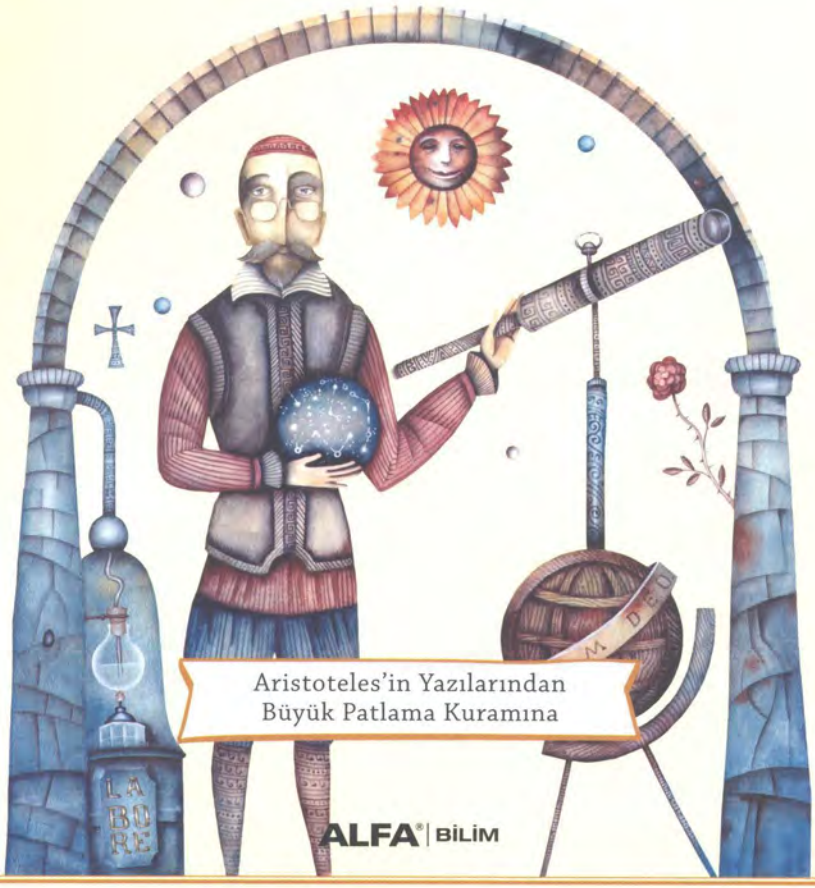
SUSAN WISE BAUER

BATI BİLİMİNİN ÖYKÜSÜ

ALFA

SUSAN WISE BAUER

BATI BİLİMİNİN ÖYKÜSÜ



Aristoteles'in Yazılarından
Büyük Patlama Kuramına

ALFA | BİLİM

SUSAN WISE BAUER

1968 doğumlu olup, yüksek lisansını İngiliz dili ve edebiyatı alanında doktorasını Amerikan tarihi ve din tarihi alanında The College of William and Mary'de tamamladı. İlgilendiği konular: Tarih ve politika, dünya tarihi eğitimi, çocukların eğitiminde ebeveynlerin önemi, yetişkinler için politika, tarih, evde klasik eğitim. Kitaplarından bazıları: *The Story of the World: History For the Classical Child* (2004-2009); *Antik Dünya: İlk Kayıtlardan Roma'nın Dağılmasına* (2013, Alfa); *The Well-Trained Mind: A Guide to Classical Education at Home* (2009 yayın programımızdadır); *Ortaçağ Dünyası: Roma İmparatoru Büyük Constantinus'un Hıristiyanlığı Kabul Etmesinden I. Haçlı Seferine* (2014, Alfa); *Rönesans Dünyası* (2014, Alfa). Bauer aynı zamanda Peace Hill Press'in yayın yönetmeni ve kurucu ortağıdır.

MEHMET MORALI

1956'da İstanbul'da doğdu. Saint Joseph Lisesini ve Boğaziçi Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünü bitirdi. 1996'dan bu yana İngilizce ve Fransızcadan çeviri yapıyor. Önemli çevirilerinden bazıları: David Harvey, *Sosyal Adalet ve Şehir* (2006, Metis Yayınları); Mark Mazower, *Karanlık Kıta: Avrupa'nın 20. Yüzyılı* (2003, 2008, Bilgi Üniversitesi Yayınları); Olivier Roy, *Yeni Orta Asya ya da Ulusların İmal Edilişi* (2009, Metis Yayınları); Sevtap Demirci, *Belgelerle Lozan: Taktik-Stratejik-Diplomatik Mücadele*, 1922-1923 (2011, Alfa Yayınları); Nadia El Cheikh, *Arapların Gözüyle Bizans* (2012, Alfa Yayınları); M. Naim Turfan, *Jön Türklerin Yükselişi* (2013, Alfa Yayınları); Susan Wise Bauer, *Antik Dünya: İlk Kayıtlardan Roma'nın Dağılmasına* (2013, Alfa Yayınları).

