi... Öyle ya da böyle, adamın umut dolu olduğu kesindi: Sonunda kuantum sıçramalarını ortadan kaldırmıştı ama kendisinin bile aklına hayaline gelmeyecek bir şey pahasına olmuştu bu.

Elektronları geniş bir sahaya yayılan, dağınık bir dalga gibi tanımlamıştı Shrödinger. Pek çok meslektaşı bu "yayılmanın" derin anlamı üzerine tahmin yürütmeye yöneldi. Shrödinger'in bir şüphesi yoktu: Burası açıkça, belirli bir anda bir elektronun bulunma olasılığının en yüksek olduğu alandı. Oysa diğer fizikçiler bu yorumu benimsemedi. Onlara göre elektron bu yayılmanın her yerinde bulunuyor, aynı anda her yerini birden kaplıyordu.

Kuşkusuz, son derece rahatsız edici bir tarzda da olsa, konuya başka açıdan bakmak anlamına geliyordu bu. Dalga denkleminin tanımladığı bu alan, parçacıkları bulma *olasılığının* en yüksek olduğu yerlerin şekli değildi. Aksine bu alanın

toplamı, *aslında* elektronun bulunduğu yerin ta kendisiydi. Bu anlamda bir bilimci onu saptayana kadar bir elektron aynı anda tüm yerleri "kaplıyor olacaktı". Tanı gözlem anında parçacık belirli bir noktada görünecekti ama öncesinde belirsiz, yaygın bir varoluşu vardı.

Bu noktada fizikçilerin eninde sonunda bir fikir birliğine vardığını söyleyemem. Kimileri bundan hiç bahsetmemeyi ve basitçe hesap yapıp gözlem yapmayı yeğler. Diğerleri konunun aslında göründüğü kadar gizemli olmadığını söyleyerek onu göreceli hale getirir; nasılsa sonunda mantıklı bir açıklama bulunacak ve doğanın kısmen açıklanabilir bir yer olduğu fikriyle herkes yeniden rahat bir nefes alacaktır. Ve bir de en cesaretli olanları vardır: Onlar da şüpheye yer bırakmayacak biçimde, gerçeğin ne olursa olsun bilinçli bir gözlemcinin orada bulunup bulunmamasına bağlı olduğunu belirtir. Bana sorarsan, taraf tutmamayı yeğliyorum. İnsan oradan oraya bakıp durmaktan, her seferinde yeni bir düşünce dizgesinin ortaya koyduğu yeni bir açıklama modeline kafa yormaktan yoruluyor. Bizim gibi bilim gözlemcilerinin muhteşem şüpheyle yetinmesi ve son tahlilde her şeyin mümkün olduğunu düşünmesi daha iyidir.

Az önce bilinçli gözlemcinin *gerçekliği yaratma* olasılığından söz ettim. Henüz doğrulanmamış bu varsayım, genellikle başka bir varsayımla karıştırılabilir: Gözlemci gerçeklik üzerinde *değişikliğe yol açar*; bu tamamen farklı bir varsayımdır. Ve bu son varsayım, kusursuz biçimde kanıtlanmıştır.

Ulises biliyorum, anlamakta zorlanıyorsun ama kimse kuantum mekaniğinin basit olduğunu söylemedi zaten. Aslında söylenen daima bunun aksi olmuştur. Sana ne kadar

sıra dışı görünürse görünsün, maddeyi oluşturan bileşenlerin davranışları, gözlemciden bağımsız değildir. Ve onlara bakan biri olmadığında davranışları da farklı olacaktır.

İşte tam bu noktada, esrarlı konulara bayılan arkadaşlarımız, o özel bakış açılarını sunmak üzere yine sahneye çıkar. Gözlemcinin gerçekliği bir biçimde değişikliğe uğratabilmesi, onlara göre, kimi ruhsal kuvvetlerin varlığına dair tartışılmaz bir kanıttır. Hatta beynimizin, içimizden geldiği gibi gerçekliği değiştirebileceği bile söylenmiştir. Bu da yine bilimsel bir sonuçtan ne denli ilginç yorumlara varılabileceğini gösterir. Kuantum mekaniği ruhun gizli kuvvetlerinden söz etmez. Sadece maddenin mikroskobik boyuttaki davranışlarını tanımlar. Ve bunu da istatistiğe ve matematiğe dayanarak yapar. Bu davranışın gözlemciyle değişikliğe uğratılabilir olması demek, kesinlikle düşüncemizle Dünya'yı istediğimiz gibi değiştirebileceğimiz anlamına gelmez.

Shrödinger kuantum mekaniğinin pek makul gelmeyen yanlarını ortadan kaldırmayı isterken bunun tam aksini başardı. Ona muğlak bir öğe ekleyerek istemeden de olsa gerçekliği biraz daha belirsiz hale getirdi. Bu da yetmezmiş gibi ortadan kaldırmak istediği kuantum sıçramaları hâlâ mevcuttu ve sürüncemedeydi.

İtiraf etmem gerek, biraz kötü niyetliyim. Seni şaşırtmak için bir tekniğe başvurdum. Bu, bilimsel açıklamadan çok gösteriye yakın bir teknik. Ama işte ben buyum, elimden başka türlüsü gelmiyor. Gözlemcinin gerçekliği değişikliğe uğrattığını doğru kabul ediyordum. Ve bu önemli sonuca nasıl varıldığını anlatmadan önce de bunu biliyordum. Bunu sana, duygusal şoku en yükseğe taşıyacak şekilde anlatmaya

karar verdim. Affedersin, bu gülünç ve uçarı bir taktik, biliyorum. Bu sonuç bölümüne gelinene kadar atılan adımları anlatsaydım, o zaman sonucun nasıl olacağını önceden tahmin ederdin ve sürprizi kalmazdı. Şimdi fizikçileri, atom dünyasını gözleme bağımlı bir yer olarak düşünmeye sevk eden süreci anlatacağım sana. Bunu ta baştan anlatmadığım için beni affeder misin? Sonuçta bunu senin için yaptım. Birini şaşırtmayı istemek bir sevgi göstergesidir.

Belirsizlikler İlkesi

Bu fizik ilkesinin görkemli bir adı var. Herhalde bundan daha sıra dışı bir isim seçilemezdi onun için. Bu ilkenin çekiciliği, bütünüyle farklı iki kavramı birbiriyle ilişkilendirmesindeydi. "İlke" sözcüğü düzenli, hesaplı, katı bir şeyi gözümüzün önüne getirirken, "belirsizlik" sözcüğü bunun tam tersini temsil eder. İkisinin muhteşem birleşimi karşısındaysa bize ürpermek düşer.

Bunu formüle eden kişi, Alman fizikçi Werner Heisenberg'di. Max Planck'ın kuantum teorisini tamamladığı sıralarda, Werner üç saatte bir altına yapan ve cırtlak bir sesle ağlayan, anne babasını canından bezdirmekte olan bir bebekti henüz.

Fiziğe ilgi duyduğunun anlaşılması için birkaç yıla daha gerek vardı kuşkusuz ama bu ilgi bir kez ortaya çıktıktan sonra bir daha yok olmadı. Yirmili yaşlarının sonuna geldiğinde temel parçacıkların davranışlarıyla ve onlar hakkında tahminde bulunabilme becerimizle ilgileniyordu.

Bu kitap boyunca sana fizik kurallarından bahsettim. Aslında bilim tarihi umutsuzca bu kuralları bulmanın tarihidir. Bu kurallar son derece yararlıdır ve her şeyi hayranlık verici biçimde basitleştirerek Dünya'yı anlamamızı sağlarlar. Newton'un kütleçekimi yasası fizik yasalarına muhteşem bir örnektir. Bu yasa bize tahmin becerisi sunar. Örneğin, bir gezegenin belli bir andaki hızını ve konumunu biliyorsan, gelecekte nerede olacağını kolayca hesaplayabilirsin.

Fizik yasalarının bu niteliği elbette muhteşemdir. Tüm bir evreni zihnimize dahil etmeye yardımcı olur. Her şey son derece kaotik olsaydı, olaylar basit ve evrensel kimi yasalara göre açıklanmasaydı, teknolojiyi yaratma becerisinde olamazdık. İnsanlığın icatları, doğa yasalarına olan güvenimize dayanmaktadır. Bu yasalar hiç aksamadan tıkır tıkır işlemektedir görünürde.

Heisenberg, gezegenlerin dünyasında yapabildiğimiz gelecek tahminlerinin kuantum mekaniğinin tuhaf mı tuhaf evreni için de olası olup olmadığını öğrenmek istemişti. Örneğin elektronu ele alalım; bu kitabın yıldız parçacığını... Elektronun davranışının tahmin edilir olup olmadığını veya gelecekte nerede bulunacağı sorusuna yanıt verip veremeyeceğimizi öğrenmek istiyorsak, öncelikle şu anda nerede olduğunu bulup çıkarmak zorundayız. Nasıl bir hıza sahip olduğunu ve tam olarak nerede konumlandığını bulmalıyız. Tüm bu verileri bildikten sonra, elektronun geleceğine dair soruları yanıtlamak zor olmayacaktır.

Bir salyangozun nerede olduğunu bilmek istersen tek yapman gereken onu aramaktır. Bulduğunda bir kâğıda yerini işaretlersin ve sevinçle, "Hayvanın bulunduğu yeri işaretledim" dersin. Bunu yapmak için onu gözlerinle görmen gerekir.

Görmek içinse ışığın salyangoza çarpıp gözlerine geri dönmesi gerekir. Tüm bunların aman aman gizemli bir yanı yok.

Dolayısıyla bir elektronun nerede olduğunu bulmak için de benzer bir şeyin yapılması gerektiğini söylemek karmaşık olmaz. Tek yapmamız gereken üzerine ışık vurmasını sağlamak ve ışığın ondan sekerek ölçüm aletimize ulaşmasını beklemektir. Burada, ışığın fotonlardan oluşması bizim için bir sorundur. Fotonlar elbette çok küçüktür ama elektronlar da öyledir. Dolayısıyla ışık bir elektrona vurduğunda, onu aydınlatmak için üzerine düşen foton, elektronun yörüngesini *etkiler*. Böylece yaptığımız gözlem faaliyeti, gözlenen şeyi değişikliğe uğratmış olur.

Belirsizlik ilkesi bundan çok daha karmaşıktır. Ama bu tanım, ölçümler yapmaya sıra geldiğinde ortaya çıkan zorlukları anlamana yardımcı olur. Aslında, anlaşıldığı kadarıyla, bir atom altı parçacığının aynı anda hem hızını hem de konumunu saptayamayız. Hızını öğrenmek istiyorsak, konumunu saptamakta başarısız oluruz. Konumunu öğrenmek istiyorsak hızını belirleyemeyiz. Bu özelliklerden hangisi için daha kesin bilgi istersek, diğeri için daha az kesinlik elde ederiz.

Bunun tamamen pratik bir sorun olduğunu düşünebilirsin. Fotonun, elektronun yolunu değişikliğe uğratmasının felsefi bir anlamı olmadığını, bunun ölçüm almakta zorlanmamızla ilgili olduğunu düşünebilirsin. Belki de bir elektronun hızıyla konumunun, ona çarpan yaramaz fotonlar sebebiyle öğrenilememesinin hınzırlık olduğunu söyleyeceksin. Ve bu durumdan ötürü, kusursuz biçimde öngörülebilir ve belirlenebilir evren fikrini değiştirmemize hiç de gerek olmadığını söyleyebilirsin. Bu verileri asla *öğrenemeyecek* olmamız, bunların gerçekte *var olmadıkları* anlamına gelmez.

Gelgelelim olaylar bu kadar basit değil. Bu sadece teknik bir sorun değil, doğanın kendisinde var olan bir nitelik. Maddenin davranışında en derin seviyede rastlantısal bir şey var: Bu, adeta fizik yasalarıyla alay eden bir özellik gibi.

Albert Einstein bundan hiç mi hiç hoşlanmamıştı. Atom altı parçacıklarının davranışındaki görünüşte var olan bu keyfi tutuma yanıtı şöyle olmuştu: "Tanrı evrenle zar atmaz." Küçük şeylerin böylesine rastlantısal bir davranış tarzı benimsemesinden nefret ediyordu Einstein. Her şeyin koşulsuz fizik yasalarına uyması gerekirdi ona göre. Çünkü, Dünya'nın düzenli hali elimizden alınırsa, anladığımız haliyle bilimin anında buharlaşıp yok olacağına inanıyordu.

Einstein, kuantum mekaniğinin öncülerinden biri olmasına rağmen bu konudan hızla uzaklaşmaya başlamıştı. Ömrünün kalanında, sözünü ettiğim bu tuhaf dünyaya hep küçümsemeyle yaklaştı. Ona inanamıyordu. Maddenin gözlemlenen görünüşteki tüm o tuhaf davranışlarına bilimin er ya da geç bir yanıt bulacağını düşünüyordu.

Bu sorular üzerine Niels Bohr ile saatlerce tartıştı Einstein. Evinde kuantum mekaniğini yıkmak için bir tez hazırlıyordu, zaman zaman da bunun yolunu bulduğunu sanarak hınzırca gülümsüyordu ama Bohr, çok geçmeden bu tezi çürütüyordu. Kimi zaman Bohr'un hatayı bulması zaman alıyordu ama daima tartışmadan kendi teorisiyle galip çıkıyordu.

Bu tartışmaları yıllar boyu devam etti ve Niels Bohr, onu ikna etmeyi asla başaramadı. Einstein 1955 yılında öldüğünde, bu esrarlı kuantum dünyasının er ya da geç klasik aklın ışığıyla aydınlatılacağına emindi. O zaman bütün o kararsızlıklar, tesadüfler ve gözlemcinin gözlenen nesne üzerinde etkisi, sonsuza dek ortadan silinecekti.

Peki Ama Fizik Yasası Tam Olarak Nedir?

Ulises, kesin olarak doğru kabul ettiğimiz şeyleri anlatmıştım sana, anımsıyor musun? Bunların sayısı epey fazladır. Bu kitap boyunca doğada fizik yasaları olduğunu doğru kabul ettik ve artık bunun nedenini sorgulamıyoruz.

Bunların neler olduğunu üç aşağı beş yukarı biliyoruz: Evrenin hiç tartışmasız uyduğu kimi kurallar bunlar. Ay, daima döner ve yörüngesinden çıkması gibi bir şey hiçbir zaman söz konusu olmaz. Kütleli cisimlerin birbirini çektiği kuvvet matematiksel bir formülle tanımlanmıştır. Evrenin tamamı kendisinden daha üstün bir şeye boyun eğer gibidir. Doğa, gizli bir generalin onun için uygun gördüklerini yerine getiren bir asker gibidir. Görünen budur ama belki de olaylar tam olarak böyle gelişmiyordur.

Az önce kuantum mekaniğinin bize rastlantının başrolde olduğu bir dünya sunduğunu gördük. Fakat orada hiçbir yasanın işlemediği anlamına da gelmez bu. Basit bir dille söylersek, bu yasalar biraz farklıdır ve daha çok istatistikle ilgilidir. Küçücük bir parçacığın davranışını öngöremesek bile, bu parçacıkların milyonlarcasının bir araya gelmesiyle oluşan yapıların tavrını saptayabiliriz. Maddenin atomlar düzeyinde de yasaları vardır. Bu yasalar bugüne kadar aklımıza gelen yasalardan farklı olsalar da...

Ama bir fizik yasasının ne olduğunu sormaktan vazgeçemiyoruz. Neden var olurlar, var olmamaları mümkün müdür? Bir elektronun kütlesi, neden sahip olduğu kadardır?

Yerçekimi sabiti neden o bilinen sayıdır? Işık hızı neden o bilinen sayıdır?

Bu soruya yanıt vermek için yoğurdu düşünelim.

Yoğurtlar ve Çoklu Evrenler

Küçükken yoğurt kutusunun neden o boyutta olduğunu sorardım kendime. Kim karar vermişti ki buna? Kim, ne zaman, "Tamam, bu kadar olsun" demişti? Yoğurt uzmanlarının bir araya gelip yoğurt kutusu hakkında karar aldıkları geliyor gözümün önüne. Hangi ölçütlere göre karar almışlardı? Sana tuhaf gelse de bu sorunun yanıtı fizik kurallarının gizemini anlamamıza hizmet edebilir.

Yoğurt gizeminin olası bir açıklaması şöyle olabilirdi: Kutunun boyutu ne olursa olsun aynı soruyu soracaktım. Dolayısıyla şüphenin kendisi, bu şüpheyi yaratan öğeden bağımsızdır. Bu şüphenin kutunun büyüklüğüyle bir ilgisi yoktur, asıl olarak tüm büyüklüklerle ilgisi vardır.

Yoğurdun konduğu kap daha büyük ya da gülünç biçimde daha küçük olsaydı da sorum kesinlikle hiç değişmeyecekti. Daima bir "Neden?" sorusu var olacaktı.



Biyoloji az çok derinlemesine anlaşılır hale geldiğinde, hayatın var olabilmesi için gereken yasaların tam da var olan yasalar olduğu görüldü. Var olan sayısız değişkenin arasında –ne denli ufak olursa olsun– gerçekleşecek herhangi bir oynama, canlı hayatın asla ortaya çıkmamasına neden olabilirdi.

Evrenbilim de bu sıra dışı mantık yürütmeyle karşı karşıya kalmıştır. Ne kadar ufak olursa olsun doğada egemen olan yasalarda gerçekleşecek herhangi bir değişiklik, evrenin bildiğimiz biçimde var olmamasına yol açabilirdi. Elektronun yükü biraz daha az olsaydı –bu çok küçük bir fark bile olsa– elektronlar çekirdekle bir bütün halinde kalmayıp dışarı fırlatılabilirdi. Bu durumda atomlar da olmazdı. Atomlar olmazsa moleküller, onlar olmadan hücreler ve hücreler olmadan da canlı hayat mümkün olamazdı.

Bundan ötürü evrenin neden tam da bu özelliklere sahip olduğunu sormakta haklıyız. Bu büyük bir tesadüf, değil mi? Hemen iyiliksever bir yaradanın varlığı üzerine tahminler yürütme eğiliminde bulunabiliriz. Özellikle bizim için yaşanabilir bir kozmos tasarlamış bir yaradanın. Doğanın değişkenlerine ve sabitlerine, zaman içinde bizim ortaya çıkabileceğimiz biçimde kesin şeklini vermiş, her şeye gücü yeten bir yaradanın... Aslında epey bir insan Tanrı'nın varlığını savunmak için bu savı kullanagelmiştir. Ama belki de yoğurt örneğinde olduğu gibi, şüphe, bizi yaratan şeyin çok ötesine uzanmaktadır.

Yoğurt örneği, pek iyi bir seçim gibi gelmiyor olabilir sana. Her şeyden evvel, değişik boyutlarda yoğurt kutuları üretmek olasıdır. Ama bu şekilde akıl yürütünce de benzetmeyi geçersiz hale getireceğimize onu akıl almaz sınırlar boyunca genişletmiş oluyoruz. Çünkü bu benzetme, doğa kanunlarının

tuhaf kesinliğine dair harika bir açıklama sunar bize: Başka kanunlarla pekâlâ farklı evrenler yaratılabilir.

Yoğurt kutusunun boyutu neden öyledir de *başka* türlü değildir? Evrenin neden böyle kanunları vardır da *başka* kanunları yoktur? Farklı boyutlarda *pek çok yoğurt kutusu* olabilir. Farklı kanunlara sahip *pek çok evren* olabilir.

Başka evrenlerin varlığı, evren kelimesinin anlamına karşı gelmek gibi görünür. Evreni "var olmuş, var olan ve var olacak her şeyin toplamı" olarak tanımlama eğilimindeyiz. O halde, farklı farklı toplamlar nasıl var olacaktır? Bu bir çelişki gibi görünse de halledilmesi kolaydır. Evreni gerçekliğin toplamı olarak düşünmek yerine, belli kanunlara uyan bir şeyin toplamı olarak düşünmeliyiz. Yaşam oradan ortaya çıktı, çünkü gerekli koşullar orada vardı. Neden böyle olduğu sorusu, o zaman son derece basit bir hal alıyor: Çünkü öyle olmasaydı, şu anda bunu sormak üzere burada bulunuyor olmazdık.

Evrenlerin çoklu olması fikri, doğa yasalarının maddenin özelliklerine uyum sağlamasının tuhaflığını açıklama ihtiyacından doğmuştur. Olduğumuz gibi olduğumuz için bu evrene sahibiz. Evreni çoklu hale getirmenin ve onu *çoklu evrene* dönüştürmenin neredeyse felsefi bir kökeni var. Ama iyi düşündüğümüzde bu, fizik dünyasının özelliklerini açıklamak için bayağı yararlı olabilir.

Bundan ötürü, bilim topluluğu içinde giderek daha çok itibar gören bir fikir oldu bu. Kulağa gizemli öğretilerle ilgisi varmış gibi gelse de bilimsel titizlikle ele alınan bir varsayımdır çoklu evren. Elbette kesin bir biçimde gösterilememektedir. Ama bilim tarafından saptanan gerçek gökcisimlerini anla-

mamızda bize ipuçları sunmaktadır. Örneğin kara delikler, başka evrenlere açılan kapılar olabilir.

Ya da belki de değillerdir.

Bu konuya eğilirken dikkati elden bırakmamak gerek. Son derece kaygan bir zemindir bu. Bu evrenler varsa bile, hiçbir ciddi bilim insanı, buraların ölüler diyarı ya da ona benzer ipe sapa gelmez bir şey olduğunu söylemeyecektir. Ayrıca eğer doğruysa, onları da farklı kanunların geçerli olduğu uzay-zaman bileşimleri gibi görmemiz gerek. Ya da belki de onları uzayın olmadığı, sadece zamanın olduğu evrenler olarak görmemiz gerek. Düşünebiliyor musun bunu? *Sadece* zamandan oluşan bir evren kim bilir nasıl olurdu... Bir Borges hikâyesini andırıyor.

Burada kapatalım bu konuyu. Çünkü temeli olmayan tahminler yürütmeye başladım ve bu da son derece tehlikeli bir şeydir. Bu yoldan devam etmek yerine, daha önce yapmadığımız bir şeyle ilerleyelim: Biraz da kendimizden, insanlardan bahsedelim.

İnsanlık

Pekâlâ, o zavallıcıklar da evrenin bir parçasını oluşturur. Bu tuhaf sahneyi dolduran niceleri gibi insanlar da bir öğedir. Yıldızlar, kara delikler, protonlar, nötronlar, elektronlar, atlar, gezegenler, berberler ve insanların olduğu bir sahnedir burası. Öyleyse, evrenin incelenmesi noktasında insanlar niye bir araştırma konusu olmasın?

İnsanlık hakkında burada çok ilgimizi çekebilecek bir şey var. Biyolojiden ya da *Homo Sapiens*'in kökeninden söz

etmeyeceğim sana. Hepimizde var olan, son derece gizemli bir beceriden söz edeceğim: İrademizle karar alabilme becerisinden.

Bunu iyi düşün, çünkü son derece merak uyandıran bir konu bu. Eşyalarının arasında, odandasın. Orada kalabilir, bahçeye çıkabilir ya da ceketini giyip bir süre şehirde yürüyüş yapabilirsin. İçinden ne geliyorsa onu yapabilme becerisi, ilk bakışta pek esrarengiz gelmeyebilir sana. Biz seçebiliriz, özgürüz; bir ağaç yaprağı ya da bir taş değiliz.

Öte yandan, bilimin son derece normalmiş gibi ortaya koyduğu kimi temel tezleri doğru kabul edecek olursam, bu bağımsızlığımızın kesinliği biraz sarsıntıya uğrar. Öyle ya, maddenin uyması gereken kozmik düzenlemelerden, dışına çıkamayacağı fiziksel kanunlardan bahsedilmektedir. Bir molekül özgür değilse, moleküllerin bileşiminden oluşan tuhaf varlıklar olarak biz neden olalım ki? Neden özgür olamayan pek çok elementin bileşiminden oluşan süper element özgür oluyor?

Bilim ve felsefe birlikte adım atmaya karar verdiklerinde ortaya çıkan en rahatsız edici sorunlardan biri bu olmuştu. İlgisiz gibi görünse de aslında son derece temel bir konudur bu. Bizler de evrenin bir parçasıyız; beyinlerimiz, doğada bir yer ve zaman işgal eden nesnelerden ibaret. Geri kalan her şey kusursuz biçimde tahmin edilebilir yasalara körü körüne uyuyorsa, biz neden bu konuda bir istisna olalım ki?

Bunun olası çözümlerinden biri evrenin bir parçası olduğumuzu inkâr etmektir. Bu anlamda biz maddeden oluşmuş olsak da aynı zamanda doğa yasalarının gerekliliklerinden kaçan belirsiz bir şeyden de oluşuyoruz. Bu çok da yeni bir

düşünce sayılmaz. Aslında dünyadaki dinlerin tümü bu olasılığa işaret eder. Bana kalırsa bu ilk başta sorunu çözer gibi görünse de daha büyük bir soruna yol açmaktadır. Bizim inşa edildiğimiz o diğer gerçekliğin adı ne olacak bu durumda? Ruh, can ya da adına ne dersen de onunla ilgili de yeni bir açıklama gerekecek bu sefer. Dolayısıyla bu duruş da işleri kolaylaştırmayacak, aksine biraz daha karıştıracak.

Bu gizeme bir diğer çözüm, özgürlüğümüzün sadece bir yanılsama olduğunu söylemektir. Örneğin, odandayken çiçek toplamak için bahçeye çıkmaya karar verdiğinde aslında özgür biçimde hareket etmiyorsun. Fiziğin en temel yasaları beyninde işlev görerek seni bu kararı almaya itiyor. Bu anlamda özgür olmak bir masal, bir yanılsamadan ibaret.

İnanması zor olsa da bu son varsayımı savunan çok sayıda bilim insanı var. Neyse ki, çoğunlukta değiller. Böyle bir şeye inanıp aynı zamanda sakin sakin hayatlarına nasıl devam edebildiklerini hiç anlayamamışımdır. Yaptığım, söylediğim ve düşündüğüm her şeyin sadece beynimdeki atomların etkileşiminin bir sonucu olduğuna inansam, herhalde hayatı ciddiye almakta hayli zorlanırdım.

Bu teoriyi geçersiz kılmak için bir sav öne süremeyeceğim ortada. Uzaktan bakınca, benim evren fikrimle bir biçimde muhteşem uyum içinde. Kendi felsefemde tam tutarlı olabilseydim, o zaman tıpkı maddenin özgür olmayışı gibi, bizim de özgür olmadığımızı kabul etmem gerekirdi.

Ama içimden bir ses diyor ki, özgür olduğumuza dair beslediğim o sarsılmaz inanç, kesinlikle bilimsel gerçeklere dayanıyor. Burnuna bir dokun. Hemen şimdi yap bunu. Klasik determinizmin yasalarına göre bu hareketi yaptın çünkü

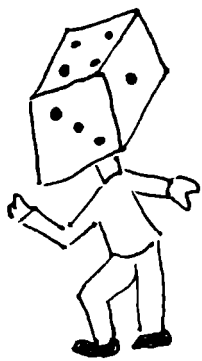
bunu yapmaya mecburdun. Özgürce hareket etmedin. Karşı gelinemez kimi doğa yasalarına uyan kuvvetlerin etkileşimi sonucu oldu bu. Buna inanmaya hazır mısın? Gerçekten bu kitabın, bu cümlenin, seni burnuna dokunmaya sevk eden cümlenin, tüm bunların kimi etkileşimlerden ibaret olduğuna körü körüne inanıyor musun? Tıpkı pil bağlanınca kafasını oynatan gülünç bir oyuncak palyaço gibi... Böyle düşünmediğini biliyorum. Ayrıca kesin inandığın bu şey, bir anlamda bilimsel. Özgür olduğumuz deneyle sabittir. Özgürlüğümüzü titiz bir araştırma konusu yapsak bile, tüm deneysel denemelerden hiç hasar almadan çıkardı. Bir varsayımdan tartışmasız bir gerçekliğe dönüşürdü. Bir başka deyişle, özgürlüğümüze de en az Neptün'ün kanıtlanmış kesin varlığı kadar güveniyorum.

Özgür iradeyi kanıtlanmış bir şey olarak görüyorsam da ona dair bir açıklama yapılabileceği anlamına gelmiyor bu. Nasıl işlediğine dair en ufak bir fikri olmamasına rağmen, yerçekimi de Newton'a göre bir gerçeklikti.

Olası iki açıklama hakkında yorumda bulundum ama son zamanlarda, üçüncü bir açıklama da çok moda oldu. Peşinen ondan hiç hoşlanmadığımı söylemem gerek, nedenini hemen anlayacaksın... Bu teoriye göre, maddenin kuantum düzeyindeki kararsızlığı, insanın özgürlüğü konusundaki gizemi anlamak için kusursuz bir ipucu sunar bize. Davranışları kararsız birtakım atomlardan ve atom altı parçacıklarından oluşan beynimiz de kararlı olamaz. Bu anlamda kuantumun belirsizliği, determinizmin zincirlerini kırarak özgürlük konusunda imdada yetişmiştir.

Dürüst olmak gerekirse, birinin bu duruşu nasıl olup da ciddiye aldığına hiç anlam veremedim. Kuantum mekaniğinin belirsizlik temelinde yorumlanması doğru bile olsa, bu küçük parçacıkların *özgür* oldukları anlamına gelmezdi; sadece davranışlarının *tesadüfi* olduğu anlamına gelirdi. Ve dolayısıyla, bir dolu küçücük tesadüfi kürelerden oluşan bir beyin de bu sebepten ötürü daha özgür olmazdı. Aslında korkutucu bir biçimde kaotik olurdu. Özgürlüğü geri kazanma amacındaki kuantum savunucuları, determinizmi öldürmeyi başarırken çok daha korkunç bir canavar yaratıyordu: Adeta kollu ve bacaklı bir zar gibi tamamen tesadüfi davranan bir insandı bu.

Ulises, bildiğin gibi, dünyanın en akıllı insanı sayılmam. Ama defalarca düşünmeme rağmen bu konuda tatmin edici bir kanıt bulamadığıma emin olabilirsin. Fiziksel yasalarla pizza mı yoksa Rus salatası mı istediğimize karar verme gücünü nasıl bağdaştıracağımızı anlamıyorum. Bunu anlamıyorum. Ne kadar çaba sarf edersem edeyim, kafam bunu almıyor.



Bu konuda ileri sürülen savları, beni ikna etmelerini dileyerek defalarca dinlemeye çalıştım. "Açık bir zihinle" yaptım bunu (ne berbat bir söz) ama ne kadar istesem de bu kusursuz karmaşayı anlayabileceğime dair en ufak bir umut ışığı göremedim.

Biz anne babalar, kendi sorularımızın yanıtlarını bulamadığımızda çocuklarımızı hayal kırıklığına uğratmaktan tuhaf biçimde korkarız. Bilgisizliğimizin fark edilmemesi için kırk takla atarız genellikle. Ben de bu şekilde davranabilirdim. Konuya defalarca kez geri dönerek bu gizemli şeyin olası yanıtlarını olduğu gibi aktarır ve gerçek yanıtın nerede saklandığını bilmediğimi hiç itiraf etmeyebilirdim. Ama ben doğruyu söylemeyi tercih ettim. Belki de er ya da geç kendi yanıtını kendin bulacaksın. Böyle olursa, bunu benimle de paylaşırsan çok memnun olurum.

Ayrıca bana öyle geliyor ki, aslında şüphelerin göründüğünden daha kapsamlı. Sanırım aklı başında olan kimse özgürlük denen esrarengiz şeye kesin bir açıklama bulabilmiş değildir. Kimse neden kararlar aldığımızı bilmiyor. Bu kozmik kör makinenin bir parçası olarak neden ondan ayrı hareket ettiğimizi, bir parça onun üstüne çıkarak gerçekliği canımızın istediği gibi değiştirdiğimizi kimse bilmiyor.

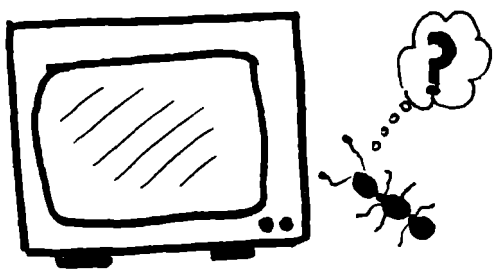
Evet, kuantum mekaniğinin bizi bir konuda hazırlıksız yakaladığı kesinlikle doğrudur. Ama ondan önce de zaten her şey yeterince şaşırtıcı değil midiydi? Kuantum mekaniği gözlemcinin gerçekliği değişikliğe uğrattığını söyler bize. Ama irademizle olayların durumunu değiştirebildiğimizi doğru kabul ederken de aynı şeye inanmış olmuyor muyduk? Bohr'dan, Shrödinger'den ve tüm o yeni dostlarımızdan –gerçekliğin olanaksız bir halini ortaya koyan dostlarımızdan– çok önce

bildiğimiz doğa yasalarına karşı gelmiş olmuyor muyduk böylelikle?

Her şey son derece garip. Eskiden de garipti ve şu anda da öyle olmaya devam ediyor. Geçtiğimiz yüzyılda belki bunun nicelikleri belirlenebildi, onu matematiksel formüller haline dökmek mümkün oldu. Gelgelelim konuya geri döndüğümüzde hissedilen o sırt ürpertisi, gizem ve esrar, adeta düşünme becerimiz kadar eskiye dayanıyor.

Bu bilim tarihine insanı da dahil etmek istedim. Çünkü bunu yapmasaydım bir şeyler aksak kalacaktı. Biz de evrenin bir parçasıyız. Ona aitiz. Onun süreçlerinin ve yasalarının hayata geçmesi sonucunda ortaya çıkıyoruz. Ve evrenin kendisini ele alan, onun hakkında teoriler ortaya koyan da yine biziz.

Gelecekte bunun yanıtı bilinecek mi, hiçbir fikrim yok. Korkunç ya da güzel kararlar verdiğimizde, gerçekliğin dışındaymışız gibi hissetmemizin nedeni günün birinde bulunacak mı, hiçbir fikrim yok. Küçükken karıncalar hakkında söylenen bir şeye bayılırdım. Bu böceklerin televizyonun ne işe yaradığını asla anlayamayacakları ama bizim için görece olarak bunu anlamanın kolay olduğu söylenirdi. Aynı biçimde, bu basit benzerliğe göre, bize kendini düpedüz arsızca gösteren bu tuhaf evrenin pek çok sırrını asla derinlemesine –hatta son derece yüzeysel bir biçimde bile– anlama becerisinde olamayacağız.



Neden her şeyi bilmemiz gereksin? Sana anlatmıştım ya, Einstein evreni anlayabilme ve onu zihnimizle kavrama becerimize hayrandı. Onun bu duruşunu anlıyor olsam da üzerime çullanan şüpheden kendimi kurtaramıyorum.

Belki de Dünya ve bizim düşünme tarzımız arasındaki titreşim ve bağlantı hiç de kusursuz değildir. Belki de sadece küçücük bir yeteneğimiz vardır. Bu yetenek teknolojinin gelişimini kolaylaştırıp onun ötesini tahmin edebilmemizi sağlasa da, gerçekliği derinlemesine bilmemizi imkânsız kılmaktadır belki de. Açıkçası bilmiyorum.

Duralım burada! Aklımdan geçenleri bu kadar açık etmekten acayip utandım, onun için fiziğe geri dönelim.

Olayları Birbirine Bağlamaya Başlamak

Devasa evren tanımlarıyla kuantum mekaniği tarihi tanımlarını değiştirdiğimi fark etmişsindir. Küçük olanla büyük olanı birbirine bağlamak, geniş kapsamlı bir konunun yol açacağı can sıkıntısını biraz olsun frenlemek için bir yöntemdir. Ayrıca, bu iki dünyanın birbirinden ayrı olduğunun farkına varmanın da bir yoludur.

Çünkü olup bitenler tam olarak böyle. Kuantum mekaniği maddenin atomlar ve atom altı parçacıkları düzeyindeki davranışını açıklamaya çalışır. En genelde görelilik teorisi ise geri kalan her şeyle ilgilenme görevini üstlenir.

Her iki teori de dünyada tanınmaya başlandıktan sonra kendi görevlerini yerine getirirken tartışmasız başarılar elde etti. Kuantum mekaniği, en küçük gerçeklik düzeyinde her se-

ferinde daha tatmin edici yanıtlar bulmayı başardı. Einstein'ın teorisi ise evrenin geri kalanını tarif ederken kocaman başarılar elde etti.

Ancak er ya da geç her iki teorinin daha büyük bir teoride birleştirilmesine çalışılacağı açıktı. Bilim insanları daima böyle yapmayı arzulamıştır. Hatta diyebilirim ki, sabahları daha yataktan kalkmak üzere ayaklarını yere sarkıttıkları andan itibaren onları motive eden şeylerin başında gelir bu. Farklı açıklamaların birleştirilmesinden inanılmaz sonuçlar elde edilmiştir. James Clerk Maxwell'den söz ettiğimi anımsıyor musun? Elektrik ve manyetizmayı birleştirmiş, elektromanyetizmanın ortaya çıkmasını sağlamıştı Maxwell. Bu büyük bir başarıydı ama tek örnek değildi. Ondan çok uzun zaman önce de Isaac Newton, önceden iki farklı dünyaya ait olayları açıklayan bir teori yaratmayı başarmıştı. Taşların yere düşmesi bir olaydı. Ay'ın dönmesi ise başka bir olaydı. Evrensel kütleçekimi sayesinde son derece derin bir anlamla *ikisi aynı şey* haline gelmişti.

Dolayısıyla kuantum mekaniği ve genel görelilik teorilerinin kaynaşması bir ihtiyaç halini almaktadır. Biri küçük ölçekli şeyleri, diğeri büyük ölçekli şeyleri açıklayan iki ayrı teorimiz olamaz. Bu ayrım yapaydır. Dünya bu şekilde bölünemez. Evren tektir, iki değil. Her iki yasanın da altında yatan, her ikisini bütünleştiren ve kucaklayan tek bir yasa olmalıdır.

Bilim insanları çaresizce bunu bulmanın peşindedir. Süper teoriyi, bütünsel kozmik açıklamayı bulmak için uykularından çalıyorlar. Ama ne denli uğraşsalar, buna ne denli çok zamanlarını verseler de, ne kadar zeki olsalar da hepsi başarısızlığa mahkûm gibi.

Bizzat Einstein da hayatının büyük kısmını büyük olanla küçük olanı birleştiren bu teorinin arayışına adamıştı. Ancak bunu başaramadan öldü.

Diyelim ki bir uçağın işlevini nasıl yerine getirdiğini anlamak istiyorsun. Bunu derinlemesine anlamak için tüm zamanını harcıyorsun ve sonunda iki teori keşfediyorsun. Bir tarafta sana motorun nasıl çalıştığını anlatan çok değerli bir teori var. Bunun yanı sıra kanatların nasıl işlediğine dair bilgi veren, diğerinden tamamen farklı bir başka teori buldun. Her iki teoriyi ayrı ayrı kullandığında uçağın işlevini tam olarak anlıyorsun. Şimdi kanatları açıklayan teorinin motoru açıklayan teoriyle çeliştiğini farz et. Şüphesiz bundan memnun olmayacak ve bir şeylerin yolunda gitmediğini söyleyeceksin. Aslında tek bir açıklama bulmayı isterdin; aynı zamanda hem kanatları hem motoru kapsayan bir açıklama. Öyle ya, bir uçak iki ayrı şey değil, tek bir şeydir.

Aynı biçimde göreliliğin kuantum mekaniğiyle kaynaştırılması fizikçiler için bir rüyaydı, çünkü böylelikle evrenin "tek bir şey" gibi farz edilmesi söz konusu olacaktı. Ayrıca sorun bayağı derindi. Çünkü uçak örneğinde olduğu gibi, iki teori birbiriyle uyuşmazlık içindeydi. Ve bu da bayağı cesaret kırıcı bir durumdu. Görelilik ve kuantum mekaniği kafa kafaya çarpışıyordu. Biri doğruysa, diğerinin doğru olması imkânsızdı. Ama işin en tuhaf tarafı, birbirinden ayrı ayrı düşünülüp tek tek ele alındığında ikisi de harikulade işlev görüyordu.

Neler oluyordu acaba?

Fizikçiler, bu ayrılığın nedenine dair hiçbir fikirleri olmadığını kabulleniyordu. İki teoriyi barıştırmak için ellerinden geleni yapmaya çalıştılar. Hâlâ buna çalışıyorlar. Ama böyle bir teori henüz bulunmadı.

Alaycı bir tarzda bakarsak, sanki Albert Einstein mezarından kalkmış, kibirle şöyle söylüyor bize: "Ne demiştim size? Gizemli kuantum konusunu değiştirmezseniz göreliliğim onunla daima uyuşmazlık içinde olacak." Burada temel sorun şudur: Kuantum mekaniği kütleçekim kuvvetini açıklayamazken, senin de gördüğün gibi, genel görelilik kuramı "bükülen uzay" fikriyle bunu açıklayabilir. Aynı biçimde Einstein'ın teorisi de küçük şeylerin nasıl işlediğine dair hemen hemen hiçbir şey ortaya koymaz.

Ancak yeni fizikçiler, iki teori arasında gerçekleşecek evliliğin, taraflardan herhangi birinin karakterini değiştirmesine gerek kalmadan oluşmasını istemektedir. *Ben böyleyim, beni kabullenmen gerek.* Bilimciler bunun için romantik akşam yemekleri düzenleyip duruyor. İki teoriyi bir masada, mum ışığı eşliğinde, baş başa oturtuyorlar; arka planda çalan harika bir müzik, buluşmalarını renklendiriyor.

Bu sahneye bir gir: Vakit akşam ve çiftimiz evren manzaralı bir lokantada, zarif bir masada oturuyor. Arka planda Mozart çalıyor.

KUANTUM MEKANİĞİ: Konuşmamız gerek.

GÖRELİLİK: Epey zamandır bunu yapmak istiyorum ama bana kulak astığın mı var?

KUANTUM MEKANİĞİ: Böyle davranmaktan vazgeç. Sorun, beni kabullenmemenden kaynaklanıyor, biliyorsun.

GÖRELİLİK: Bir anlamda bu doğru... Ama senin de beni kabullenmediğin ortada.

KUANTUM MEKANİĞİ: Böyle söyleme. Seni en baştan beri kabul ettiğimi biliyorsun. Ayrıca son derece dediğim dediksin. Senin için iddiaya girmemiş olsam bile –bunun doğru olmadığını biliyorsun– deney beni buna mecbur tutardı.

GÖRELİLİK: Fizik teorisi gerektirdiği için beni kabul etmenden söz etmiyorum. Bunu yaptığını biliyorum... Ama daha fazlası gerek. Bunu yapmasaydın çılgınlık olurdu zaten. Bundan söz etmiyorum. Beni kabul etmemenden söz ederken, formüllerimin beraberinde getirdiği felsefi anlamdan bahsediyorum belki de.

KUANTUM MEKANİĞİ: Lafı nereye getirmek istediğini bilmiyorum. Ayrıca lütfen sesini yükseltme... Herkes bize bakıyor.

GÖRELİLİK: Harika, bize baktıklarına göre, bizim de gözlemcilerimiz olduğuna göre, o zaman var olduğumuza inanıyorsun. Hayaletlere özgü o belirsizlik daha çok hoşuna giderdi. Senin içini dışını bilirim ben.

KUANTUM MEKANİĞİ: Lütfen böyle yapma. Fizikçiler bu akşam yemeğini uzlaşalım diye düzenledi. Ama senin buna pek niyetin yok gibi.

GÖRELİLİK: Bunu çok isterdim, emin ol. Hatta sanırım senden çok isterdim. Ama rica ederim, felsefi temelime asla güvenmediğini kabul et – bunu sırf gururdan ötürü istediğimi sanma.

KUANTUM MEKANİĞİ: Hay lanet olsun senin felsefi temeline! Neden bahsediyorsun allasen?

GÖRELİLİK: Bu soruyu sormanı affedilmez buluyorum... Neden mi bahsediyorum? En derin anlamda evrenin son derece gerçek olduğu fikrinden tabii.

KUANTUM MEKANİĞİ: İşte bunu anlamıyorum. Görelilikle evrenin gerçek olması fikrinin ne ilgisi var?

GÖRELİLİK: Sana bir şey ifade eder mi bilmiyorum ama benim babam Albert Einstein...

KUANTUM MEKANİĞİ: Babanın adını gayet iyi biliyorum.

GÖRELİLİK: Bazen unutuyorsun gibi geliyor. Adını iyi bildiğini söylediğin babam beni ortaya atarken aklında düzenli bir kozmos vardı. Yapısına bütünüyle güvenebileceğimiz, içine gerçek olayların gömülmüş olduğu gerçek bir uzay-zaman vardı. Var olup olmadıkları sorgulanmayan yasalarla idare edilen bir kozmos yani. Ama sen çıkıp geldin ve...

KUANTUM MEKANİĞİ: İşte yine sesini yükselttin.

GÖRELİLİK: (*sesini biraz alçaltarak*): Sen geldin ve her şeyi çarçur ettin. Şimdi aramızın iyi olmaması tuhafına mı gidiyor?

KUANTUM MEKANİĞİ: Yani uzlaşmaz görünmemizi bizi yaratırken kullanılan felsefi temellerin farklı olmasına mı bağlıyorsun?

GÖRELİLİK: Böyle düşünmem seni şaşırttı mı? Çok mu tuhaf geliyor bu sana? Böyle düşünmek bana son derece mantıklı geliyor: Yaratıcılarımızın felsefi altyapıları birbirinden köklü biçimde farklıysa, sonradan ortaya çıkan tartışmaların da bununla bir ilgisi olmalı.

KUANTUM MEKANİĞİ: Bence yanılıyorsun. Benim temelimde asla bir felsefe olmadı. Beni yaratanlar –seninkinden farklı olarak– gerçekliğin nasıl işlemesi gerektiğine dair hiçbir önyargı taşımıyordu.

GÖRELİLİK: Felsefi önyargıları olmamak da bir felsefeye sahip olmak demektir: Bu da *her şey mümkün* felsefesidir.

KUANTUM MEKANİĞİ: Hayır, yanılıyorsun. Her şey mümkün değil. Sadece hesaplanabilen ve gözlemlenebilen mümkündür. Maddenin atom seviyesinde benim rastlantısal yasalarım geçerliyse, bunda benim suçum ne? Dünya'yı ben yaratmadım ya! Ben icat etmedim onu, sadece keşfettim.

GÖRELİLİK: Ama gerçekliği inkâr ediyorsun. Şeylerin, onlara atfettiğimiz özelliklerini sadece gözlemlediğimiz zaman kazandıklarını söylüyorsun. Ve bu bir çılgınlık! Einstein benim...