Batı Biliminin Öyküsü
© 2015, ALFA Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

The Story of Western Science
© 2015, Susan Wise Bauer

Kitabın Türkçe yayın hakları Akcalı Telif Hakları Ajans aracılığıyla Alfa Basım Yayım Dağıtım Ltd. Şti.'ne aittir. Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılacak kısa alıntılar dışında, yayıncının yazılı izni olmaksızın hiçbir elektronik veya mekanik araçla çoğaltılamaz. Eser sahiplerinin manevi ve mali hakları saklıdır.

Yayıncı ve Genel Yayın Yönetmeni M. Faruk Bayrak
Genel Müdür Vedat Bayrak
Yayın Yönetmeni Mustafa Küpüşoğlu
Dizi Editörü Kerem Cankoçak
Redaksiyon Mehmet Ata Arslan
Kapak Tasarımı Füsun Turcan Elmasoğlu
Sayfa Tasarımı Mürüvet Durna

ISBN 978-605-171-235-2
1. Basım: Ocak 2016

Baskı ve Cilt
Melisa Matbaacılık
Çiftehavuzlar Yolu Acar Sanayi Sitesi No: 8 Bayrampaşa-İstanbul
Tel: 0(212) 674 97 23 Faks: 0(212) 674 97 29
Sertifika no: 12088

Alfa Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.
Alemdar Mahallesi Ticarethane Sokak No: 15 34110 Fatih-İstanbul
Tel: 0(212) 511 53 03 (pbx) Faks: 0(212) 519 33 00
www.alfakitap.com - info@alfakitap.com
Sertifika no: 10905

SUSAN WISE BAUER

BATI BİLİMİNİN ÖYKÜSÜ

Aristoteles'in Yazılarından,
Büyük Patlama Kuramına

Çeviri
Mehmet Moralı

ALFA | BİLİM

İÇİNDEKİLER

Teşekkürler, 7
Önsöz, 9

KISIM I
BAŞLANGIÇLAR, 13

1	İlk Bilim Metinleri	15
2	İnsanın Ötesinde	21
3	Değişme	29
4	Kum Taneleri	35
5	Boşluk	47
6	Yerküre Merkezli Evren	53
7	Son Kadim Astronom	63

KISIM II
YÖNTEMİN DOĞUŞU, 71

8	Yeni Bir Öneri	73
9	İspat	81
10	Aristoteles'in Ölümü	89
11	Aletler ve Yardımlar	101
12	Akıl Yürütmenin Kuralları	117

KISIM III
YERKÜREYİ OKUMAK, 127

13	Jeolojinin Başlangıcı	129
14	Yeni Bilimin Yasaları	140
15	Uzun ve İstikrarlı Bir Tarih	154
16	Yanıtlanmayan Soru	160
17	Büyük Kuramın Dönüşü	168
18	Felaket, Diriliş	176

KISIM IV
HAYATI OKUMAK, 183

19	Biyoloji	185
20	Doğal Seçilim	193
21	Soyaçekim	204
22	Sentez	210
23	Yaşamın Sırrı	217
24	Biyoloji ve Kader	233

KISIM V
KOZMOS'U OKUMAK, 249

25	Görelilik	251
26	Kahrolası Kuantum Sıçramaları	263
27	Büyük Patlamanın Zaferi	278
28	Kelebek Etkisi	294

Kaynakça, 301
Dizin, 319

TEŞEKKÜRLER

Julia Kaziewicz'e her zamanki neşeli enerjisiyle izinleri aldığı için, Richie Gunn'a da resimlere kendine özgü tarzını getirdiği için.

Greg Smith ve Justin Moore'a taslakları okuyup, titiz, düşünceli öneriler getirdikleri için (bunların çoğunu görmezden geldim, dolayısıyla kalan hatalar yalnızca bana aittir).

Inkwell'den Michael Carlisle ve çok becerikli yardımcısı Hannah Schwartz'a uzmanca yönetimleri için.

Son heveslerim konusunda muhtemelen istediklerinden çok fazla anlattıklarımı sabırla dinleyen dostlarıma: Liz Barnes, Mel Moore, ve Boris Fishman. Umarım şarabın yardımı olmuştur.

Nihayet, her zaman olduğu gibi, hafif övgüleri birçoklarının pohpohlamalarından daha değerli olan W. W. Norton'dan Starling Lawrence'a. Aynı zamanda, şaşırtıcı ölçüde becerikli Ryan Harrington'a ve 1999'dan beri projelerimin sonuçlandırılmasına yardımcı olan Norton ekibinin geri kalanına, Francine Kass, Michael Levantino, Stephen King, Don Rifkin, Nancy Palmquist, Eugenia Pakalik, Golda Rademacher, Elizabeth Riley, Nomi Victor, Joe Lops ve diğerlerine. Aynı zamanda, Tracy Vega, Meg Sherman, Kristin Keith, Muhteşem Norton satış ekibinin geri kalanına:

Hepinize Teşekkür ederim.