KUANTUM MEKANİĞİ: Varsa yoksa baban! İkide bir babanla böbürlenmen hiç de hoş değil.

GÖRELİLİK: Bir seferinde şöyle demişti: Kimse ona bakmasa da Ay'ın orada, gökyüzünde bulunduğunu düşünmeyi seviyorum.

KUANTUM MEKANİĞİ: Çünkü kimse bakmasa da Ay orada durmayı *sürdürür*.

GÖRELİLİK: Eee, öyleyse?

KUANTUM MEKANİĞİ: Bu varsayıma göre, bazı küçük parçacıklar ancak onları gözlemleyen biri varsa var olmaktadır. Ama inan, bundan ben de emin değilim. Üstelik bu varsayıma rağmen Ay, biri ona baksın ya da bakmasın, orada var olmayı sürdürür.

GÖRELİLİK: Yani, bir atomun var olmak için bir röntgenciye ihtiyacı vardır. Ama bir araya gelmiş bir dolu atomdan oluşan Ay'ın kendine özgü bir varoluşu olabilir. Ya da bu röntgencinin var olup olmamasından bağımsız bir varoluşu.

KUANTUM MEKANİĞİ: Senin oyununa gelmeyeceğim. Bir kere *gözlemci* kelimesi yerine *röntgenci* kelimesini kullanman

aşağılayıcı. Ama bunu duymazdan geleceğim... Diğer taraftan, evet, dediğin doğru: Röntgenciye bağımlı olan öğeler bir araya geldiğinde oluşan şey ona bağımlı olmayabilir.

GÖRELİLİK: Tamamen yanılgı içinde olduğunu kabullenmemek için kurduğun zihinsel oyunlar bunlar. Basit zihinsel oyunlar.

KUANTUM MEKANİĞİ: Senin sorunun ne, biliyor musun? Benim hakkımda söylenen her şeye inanıyorsun.

GÖRELİLİK: İşte şimdi hiçbir şey anlamadım bundan...

KUANTUM MEKANİĞİ: Karakterimle ilgili çok sayıda yorum var; neredeyse fizik teorileri kadar çok. Ve nesnel varlık, bunların hepsinde inkâr edilmiyor.

GÖRELİLİK: Hadi bakalım, şimdi de senin değil, senin hakkında yorum yapanların suçlu olduğuna varacak iş.

KUANTUM MEKANİĞİ: Yorum yapanların suçu değil, senin saflığın. Her şeye kanıyorsun. Benimle ilgili ne kadar yorum varsa hepsini benim tanımım sanıyorsun. Ayrıca bu beni artık bıktıran bir eski tartışma. Çok fazla sorunumuz var. Ve biliyor musun? Onlarla gerçekçi bir tarzda yüzleşmemiz gerek.

GÖRELİLİK: Gerçekçi mi? Gerçekçi mi dedin sen?

KUANTUM MEKANİĞİ: Alaylarını kendine saklayıver bir zahmet. Büyük sorunlarımız olduğu kesin. Sen ve ben evlenemiyoruz, uyum gösteremiyoruz. Ayrı ayrı gayet iyi işe yarıyoruz ama Dünya'yı anlamak üzere bir araya geldiğimizde, fiyasko! Formüllerimiz birbiriyle bağdaşmıyor.

GÖRELİLİK: Diyorsun ki, Dünya'yı anlamak üzere birleştiğimizde başarısızlıkla karşılaşıyoruz. Belki de bunun nedeni, senin asla Dünya'yı anlamak istememiş olmandır. İnkâr ettiğin bir Dünya'yı anlamayı niye isteyesin ki?

KUANTUM MEKANİĞİ: Ben Dünya'yı inkâr filan etmiyorum. Bunun belli bir dereceye kadar gözleme bağımlı olduğunu söylüyorum.

GÖRELİLİK: Bu da onu ifade etmenin bir başka biçimi. Söylemek istediğim şu: Belki de tüm uyuşmazlıklarımız, büyük bir teoride birleşme beceriksizliğimiz, felsefelerimizin farklı olmasına bağlıdır. Çünkü sen gerçekliğe hiç inanmadın. Sen gerçekliği asla ciddiye almazken onu anlamak üzere nasıl bir araya geleceğiz?

KUANTUM MEKANİĞİ: Usandım. Senden de, sonsuza kadar barış yapmamız amacıyla düzenlenen tüm bu akşam yemeklerinden de usandım... Senin sorunun, baba figüründen yakanı bir türlü kuratamamak.

Kuantum mekaniği kalkıp gider ve Mozart'ın piyano ve keman için yazdığı bir sonatı dinleyen Göreliliği orada yalnız bırakır.

Görelilikle kuantum mekaniğini kaynaştırmanın imkânsız olması başka nedenlere de dayanabilir. Ancak kimileri bu sorunu, farklı felsefelere dayanan ilk çıkış noktalarına bağlamaktadır. Bu anlamda –fark ettiğin gibi– ben daha çok görelilik teorisine yakın hissediyorum kendimi. Ama her zaman olduğu gibi tepeden tırnağa yanılıyor da olabilirim.

Fiziğin iki önemli ayağı arasında bu tür uyuşmazlıklar olduğu saptandığından beri, anlattığım gibi, onları uzlaştırmayı hedefleyen ve yeni bir teori yaratan bir dolu varsayım ileri sürüldü. Şimdi sana bunların en güzelini anlatacağım.

Sicimler

Hayatta bazen yeni bir sorun ortaya çıktığında, bir önceki sorun hızla çözümlenir. Bir şey bize derhal kendimize çekidüzen vermemiz gerektiğini söyler. Tek bir sorunumuz varken, bunu çözmeyi erteledikçe erteleriz; her şeyin kendi kendine hallolmasını umut ederiz. Ama yeni bir sorun çıkması bizi uyandırır ve çözüm bulmayı daha acil kılar. Fizikte de buna benzer bir şey olmuştu. Sorunlardan biri, o akşam yemeğinde kuantum mekaniğiyle göreliliğin arasındaki tartışmadan öğrendiğin sorundu. Eşine benzerine rastlanmamış olan bir diğer sorunsa, asli parçacıklar olarak tanımlanan parçacıkların çoğalmasıydı. Pek çok parçacık vardı ve bu iyice rahatsız edici olmuştu.

Burada yine fizikçilerin her şeyi basitleştirme arzusu devreye girer. Bu bir geçici istek ya da heves değildir. Bilim insanı olalım olmayalım, hepimize söylemek istedikleri şudur: Neyle ilgili olursa olsun, gerçek son derece yalın olmalıdır.

Neden söz ettiğimi anlaman için dikkatimizi yeniden atomlara yöneltmemiz gerek. Asli üç parçacığın varlığından bahsetmiştim sana: Çekirdeği oluşturan protonlardan, nötronlardan ve bulutsu bir biçimde dış kısmı işgal eden elektronlardan.

Bu parçacıkların keşfini izleyen yıllarda bilim insanları önce başka parçacıkların varlığını öne sürdü ve sonra bunları saptadı. *Muon* adlı parçacıktan söz etmiştim, anımsarsan: Zamanın genişlemesi varsayımını doğrulamak için bilim insanlarının kullandığı elektronun kuzeni muon. Nötron ve protonların da temel parçacıklar olmadıkları, onların da *kuark*

adı verilen daha küçük parçacıklardan oluştukları anlaşıldı. Bu hem bir avantaj hem de zorluk yaratıyordu.

Bunun bariz avantajı, sonunda maddenin en son bileşeninin bulunmuş olmasıydı. Proton ve nötronlar aynı özden oluşuyorlardı: Kuarkların karmaşık bir biçimde bir araya gelmelerinden. Protonların ve nötronların içinde hareket eden bu yeni parçacıklar, sahip oldukları özellikleri veriyordu onlara sanki. Bu durum Demokritos'u kim bilir nasıl da ümitlendirirdi: Ne de olsa tek arzusu, gerçekliği en küçük bileşenine ayırmaktı. Kuarklar bunun için iyi bir aday gibi görünüyordu.

Rahatsız edici durum ise kuarkların çok çeşitli olmasıydı. Ayrıca elektron onlardan oluşmuşa benzemiyordu. Hepsi de çok karmaşık ve tuhaftı. Tüm "temel" parçacıklar toplanınca ortaya saçma biçimde yüksek bir sayı çıkıyordu. En az 18 gibi bir rakamdı bu.

Neden 18? Sen de benim gibi 18 temel parçacığın var olmasının çelişkili olduğunu düşüneceksin. "Temel" kelimesi ve 1'den büyük bir nicelik, çelişki gibi görünmektedir. Üstelik güzellik ve birlik arzumuza da meydan okur gibidir. Madde bir şeyden oluşuyorsa, bunun tek bir şey olması gerekir.

Demokritos'un bu sefer de 20. yüzyıla geldiğini farz et. Hatırlarsan, Rutherford'la olan son hayali buluşması epeyce ilginç olmuştu. Bilge Yunan'ın aklı bu sefer bayağı karıştı. Afallamış ve olayların gidişatından ötürü rahatsız olmuş halde bilimsel dergileri okurken getiriyorum onu gözümün önüne. Kuşkusuz geçmişe yollamak üzere öğretmenine bir mektup yazacaktı:

Sevgili Leukippos,

20. yüzyıl çok tuhaf. Bu yüzyıldaki bilim insanlarının büyük bir sorunu var. İlk kez bizim ortaya attığımız atomların varlığını ileri süren şu fikri çok ciddiye almışlar. Ama her seferinde daha da karmaşıklaşıyor konu. Biz tüm kozmosun atomlara ve boşluğa indirgenebileceğini savunmuştuk. Ve bu parçacıkların hepsinin değişik büyüklüklerde ve biçimde birkaç türü olduğunu düşünsek de aslına bakarsan benim aklımda tek bir element vardı. Ama şimdi kendimi suçlu hissediyorum. Belki de daha ikna edici olmalı ve tek bir tane olduğunu belirtmeliydim. Çünkü görebildiğim kadarıyla, isimlerimiz son derece saygı görüyor. Belki de farklı biçimlerde atomları hayal etmemiş olsaydık, bugünkü bilim insanları da sadece bir tane bulmak için kendilerini zorlardı. Bunlardan çok sayıda olduğunu öne süren varsayımları da bir kenara bırakırlardı. Sen de benim gibi düşünüyorsun, biliyorum ama gelecekteki bu insanlar, kesin bir dille 18 temel parçacık olduğunu söylüyor. Sana da çok fazla gelmiyor mu bu Leukippos? Aslında tek bir tane olması gerekmez mi? Bu yüzyılda biraz daha kalacağım. Çünkü eninde sonunda bunu tek bir parçacığa indirmeyi başaracaklarını kuvvetle umut ediyorum.

Seni bilgilendireceğim üstat.

Demokritos'un bu kadar çok sayıda parçacığın varlığına itiraz etmesi sadece estetik bir kaygı değil Ulises, emin olabilirsin. Birim arzusu aynı zamanda kavramsaldır. Maddeyi en temel seviyesine *indirgemek* istiyorsak, yapmamız gereken tam olarak bu: *İndirgemek.*

Fizikçiler, en zeki bilim insanlarının vasıtasıyla, kendi dönemlerindeki fizikte iki sorun olduğunu gördüler. Her iki

konuyu da bir kalem darbesiyle çözüme kavuşturabilecek yeni bir teori yaratıp yaratamayacaklarını merak ettiler. Bu, kuşkusuz harika olurdu.

Ve elbette, bu birleştirici açıklamayı bulmak için ellerinden geleni yaptılar. Basit bir görev değildi bu. Ama beraberinde getireceği avantajlar sayısız olacaktı. Gerçekliğe bu yeni bakış nasıl olacaktı?

Gerçekliği anlamanın kusursuz bir biçimi, maddenin en küçük seviyesinde son derece basit bir şeyden oluştuğunu düşünmektir. Küçük küçük değişiklikler sayesinde, gördüğümüz her şeyin karmaşık halini yaratabilen, alabildiğine temel bir özdür bu.

Bu son derece büyük bir talepti. Ama fizikçiler genellikle zorluklar karşısında yılacak insanlar değildir. Bu basit şeyi bulmak, pek çok bilim insanının tüm hayatını adadığı bir görev haline geldi. Derken 20. yüzyılda altmışlı yıllara gelindiğinde, fizikçilerin bir kısmı hayli çılgınca bir teori öne sürdü.

Hiç Akla Gelmeyen En Basit Şey

Keşfedilmiş olan temel parçacıklarının tümünün, yani 18 parçacığın da tekboyutlu bazı nesnelerin titreşimine göre açıklanabileceğini belirtti fizikçiler.

Bu ne anlama geliyordu? Bu tekboyutlu nesneler de neydi? Göreliliği açıklarken boyutlardan bahsetmiştim sana. Üç boyuttan oluştuğunu anımsa; en, boy ve derinlikten. Şu anda okumakta olduğun kitabın kâğıdının iki boyutu var: Uzunluk ve genişlik. Pekâlâ, fizikçilerin ortaya koyduğu bu nesnelerin

ise sadece ve sadece tek boyutları vardı. Bir çizgi gibi olmaları gerekiyordu. Kalınlıkları da derinlikleri de olmamalı, sadece uzunlukları olmalıydı. Uzayabilen ve sadece uzayabilen böylesi bir nesne ipliğe çok benzer. Bu teori de *sicim* (iplikçik) teorisi olarak bilinir.

Maddenin en küçük, en son bileşeninin bir parçacık değil de bir sicim olabilme olasılığı üstüne tahminler yürüttü fizikçiler. Sicimin tuhaf bir de özelliği vardı: Titreşebilme becerisine sahipti. Nasıl titreştiğine bağlı olarak, şu veya bu parçacığın niteliklerini kazanıyordu.

Daima müzikten bir örnek verilir. Bu örneğe başvurarak senin gözünde özgün biri olmak için beslediğim nafile arzuyu çarçur edebilirim. Ama bazen kullanışlı benzetmelere el atmak gayet mantıklı olabilir. Onun için şu gülünç gururumu bir kenara bırakalım da sana şu keman benzetmesini anlatayım.

Anlaşılması kolay bir örnektir bu. Bildiğin gibi kemanların dört teli vardır. Her biri farklı bir nota vermek için ayarlanmıştır. Sol, re, la ve mi. Örneğimiz için üstteki üç teli iptal edeceğiz. Elimizde en tiz tel kalıyor: Önden baktığımızda çalgının sağında bulunan ve titreştiğinde mi sesini veren tel.

Pekâlâ, bu basit tel, yani tek bir "şey", pek çok farklı özelliği kazanma becerisine sahiptir. Kazanacağı özellik, sol elimizi nereye koyduğumuza ve sağ elimizde tuttuğumuz yayı nereye sürttüğümüze bağlı olarak değişir.

Tek bir telden pek çok farklı nota çıkabilir. Bu benzetmeyi devam ettirelim: Fizikçilerin sözünü ettiği bu sicimlerden biri, farklı titreşimlere göre çok farklı parçacıklar ortaya çıkarabilir. Aslında saptanmış ve rahatımızı kaçıran o 18 parçacığın hepsini yaratır.

Çok zekice, basit ve güzel bir açıklama gibi duruyor. Bu basit fikirle Dünya'nın tüm karmaşıklığını tek bir sicime indirgeyebiliriz. Yıldızlarıyla, galaksileriyle, ayakkabıları, kuşları, oyuncaklarıyla evrenin bütünü, *sadece ve sadece* farklı şekillerde titreşen birbirinin tıpatıp aynı sicimlerden oluşacaktır o zaman.

Fizikçilerin çoğu bu fikri çok beğenmişti. Ama bir kısmı bunu saçma buldu. Eleştirilerini sunanlar bunun aslında her şeyi açıklama becerisinde olduğunun farkındaydı. Ama çok ciddi bir sıkıntı vardı ki, o da doğrulanmasının imkânsızlığıydı. Sicimlerin varlığını ortaya koyan teori ne denli güzel olursa olsun, bu sicimler nasıl saptanacaktı?

Bu sıkıntılı duruma parmak basmak son derece mantıklıydı. Bilimsel teorilerin bir biçimde ya kanıtlanması ya da çürütülmesi gerekirdi. Karşılaştırması asla yapılamayacak bir şeyi öne sürmek –ne kadar muhteşem bir öneri olursa olsun– pek bilimsel bir tutum olmazdı.

Gelgelelim sicim teorisini savunanların bu teoriye tuhaf bir inançları vardı. Kimileri bunun *mutlaka* doğru olması gerektiğini söyledi. Matematiğin fizik için ne kadar kullanışlı olduğunu sen de görmüştün. Son derece kötü bir adlandırma yapmama izin verirsen, hesaplamalar yapmaya başlayan *sicimciler*, maddenin bilinen gerçekliğiyle bunun tam bir tutarlılık içinde olduğunu gördüler. Ama teorilerinin akıl almaz bir avantajı daha vardı: Görelilik teorisiyle kuantum mekaniğini uzlaştırabiliyordu. Bir başka deyişle, sicimler aynı zamanda kütleçekim kuvvetini de açıklama becerisindeydi. Her şeyi içeriyorlardı.

Son derece basit, hayali ve tekboyutlu sicimlerin titreşimleriyle maddenin bütün özelliklerini açıklayabilmek için kullanılan matematik doğrusu hayli karmaşıktı. Ve ortaya

çıkardıkları sonuç da muhteşemdi. Bunun için onboyutlu bir evrene ihtiyaç vardı. Dokuz uzay ve bir zamana. Yani şu anda var olan üçboyutlu uzaya bir altı boyut daha eklemek gerekirdi.

Bu fizikçilere göre sicimler, onboyutlu bu örgünün titreşimleriydi. Gördüğümüz parçacıklar, bunun sadece bizim uzayımızda görünen kısmıydı. Bir çakının tek boyuttan yaptığı küçük bir kesik gibi, on boyutu da kaplayan bu sicimin küçük bir parçasıydı.

Einstein'ın hepimize armağan ettiği dörtboyutlu evrenden söz etmiştim anımsarsan. Onun da algılanmasının imkânsız olduğunu görmüştük. Sürekli tekrarladığım gibi, üç boyutta yaşıyoruz ve dördüncüsünü gözümüzde canlandırmak elimizden gelmez. On boyut için de aynı şey söz konusudur. Hiç kimse bu dokuz boyut artı zaman boyutunu gözünde canlandırabilme yeteneğine sahip değildir. Ancak bunu zihnimizde canlandırmaktan âciz olmamız, onunla ilgili karmaşık matematiksel hesaplamalar yapmamıza engel değil. Öte yandan sicim teorisiyle ilgili berbat bir sıkıntı vardı. Bunun tek bir teori değil, beş teori olmasıydı sorun.

Dört Teori Daha Var

18 parçacıkla ilgili sorunu gidereyim derken, beş kafalı bir canavar yarattı fizikçiler. Bu teorilerin dördünü iptal etmek gerektiği açıktı. Gerçekliği açıklamak için beş teori biraz fazlaydı. Farklı farklı beş adet görelilik teorisi olduğunu düşünsene... Bir teorik fizikçiyle evren arasındaki tartışmayı hayal edelim:

TEORİK FİZİKÇİ: Son tahlilde, senin kavranabilir olduğunu düşünüyorum.

EVREN: Neden bahsediyorsun?

TEORİK FİZİKÇİ: Ele alınabilir olman gerek, diyorum.

EVREN: Sanırım seni anlayamıyorum.

TEORİK FİZİKÇİ: Diyorum ki, asgari bir varsayımla seni kucaklamak mümkündür.

EVREN: Lafı ağzınızda gevelemeyin lütfen!

TEORİK FİZİKÇİ: Pekâlâ, açık konuşacağım: Çok fazla parçacığın var.

EVREN: Sadece tek bir parçacığım olsun isterdin, değil mi?

TEORİK FİZİKÇİ: Evet.

EVREN: O zaman kendi yaptığına bak sen de.

TEORİK FİZİKÇİ: Nasıl yapacağım? Şu anda kendi kendimi anlamıyorum ki.

EVREN: Son derece kolay: Benim tek bir parçacık olmamı istiyorsan, sadece bir teoriye sahip ol.

Aslında, nasıl ki evrenden parçacıklarını basitleştirmesini talep ediyorsak, fizikçiden de teorilerini azaltmasını isteyebiliriz.

Derken sıra dışı biri çıktı ortaya. İnsanı hayrete düşürecek kadar zeki biriydi. Kimilerine göre, dünyanın yaşayan en önemli fizikçisidir.

Biraz kibirli olduğu anlatılır ama kesinlikle bunun için epey nedeni var. Meslektaşları genellikle onun gelmiş geçmiş en zeki bilim insanlarından olduğunu söyler. Böyle bir şey herkesin biraz koltuklarını kabartırdı doğrusu.

Bunlar boşu boşuna yapılmış övgüler de değil. 1951 yılın-

da Amerika Birleşik Devletleri'nde doğan Edward Witten'ın karmaşık kavramlarla uğraşmak ve matematik konusunda sınırsız bir yeteneği vardı. 80'li yıllarda sicim teorisini araştırdıktan ve beş farklı kuramın varlığından rahatsız olduktan sonra, harika bir sonuca vardı: Aslında bu beş kuram, son tahlilde tek bir kuram anlamına geliyordu. Konuya iki farklı açıdan yaklaşmak mümkündü. Ve onun yaptığı, matematiği baş döndürücü ve hayranlık uyandırıcı bir tarzda kullanıp beş kuramı tek bir açıklamada birleştirmek oldu.

Witten bir konferans verdi ve kuramını sundu. Boyutların sayısı artmış olmasına rağmen, bu beş kuramı tek bir kuramda toplamıştı. Boyutlar da 10 değil, 11'di. Witten buna "M kuramı" adını verdi. Kimse bunun nedenini bilmiyordu, sıkı sıkıya sakladığı bir sırdı bu. Ama isim böylece yerleşti ve bugün de böyle tanınmaktadır. Kimileri *M* harfinin "çeper" anlamına gelen "Membran"dan geldiğini söylemektedir. Kimileri ise soyadındaki W harfinin tersi olduğunu...

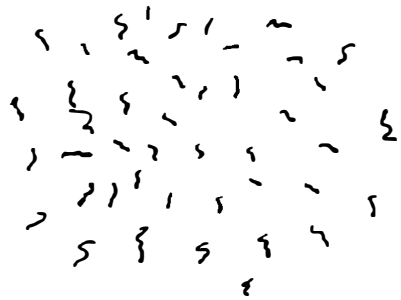
Bu teorinin doğruluğu hâlâ ispatlanmadı. Ama bunu kabul etmeye en isteksiz fizikçiler bile, daha iyi gözle bakmaya başladılar ona. Bilim insanının kendisi de henüz kanıtlanmamış bir şeye şüpheci yaklaşır, mesafeli bakardı. Buna rağmen M kuramı, Dünya'nın neden oluştuğunu açıklamaya mükemmel bir aday olmuştur.

Kuşkusuz Demokritos, pek çok parçacığın varlığıyla ortaya çıkan karmaşadan çok, Witten'ın ortaya koyduğu fikirlere daha yakın hissederdi kendini. Demokritos'un Yunanistan'ın güneşli topraklarında hayalini kurduğu atomu titreşen bir iplikçikti belki de.

Peki, Bu Ne Anlama Geliyor?

Ne zaman Dünya'yı biraz daha basitleştirmek için ortaya bir şey atılsa şaşkınlığımıza şaşkınlık ekleniyor. Karmaşıklık bizde afallama yaratıyor ama basitlik de hayret uyandırıyor. Bunca farklı şeyin varlığının, sadece değişik frekanslarda titreşen sicimlere (iplikçiklere) bağlı olması nasıl mümkün olabilir? Burada *her şey* kelimesini kullanırsak, şairane değil, bilakis net davranmış oluruz. Kelimenin tam manasıyla her şeyi kastediyorum: Gözlerini, duygularını, evini, üzerine bastığın zemini, Andromeda Galaksisi'ni, Uranüs gezegenini, tırnaklarını, yağmuru, palmiye ağaçlarını, donmuş balığı, karikatürü. Aklına hayaline gelebilecek ya da adını koyacağın herhangi bir şey, 11 boyutlu bir evrende sağa sola salınan iplikçiklerin (sicimlerin) toplamından ibarettir. Ve bu 11 boyutun görebildiğimiz kısmı, kurdun paçasının kenarından çıkan pençesinin ucu kadardır.

Matematiksel hesaplamalara göre bu sicimlerin (iplikçiklerin) boyutları olağanüstü küçük olmalıdır. İnsanın başını döndürecek denli küçük bir parçacık olan proton bile basit bir sicimden (iplikçik) milyarlarca kez daha büyüktür. Ulises, evren denen yer sahiden çok karmaşık.



Sicimler. Belki de var olan tek şey onlar.

Sicimler, olayları açıklamak için kusursuz adaylardır. Bu türde teorilere fizikçiler *birleşik alan teorisi* (bana daima olası bir çiftçiler sendikasının adını çağrıştırmıştır bu) ya da *her şeyin kuramı* (bu daha fiyakalı gerçi) adını vermektedir. Rahatlıkla kullanılabilen, gerçekliğe dair kesin bir tanım sunabilen matematiksel formüller toplamıdır. Einstein böyle bir teori bulmak istemiş, 1915'ten ömrünün sonuna kadar, kırk yıl boyunca onu aramış ama bulmayı başaramamıştır. Bu durum bize bu işin ne denli zor olduğuna dair bir ipucu sunmaktadır. Evreni anlamak son derece karmaşık bir iştir. Bunun ölçüsüz bir tutku gerektirip gerektirmediğini merak etmek hiç de yersiz bir soru olmazdı (karınca ve televizyon örneğini anımsa). Yine de bu amaçtan vazgeçmemek gerek. Bilim insanlarının Dünya'yı anlamak için çalışmalarının iki nedeni vardır. Bir yandan evreni etkin biçimde anlamak isterler. Diğer yandan, sarf edilen çabanın kendisi, yapılan pratik ve bunu yapıyor olmanın mutluluğu da önemlidir.

Bilirsin, ara sıra resim yaparım. Ucuz cetveller ve normal kâğıt kullanırım bunu yaparken. Sanatsal açıdan bakacak olursak, çok iyi resim yapmadığım ortadadır. Ama beni resim yapmaya sevk eden sonuç değil, eylemin kendisidir. Sadece çiziyor ve resim yapıyor olmak için resim yaparım. Hepsi bu.

Bilim insanları için de böyle bir şey geçerlidir. İş üstünde olmanın, her şeyi açıklamak için tekrar tekrar olasılıkları aramanın tatmini, onlar için yeterince memnuniyet vericidir. "Evreka!" çoğunlukla keşiften hemen önce gelir ya da ondan bağımsızdır. Aslında izlenen yol boyunca, çalışmaya başlanan

ilk andan son ana kadar buluşlar mevcuttur. Bundan ötürü, her şeyi bilme isteğinin aşırı abartılı bir heves olup olmadığı sorusu, gayet yerinde bir soru olsa da kendini kozmosu incelemeye adamış insanlar açısından önemsizdir. "Her şeyin alabildiğine ölçüsüz olması bizim için fark etmez. Asla başaramasak bile önemi yok." Onların varlık nedeni bu değildir. Yürüttükleri etkinliğin amacı kendinde saklıdır. Aramanın kendisi amaçtır.

Dürüst olmam gerekirse, sicim teorisiyle ilgili olarak beni en çok heyecanlandıran şey gerçek olabilme olasılığı değildir. Bir açıdan bunu pek az önemsiyorum. Beni asıl etkileyen, bir dolu matematik ve yeterince gözlem sayesinde olası bir açıklama bulunabilmiş olmasıdır. Bu, kendi içinde muhteşem bir başarıdır. Bir *belki* fikri, kendi içinde çok görkemlidir. Bu tıpkı doğanın dikişlerini görebilmek gibidir ya da bir yatak varmış da biz onun altına bakıyormuşuz gibi. Evrenin işleyişini bütünüyle anlamayı asla başaramasak da mutlu olmalıyız. Çünkü öyle ya da böyle, tutarlı varsayımlar öne sürme becerimiz var.



Ancak bu konuyu düşünmenin insanı iyimserlikten uzaklaştırıp hevesini kaçıran bir tarafı da var. Kimilerine göre, sicim teorisi bütünüyle matematiksel süsten ibaret: Dünya'da gözlemlediğimiz olaylarla son derece uyumlu ama belki de hepsi bu kadardır. Eleştirmenlerin öne sürdükleri mantık şöyle: Bir kuram sadece olup bitenleri açıklamakla yetinmemeli, yeni tahminlerde de bulunmalı. Sicim teorisi geleceğe dair tahminlerde bulunuyor ama bunlar şu an için doğrulanamıyor. Teknolojimiz bunu yapamayacak kadar ilkel henüz.

O zaman ne düşünmemiz gerek? En ufak bir fikrim yok Ulises. Yine her şey son derece karmaşık geliyor bana, ne yalan söyleyeyim. 11 boyutu gözümün önüne getirmek beni fazlasıyla aşıyor.

Sicim teorisi tek değildir. *Kuantum çekimi* adı altında başka adaylar da vardır. Bunlardan önemini koruyan belki de *kuantum kütleçekim döngüsüdür*. Korkma, sana açıklayacağım. Aslında ben de onu tam olarak anlamadım – sicim teorisini de çok iyi anlamıyorum ama hiç değilse sezgilerimle kavrıyorum. Ve daha birçokları var. Aslında bir düzine teori var ve bazılarının öyle isimleri var ki, gülmece duygusuyla okursan insanda kahkahalara yol açabilir: *Süper kütleçekimi teorisi, değişmeli olmayan geometri, sebeplerin dinamiğinin triangulasyonu, twistor teorisi*... Sonuçta oğlum, yaşadığımız çağda bu konuda pek çok çaba sarf ediliyor. Büyük olasılıkla, iki yüz yıl sonra bilim tarihçileri bizim zamanımızı tahlil ettiklerinde, onu biraz şüpheli ve karmaşık bulacaklar. Tam bir şeyi keşfetmenin eşiğinde olup da bunun tam olarak ne olduğunu bilemediğimiz o zamanlara özgü bir hal bu.

Bilgiçlik taslamak isteyen insanlar tarihteki böyle zamanları *paradigma değişiminin öncesindeki anlar* diye adlandırır. Ama biz ona *devasa bir karmaşanın ürünü* adını verebiliriz.

Karanlık

Ulises, sana anlatmam gereken bir şey daha var. Bunu daha önce de yapabilirdim belki ve üstelik böylesi daha mantıklı olurdu ama seni şaşırtma arzum, mantıklı bir anlatı ortaya koymaya ağır basıyor. Son derece rahatsız edici bir şeyi senden gizledim.

Yine de kendimi savunmak adına, şimdi anlatacaklarımı en iyi şu an değerlendirebileğini söyleyebilirim. Bazen bir şeyleri bir an önce anlatma arzusuna yenik düşer, biraz sabrın daima iyi olduğunu unutuveririz. Eminim, bunu daha önce anlatmış olsaydım hiçbir şey anlamayacaktın.

Hazır mısın? Hiç lafı dolandırmadan anlatacağım: Evrenimizin yüzde doksanının neden oluştuğuna dair hiçbir fikrimiz yok. Ne demiştim? Böyle bir şeyi duymak insana ağır gelir. Hele bu devasa kozmosun protonlardan, elektronlardan, nötronlardan, fotonlardan, pek çok uzay-zamandan ve birtakım önemsiz ayrıntılardan oluştuğundan emin olduğumuz bir anda.

Bu korkuyu sana yaşatan kişi, Fritz Zwicky adlı gökbilimcidir. Zwicky, geçtiğimiz yüzyılın otuzlu yıllarında galaksilerin davranışlarını inceliyordu. Bildiğin gibi, galaksilerin var olduğunu saptayan Herschel Kardeşler'in bulgularını Hubble

doğrulamıştı. Ve bu devasa yapılar bir anda çok çekici bir araştırma konusu haline gelmişti.

Galaksilerin yaptığı şeylerden biri de kendi etrafında dönmektir. Kesin ve net konuşmak gerekirse, galaksileri oluşturan milyonlarca yıldızın yaptığı budur. Zwicky, galaksilerin dönüş hızıyla ilgileniyordu.

Newton zamanından beri, Güneş'e uzak olan gezegenlerin ona yakın olan gezegenlere göre daha yavaş döndüklerini biliyoruz. Uzaklık arttıkça çekim kuvvetinin azalacağını bize kesin bir biçimde söyleyen o yasayı anımsarsak bu kolayca anlaşılır. Güneş'e uzak bir gezegen hızını artırmaya başlarsa aniden uzaya fırlayacaktır. Ve Merkür gibi Güneş'e daha yakın bir gezegen hareket hızını düşürecek olursa, sonunda Güneş'e çarpıp yanar. İyi düşünülürse, bu büyük bir kayıp olurdu. (Bu kitabın Merkür gezegeninde asla okunmayacağını bildiğimden, onun hakkında şaka yapmak da kolay tabii.)

Sana Newton yasasını hatırlattım (bu durumda, aşağı yukarı Einstein yasasıyla aynı), çünkü kütle miktarının dönme hızını belirlediğini aklında tutmanı istiyorum. Dolayısıyla, bir galakside bulunan madde miktarının bu galaksinin kendi etrafındaki dönme hızını belirleyeceğini düşünmek kesinlikle doğru olur.

Gelgelelim, bu son derece sevimli gökbilimcimiz tuhaf bir şey saptamıştı. Yaptığı gözlemler bu saptamaya uymuyordu ve bu durum kafasını karıştırdı. Galaksilerin şu anda döndükleri gibi dönebilmeleri için görünenden daha fazla kütleye sahip olmaları gerekiyordu. Aşırı hızlı dönüyorlardı, bu da gizli bir maddenin varlığına işaret ediyordu. Peki, bu kütle neredeydi? Neden görünmüyordu?

Dostumuz orada, uzaklarda göremediğimiz pek çok madde olduğunu ileri sürdü. Büyük bir çekim kuvveti uygulayabilme yeteneğinde olan bir tür gizli kütleydi bu. Ama bu onun keşfedemediği bir gizli kütleydi.

Kimse Fritz Zwicky'yi dikkate almadı. Galaksiler yeni keşfedilmişti ve haksız yere, onlar hakkında fikir yürütmek için henüz çok erken olduğu düşünülüyordu.

Bilim insanlarının görünmez bir kütlenin varlığı ihtimalini ciddiye almaları için çok uzun yıllar geçmesi gerekti. Bugün artık buna *karanlık madde* denmektedir. Ve günden güne dünyadaki gökbilimcilerin gündemini oluşturmaktadır.

Peki Ama Nedir Bu?

Fizikçiler onun hakkında tahminlerde bulundu. Gerçek birer dedektif gibi pek çok şüpheli arasında araştırma yapmaya koyuldular. Var olan ama görünmeyen nesneler nelerdi? Bu görünmeyen nesneler, *karanlık madde* olmaya ilk sıradan adaylardı. Örneğin, kara delikler olabilecekleri öne sürüldü. Bu yapıların çok büyük çekim kuvveti uyguladıklarını, kütlelerinin devasa olduğunu ve en önemlisi de görünmediklerini öğrendin sen de. Galaksilerin içinde dağılmış durumda bulunan böyle pek çok kara delik olabileceği de düşünüldü. Galaksileri öngörülenden daha hızlı dönmeye mecbur bırakan çok daha büyük kütlenin varlığını açıklayacaktı bu.

Öte yandan böyle değildi. Kesin bazı ölçümlerin sonucunda kara delikler fikri mecburen bir kenara bırakıldı. Peki, diğer seçenekler neydi?

Kahverengi cüceler, bir diğer kusursuz olasılıktı. Kütleleri bir kara deliğe dönüşecek kadar büyük olmayan ama onlara yakın büyüklükte sönmüş yıldızlardı bunlar. Hidrojen yakıtını tükettikten sonra yüksek çekim kuvvetinin etkisiyle küçülmüşlerdi ve dışarı çok az ışık salıyorlardı. İşte isimlerindeki *kahverengi* kelimesi buradan geliyordu. Başarısızlığa uğramış kara deliklerdi onlar.

Ama bu da durumu tam olarak açıklamıyordu. Tüm şüpheliler birer birer elendi. Ta ki, tesellisiz bir biçimde ellerinde hiç şüpheli kalmayana kadar. Bu karanlık maddenin ne olduğunu bilmenin bir yolu yoktu.

Şu anki durumda çeşitli varsayımlar olmakla birlikte henüz hiçbir şey açık ve net değildir. Karanlık madde evrenin büyük bir kısmını kaplamasına rağmen, ona dair kati bir bilgimiz yok.

Daha Fazla Karanlık

Buna karşılık, korkular burada sona ermiyor. Evren, bizi şaşırtmayı bir an olsun bırakmama konusundaki şen ve cömert arzusuyla çok daha şaşırtıcı bir kavramı armağan eder bize: *Karanlık enerji* kavramını.

Karanlık maddeyi anlamak zaten karmaşık bir işken, bir de karanlık enerjinin var olduğunu öne sürmek, insanda paralel evrene fırlatılma isteği uyandırır. Kim bilir, belki de o paralel evrende fizik kuralları biraz daha basittir.

Ama işler böyle yürümüyor. Karanlık enerji, evrende var olan her şeyin yüzde 70'ini oluşturuyor, karanlık madde de

var olan her şeyin yüzde 20'sini. Var olan her şeyin geri kalanı, yani sadece yüzde 10'u, normal ve bildiğimiz maddeden oluşuyor – tabii bu kadar yorucu bir yerde, herhangi bir şeyi artık böyle sınıflandırabilmek mümkünse.

Karanlık enerji tam olarak ne yapar? Bilim insanlarına göre evrenin genişlemesinden sorumlu olan odur. Belki de uzay-zamanın giderek daha büyük hale gelmesinin sorumlusu odur. Galaksilerin giderek büyüyen bir hızla birbirinden ayrılmalarının sorumlusu odur. Bu gizemli enerjinin özelliklerinden biri de çekim kuvvetinin aksi yönde etki etmesidir. Dolayısıyla, evrenin devasa kütlesel yapılarının birbirinden ayrılmasını sağlamaktadır.

Anlaşılırlık

Korkunç bir fırtınanın ardından güneşin ışıldadığı ve kuşların cıvıldaştığı o eski filmleri oldum olası çok beğenmişimdir. Bu tıpkı bir hastalıktan kurtulmaya benzer. Huzur duygusu muhteşemdir ve insan, televizyon ekranına sızıp görüntünün içine girerek o otların üstüne bir süre uzanmak ister.

Bir önceki bölümde esen kasırganın ardından, isterim ki sen de bu hoş huzur duygusunu yaşayasın.

Az önce sana açıkladığım şey, bilimle ilgili sana aktarmaya çalıştığım fikirle çelişebilir. Fizikçiler, şu ana kadar kimi zorluklara rağmen bilinmezlikleri ortadan kaldırmayı başardı. Ama birdenbire kozmosun yüzde 90'ı gibi önemli bir kısmının, hakkında pek az şey bilinen bir maddeden ve enerjiden oluştuğunu söyleyiverdim sana.

Bu hafif bir iç sıkıntısına yol açabilir. Her şeyden önce bilimin daima her şeyi aydınlatmasını, hiç karanlık bırakmamasını umut ederiz. Pek çok insan bilimcilerin bilinemez bir şeyden bahsettiklerini duyduğunda, genelde onlara son derece adaletsiz davranır. Hatta biraz sevindikleri bile söylenebilir... Genellikle bilinemeyen bir şeyin ortaya çıkardığı çelişkili bir kibirli tepkidir bu. Bunun üzerine şöyle cümleler atmaya başlarlar ortaya: "Bilim her şeyi açıklayacağını sanıyor ama aslında hiçbir şey bildiği yok." Hemen arkasından da kendilerinden memnun bir gülümseme yayılır yüzlerine.

Bu hiç adil değil Ulises. Çünkü bilinemeyen şeylerin bu karanlığı, aslında kendi tarzında bir aydınlıktır. Kesin yanıtların verdiğinden çok daha zarif ama aynı oranda rahatlatıcı bir aydınlık.

Hayretler uyandıran keşiflerin yapıldığı yüzyılın tam ortasında, bilim, gerçekliğin büyük kısmını bilmediğini açıklayınca bu durum hepimize nasıl davranmamız gerektiği konusunda bir ders verdi. Burada bilimsel yöntemin etkinlik tarzının nasıl olduğunu görüyoruz. Bilim, iddiaları konusunda asla kesin bir biçimde konuşmaz; daima kuşkuya bir pay bırakır, çünkü kuşku, eninde sonunda ona gerekli aracı sağlayacaktır.

Fizikçiler karanlık madde konusunu defalarca ele aldı. Bilim dergilerinde bu konuyla ilgili yüzlerce makale yayımlandı; pek çoğunun savlarının doğru olma olasılığı hayli yüksekti. Kısa süre önce karanlık maddenin belki de var olmadığı haberi çıktı. Bilim bunu tam bir karmaşa haline getirdiği için değil... Açıkça bu alanda el yordamıyla ilerliyor. Sorun şu anda olup bitenlerden, gördüklerimizden kaynaklanıyor; bilimin sıkın-

tılarının başkahramanlarıyız bizler. Ama bu sadece bizim dönemimize özgü bir durum da değil, daima böyleydi.

Şu an için evrenin hızla genişlemesini karanlık enerji açıklayabilir. Daha önce buna verecek bir yanıtımız yoktu. Ancak bir yanıt olasılığı ufukta görünmediği halde, kocaman soru işaretlerinin varlığı, bilinemeyen konuların herkesle paylaşılması, bilimin aydınlığının bir parçasını oluşturmaktadır.

Umarım sende istediğim etkiye yol açabilmişimdir ve sen de benim pek çok kez hissettiğim şeyi hissedebiliyorsundur şu an: Hani filmlerde, fırtınanın ardından güneş çıkınca hissedilen o duyguyu.

Ve şimdi başa dönelim.

Başlangıçta Olan Şeyler

Şimdiye kadar sana Big Bang'in sadece klasik yorumundan söz ettim. Bize, evrende var olan tüm maddenin ve enerjinin bundan 13,7 milyar yıl önce, saçma biçimde küçük bir noktacıkta yoğunlaşmış olduğunu söyleyen yorum bu. Ancak bu mükemmel varsayım, ileri sürüldüğünden beri birkaç değişikliğe uğradı.

Bunlardan biri geçtiğimiz yüzyılda, 80'li yıllarda Alan Guth adında bir fizikçi tarafından ortaya kondu. Big Bang konusunu araştıran fizikçilerin bugün en değerli varlıklarından biri haline gelecek savını bilim topluluğuna sunmuştu Guth: Büyük patlamanın ilk saniyelerinde evrenin tahmin edilenden daha hızlı genişlediğini belirtti. Bu varsayım, *şişmekte olan evren varsayımı* olarak bilinir ve bugün bilim tarafından çoğun-

lukla kabul gören modelin parçasını oluşturur. Alan Guth'un önemi, yaptığı önerme sayesinde olaylarla tam uyuşmayan kimi gözlemleri açıklamayı başarabilmiş olmasıdır. Örneğin şu an gözlemlediğimiz evren son derece türdeş görünmektedir. Nereden bakarsanız bakın, neredeyse aynı gibidir: Teleskobunuzla ister bir yöne, ister bir başka yöne bakın, birbirine çok benzer evren parçaları görürsünüz.

Bu türdeşlik, şişmemiş bir evren için açıklanabilir değildi. Oysa Guth'un ortaya koyduğu ve uzayın son derece hızlı genişlediğini belirten önerme bir şeyin üstesinden geliyordu: İlkel maddeyi, küçük küçük gruplar haline gelecek şekilde birleşmeye başlamasından önce ayırmayı başarıyordu. Şu anda gözlemlediğimiz muhteşem bir türdeşliği olan tüm evrene bu şekilde yayılmış oldu.

Big Bang ortaya atıldığından beri bu fikirle gelen önemli değişikliklerin de eski yoktan yaratılma konusuyla ilgisi vardı. Sana sözünü ettiğim ünlü Romalı şair Lucretius, yorulmak bilmeden bir şeyin yoktan var edilemeyeceğini söyleyip dururdu. Ama fizikçiler için bunun pek bir önemi yoktu. Kozmosun başlangıcına dair kesin bir tanım vermek istediklerinde, ister istemez *her şeyin hiçlikten* ortaya çıkması konusunu da ele almak zorunda kalıyorlardı.

Bu konuya eğilebilmek için ilk ipucu, maddenin ve enerjinin korunumuyla ilgili o ünlü yasalarda saklıydı. Bunun tam olarak ne anlama geldiğini anlamasam da çok küçükken öğrenmiştim onu: Madde, ne yoktan var edilebilir ne de yok edilebilirdi, sadece biçim değiştirebilirdi. Aynı durum, enerji için de geçerliydi. Einstein, her iki yasayı tek bir yasada birleştirmişti: *Madde-enerjinin korunumu yasası.*

Peki, madde ne yoktan var edilebilir ne de yok edilebilirse o zaman 13,7 milyar yıl önce nasıl olup da yaratılabilmişti? Evren bu korunum yasasına ta baştan nasıl karşı gelebilmişti? Bir yolculuğa başlamak için pek de örnek bir yöntem sayılmazdı bu doğrusu.

Derken bilim insanları *negatif enerjiden* söz etmeye başladı. Bir miktar pozitif enerjiyle bir miktar negatif enerjiyi toplarsak sonuç sıfır çıkar. Dolayısıyla Big Bang anında, her şeyin başlangıcında pozitif enerji kadar negatif enerji olduğunu düşündüler. Böylece konu şahane bir şekilde hallolmuş oluyordu.

Peki, ama bu negatif enerji de neyin nesiydi? Fizikçilerin ne söylemek istediklerine dair bir fikrimizin olması için, birinin Ay'ı yörüngesinden çıkarıp yüz binlerce ışık yılı uzağa yerleştirmek istediğini varsayalım: Ay'ı, fiilen hiç kütleçekim kuvvetinin olmadığı bir sahaya götürmek istiyor bu kişi.

Burada Ay'ın hiçbir potansiyel enerjisi olmayacak. Bu tuhaf enerjiden söz etmiştim sana: Kütleçekimin olduğu alanlarda cisimlerin sahip oldukları enerji türüdür bu. 30 metre yükseğe yerleştirilmiş bir elmanın potansiyel enerjisi vardır. Çünkü düşmesi için bıraktığımızda yere çarpacak ve bir felakete yol açacaktır. Ve herhangi bir felakete yol açmak için enerjiye gerek vardır. Ancak aynı elma kütleçekiminin olmadığı bir uzaya yerleştirildiğinde, hiç potansiyel enerjisi olmayacak, hiçbir yere düşmeyecektir: *Potansiyel olarak* herhangi bir yere çarpıp hasara yol açmayacaktır.

Yeniden Ay'ı ele alalım. Diyelim ki, onu yörüngesinden çıkarmayı başardık (Yeryüzü'nün kütleçekim kuvvetinin etkisinde olduğundan, yörüngesinde potansiyel enerjisi vardır) ve

kütleçekim kuvvetinin etkisinin olmadığı ücra bir yere yerleştirdik. Sonuçta potansiyel enerjisi de yok. Onu yörüngesinden çıkarmak ve kütleçekimin olmadığı bir yere yerleştirmek için çok fazla enerji harcamamız gerek. Ay'ı öyle kolaylıkla kımıldatamazsın yerinden. Bundan ötürü, harcadığımız çabayla enerjimizi Ay'a aktardıktan, yani enerjimizi ona *ekledikten* sonra enerjisi *sıfıra e*şit oluyorsa, o zaman öncesinde enerjisi negatifti anlamına gelir bu. Bir *toplama işleminin* sonucunun *sıfır* olması için, toplananlardan birinin negatif olması gerekir.

Negatif enerjinin varlığı, evrenin yaratılması anında "korunum yasalarına" karşı gelinmediğini açıklayabilir. Ama dürüst olmam gerekirse, bir şeyin nasıl olup da hiçlikten çıktığını, Lucretius gibi ben de hâlâ anlamıyorum.

Bu fikri temel alarak oluşturulan çeşitli varsayımlar var. Kimi bilimciler evrenimizin yaratılması için sadece beş yüz gram kadar, yani üç dört sandviçe eşdeğer maddenin yeterli olacağını belirtiyorlar. Bunun biraz gülünç olduğunun farkındayım. Ama kimse bize evrenin başlangıçtan itibaren ağır olması gerektiğini söylemedi ki. Yalnızca birkaç gram ve sonrasında tadını çıkarabileceğimiz koca bir kozmos! Geri kalan kütle, Einstein'ın formülü sayesinde ortaya çıktı: Şu anda etrafımızı çevreleyen maddeye dönüşen şey, bir zamanlar enerjiydi herhalde.

Nasıl olursa olsun, bilim açısından olayların anlatımı büyük patlamadan sonraki saniyenin o küçük diliminden itibaren başlar. Ondan öncesiyle ilgili olarak, herkes tam bir karmaşa yaratmaktadır. Ancak o andan itibaren, şu anda bilinen fizik yasalarını da uygulayınca gözlemlediğimiz şeylerden yola çıkarak tutarlı bir tanımlama yapmak mümkün

olmaktadır. Evreni genişleten madde giderek soğuyordu. Büyük kütleçekim kuvvetleri görevini yaptı ve büyük kütleler birbirine yakınlaştı. Aradan zaman geçti ve bu büyük kütleli gruplaşmalar galaksileri meydana getirdi. Son derece basit hidrojen atomlarının bir araya toplaşması sonucunda yıldızlar oluştu. Bu birleşme, kitapların kütüphanelerden düşmesine neden olan çekim kuvvetinin sonucunda oluyordu. Hidrojen helyuma ve zaman içinde de daha karmaşık elementlere dönüştü. Bu yıldızlardan bir kısmı dönüyordu ve dönerken de maddeyi etraflarına saçıyordu. Böylelikle gezegenler ve uyduları oluştu. Bu gezegenlerin birinde, fizik yasaları yeterince ilginç moleküllerin oluşmasına elverişliydi ve sonunda bunlar hayatın yapı taşlarını oluşturdu. Ve konu buradan, ta sana bana ve *diskjokeyler* gibi ilginç kişilere kadar uzanıyor işte.

Lucretius'la Konuşsaydık Ne Olurdu?

Biz yaptığımıza inansak da Lucretius'u ikna etmemiz imkânsız. Pozitif enerjiyle negatif enerjinin toplanması, yokluktan var olma sırrına bir çözüm getirebilir. Ama dikkatle analiz edilirse, daha işin başında olduğumuz açıkça anlaşılır. O kocaman "Neden?" sorusu hâlâ varlığını korumaktadır.

Fizikçilerin sözünü ettiği "hiçlik" ile Lucretius'un sözünü ettiği öteki "hiçlik" epeyce farklıdır. Bir fikir edinebilmen için, bir teorik fizikçiyle ünlü Romalı şair arasındaki şu hayali konuşmaya kulak verelim:

LUCRETIUS: Duydum ki, bir şeyin hiçlikten var olabileceğini söylüyormuşsunuz.

FİZİKÇİ: Şey, aslında tam olarak öyle değil.

LUCRETIUS: O halde nasıl?

FİZİKÇİ: Bizim hiçlik kavramımız sizinkinden farklı.

LUCRETIUS: Benim kavramımın nasıl bir şey olduğunu sanıyorsunuz?

FİZİKÇİ: İşte, var olan her şeyin yokluğu.

LUCRETIUS: Buna başka bir tanım getirmek mümkün mü?

FİZİKÇİ: Bir anlamda, evet. Sanırım.

LUCRETIUS: : Sizi dinliyorum.

FİZİKÇİ: Beni anlayabilmeniz için günümüzdeki gelişmelerden haberdar etmem gerek sizi. Özetlemem gerekirse: Bizim *kuantum boşluğu* adını verdiğimiz bir şey mevcuttur.

LUCRETIUS: Kuantum boşluğu mu? Boşluğa bir isim takmak, onu bir şeyle doldurmak demektir. Kati boşluğun herhangi bir takma adı olamaz. Kuantum boşluğu bir şey demektir. Yani *kuantum* özelliği olan bir şey... Tabii bu ne anlama geliyor, bilmiyorum.

FİZİKÇİ: Bunun için işte, bizim boşluk kavramımızın sizinkinden farklı olduğunu söyledim.

LUCRETIUS: Konuyu, akıllıca bir şekilde saptırdığınızı fark ediyorum. *Hiçlikten* söz ederek başladık, şimdi *boşluk* konusuna geçtik. Yeniden konuşmanın akışına dönersek sevinirim. Size, hiçlikten bir şey yaratmanın mümkün olmadığına inandığımı söyledim.

FİZİKÇİ: Ve ben de boşluktan bir şey yaratmanın mümkün olduğunu söyledim.

LUCRETIUS: Sohbet böyle sürdürülemez. Neden söz edeceğimize siz karar verecekseniz, kendi yüzyılıma dönmeyi tercih

ederim. Oradaki insanlar da buradakiler gibi gülünç ama en azından onları tanıyorum.

Fizikçi: Beni yanlış anlamayın. Öyle görünmese de sonuçta alçakgönüllü olmaya çalışıyorum. Konuşmayı "hiçlikten" "boşluğa" doğru saptırdıysam, bunun nedeni "hiçliğin" ne olabileceğine dair en ufak bir fikrimin olmamasıdır. Bir şeyin hiçlikten ortaya çıkması fikri karşısında hissettiğiniz hayreti ben de paylaşıyorum. Ama en azından –ve bunun hiç de yabana atılmayacak bir şey olduğunu itiraf edeyim– parçacıkların boşlukta ortaya çıktığına dair kanıtlarımız var.

Lucretius: Ne demek istiyorsunuz?

Fizikçi: Boşlukta durmaksızın şeyin...

Lucretius: Affedersiniz, sözünüzü kesiyorum ama *boşluk* derken, nesneleri ayıran şeyi kast ediyorsunuz, değil mi?

Fizikçi: Evet, bu sizin yüzyılınızdan beri geçerli olan bir tanım.

Fizikçiyle şairin sohbetine kulak vermeye devam etmeden önce araya girmekte fayda var. Fizikçimizin söylediği şey –seni şaşırtacak belki ama– yine kuantum mekaniğinin sonuçlarından biridir. Aslına bakarsan "boşlukta" (ve bu, açıklığa kavuşturulması gereken bir konu, "hiçlik"le karıştırılmaması gerek) küçük parçacıklar sürekli belirip yok olurlar. Madde teknik olarak, *kuantum köpüğü* adı verilen şeyin içinde oluşur.

Geçen gün, büyük şair Rosalía de Castro hakkındaki bir belgesel çalışması için Galiçya'daydım. Mundo Nehri'nin kenarında gezerken yağmur başladı. Yağmur damlaları suyun

yüzüne çarpıyor ve bir belirip bir kaybolan dalgalar yaratıyordu. Kuantum köpüğünü düşündürdü bu bana.

Başımızı döndürecek kadar küçük ölçekteki gerçekliği değerlendirebilmek için olağanüstü bir görüş yeteneğimiz olabilseydi, göreceğimiz şey üç aşağı beş yukarı böyle olurdu. Sudan değil de "kuantum boşluğundan" yapılmış bir denizde, bir belirip bir yok olan parçacıklar... (Onların aynı zamanda dalgalar olduğunu da biliyorsun artık.)

FİZİKÇİ: Siz uygunsuz bir şekilde araya girip sözümü kesmeden önce dediğim gibi, maddenin boşlukta yaratıldığı kanıtlandı. Önceden olmayan madde artık vardır.

LUCRETIUS: Bunun gerçekleşebilmesi için belli yasalar olmalı sanırım.

FİZİKÇİ: Elbette, kuantum mekaniğinin yasaları...

LUCRETIUS: Kuantum mekaniğinin ne olduğunu bilmiyorum. Ama anladığım kadarıyla, yeni fizik bu. Fark etmez, onu kabul ederim... Ama siz de benim söylediğim bir şeyi kabul edin: Madde boşluktan çıkabilir ama kuantum mekaniğinin yasaları nereden çıkıyor? O da başka bir kuantum boşluğundan mı? Hadi ama bayım... Yok, hayır, beni ikna edemeyeceksiniz. Hiçbir şey hiçlikten yaratılamaz. İyi günler, hoşça kalın.

Lucretius yanılıyordu. Hiçlikten yaratılma konusu ile parçacıkların kuantum boşluğunda belirmesi farklı şeylerdi. Ancak bu parçacıkların sonrasında uyması gereken doğa yasalarının yaratılması ile hiçlikten yaratılma konusu birbiriyle ilgiliydi. Ve işte bu son derece gizemli bir durumdu.

Gördüğün gibi, bu devasa kozmosun yaratılmasını anlamak için bilim sayısız varsayım ortaya atmaktadır. Başlangıçta, Big Bang anında, maddenin yaratılmasının mümkün olduğu varsayılmıştır; tıpkı gizemli kuantum köpüğünde saptandığı gibi. Modern fiziğin yasaları buna izin vermektedir. Ve Lucretius'un büyük sorusunun geçerli olduğu yer de tam burasıdır: Peki o zaman, evrenin *hiçlikten* oluşumunu sağlayan yasalar *hiçlikten* nasıl çıkmıştır?

Tam da buradan başımıza epey iş açacak bir yerlere kaymak hiç zor değil. Tanrı'dan bahsetmemize ramak kaldı. Sen de fark ettin, değil mi? Çoğu insan bunun olayları açıklamak için biricik yol olduğunu düşünür. Başkaları ise bunun karmaşayı daha da artıracağını söyler. Onlara göre, evreni anlamak zaten yeterince zorken, bir de onu ve ayrıca Tanrı'yı anlamak, sarf edilmesi gereken çabayı ikiye katlamak demektir. Tek bir gizemli olayla uğraşmak zorundayken bunu ikilemek, iki katı pahalıya patlar.

Kişisel olarak, bu konuya ilişkin burada ifade edemeyeceğim kadar dağınık, belirsiz, değişken ve kapsamlı fikirlerim var. Bu konuda, ne zaman istersen baş başa konuşalım, daha iyi.

Onun için Tanrı'dan bahsetmeyi bırakalım ve sorumuza geçelim: Bilim, tüm bunlar için bize mantıklı bir açıklama sunabilir mi? Yoksa kabul etmek ne kadar ağır gelirse gelsin, bu devasa karmaşanın ne anlama geldiğini asla öğrenemeyecek miyiz?

Bilime olan aleni tutkuma rağmen genellikle ikinciyi seçiyorum ben. Fakat biliyor musun, Ulises? Kimseye söyleme ama tüm bunlara dair fikirlerimi bazen kökten değiştirdiğim

oluyor. Hatta kimi zaman, saçma sapan bir saflıkla, günün birinde her şeyi anlayabileceğimiz hissine de kapılıyorum.

Az sonra sana bundan bahsedeceğim. Ama ondan önce, bu bölümü bitirmek için *bu evrenin* yaratılması ile *var olan her şeyin* yaratılması arasındaki farkı belirtelim. Sen de gördün ya, çoklu evrenlerin denizinde yüzen basit bir balonun içinde bulunuyor olma olasılığı, bilimsel titizlikle savunulan bir şeydir. Evrenin yaratılışından söz etmek artık pek rağbet görmüyor. Bazı bilim insanları, sanırım çok emin bir dille, çoklu evrene *kozmos* dendiğini ve *evren* kelimesinin de yerel anlamda kullanıldığını ileri sürmektedir. Evrenin başlangıcı hakkında, yani seninle yaşadığımız baloncuk hakkında bilimin şu anda söyleyecek pek çok şeyi var. Ve evrenin doğumunu açıklamak için bilimin ortaya koyduğu katkılar da son derece etkili. Bu son söylediğim açısından, sadece bu açıdan belki de kuşkuların azar azar dağılacağına dair makul bir umut besleyebiliriz.

Sonların Sonu

Bir önceki bölümde yer alan felsefi tahminlerin gerekli olduğunu söylediysem de bundan bir an önce silkineceğiz. Merak uyandıran bu kozmos hakkında bir kitap yazmaya yeltenince, ister istemez bilincimizi şu veya bu biçimde aşan sorular da sormak gerek. Ama artık metafizik dünyasını terk ederek fizik dünyasına geri dönebiliriz.

Tüm bunların sonu nasıl gelecek? Bilim insanları evrenin 13,7 milyar yıl önce başladığını ortaya koyabildiğine göre, bir sonu da olacak mı?

Evrenin sonu fikri de başlangıcı fikri kadar merak uyandırır. Çünkü her iki durumda da hiçlik kavramı çıkar karşımıza. Bu, zihnimizin hiçbir biçimde hazır olmadığı, son derece acayip bir kavramdır.

Öte yandan soruyu başka yöne çekmek ve sıkıntı verici hiçlikle yüzleşmeye mecbur kalmamak da mümkündür. Bir anlığına da olsa çoklu evren fikrini kabul edersek, delirme korkusu olmadan *bu* evrenin sonunun her şeyin sonu anlamına gelmediğini de kabul etmiş oluruz. Bu duygusal düzeyde rahatlatıcı bir şey olmasa da mantıksal düzeyde öyle olduğu kesindir.

Bu konuya ilişkin pek çok varsayım vardır. Varsayımlardan bazıları uzayın özellikleriyle, sonsuzca genişleme kapasitesine sahip olup olmadığıyla ilgilidir. Diğerleri evrende gerçekte var olan maddenin miktarıyla ilgilidir. Maddenin büyük kısmı genişlemenin tersine döndürülmesine yol açabilir ve evren bütünüyle küçülmeye başlar. Çünkü tüm bu birikmiş kütlenin sahip olduğu kütleçekim kuvveti, evrenin genişlemek için kullandığı enerjiden çok daha büyüktür.

Ancak tüm bu varsayımların ötesinde, hiçbir bilimcinin doğruluğunu sorgulamadığı bir başka varsayım vardır. Duyunca insana açıkça korku verse de bu ilkenin güzel bir ismi var.

Termodinamiğin İkinci İlkesi

Bunun muhteşem bir kelime olmadığını söyleme sakın bana. Dünyaya bir şeyi açıklayarak tarihe geçecek olsam, birinci sırayı bu alırdı. Sırf kulağa güzel geldiği için bile olsa, onu seçerdim.

Bu ilkeyi anlaması çok kolaydır; onun sayesinde ulaşacağımız sonuç da hem tüyler ürpertici hem de bir o kadar açık ve nettir. Umarım bunu anlamanın vereceği zevk, getireceği sevimsiz sonuçları soruşturma korkusunu telafi edebilir.

Rudolf Clausius neşe içinde Dünya'yı adımlarken henüz Nobel Barış Ödülü verilmiyordu, yoksa onu kesin alırdı. Bir savaş sırasında, yaralıları tedavi etmek için bir ambulans filosu ayarlayarak harikulade bir iş başarmıştı. Ve aynı zamanda Nobel Fizik Ödülü almıştı.

Rudolf, her anlamda sıra dışı bir insandı. Araştırmacı olmasının yanı sıra, öğrencileri tarafından hayli sevilen kusursuz bir öğretmendi. Başlıca araştırma konusu ısıydı.

Hemen hemen tüm kitaplarda okuru fizikle tanıştırmak için ele alınan ilk konulardan biri ısıdır. Benim bunu neredeyse sona gelirken yapmamın bir çılgınlık olduğunu düşünebilirsin. Ama bunun için nedenlerim var. Bir şeyin neden sıcak olduğunu daha iyi anlamak için atomların ne olduğunu ve nasıl bir davranış gösterdiklerini bilmek gerekir. Şimdi neden söz ettiğimi anlayacaksın.

Odandaysan, ısıtma sisteminin radyatörlerine dikkatle bir bak. Başka bir yerdeysen de bunu gözünün önüne getirmeni rica edeceğim. Bu aletin soğuk ya da sıcak olması arasında nasıl bir fark vardır? Buna verilecek en kesin yanıt birinde sıcak, diğerinde soğuk durumda olmasıdır. Ama duymak istediğim bu değil. Radyatörün yapıldığı malzemede oluşan farklılıktan söz ediyorum.

Görünüşte bunda bir değişiklik olmaz. Dışarıdan bakıldığında radyatör sıcak ya da soğuk olduğunda da aynı biçimde

görünür. Bir radyatör fotoğrafı göstersem sana, bunun hangi durumda olduğunu asla anlayamazsın. Fotoğraftaki hiçbir şey, onun yanıyor mu yoksa sönmüş mü olduğuna dair ipucu sunmaz sana. Isı yaydığı sırada radyatörün biçimi değişmez, ısı yaymayı bırakınca da eski haline dönmez. Görsel açıdan herhangi bir fark yoktur.

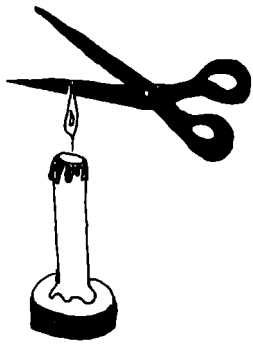
O zaman neden bazen el yakar ve bazen yakmaz? Mutlaka bu maddede değişen bir şeyler olması gerekir. Bunu dikkatle düşün. *Tastamam* aynı olsaydı ısısı değişmezdi. İçinde bir şeyin mutlaka değişmiş olması gerek, değil mi?

Uzun süre boyunca ısınan nesnelere neler olup bittiği üzerine tahminler yürütüldü. Bir dolu teori vardı. Ve bilim insanları bir türlü fikir birliğine varamıyordu. Bunu anlatmayıp tek başına araştırma yapmaya mecbur edebilirdim seni ama bugün iyi günümdeyim ve seni bu kocaman yükten kurtarıp ferahlatacağım.

Sıcak bir cisimle soğuk olan arasındaki fark atomlarından ileri gelmektedir. Sıcak bir nesnede atomlar, soğuk nesneye göre daha hızlı hareket eder. Hangi nesne olduğu hiç fark etmez. Güneş ışını elini ısıttığında, elini oluşturan atomlar daha hızlı hareket eder. Plajda, bir elin güneşte diğeri gölgede dururken, gölgede duran elindeki atomlar güneş ışınlarını emen elindekilere göre daha ağır hareket edecektir.

Hepsi bu kadar... Büyük bir açıklama gibi görünse de aslında çok basit. Isı hareketin ta kendisidir. Senin de gördüğün gibi, bilim insanlarının daima bulmaya heves ettikleri birleştirmeye kusursuz bir örnektir bu fikir. Bunu öğrenmeden önce, bir tarafta ısı diğer tarafta hareket vardı. Isının gerçek karakterinin ortaya çıkması sayesinde her şey şaşırtıcı bir biçimde birleşmiş oldu.

Makası bir mumun alevinde ısıttığın zaman, metalin aleve değen kısımlarında atomlar hızla hareket etmeye başlar. Şimdi fark ettim Ulises, bu örnek aklımın başımda olmadığını gösteriyor belki de. Bir mum ışığında yakılan makas! Neden böyle bir şey aklıma geldi bilmiyorum ama bir örnek olarak kusursuz biçimde uygun düşüyor.



Basit bir fotoğraf aracılığıyla radyatörün yanık mı, sönmüş mü olduğunu neden asla bilemediğimizi artık anlamak kolay: Fotoğraf makinesi ne kadar gelişmiş olursa olsun görüntünün çözünürlüğü asla maddenin hareketini gösterecek kadar yüksek olmayacaktır. Ama ona son derece güçlü bir mikroskopla bakarsak, radyatörün maddesinin yüzeyinde çok hızlı hareketler görebiliriz.

Peki, haklı olarak tüm bunların evrenin ve Dünya'nın sonuyla ne ilgisi var diye soracaksın şimdi. Bir yapıdan diğerine ısının nasıl aktarıldığı konusunu düşünürsen bunu hemen anlayacaksın.

Odanda bulunan radyatör işini etkili biçimde yerine getirir (hareket eden atomlardan ve moleküllerden oluşmuştur).

Çünkü yüzeyi bu hareketi etrafındaki havaya ileterek odayı ısıyla doldurur.

Fotoğrafa bakarak odanın ısısını görmemiz de mümkün değil. Çünkü havadaki moleküllerin hareketlerini görebilmemiz imkânsız. Ama yanan bir aletle birlikte, o aleti oluşturan parçacıkların ve havanın da ısındığı bilinmektedir. Isısı artırıldığı zaman havadaki parçacıklar odanın daha az sıcak olduğu zamanlara göre, biraz daha hızlı hareket eder.

Şimdi radyatörü oradan çıkaralım ve yerine bir kalıp buz koyalım. Bunu da yine fotoğrafla göstereceğiz. Ama sanırım görsellere çok başvurdum, onun için şimdilik bunu hayalimizde canlandırmakla yetinelim.

Bu kocaman buz kalıbının odayı biraz soğutacağı açıktır. Sana buzun soğuğu odaya nasıl aktaracağını sorarsam, radyatöre benzer biçimde, diye yanıt verme eğilimi göstereceksin muhtemelen. Ama böyle değil. Çünkü *soğuk aktarılamaz.*

Hatırlayalım: Isı harekettir ve ısının aktarımı hareketin aktarımıdır. Bundan ötürü odanı soğutmayı başaran buz kalıbı örneğinde, aktarımın tam ters yönde olması gerekir. Buz kalıbının odayı soğutması değildir burada olan; odanın *buz kalıbını ısıtmasıdır.* Sıcak havanın içindeki parçacıklar donmuş suyun içindeki küçük moleküllerin ısısını yükselterek onları hareketlendirir. Böylelikle buz kalıbının azar azar erimesine yol açar. Ve bu bize evrenin sonunu anlamamız için ilk ipucunu sunar.

Odanı bir kenara bırakalım ve kozmosun bütününü düşünelim. Evrende, biri diğerine göre daha sıcak cisimler vardır. Güneş'in sıcaklığı Yeryüzü'nün sıcaklığından fazladır. Ve Yeryüzü'nün sıcaklığı da Satürn'ün dış halkalarından daha

fazladır. Sıcaklığın daima sıcak cisimlerden soğuk olanlara geçtiğini doğru kabul edersek, günün birinde evrende her yerin eşit ısıya sahip olacağı da kesindir. Her yerde aynı sıcaklık ya da aynı soğukluk oluşacaktır.

Başka bir deyişle, yüksek ısıya sahip cisimler daha soğuk cisimlere sıcaklıklarını aktarır, tıpkı radyatörün odana ısı aktarması gibi. Bu sürecin uzun süre devam etmesini sağlarsak, ısı sonunda her yerde aynı olacaktır. Ve bu da her şeyin sonu demektir.

Neden diye merak ediyorsun... Isının her yerde aynı olmasının evrenin sonuyla ne ilgisi olabilir? Her şeyden evvel, ısının her yerde eşit olması olumlu bir şey gibi görünmektedir. Şimdi bunun neden böyle olmadığını görelim.

Bir şeylerin olması, olayların yaşanması için enerji farklılıklarına ihtiyaç vardır. Bu karmaşık görünebilir ama ısının küçük parçacıkların hareketi anlamına geldiğini düşününce sanırım anlamak zor olmaz. Milyonlarca yıl sonra evrenin her yerinde ısı eşitlendiğinde evrende yeni hiçbir şey olamayacaktır. Çünkü enerjinin aktarımı imkânsız hale gelmiş olacaktır. Tüm enerji eşit biçimde dağılmış durumdayken aktarım nasıl gerçekleşsin? Ve enerji aktarımı olmadan hiçbir şey var olamaz, ne hayat ne de daha karmaşık başka bir süreç.

İyi bir bilim insanı olan Rudolf, olayları benden daha kesin bir dille açıklamış ve bu olguya *entropinin artış ilkesi* adını vermişti. Entropi kavramı, düzensizliğe atıfta bulunmaktadır. Türdeş bir evren tamamen düzensiz bir evrendir. Farklı cisimlerin arasındaki açık ısı farklarıyla, bizimki gibi bir evrenin entropisi daha azdır.

Clausius buradan doğanın temel ilkelerinden birini çıkardı. Adına bayıldığım bu ilke, termodinamiğin ikinci ilkesidir. Bu ilkeye göre, tüm kapalı sistemlerde entropinin artışı kaçınılmazdır. Ve bilindiği kadarıyla evren de tamamen kapalı bir sistemdir. (Henüz başka evrenlere açılan kapıların varlığı kanıtlanamadı.)

Rudolf Clausius, sonlar karşısında başı dönen biz insanlara bu yasasıyla nasıl da büyük bir rahatsızlık yaşatacağının tam olarak bilincinde değildi belki de. Öyle ya da böyle, ikinci ilkesi hâlâ geçerliliğini korumaktadır. Bu yasanın doğal sonucu, tüm evrenin heba olacağı tahminine götürür bizi. Fizikçiler buna gösterişli bir isim vermiştir: *Termik ölüm.*

Bu fikir pek çok kişinin cesaretini kırmıştır. Bunu anlamak hiç de zor değil. Bu konuda en çok endişelenenlerden biri de elektrik ve manyetizmayı kaynaştıran dostumuz James Clerk Maxwell'di. Hiçbir şeyle avunamadığı bir umutsuzluk anında, bu denli hüzünlü olan her şeyi bir kenara bırakıp komik bir şey icat etmek istemişti.

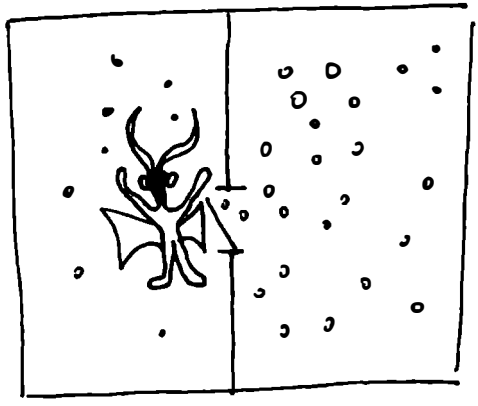
James'in Küçük Şeytanı

Maxwell bir kutu hayal etti. Kutu, sıcaklığı her yerde aynı olan bir gazla doluydu. Bundan ötürü içeride entropi en üst seviyede olacaktı. Isı farkı olmadığından bu durum orada herhangi bir iş yapmayı imkânsızlaştırıyordu. Bu kutu, küçük bir ölçekte gelecekteki ölü evrenimizi temsil ediyordu.

Maxwell zihninde kutuyu ikiye böldü, ara duvara küçük bir kapı yerleştirdi. Ve şimdi de en sevimli kısmına geliyoruz:

Bu kutunun içinde, küçük mü küçük bir şeytan olduğunu hayal etti.

Bu küçük varlık çok iyilikseverdi. Çünkü görevi evreni, en azından içinde yaşadığı evrenin küçültülmüş temsilini yeniden canlandırmaktı. Amacını gerçekleştirmek için gaz moleküllerini yakın takibe aldı. Sıcaklık tüm kutunun içinde eşit olduğu halde bu moleküllerin hızlarında küçük değişiklikler vardı, hepsi aynı hızda hareket etmiyordu. Evrenin canlandırıcısı, kutuyu ikiye bölen duvardaki kapının hemen yanında duruyordu. Ne zaman bir molekül hızlı ilerlese kapıyı açıyor, molekülün öteki tarafa geçmesini sağlıyordu. Ama daha yavaş hareket eden moleküller bu geçişi engelliyordu. Bir zaman sonra Maxwell, bu kısımlardan birinde daha hızlı hareket eden moleküllerin, diğerinde daha yavaş hareket eden moleküllerin birikeceğini farz etti. Bu dâhice davranışıyla küçük şeytan, evreni yeniden canlandırmayı başarmıştı. Çünkü termodinamiğin ikinci yasasına karşı gelmişti. Daha hızlı parçacıkların bulunduğu alan diğerine göre daha sıcak olacaktı. İşte yeniden mikrokozmosun iş ortaya çıkarma becerisi diriltilmiş oluyordu.



Pek çok bilim insanı Maxwell'in bu sade zihin oyunu karşısında öylece kalakaldı. Sanki tüm evreni eninde sonunda öldürecek olan o yasaya aykırı bir şey bulmuştu. Ama ne yazık ki, büyük bir kusuru vardı: Yarattığı küçük şeytancığın da sistemin bir parçası olduğunu unutmuştu. O da diğerleri gibi, termodinamiğin hiç affetmeyen o ikinci kuralına bağlıydı. Küçük bedeni ısısını kutunun geri kalanına yaymaktan kurtulamazdı.

Bu zihinsel deney –iyi niyetli olmasına rağmen– moralimizi düzeltmeye yetmiyordu.

Bununla birlikte, her şeyin entropi artışı nedeniyle batmasını engelleyecek bir olasılık var. Ama emin ol, bu olasılık da son derece zayıf... Daha entropi en üst seviyesine çıkmadan da koskocaman bir büzülme nedeniyle evrenin varlığı son bulabilir. Kütlenin miktarı yükselirse, kütleçekim kuvveti kozmik genişleme kuvvetine baskın gelir. Böylelikle her şey tekrar alabildiğine küçücük hale gelir. Bu aynı zamanda, tam tersi bir olasılığa da işaret eder. Evrendeki kütle miktarı beklenenden az olursa, uzayın genişlemesi kütleçekim kuvvetiyle o kadar çok mücadele etmek zorunda kalmayacağından, uzay-zamanın sonunda kırılmasına neden olabilir. İtiraf edeyim, günün bu saatlerinde tamamen anlaşılmaz bir konu gibi geliyor bu bana.

Öyle ya da böyle, sonuçta her şeyin bir noktada sona erme eğilimi vardır. Ama her zamanki gibi umut bir biçimde kendini gösterir. Kim bilir belki de her şey sona ermeden önce bizim evrenimize paralel bir başka evrene çıkış buluruz. Henüz oluşmamış bir evren bile olabilir bu.

"Her Şey" Derken Neyi Kast Ediyoruz?

Eskiden beri evren denince akla her şeyi içinde barındıran bir şey gelir. Yani var olan, geçmişte var olmuş ve gelecekte var olacak her şeyin tamamı. Bu eski mi eski kavramda akla gelebilecek her tür şey evrenin bir parçasıdır. Ama artık işler değişti.

Doğada belli sabitlerin varlığının ne kadar tuhaf olduğundan söz ederken, bazı bilim insanlarının belki de başka evrenlerin var olduğu sonucuna vardığını gördün. Belki de her biri kendi yasaları ve köklü biçimde farklı değişkenleri olan evrenlerdir bunlar. Bu fikir şu soruya yanıt vermemizi kolaylaştırıyor: Neden bunlar *burada*? Yanıt basitçe, "Çünkü onlar *orada*"dır. Açıkçası bu durum, her şeyin toplamı denince aklımıza gelen düşünceyi de değiştiriyor. Anlattığım gibi, evren yerine artık *bu evren* demek gerek. Bunun için "her şey"den söz ettiğimizde tam olarak neyi kastediyoruz? Bu evrende var olan şeylerden mi bahsediyoruz, yoksa var olabilecek her şeyin toplamından mı?

Bu çoğul hali kabul edersek gerçeklik birden daha da genişler. Ama bunun yalnızca bir ölçek değişikliğinden ibaret olmaması için bir sebep yoktur. Basitçe, bu evreni çoklu evrenin küçük bir parçası olarak görebiliriz. Belli yasaların hâkim olduğu bir bölge gibi.

Bilimcilerin çoğu bunu kuvvetli bir olasılık olarak görmektedir. Bunun yanı sıra, durmaksızın yeni evrenlerin oluşma olasılığını da hesaba katmak gerektiğini belirtmektedirler. Öyle ki, bu evrenlerin bizden gülünç denebilecek kadar kısa mesafelerle ayrılmış olmaları mümkündür. Onları göremi-

yoruz, çünkü açıkça tespit edemeyeceğimiz başka bir fiziksel boyutta bulunuyorlar.

Çoklu evrenler konusunun çok çekici ve büyüleyici olduğunu anlamakla birlikte, bunu ilk öğrendiğimde çok rahatsız edici bir şüphe sardı zihnimi. Hatta bir anlığına hüzünlendim desem yeri var. Nedenini açıklamaya çalışacağım.

Şöyle diyelim: Bilim insanları yasaları evrensel hale getirmeyi hayal eder. Ve Newton taşların yere düşmesine neden olan yasa ile Ay'ın usulca Dünya'nın etrafında dönmesine neden olan yasanın tıpatıp aynı olduğunu gösterdiğinden beri, bu yasalar evrensel hale gelmiştir. Şimdi başka yasaların hâkim olduğu *başka* evrenlerin varlığı hakkında tahmin yürütünce, bilimsel düşler biraz göreceli hale gelir. Genelleme, sadece bir tek evrene uygulanabilir ama asla diğerlerine uygulanamaz gibi.

Genelleme hayali, genellemenin olası olduğuna kesin inanç zarar mı gördü o zaman? Ya da aynı anda tüm evrenlerde geçerli olabilen daha üst bazı yasalar bulabilir miyiz acaba? Tüm evrenlerde ortak olan büyüleyici kimi yasalar bulabilir miyiz? Evrensel kütleçekim yasası gibi çoklu evrenler için geçerli çokluevrensel yasalar ileri sürebilir miyiz?

Bunu bilmiyorum. Ve aslında kimse de buna tatmin edici bir yanıt veremez. İlk bakışta evrenler üstü yasalar fikri, evren kavramıyla çelişkili gibi görünmektedir. Ama içimden bir ses diyor ki, *İhtiyar* (Einstein'ın kozmosa verdiği isimdi bu) nasıl olursa olsun ve içinde ne kadar çok evreni barındırırsa barındırsın, belli bir homojenlik göstermesi gerekir. Bilimin kendisi kadar eski olan birlik fikri, muhtemelen daima ayakta kalacaktır.

Sen Kimsin?

Neredeyse her zaman evrenin bizden farklı bir şey olduğunu düşünürüz. Evrenden söz ederken, daima "üçüncü şahıs" kullanarak yaparız bunu. Tuhaf bir biçimde yabancı birinden, anlamak için gözetlediğimiz, dışarıda bulunan bir tür devden söz eder gibiyizdir. Teleskoplar evrenin davranışlarını gözetlediğimiz gözetleme deliğidir sanki: Bu aletlerle evrene bakıp defterlerimize notlar alır, onunla ilgili sonuçlar çıkarır ve şu veya bu şekilde karmaşık teoriler ortaya atarız. Aslında bu bakış açısı köklü biçimde hatalıdır.

Örneğin Ay'ı ele alalım. Bu yolculuğa o gökcisminden yola çıkarak başladık. Aklı başında olan hiç kimse, bu dev kaya parçasının kozmosla bir ilgisinin olmadığını söylemez. Ay'ın kozmosun küçücük bir parçası olduğunu hissederiz. Buna karşın kendimize gelince, kendimizi kozmosun dışındaymışız gibi varsayma eğilimindeyizdir.

Güneş'ten söz ederken, Güneş'in yapısının milyonlarca yıl önce uzak yıldızların içinde oluşmuş baş döndürücü miktarlardaki atomlardan meydana geldiğini anlatmıştım. Dolayısıyla bizim de evreni oluşturan sayısız cisim kadar onun bir parçası olmaya hakkımız var. Ama buna ikna olmak çok zor geliyor bize. *Gözlemci* ve *gözlenenin* kesinlikle birbiriyle ilgili olmadığına dair o fikir, adeta zihnimize kazınmış.

Oysa evren bizden farklı değil. Bilime kocaman bir "Evet" demeye karar verip karşımıza çıkan devasa sorunlardan seni haberdar ettiğimde bundan bahsetmiştim sana: Var olan fizik yasalarını, insanın özgür iradesiyle, karar alma becerisiyle bütünleştirme konusuydu bu. Öte yandan şimdi bu birlik

fikrini kullanarak diğerinden belki daha önemli bir soru ortaya atacağım.

Kimi filozoflar ve bilim insanları bu konuya *bilimin zorlu sorunu* adını veriyor. Bu soruyu ele almanın olağanüstü karmaşık olduğunu isminden anlıyoruz. Kimse buna tatmin edici bir yanıt veremedi. Diğerleri gibi bu da hem son derece zordur hem de gizemlidir: Daha çözmeye çalıştığımızın ne tür bir konu olduğunu bile bilmiyoruz. Sana bunu açıklamaya çalışacağım ama peşinen söyleyeyim, anlamakta zorlanırsan hiç şikâyet etme.

Her şeyin burada olduğumuzu bilme kapasitemizle ilgisi var. Örneğin, bir taşı düşün. Onu tanımlamak biraz zor bir iş olsa da (özellikle de tuhaf kuantum konularından sonra) en azından orada olduğunu söyleyebiliriz. Belirsiz dalga-parçacık birikiminden ya da kuarklardan veya dans eden sicimlerden oluşmuştur. Ya da önümüzdeki yirmi otuz yıl içinde bilim insanlarının aklına gelecek kim bilir nelerden... Ama öyle veya böyle, taş oradadır. Bununla birlikte, bu açıdan bu taşa benziyor olsak da (onun gibi biz de varız) fazladan bir özelliğimiz daha var bizim: Burada *olduğumuzu biliyoruz*, kendi kendimizin bilincindeyiz.

Bu nasıl mümkün oluyor? Kesinlikle evrenin bir parçasıysak, bu küçük parça, nasıl oluyor da küçük bir parça olduğunu bilebiliyor? Evren bundan milyarlarca yıl önce ne olduğunun bilincine varmış gibi. Evren kendi kendini gözetler gibi... Böyle bakılırsa, bilim de kendi kendini tatmin etme amaçlı, içedönük bir ilgiden başka bir şey değildir.

Tam şu anda bunları okurken, sadece kozmos hakkında

bir şeyler öğrenen bir insan değilsin; kendisi hakkında bir şeyler öğrenen kozmosun kendisisin. İyi bakılırsa, bilimsel araştırma aslında kendini araştırmaktan ibarettir. Bu sayfalar boyunca öğrendiğin her şey en derin anlamıyla, sana kendini biraz daha tanıtmaktan ibaretti.

Rastgele hareket eden bir sürü atomun karmaşık biçimde bir araya gelmesinden oluşuyorsak, bilinç nasıl ortaya çıkıyor? Madde, madde olduğunu nasıl oldu da öğrendi?

Farklı alanlardan düşünürler bilincin bu sırrına açıklama getirmeye çalışırken ona *gelişen nitelik* adını verir. Onu böyle isimlendirince herkesin içi birazcık ferahlar diye düşündüler herhalde. Bir şeye isim vermek, onu anladığımız hissini uyandırır. Dil ağını atar ve üç aşağı beş yukarı kesin bir tanımla bilinci ağına alır. İyi ama "gelişen nitelik" tam olarak ne anlama gelmektedir?

Bu iki kelimeyle anlatılmak istenen şudur: Bizi oluşturan bileşenler (protonlor, nötronlar, elektronlar ve diğerleri) kendi içinde bilinç niteliği taşımaz. Ama bir insanı oluşturmak üzere tasasızca bir araya geldiklerinde, o zaman buna sahip olurlar, dolayısıyla bu nitelik gelişir.

Peki, bunu zaten biliyoruz. Gizem hâlâ giderilemedi. Burada yapılan, çözmeye niyetlendiğimiz sorunu iki kelimeyle formüle etmekten ibarettir. Bu müthiş sonucu çıkardıkları için teşekkürü borç bildiğimiz düşünürlerin müthiş bir tahlil çalışması. Ama bilincin bir nitelik olduğunu ve bu niteliğin "gelişen" bir şey olduğunu biliyorduk zaten. Bilmediğimiz, bunu hangi nedenle yaptığıdır.

Ulises, kimse bunu bilmiyor ve yanıtın nerede olduğuna dair sezgilerimiz de hiç işe yaramıyor. Tabii günün birinde bir

yanıt bulunabilir mi, bilmem. Bu arada bir sorun var: Bilinçle ilgili gizemi doğaüstü olaylara meraklı son derece sıkıcı bazı insanlar da ele alıyor. Bunlar son derece tuhaf insanlardır. Açıklaması olan konular hakkında bile açıklaması yokmuş gibi davranıp bunların hiç olmayan gizemli yanlarına işaret ederler. Doğru düzgün bir açıklamanın olmadığı bu konuyla ilgili olarak nasıl da ellerini ovuşturduklarını bir düşün. Her şeyi yapmak serbest bu durumda.

Bu karmakarışık konu nasıl açıklanabilir, bilmiyorum. Kendi kendisinin bilincinde olma becerisindeki madde konusu, bende daima sıkıntıya yol açmıştır. İtiraf edeyim, anlamıyorum bunu. Gözlerimi yumup çabalıyorum, zihnimi tamamen boşaltıyorum, rahatlıyorum, aklımı çalıştırmak için ne lazımsa yapıyorum (tabii çalıştırabiliyorsam) ve tek yapabildiğim, gizemi daha da büyütmek oluyor. Ya da belki uyuyakalmak...

Ne yapmalı o zaman? Bunun çözülmesi imkânsız bir sır olduğunu kabullenip geçelim mi? Yoksa ne pahasına olursa olsun bir yanıt bulmaya mı çalışalım? Belki de tek yapmamız gereken bu durumun tadını çıkarmaktır. Gizemin tadını çıkarmak ve onunla enikonu sarhoş olmak da insanı tatmin eden bir etkinliktir. Düşünsel becerilerimizi aşan bir şeyle karşı karşıya olma hissi, her zaman için olumsuz değildir. Zekâmızla gururlanıp durmaktan bir vazgeçsek, belki de daha önce hiç bilmediğimiz bir şeyi öğrenip bunun tadını çıkaracağız.

Ama bir dakika... Belki de bir çözüm mümkündür.

Bildiğin gibi, hâlâ evrenin tüm yasalarını birleştiren bir teori bulunamadı. Bu, tüm fizikçilerin biricik rüyası. Zamanlarının büyük bir kısmını bu işe adamış durumdalar.

Birleştirme arzusu, bu sayfalar boyunca durmadan tekrar ettiğim bir şeyle yakından ilintili. Belki de sıkıcı olacak kadar bahsettim bundan: Her şeyin basitleştirilebileceği hissidir bu. Evrenin karmaşıklığı aslında sadece görünüştedir; tüm o verilerin, parçacıkların, dalgaların, kuvvetler ve enerjiler ağının arkasında aslında çok basit bir evren vardır.

Bu bir önsezi gibidir. Her durumda mükemmel sonuçlar vermemiş olsaydı bunu mantık dışı bulabilirdik. Olayların böyle basitleştirilebileceğini gösteren hiçbir şey yoktur. Ama ne zaman bir bilim insanı bu varsayımı kendine temel alsa, çok değerli teoriler ortaya çıkarmayı başarmıştır.

Gençken babam, yani senin deden beni çok şaşırtan bir şey söylemişti. Bu konulardan hemen hiç anlamazdı ve ben de çocukça bir gururla, üç dört kitap okudum diye öğrendiklerimden söz ederdim ona. Evrenin devasa olduğunu ve uzaklıkların da devasa olduğunu açıklıyordum ona. Tüm bunların son derece karmaşık olduğunu ama bunlara dair bir şeyler öğrenmekten hoşlandığımı söylüyordum.

Bunun üzerine, çok önemsiz bir şey söyler gibi bir ses tonuyla, evreni anlamanın aslında o kadar da zor olmayabileceğini belirtti babam: Günün birinde onun gizemini çözdüğümüzde bunun ne kadar da basit bir konu olduğunu görüp afallayacaktık. Bunu söyledikten sonra konuyu değiştirdi.

Belki bütünüyle nesnel olmayacak bu söylediğim ama yine de konuştuğum insanlar arasında, duyduğum şeylerin içinde, en derin yorum gibi gelmişti bu bana. Ortaya dâhice bir fikir attığının kesinlikle farkında değildi. Evreni anlamakta çektiğimiz güçlüğün aslında evrenin baş döndürücü biçimde basit olmasından ileri geldiği fikri, son derece ilginç bir fikirdir. Ve sonunda büyük bilim insanlarını harekete geçiren motor güç olmuştur bu fikir.

Bu hissedilen bir şeydir. Evet, bu kadar karmaşık olamaz. İmkânsız bu. Son derece sade olmalı! Dikkat et, seni defalarca aynı konuya getirdim, çünkü benim için bunu geliştirmek imkânsız. Bunu cümle cümle, küçük parçalar halinde, sezgi dalgaları gibi önüne serebilirim sadece. Onu bir an fark ederim ve fark etmekten vazgeçerim. Her şeyin temelinde var olan sadeliği büyük bir berraklıkla görüyorum ama nereye uçurur beni bu fikir, bilmem.

Basit olmalı Ulises! Bunu sana söyleyen kişi ben olmak istiyorum. Yapılması gereken tek şey, karmaşıklığa yol açan dağınıklığı söküp atmak. Sonra milyarlarca perdeyi teker teker açmışız gibi, tertemiz bir cam ve camın arkasında parlayan muhteşem bir güneş çıkacaktır orada karşımıza.

Bu söylediklerimin belli bazı dini söylemleri çokça andırıyor olması tuhaf. Bunu şimdi fark ettim ve inan, kendimden fazlasıyla korktum. Aslında bu tarzda yazmayı bırakmak için espri anlayışıma başvurmam gerekti. Aksi takdirde klavyenin üstünde havalanabilirdim. Pekâlâ, belki bu da o kadar tuhaf olmazdı. Doğrusu bu şekilde konuşmanın beni bir mistik yaptığını sanmam. Hatta belki tam tersi geçerlidir ve mistikler –ama gerçek mistikler– bilim insanı olduklarından habersiz bilim insanlarıdır.

Beklenmedik bir evren tanıdın. 20. yüzyıl pek çok açıdan şaşırtıcı oldu. Bilim alanında köklü değişimler gerçekleşti. Bu yüzyılın başında zihnimizde canlandırdığımız evren biraz toy kaldı. En azından yüzyılın sonunda bildiklerimizle kıyaslayınca bunu söyleyebiliriz.

Sana anlatacak çok şeyim var daha. Pek çok bilim insanından söz ettiğimi düşünsen de aslında burada onların sadece küçük bir kısmı boy gösterdi. *Klasik* denen dünyada hâlâ tanımlanacak koca bir evrenimiz var. Sana hiç sözünü bile etmediğim fizikçiler ve doğa kanunları var (elbette bunlara yer olmadığından ve biraz da benim bilgisizliğimden). Ve geçtiğimiz yüzyılın başlarında ortaya çıkan yeni bilimle ilgili, sana anlatmayı beceremediğim pek çok varsayım ve kavram daha var. Sadece keşiflerin tarihiyle yetinmeni istemem. Bahsetmek istediğim başka önemli şeyler de var ve hemen yapacağım bunu.

Bu son sayfaları okuduktan sonra nasıl bir duyguyla dolacaksın, bilmiyorum. Büyük olasılıkla afallayacak ve 19. yüzyılın sonlarına kadar bilim insanlarının üzerinde çalıştığı evrenin o basit halini özleyeceksin. Durum buysa, seni çok iyi anladığımı bilmeni isterim. Belli anlamlarda bana da aynısı oluyor. Antik Yunan'da başlayan ve Max Planck'ın ilk varsayımlarıyla buhar olup giden, sınırları belli ve net çizgilere sahip fiziğin klasik bir güzelliği vardır. Ama bu güzellik kaybolup gitmedi, aksine başka bir güzelliğe dönüştü.

Günümüzün bilimi daha muğlaktır ve sezgi yoluyla daha az kavranabilir niteliktedir. Bu bilim, gerçekliğin kati temsille-

rini göremediğimiz ama aynı oranda değerli duygular yaşatan sanat yapıtlarına benzer.

Sanatta her iki güzelliğin tadına da aynı anda varabiliriz. Sabahleyin Rembrandt'a, akşam da Picasso'ya hayranlık beslememizin önünde engel var mı? Modern bir sanatçı klasik bir sanatçıyı geçersiz kılmaz. Ama niyeyse bilimde böyle düşünme eğilimindeyiz.

Bu doğru değil. Newton'un teorilerinin o keskin ve berrak niteliğini görelilik teorisi ortadan kaldırmamıştır. Bilimin geçersiz kıldığı şey, bu teorilere eşlik eden düşünsel kavrayıştır, onların güzelliği değil. Fizikle ilgili herhangi bir varsayımın üstü örtülü sanatsal yanı daima geçerliliğini korur; bu varsayım çürütülse ya da ondan iyileri bulunsa bile.

Ayrıca güzelliğin çoklu olduğunu bilmek, çok çeşitli güzellikler olduğunu bilmek içimizi sevinçle doldurmalı. Leonardo da Vinci, Dünya'nın devasa bir küre olduğunu ve her sanatçının ondan sadece bir dilim aldığını söylemişti. Binlerce, milyonlarca başka dilimini almak olasıdır ve her biri bize başka tür bir güzellik armağan eder. Sadece bir tanesiyle yetinmek, aslında hepsinden vazgeçmek demektir.

Sana güzellikten söz ediyorum şu an. Kuşkusuz bu kelimenin şu veya bu biçimde kitabın başından itibaren var olduğunu fark etmişsindir. Bu tesadüf değil. Bilim insanları da en az sanatçılar kadar güzellik tutkunudur. Bazen gözlerimi kısıp bilim tarihine biraz bulanık bir görüşle baktığımda –biz miyopların gözlüklerimiz olmadığında yaptığımız gibi– sadece bilimin başarılarını simgeleyen o karaltıları görmeye çalıştığımda, bilim tarihine mi, yoksa sanat tarihine mi bakıyorum, ayırt edemem.

Bu kitapta sana sözünü etmediğim ama çalışmaları en az burada yer alan diğerleri kadar önemli olan Richard Feynman adında bir teorik fizikçiye bir gün gına gelir: Şairlerin durmadan bilimin saygınlığını azaltmaya çalışmalarından sıkılmıştır; Dünya'nın güzelliğine katkıda bulunma becerisi sadece ve sadece kendilerine bahşedilmiş gibi davranmalarına tahammül edemez. Bu sıra dışı bilim insanı (aynı zamanda müzisyen ve yarı mizahçı) tüyleri diken diken eden bir yazı kaleme alır. Düşüncelerini tanıman için buraya ondan alıntı yapıyorum:

> Şairlere göre, yıldızları salt gaz atomu yığını gibi gösteren bilim, onları tüm güzelliğinden soyutlar. Hiçbir şey "sadece" tek bir şey değildir. Ben de berrak bir gecede yıldızları görüp hissedebilirim. Ama acaba gördüğüm daha az bir şey midir, yoksa daha çok bir şey mi? Gökyüzünün enginliği hayal gücümü genişletir; bu atlıkarıncaya bağlı haldeyken, gözlerim bir milyon yıl öncesine ait ışığı yakalar. Bu devasa yapıda –benim de bir parçasını oluşturduğum yapıda– belki de beni oluşturan madde, unutulmuş bir yıldızdan fışkırmıştır. Buradaki bir başka yıldızdan bir başkasının fışkırdığı gibi. Ya da yıldızları, bir zamanlar belki de birlikte oldukları bir noktadan ayrılıp hızla uzaklaşırken Palomar'ın büyük gözünden görüyoruz. Yapı nedir ya da anlam veya nedenler nelerdir? Gizem, onun hakkında bir şey bilmekle zarar görmez. Çünkü gerçek, geçmişteki herhangi bir sanatçının hayal edebildiğinden çok daha muhteşemdir. Neden günümüzdeki şairler ondan bahsetmez? Jüpiter'i bir erkek olarak düşününce ondan bahsedebilen ama onun metan ve amonyaktan oluşmuş dönen bir küre olduğunu öğrenince sessizliğe gömülen şairler ne biçim insandır?

Şiirin, bilimi estetiğin alanından sürgün eden bu hatalı bakışından şikâyet eden tek kişi Feynman değildi. Isaac Asimov'un daha gençken okuduğum kısa ve sade bir denemesini anımsıyorum. Asimov makalesinde, şair Walt Whitman'ın kibirli bir sözüne verip veriştiriyordu. *Çimen Yaprakları* adlı kitabında, bir dizede, kendisinin berrak gözlerle gökyüzüne baktığında gördüğü şeyi gökbilimcilerin görmekten âciz olduklarını söylüyordu Whitman. Asimov ise hayranlık verici bir evren tarifi yapıyordu ona yanıt olarak: Dev gaz bulutlarıyla, evrene ışık saçan patlamaların gerçekleştiği yıldızlarla, neşeyle dönen gümüşi aylarla, kütlelerin varlığında bükülen uzayda bir belirip bir yok olan, dans eden parçacıklarla dolu bir evrendir bu. Tüm bunların, şairler tarafından değil, bilim tarafından keşfedildiğini belirtiyordu Asimov.

Aslında uzmanlıkları ne olursa olsun dünyanın tüm bilim insanları, etkinliklerinin eninde sonunda iki klasik erdeme hizmet ettiğini anlamıştır: Güzelliğe ve gerçeğe. Ve erdemlerden söz etmek, hele de klasik erdemlerden söz etmek, pek rağbet gören bir şey olmasa da bugün en ileri araştırmacılar bile hâlâ bu iki erdemi kucaklamayı sürdürmektedir.

Güzellik ve gerçek... Einstein, bir unsur daha eklemişti bunlara: İyilik. Düşünce tarihi kadar eski olan bu üç unsur, Einstein'ın kendi ifadesiyle, hayatının birincil itici gücü ve bilim insanı olarak göreviydi. Dikkatle bakarsak, belki de bu üç unsur tek bir basit unsur haline getirilebilir. Çok sayıda parçacığın, basit ve titrek bir sicime indirgenmiş olması gibi. Kim bilir belki de *bilim* –pek çoklarına sevimsiz gelen bu kelime– bizim bu muhteşem üçlüyü en iyi bir araya getiren kavramdır.

Güzel sanatların bilime yönelik bu küçümser tavrının altında yatan ne olabilir ki? Belki de deney yapmayla ilgilidir bu durum. Olayları eşeleyip durmak, onların üzerine eğilmek, taş toplamak ve taşları tartmak, el ve kol gücüyle ekmeğini kazanmak zorunda olan alt sınıfların yaptığı sıradan işlere çok benzer. Deney yapan bir bilim insanı, uzaktan bakınca ellerini toprağa bulamış bir işçiden farksızdır. Onlardan farklı olarak, temiz mi temiz şairlerse, dokunmaya cesaret edemedikleri bir gerçeğe övgüler düzer. Zaman içinde bu kaynak unutulagelmiştir ama sanatla bilim arasındaki çok eski zamanlardan kalma o çekişmenin, tam anlamıyla sınıfsal bir önyargıdan kaynaklanmadığı ne malum? Bu sadece bir varsayım tabii. Kesinlikle yanılıyor da olabilirim ama bir yanım bunun kısmen doğru olduğunu söylüyor.

Ama şu anda bilimle sanatı ayırmamıza neden olan o budalaca bakışın nedeni her neyse, fark etmez. Çünkü günümüze dönersek, ikisinin birbirine karıştığını ve sanatsız bilimin, bilimsiz sanatın olmadığını bilmemiz gerek.

Bunun için Ulises, bilimi ve bilim tarihini, devasa bir müzede çeşitli yüzyıllara ait tablolara bakarcasına izlemelisin. İlk zamanlardaki bilim insanlarının saflığını özlemene gerek yok. Ortaya konan son kuramlara rağmen onlar hâlâ saflıklarını koruyor çünkü.

Bir korsan hikâyesi anlatacağım sana. Bu hikâyeyle hem bizi hem de evreni etkileyen derin bir varsayım ortaya koymuş olacağız.

Francis Drake adında bir hükümet korsanı, 1577 yılında Pasifik'e doğru yola çıktı. İlk serüveni değildi bu. Üç yıl gibi kısa bir sürede denizci olarak sivrilmişti. O liman senin bu liman benim geziyor ve heyecanla denizi seyrediyordu. Hayatının böyle olması gerekiyordu sanki. Denize tutkusu o kadar büyüktü ki, bir sabah kalktığında sırtında pullar ve solungaçlar çıkmış olsa, kimse şaşırmazdı. Daha yirmisine gelmeden gemi kaptanı oldu ama o, herkes için zafer anlamına gelebilecek bu unvanı küçümsüyordu. İnanılmaz hırslıydı; yaşamıyla geride büyük izler bırakacağına dair ant içti. Bunu da başardı: Gezegenimizin etrafını dolaşan ilk İngiliz vatandaşı oldu ve bu da zaten doğuştan var olan gururuna gurur kattı.

Denizlerden daha çok sevdiği bir şey varsa o da paraydı. Altın paralarla okyanusların hayalini aynı anda kuruyordu ve başından geçenler onlarca filme konu oldu.

Kuşkusuz ona en büyük ünü veren seyahati, 1577'de çıktığı seyahatti. Kötülere hayranlık duyanlar (böyle çok insan vardır) Drake'in o yıl yaptıklarıyla gurur duyacaktır. Ama tabii saldırıp servetlerinin çoğunu yağmaladığı zavallılar için aynısı geçerli değildi.

Ömrü boyunca bir sürü hazine ele geçirdi. Hayatı hiç sıkıcı değildi. I. Isabel'e dilenci gibi davrandı, sporculara bile şapka çıkarttıran bir enerjisi vardı.

Puerto Rico'daki bir yenilginin ardından öldü. Gerçi kimsenin onu asla öldüremediği söylenirdi. Büyük olasılıkla tuhaf bir hastalık yüzünden hayatını kaybetti.

Gemisiyle denizde seyrederken, Drake'in geceleri yıldızlı göğü izlediğini düşünüyorum da... Acaba bir saniyeliğine olsun aklından geçmiş miydi, diyorum: Belki de orada, gök kubbenin uzak mı uzak bir noktasında, ücra gezegenlerde yaşayan başka korsanların da olabileceğini; tuhaf görünüşlü başka kraliçelerin, garip suratlı denizcilerin ve aklına hayaline gelemeyecek kadar göz kamaştırıcı hazinelerin de var olduğunu düşünüyordu... Bu soruları sordu mu kendine, bilinmez ama sorsa ne muhteşem olurdu. Neden dersen, hemen açıklayayım:

Frank Drake, ünlü korsan Francis Drake'ın soyundan gelmektedir. Bundan daima gururla söz etmiştir ve bana sorarsan, bunu gayet inandırıcı buluyorum kendi adıma.

O, atası gibi gemileri yağmalamıyor. Gerçi onun yaptığı işin de birazcık aynı frekansta olduğunu söylemek gerek: Onun işi, uzun yıllar önce evrenin en saklı hazinesini keşfetmek olmuştur.

Ünlü SETI (Dünya Dışı Akıllı Yaşam Arayışı) projesinin kurulmasında çalışan sıra dışı bir gökbilimcidir kendisi. Bu kısaltmanın açılımı bilimden uzak bir izlenime yol açsa da SETI'nin çalışanları son derece titiz araştırmacılardır.

Drake, 20. yüzyılın 60'lı yıllarında basit bir matematik formülü tasarladı. Bu formül sayesinde dünya dışı gezegenlerde akıllı yaşam formlarının bulunma olasılığını hesaplamak mümkündü. Böyle bir şeyin matematik yardımıyla tahmin edilebilmesi şaşırtıcı gelmiş olabilir sana. Ama aslında aşırı karmaşık bir durum yok bunda.

Fikir son derece açık ve netti, sen de kolayca anlayacaksın.

$$N = E \times P \times T \times V \times I \times T \times C$$

Taşa oyulmuş Latince bir sözcüğü andırsa da öyle bir şey değildir bu. Bir şeyin olabilmesi için gerekli olasılıkları temsil eden kelimelerin ilk harfleridir bunlar. Şimdi anlayacaksın.

N harfi, galaksimizde var olabilecek dünya dışı teknolojik uygarlıkların sayısıdır. Denklemin ikinci kısmındaki diğer harfler ise şu anlama gelir:

E: Samanyolu'ndaki yıldızların sayısı.

P: Bu yıldızların içinde gezegeni olanların oranı.

T: Bu gezegenlerin arasında, Güneşlerine uzaklıkları nedeniyle yaşanabilir birer gezegen olarak sınıflandırılabileceklerin sayısı (gezegen yıldıza çok yakınsa, güneş sistemimizdeki Merkür gibi, üzerinde hayat mümkün olmaz. Aşırı uzaktaysa da ısı son derece düşük olacağından, canlı hayat karmaşık bir mesele olur).

V: Konumu uygun olan bir gezegende hayatın ortaya çıkma olasılığı.

I: Ortaya çıkan canlı hayatın zeki varlıklara evrilme olasılığı.

T: Bu zeki varlıkların teknolojiyi yaratma olasılığı.

C: Bu zeki varlıkların ve teknolojinin, kendi gezegenini mahvetmeden ömrünü sürdürebilme olasılığı.

Samanyolu'nda gelişmiş bir teknolojiye sahip uygarlıkların sayısını bulabilmek için tek yapmamız gereken bu değişkenleri birbiriyle çarpmaktır.

Samanyolu'nda aşağı yukarı 200 milyar yıldız vardır.

Başlamak için iyi bir rakam. Sorun şu ki, bu sayıyı diğer koşulların verdiği olasılıkla çarptığımızda rakam bayağı küçülmektedir.

Frank Drake ilk tahminini yaptığında, galaksimizde on kadar dünya dışı teknolojik uygarlık olabileceğini tespit etti. Kimileri bu hesabın fazla iyimser olduğunu söylerken, geri kalanlar daha büyük bir sayı olması gerektiğini düşünüyordu.

Drake'in bu ilk hesaplamayı yapmasının üzerinden uzun yıllar ve çok sayıda olay geçti. Yaşamın başlangıcına dair epeyce bilgi edindik bu arada ve bir gezegenin yaşanabilir olması için hangi koşulların gerektiğini öğrendik. Yeni öğrendiğimiz bilgileri uygulayarak başka rakamlara ulaşıyoruz ama bunların arasında çelişkiler mevcut. Elde edilen sonuçlar, denklemde çarpan olarak yer alan rakamlara bağlı olarak, iki uygarlıktan binlerce uygarlığa kadar değişiyor.

Bu durumda hangisinin kazanacağına dair benim de en ufak bir fikrim yok. Hayallerin kucağına kendimizi bırakmak ve etrafımızın zekâ dolu varlıklarla çevrelenmiş olduğunu söylemek kolay olurdu. Ama bilimin bize pek çok kere öğrettiği gibi, gerçeklik arzularımıza ya da sezgilerimize göre yorumlanamaz. Yine de kulağına bir şey diyeyim: Ben evrenin *onlarla dolu olduğundan adım gibi eminim.*

Tabii beni yanlış anlamanı da istemem. Dünya dışı uygarlıkların varlığına duygusal olarak inanmak, UFO'ların varlığını savunmakla aynı şey değil. SETI projesinin adam kaçırma olaylarıyla ya da gizemli gece programlarında güya hipnotize eder gibi bir ses tonuyla anlatılan hikâyelerle bir ilgisi yok. Her dakika bu konular hakkında ne kadar çok

palavra ortaya atılıyor, bir bilsen. Binlerce insan hiç doğrulama gereği duymadan, uzaylı varlıkların düzenli olarak bizi ziyaret ettiğine inanıyor. Bunu söylemenin olumsuz bir tarafı yok aslında. Ama konuyu ele almak için kullanılan yöntemde sorun var. Bilimin her gün işlerini yerine getirirken kullandığı yöntem şüphecilik, kuşku, sürekli gözlem, titiz deneyciliktir. Sana anlattığım konuların bu kitapta bize armağan ettiği de budur. Radyo ve dergilerde kendilerini UFO uzmanı gibi tanıtan insanların gözden kaçırdıkları bir şeydir bu. Hiçbir bilim insanı zahmetli yöntemini kullanarak bu UFO'ların gerçekten göründüğünü doğrulamamıştır. Başka gezegenlerden varlıklarla olan temaslara dair bu hikâyelerin kanıtlanması gerek. Elimizde başka kanıtlar olmadığı sürece, hâlâ yalnızız demektir.

Bu konuda biraz katı olduğumu düşüneceksin eminim. Dünya dışı varlıklara ilişkin deneyimlerini anlatan tanıkların hikâyelerini kabullenmekte daha istekli olmam gerektiğini düşünüyorsun belki de. Bilime duyduğum sevginin beni biraz fazla nesnel yaptığını, hastalıklı bir nesnellik yanlısına dönüştürdüğünü düşünüyorsun ya da. Böyle düşünüyorsan, doğaüstü olayların dünyasına şöyle bir gezintiye çıkmamızda yarar var belki de. Böylece söylenen bir şey bilimsel mi, yoksa tam bir deli saçması palavra mı, anlamak için şaşmaz bir yöntemin olur elinde. Sanırım sen de bu şekilde benim tutkulu şüphecilik tavrımı paylaşacaksın.

Sözünü ettiğim yöntem son derece etkilidir. Ortaya atılan herhangi bir şeyin –sadece bilim için de geçerli değil bu– yanında mutlaka kanıtları olmalı. Bunu bu şekilde yapmamak demek, sayfalardır sözünü ettiğim insanlara saygısızlık etmek demektir. Dünyaya çok değerli bazı bilgiler sundu bu insanlar. Ve bunu yapmak için çok çaba sarf edip ter döktüler. Akıllarına ne zaman bir fikir gelse, bu ne olursa olsun ve onu ne kadar beğenirlerse beğensinler, her tür deneye tabi tuttular fikirlerini. Sonunda onu reddetmek zorunda kalırız diye hiç endişe duymadılar.

Eter teorisini düşün. Bu türden bilim insanları, bu özle uğraştılar. Ama Einstein bunun gerekli olmadığını gösterdiğinde yeni gerçeklik kabul edildi ve eter sonsuza dek ortadan kayboldu gitti.

Diğer taraftan, sözünü ettiğimiz bu kanıtları tek bir insanın sunmaması gerekir. Bu da şüphelere yol açabilir. Bir bilim insanının aslında kanıtlanmadığı halde teorisinin kanıtlandığını söylemesi için pek çok neden olabilir. Onlar da insan ve onlar da kibir duygusuna sahip olabilir. Bu nedenle, bu sağlamaları tüm bilim insanları topluluğu hayata geçirmeli, ayrıca da kaç kez gerekiyorsa o kadar yapılmalı.

Ama kanıtlar sağlanmadan önce de tüm varsayımların ya da fikirlerin değeri aynı olmaz. Kusursuz derecede açık seçik bir yola çıkış noktası olmalıdır: Mevcut gerçeklerle çelişmemelidir. Benim nesnelerin yerçekimi kuvvetine tabi olmadığını öne süren bir varsayımım var diyelim. Kimsenin bu deneyi yapmaya zahmet etmesine gerek yoktur.

Bir önermenin dikkate alınıp alınmayacağını bilmek için başka yöntemler de vardır. Ama sadece bu ikisini kullanabilir ve her dakika kulağına çalınacak başka yöntemleri göz ardı edebilirsin.

Bu kitaba başlarken bilimsel olmayan önermelere örnek olarak şunu vermiştim: "Bir insan bir şeyi gönülden istediğinde, evren bunu başarması için ona yardım eder." Sana inanılmaz geleceğini biliyorum ama inan, bir sürü insan bu cümleyi epey ciddiye alıyor. Şimdi sen, bir şeyin bilimsel olup olmadığına karar vermek noktasında, elindeki araçlarla bunun büyük bir saçmalık olduğunu kolaylıkla görebilirsin. Öyle ya, bu varsayımı doğrulamak için ne tür deneyler yapılmıştır, diye sorabilirsin. Kim yapmıştır peki bu deneyleri? Deneylere hangi bilim insanları katılmıştır? Deneyin içeriği tam olarak nedir? Yoksa yüz kişi bir laboratuvara kapatılıp onlardan bir kâğıda en derin arzularını yazmaları istenmiş ve sonra da iyiliksever ve nazik evrenin onları teker teker nasıl gerçekleştirdiği mi gözlemlenmiş? Haliyle böyle olmamıştır. Öylesine zahmetsiz, şiirsel ve kurnazca kulakları okşayan bir cümledir bu hepi topu.

Bunun gibi yüzlerce cümle bulabilirsin. Hepsi de geçerli kabul edilen gerçekliğe ilişkin önermelerdir. Oysa kimse tarafından titizlikle analiz edilmemiştir. İnsanda iyi bir izlenim yaratırlar, hepsi bu. Mutlak gerçek gibi, gizli saklı bir sır ya da kozmik bir mucize gibi gelirler kulağa ama bilimcilerin araçlarını uygulama zahmetine girdiğin anda çöküverirler. Bu yöntemi kullanınca gerçeklikle şiirin birbirinden uzaklaştığını düşünmeni istemem. Bu, çok yaygın bir hatadır. Bilimin soğuk ve katı haliyle çoğunlukla Dünya'nın duygusal güzelliğini

silip götürdüğünü düşünürüz: Bizi ketum ve gizem duygusu olmayan bir evrenle baş başa bıraktığı fikrine sahibiz.

Gerçekler kesinlikle bunun tam aksidir. En derin gizemleri çok uzağa gitmeye gerek kalmadan doğada buluruz zaten. Örneğin pek çok insan, esrarengiz bir geleceği görme becerisi olsun isterdi. Oysa şimdiki zamanı görebiliyor olmamız da yeterince heyecan verici değil midir? Tam da şu anda bakışlarını yukarı çevirerek tavanı görebilmen, pencereden bakınca geçen arabaları ya da gökyüzündeki bulutlar nedeniyle kaldırımın renk değiştirmesini izleyebilmen ya da sana baktığımda bana bakabilmen, varlığı kanıtlanmamış o sözümona geleceği okuma becerisinden katbekat merak uyandırıcıdır. Doğaüstü olayların dünyasında en sevilen konulardan biri olan ölülerle konuşmayı ele alalım. Acaba hayattakilerle konuşabiliyor olmamız daha etkileyici bir durum değil midir? Ya da şu ünlü telekinezi konusu; hani zihin gücüyle nesneleri hareket ettirebilme, bir mermerin önünde gülünç biçimde düşüncemizi odaklama konusu... Buna gelene kadar, gerçek ve belirgin bir şey, örneğin ellerimizle nesneleri hareket ettirebiliyor olmamız daha heyecan verici değil mi?

Ne olduğunu bilmesek de gerçek dünya, bilimin kati bir biçimde tanımlamaya giriştiği bu muhteşem dünya zaten gizemli öğelerle doludur. Buna yenilerini eklememize gerek var mı? Gizemli öğretilere olan hayranlığımızın, gerçekliğe yönelik üzücü ve derin bir küçümsemeden ileri geldiğini düşünmüşümdür hep. Oysa gerçeğe duyulan hayranlık olmasa bilim de olmazdı. Elektrik ve manyetizmanın aynı şeyler olduğunu keşfedemezdik. Ne uzayla zaman hakkında bir şeyler söyleyebilirdik ne Faraday'ın kalbinde o kasılmalar olurdu,

ne de bir kurşunkalem ve kâğıt yardımıyla ortaya koyduğu yasaların doğayla tam bir uyum içinde olduğunu keşfettiğinde Einstein'ın midesine sevinçten kramplar girerdi...

Ve her şeyden önemlisi, bilimin yöntemlerini uygulamak için mutlaka bilim insanı olmak gerekmez. Çünkü bunlar herkese açıktır, hepimize aittir. Bunlar birisinin uydurduğu ya da zorla kabul ettirdiği şeyler değil, pek çok insanın yardımıyla azar azar şekillenen temel kurallardır.

İnsan ne zaman her şeyi bilimsel yöntemlerle tahlil etmeye koyulsa dört bir taraftan ipe sapa gelmez tezler yükselir. Bilimsel yöntemi kullanacak olmasan bu cümlelerin hepsi sana gerçeğe yakın gelebilirdi. Ama senin bu yeni aracın Ulises, ne yazık ki yıkıcıdır. Dünya görüşünü genişletecek ve seni mucizevi biçimde daha eleştirel yapacaktır.

Pek çok durumda yalnız hissedeceksin ama. Başkaları sana zihninin biraz daha açık olması gerektiğini söyleyecek. Çünkü çok sevimsiz ve çirkin bir kelime kullanarak *zihninin kapalı* olduğunu belirtecekler. Sahte-bilimi büyük bir hevesle kucaklayan kimilerinin kullanmaya bayıldığı bir tanımlamadır bu. Bir sürü önyargın olduğunu söyleyecekler ama sakın aldırma bunlara. Kendini bırakıp sana böyle isim takanlara hak vermen işten değildir. Gerçeğin tam tersi olduğunu fark etmek için güçlü durman gerek. Önyargılar genellikle tam aksi cepheye aittir. Bilimin tarihi, aslında önyargılarla mücadelenin tarihidir. Fizik, gökbilim, biyoloji; büyüdüğünde içlerinden birini öğrenmek isteyebileceğin bilim dallarının hepsi önyargının değil, yargının araçlarıdır.

Ama bu nefis yöntemi sadece bilimsel cila çekilmiş bazı cümleleri test ederken kullanmakla yetinmeyip herhangi bir

önerme için de kullanabilirsin: Arkadaşlarının sarf ettiği cümlelerden dakika başı yorum yapan politikacıların söylediklerine ya da iletişim kanallarında duyduklarına kadar... Bir yorumla karşılaştığında, bu yorum nereden gelirse gelsin ve onu kim söylerse söylesin, söyleyen kişinin saygınlığına bakmadan kanıtlarını iste. Bilim sadece laboratuvar kapılarının ardında yapılan bir şey değildir. Herkese ve her şeye aittir.

Dikkatle okursan –öyle olduğuna şüphem yok zaten– çelişkili görünen bir şeyi göstermek istersin belki bana. Örneğin, sana çoklu evrenler varsayımından söz etmiştim. Evrenimizin milyonlarca evrenden biri olabileceğini öne süren o çılgın varsayımdan. Bunun kanıtlanmamış bir varsayım olduğunu söylemiştim kesin bir dille. Buna rağmen ona bilimsel bir geçerlilik atfetmiştim. Neden? Henüz öğrendiğin bilimsel yöntemlerle bu bir çelişki oluşturmuyor mu? Hani kanıtlanmamış tüm fikirleri çöpe atmamız gerektiğini söylüyor ya o bilimsel yöntem. Görünüşte öyle olsa da bu sadece yüzeysel olarak doğrudur. Çoklu evren Dünya'nın hiçbir laboratuvarında kanıtlanmamış olabilir ama gözlem sonucu elde edilen bir veriye dayanarak ortaya atılmış bir modeldir bu. Gerçekliğin inandırıcı bir açıklamasıdır. Doğa yasalarının sabit değerlerinin neden o değerler olduklarını ve tamamen başka değerler olmadıklarını açıklamaya sıra geldiğinde yardımcı olabilir.

Gelgelelim doğaüstü olaylara dair önermelerin hiçbir kafa karışıklığını giderme becerisi yoktur. Çoklu evren gibi modeller sadece birer kelime oyunundan ibaret değildir: Olup bitenlerin tanımlanmasıdır. Bunu daha iyi anlamak için şöyle düşünebilirsin: Özel görelilik gibi sistematik olarak ispatlanmış bir teori de başlangıçta doğrulanmamış bir varsayımdı.

Böyle olduğu için hiçbir bilim insanı onu sahte bilim olarak görmemiştir. Tabii Einstein Yahudi olduğu için ondan nefret eden ve Hitler taraftarı kimi bilim adamlarını saymazsak... Geri kalan bilimciler herhangi bir deney yapılıp da geçerliliği gösterilmeden önce de bu varsayımı fazlasıyla ciddiye almıştı. Çünkü görelilik varsayımı bilimin şemaları, titizliği ve incelikleri kullanılarak oluşturulmuştu.

Neşe

Bilimsel yöntem ayrıca insana neşe de verir. Seni teşvik etmek için ayrıntılı olarak düşünüp tasarlanmış bir cümle gibi düşünme bunu. İnan bana, doğru söylüyorum. İçinde yaşadığımız dünyayı daha anlaşılır kılmaya yardımcı olmuş bütün o insanların kullandığı aracın senin de elinin altında olduğunu bilmek, seni mutlu edecektir. Abartıyorum sanma. Bana iyi hissettiriyor. Çünkü bu sayede, kendimi çok uzak bir geçmişe giden, uzun yıllara yayılan bir akılla bağlantılı hissediyorum. Kendimi Demokritos'la, bu yöntemden inatla bir şeyler öğrenmiş başka birçoklarıyla ve hepsinin zihnini çalıştırma yöntemiyle bağlantılı hissediyorum... Biz, hepimiz bir ekibiz. Bilim de sadece laboratuvarlarda yapılan bir etkinlik değil. Onu desteklemek, bilimin yöntemlerini taklit etmek, onu bencilce kullananlara karşı bilimi savunmak, ilk çağlardan bugüne gelen dev gibi topluluğa bir katkı sunmaktır. Saçma sapan şeyler öne süren biri karşısında mantıklı savlar öne sürerek onu çürüttüğün her seferinde, aslında bir bilim insanına ve küçük bir Einstein'a dönüşmektesin.

Sevinç insanlarla birlikte çoğalır, onlarla yaşanır. Yalnızlığın muhteşem olduğu, yalnızlıkta kendimizi bulduğumuz, sahiden mutlu olduğumuz filan söylense de aslında bir şeyleri başkalarıyla paylaştığımız oranda gerçek mutluluğu tadarız. Paylaşmak için güzel bir şey aramak, mutlu olmaya başlamanın en iyi yoludur. Ve bu şeyi aramaya hazırsan, daima sistemli bir şekilde mükemmel sonuçlar vermiş bir alanda neden yapmayasın bunu? Bilim şu ana kadar başımıza gelen şeylerin en güzelidir. Hastalıklara çare olur, acıları dindirir ve hayatı daha güzel kılar. Hiçbir kullanışlı uygulaması olmasa da bu son derece sıra dışı evreni biraz daha tanımamıza yardım etmesi bile yeterlidir. Sadece bilmek için bilmek, bilmeyi istemek için bilmek de bir tür uygulama sayılır. Aslında en az kullanışlı gibi görünen şey, iyi bakılırsa en kullanışlı şeydir.

Bir kez bilimsel yöntemi kullanma konusunda belli bir deneyim edindin mi, bir daha asla bırakamazsın onu. Sana kazandıracağı sevinç çok büyük olacaktır. Daha önemlisi, etrafındakileri de mutlu etmeyi becereceksin belki.

Bundan yaklaşık olarak 2 bin 500 yıl önce Antik Yunan'da yaşayan, harika, son derece zeki ve kibar bir filozof vardı. Adı Epikuros'tu ve bir sürü harika etkinliğinin yanı sıra evinin bahçesine bir okul yaptı. Okula kadınlar da devam edebiliyordu. Bu durum o zamanlar için olduğu kadar, sonrasındaki korkunç yüzyıllar boyunca da epeyce sıra dışıydı. Bahçesindeki okulunda Epikuros daima övgüyle söz edeceğim bir yöntemi öğretiyordu:

Öğrencileri bahçede çiçeklerin arasında toplanıyordu. Hava çok güneşliyse bir ağacın gölgesinde, taşın üstüne oturuyorlar, sohbet ediyorlardı. Böylece saatlerini geçirebilirlerdi,

çünkü bu öğretmenin derslerine katılmanın sıkıcı bir tarafı yoktu.

Epikuros Dünya'nın daha iyi bir yer olmasını istiyordu. Bunu başarmak için yaptığı ilk işlem, korkuların yok edilmesiydi. Kötü bir fikre benzemiyor. Bizi mutsuz eden şeylerin korkudan yaptığımız şeyler olduğuna inanıyordu. Ölmekten, acı çekmekten korkarız ve o çağda, pek de sevecen olmayan tanrılardan da çok korkulurdu.

Bilgemiz o zaman pek azının sahip olduğu bir meziyetle, mantığın korkuları yenmek için en iyi silah olduğunun bilincine varmıştı. Öğrencilerine, zihinlerini kanıtlanmamış fikirlerden temizlediklerinde çok geçmeden hoş bir mutluluk hissedeceklerini söyledi kesin bir dille. Tanrılardan duyulan korkuyu ortadan kaldırmak için neden doğrudan tanrıları ortadan kaldırmıyorduk ki? Onlara inanmak için bir neden var mıydı? Kimse onları görmemişti bilindiği kadarıyla. Öğrencilerinden hiçbiri açık açık tanrılardan birini gördüğünü söyleyememişti. O zaman onlardan korkmak da son derece saçmaydı.

Öte yandan Epikuros, bu üstün varlıkların varlığını inkâr etmiyordu. Yokmuşlar gibi davranmaya karar vermişti. Onların gerçek olup olmadıklarına dair en ufak bir fikri olmadığını söylüyor ama varsalar bile, işi gücü bırakıp bizimle uğraşmayacaklarını belirtiyordu. Dolayısıyla tanrılar ha var olmuş, ha var olmamış, fark eder miydi bu durumda? Ne de olsa, var olsalar da daima ilgileri başka yöndeydi. Kesinlikle hiç fark etmezdi... İşte bu, önyargılardan bağımsız bilimsel düşünme tarzına bir örnektir. Uçarı bir düşünüş tarzı gibi gelebilir sana ama bunun sayesinde bahçedeki öğrencileri daha

mutlu olabilmiştir: Öyle ya, canları istedi diye onları yıldırımla çarpan tanrı denen güçlü varlıkların keyfi davranışlarından korkmaktan vazgeçmişlerdir.

Günümüzdeki korkuların 2 bin 500 yıl önceki atalarımızın korkularından farklı olduğunu düşünsek de aslında pek bir şey değişmedi. Bunların büyükçe bir kısmı, gelecek korkusu, geçmişteki anılarımızdan ötürü acı ve ıstırap gibi mantık dışı kimi düşüncelere dayanmaktadır. Bu tür düşünceler, bizim dinle ilgisi olmayan Tanrıbilimimizin kocaman salonunda yer alan modern tanrılardır. Onları kovalamak için tek yapmamız gereken, mantığı devreye sokmak ve korkularımızı teker teker, doğrudan ve önyargısız bir şekilde analiz etmektir. Bunu yaptığımızda hepsinin birer birer yok olmaya başladığını göreceğiz.

Bu kitapta sana anlattıklarım, bilimin çok küçük bir kısmıdır. Sana tıptan, jeolojiden bahsedemedim. Karıncaların sıra dışı davranışlarını anlatamadım. Denizlerin altındaki karmaşık hayata bir göz atamadık. Bilimin yüzde 99'u burada anılmadı bile. Oysa kuşkusuz onlar da evrenin araştırılmasının bir parçasını oluşturmaktadır. Aslında daha yeni başladık.

Bu kitabın başında iki aşk hikâyesinden söz etmiştim. Bilim de bu duygunun üstüne kuruludur. Tüm ömrünü dağların yapısını çözmeye adamış insanlar varsa, bunun nedeni bir biçimde ona tutkun olmalarıdır. Aşk olmadan hiçbir faaliyet bu kadar uzun süre devam ettirilmez.

Ama gezegenlerin neden döndüğünü, neden yapıldıklarını, Güneş'in aydınlık kırlara düşen ışığının nedenini ya da madde ve enerjinin kusursuz biçimde birbirlerine nasıl dönü-

şebildiğini sadece bilim açıklar bize. Aynı zamanda nasıl biraz daha mutlu olabileceğimizi de açıklar.

Epikuros'un bahçesi gibi bir bahçeye sahip olmak zor değil. Bunun gerçek olmasına gerek bile yok. Ne çiçeklere ne de gölge eden ağaçların altında oturacak taşlara gerek var. Gözlerimizi yumup düşüncelere dalarak kendimizi Newton'un yerine koymak ve olaylara onun gibi yaklaşmak yeter. Anında kendimizi daha iyi hissetmeye başlarız.

Bu konu başlığı zekâ ve mutluluğun birbirine dönüşebileceğini anlatıyor. Hemen her gün, her saat binlerce insan, çok akıllıysan mutlu olamayacağını öne sürüp durur, çünkü mutluluk budalalara özgüdür... İşte hiçbir titiz incelemeden geçmemiş bir önerme daha. İnsanın midesini bulandıracak kadar çok tekrarlanan bu sonuca nasıl varıldı acaba? Bu son derece iddialı cümleyi kurmadan önce kaç anket yapıldı, kaç hüzünlü-akıllıyla ve budala-mutluyla analiz yapıldı? Katı bir kontrol altında bu konuyla ilgili herhangi bir ciddi deney yapıldı mı ki? Yapıldıysa nasıl yapıldı, hangi ölçütler kullanıldı? Deneyin sonuçları ciddi bir dergide yayımlandı mı? Konuyla ilgili sempozyumlar düzenlendi mi? Görünüşe bakılırsa, hayır. Bu denli budalalık az bulunur. Aslında Ulises, zekâ insanı mutlu eder. Akıl sıkıntıları dağıtır. Yüzyıllar boyunca defalarca kanıtlanmıştır bu. Güneşli bir bahçede Epikuros'un dostlarına anlattığı buydu işte. Bu kitaptan gelip geçen tüm bilim insanlarının anlattığı da buydu. Benim de alçakgönüllü bir şekilde sana vermek istediğim mesaj buydu. Mantık yürüt ve mutluluğun tadına var. Hayatın için sana bundan iyi bir tavsiye armağan edemem.

Dizin

I. Isabel 401
III. George 135

A
Apollonios, Pergeli 75
Aristarkhos, (Samoslu) 7, 52-57, 59-65, 69, 71, 74, 77-81, 84, 89, 94, 96
Aristoteles 7, 22, 27, 28, 66-72, 74, 77, 80, 86, 126, 150, 151, 158, 197, 198, 230, 289
Asimov, Isaac 303, 399

B
Bessel, Friedrich 102-106, 120, 122
Besso, Michele 221
Bohr, Niels 10, 310-314, 318, 329, 339
Boltzmann, Ludwig 253, 254
Borhini, Jacobo 108, 109
Broglie, Louis de 278, 279, 315
Brown, Robert 180, 182
Büyük İskender 68

C
Castro, Rosalía de 375
Cavendish, Henry 146-153, 155, 156, 162, 164, 167, 170, 192, 291, 292, 295
Champollion, Jean-François 275
Clausius, Rudolf 380, 384, 385
Cretí, Donato 32
Curie, Pierre 171

D
Dalton, John 8, 152-163, 165, 167, 192, 230, 254, 275
Dante Alighieri 24, 87
Demokritos 8, 126-129, 143-146, 150, 152, 154, 157, 158, 160, 162, 164-167, 177, 178, 180-182, 192, 202, 204, 238, 254, 351, 352, 358, 411
Descartes, René 195-198, 205, 225
Dirac, Paul 301-303
Drake, Francis 401, 402, 404
Drake, Frank 401, 402, 404

E
Einstein, Albert 8-10, 25, 47, 85, 86, 88, 181, 182, 189, 204, 209, 211, 217-224, 227, 228, 230, 231, 233-238, 241-243, 249, 252, 258-260, 262-265, 270, 271, 273, 274, 277, 282, 285, 286, 296, 304, 310, 317, 329, 341-344, 346, 347, 356, 360, 364, 370, 372, 389, 399, 406, 409, 411
Epikuros 412-415
Eratosthenes 8, 89, 91, 93, 94, 123, 201

F
Faraday, Michael 188-194, 218, 220, 284, 408
Feynman, Richard 398, 399
FitzGerald, George 209, 210, 217, 218, 230
Friedman, Alexander 261-265

G
Galilei, Galileo 8, 28-30, 85, 86, 106-116, 119, 122, 129, 149, 183, 190, 210, 211, 235, 317
Goya, Francisco de 276, 277
Grimm Kardeşler 173
Guth, Alan 369, 370

H
Hawking, Stephen 307
Heisenberg, Werner 326, 327
Henry 146, 153, 291
Hera 125, 128
Herschel, Caroline 132-137
Herschel Kardeşler 136-138, 261, 363
Herschel, William 132, 136-138, 261, 267, 363
Hitler, Adolf 252, 411
Hubble, Edwin 267, 269-271, 321, 322, 363
Huygens, Christiaan 184, 187, 195

I
İsa 51, 126

K
Kant, Immanuel 137
Kepler, Johannes 84, 190
Koestler, Arthur 80
Kopernik, Mikolaj 7, 65, 77-79

L
Lemaître, Georges 265, 266, 272
Leukippos 127, 144, 162, 164, 254, 352
Leonardo da Vinci 397
Lorentz, Henrik Antoon 209-211, 217, 218, 230
Lucretius 11, 180, 181, 370, 372, 373, 376, 377
Lysippos 66

M
Makedon Kralı Felipe 68
Maxwell, James Clerk 193-195, 198, 204, 205, 342, 385, 386, 387
Meryem Ana 70
Messier, Charles 8, 130-132, 136, 137
Michell, John 291, 292
Michelson, Albert Abraham 207-209, 215, 234, 270
Morley, Edward 207-209, 215, 234, 270
Mozart, Wolgang Amadeus 188, 344, 349
Müller, Johann 81

N
Newton, Isaac 24, 31, 32, 36, 38, 39, 41-46, 84, 86, 98, 105, 182-184, 187, 190, 192, 195, 202, 204, 230, 237, 241, 242, 245, 252, 256, 260, 289, 298, 309, 317, 327, 337, 342, 364, 389, 397, 415

O
Oersted, Hans Christian 186, 187, 191, 193, 194

P
Parmenides 262
Picasso, Pablo 397
Planck, Max 9, 10, 251-255, 257-260, 273, 282, 301, 311, 313, 314, 326, 396
Platon 27, 28, 66-70, 126, 127, 157
Poincaré, Henri 209, 211, 217, 218
Ptolemaios, Claudius 7, 71-77, 80, 82-84, 89

R
Rahip Georges 265
Rembrandt 397
Richter, Jeremias Benjamin 155, 156, 160

Riebau, Georges, 189, 192,
Roemer, Olaus 116, 120, 122, 123, 183, 195, 205
Rutherford, Ernest 170-174, 176, 178, 179, 252, 254, 279, 298, 310, 311, 313, 351

S
Shrödinger, Erwin 314, 315, 317, 323, 325, 339
Slipher, Vesto 267
Sokrates 126, 146

T
Thomson, Joseph John 8, 162-166, 168-171, 173, 174, 177, 187, 192, 202, 216, 254

V
Vicenzo, Fernando 107, 109, 129

W
Wheeler, John 292
Whitman, Walt 399
Witten, Edward 358

Y
Young, Thomas 275, 276, 280, 282

Z
Zenon, (Eleah) 306, 307, 311
Zwicky, Fritz 363, 364, 365

GENÇLİK



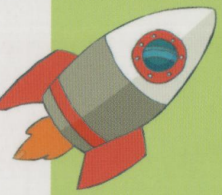
"Ay neden beni takip ediyor baba?"

Yıldızlar, galaksiler, kara delikler...

Evrenin büyüsünü keşfet!

Abderalı Demokritos'un cesur fikirlerinden Newton'ın ışık ve yerçekimine dair teorilerine, Einstein'ın genel görelilik ilkesinden Rutherford ve Bohr'un atom modellerine, dünyanın en utangaç bilim insanı Cavendish'ten "Büyük Patlama" fikrini ilk ortaya atan din adamı Lemaitre'e...

Titizlikle hazırlanmış, hayal gücüyle bezenmiş, roman gibi bir evren anlatısı bu: Juan Carlos Ortega, eğlenceli üslubuyla, bilimin evrene dair keşiflerini anlatıyor oğluna: Devasa büyüklükteki galaksilerden maddenin en küçük parçasıyla ilgili şaşırtıcı teorilere uzanan bu meraklı yolculuk, geçmişten günümüze, evrenin yasalarını daha iyi anlamamızı sağlayan bilim insanlarının katkılarını sunuyor genç okurlara.



ISBN 978-975-08-3941-2
25 TL
9 789750 839412