KİTAPLAR

Hippokrates, *Aforizmalar* (yak. MÖ 420)
Platon, *Timaios* (yak. MÖ 360)
Aristoteles, *Physika* (yak. MÖ 330)
Aristoteles, *Peri ta zoa historiai* (Historia animalium, yak. MÖ 330)
Arşimet, "Psammites" (Kum Cetveli, yak. MÖ 250)
Lucretius, *De rerum natura* (yak. MÖ 60)
Ptolemaios, *Almagest* (yak. MS 150)
Mikolaj Kopernik, *Commentariolus* (1514)

Francis Bacon, *Novum organum* (1620)
William Harvey, *De motu cordis* (1628)
Galileo Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, ptolemaico e copernicano* (1632)
Robert Boyle, *The Sceptical Chemist* (1661)
Robert Hooke, *Micrographia* (1665)
Isaac Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1687/1713/1726)

George-Louis Leclerc, Comte de Buffon, *Histoire naturelle: générale et particulière* (1749-1788)
James Hutton, *Theory of the Earth* (1785)
George Cuvier, "Discours Préliminaire" (1812)
Charles Lyell, *Principles of Geology* (1830)
Arthur Holmes, *The Age of the Earth* (1913)
Alfred Wegener, *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane* (1915)
Walter Alvarez, *T. rex and the Crater of Doom* (1997)

Jean-Baptiste Lamarck, Philosophie Zoologique (1809)
Charles Darwin, *On the Origin of Species* (1859)
Gregor Mendel, *Versuche über Pflanzenhybriden* (1865)
Julian Huxley, *Evolution: The Modern Synthesis* (1942)
James D. Watson, *The Double Helix* (1968)
Richard Dawkins, *The Selfish Gene* (1976)
E. O. Wilson, *On Human Nature* (1978)
Stephen Jay Gould, *The Mismeasure of Man* (1981)

Albert Einstein, *Relativity: The Special and General Theory* (1916)
Max Planck, "The Origin and Development of the Quantum Theory" (1922)
Erwin Schrödinger, *What Is Life?* (1944)
[Edwin Hubble, *The Realm of the Nebulae* (1937)]
Fred Hoyle, *The Nature of the Universe* (1950)
Steven Weinberg, *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe* (1977)
James Gleick, *Chaos* (1987)

Önsöz

Ya da bu kitabı nasıl kullanmalı

> Hangi koşullar altında ortaya çıktığını, hangi soruya yanıt verdiğini ve hangi işlevlere hizmet etmek için yaratıldığını unuttuğumuz hiçbir bilgi, bilimsel değerini kaybetmeden edemez.
>
> –Benjamin Farrington,
> *Greek Science: Its Meaning for Us*
> [*Yunan Bilimi: Bize ne İfade ediyor*]

Bu bir bilim tarihi değildir.

Birçok başka yazar tarafından çok sayıda (ve uzun boylu) bilim tarihleri yazılmıştır. Her yerde bulabilirsiniz: Yunan bilimi, Rönesans bilimi, Aydınlanma bilimi, Victoria Çağı bilimi, modern bilim, bilim ve toplum, bilim ve felsefe, bilim ve din, bilim ve "insan" araştırmaları.

Kuşkusuz bu tarihler değerlidir. Ama bir şekilde, bizatihi bilimin doğası ayrıntıların arasında kaybolmuş gibidir. "İnsanların" çoğu, profesyonel bilim eğitimi almamış olan sıradan yurttaşlar yine de bilimin ne yaptığı –ya da ne anlama geldiği– konusunda açık bir görüşe sahip değildir.

Birçoğumuza bilim, haber bültenleri, etkileşimli çizelgeler ve ses kırıntıları aracılığıyla yüklenir. Bunlar bize söz konusu olgular hakkında bulanık ve eksik bir görünüm sağlar, ama yirmi birinci yüzyılın süregiden bilim muharebeleri, olguların yeterli olmadığını gösteriyor. Kök hücre araştırmalarını, küresel ısınmayı, ilköğretim okullarında evrimin öğretilmesini etkileyen kararlar, bütün bunlar, biyologların neden kök hücrelerin önemli olduğunu düşündüklerini, çevre bilimcilerin yerkürenin ısındığı sonucuna nasıl vardıklarını ya da Büyük Patlamanın gerçekte ne olduğunu (ne büyük, ne de patlama olmadığını, bkz. Bölüm 27) aslında anlamayan seçmenler (ya

da bireysel olarak, onların kuramsal temsilcileri) tarafından verilmektedir.

Bu yüzden, bu biraz farklı bir tarihtir. Büyük bilim yazımının –bilimsel araştırmanın güzergâhını en doğrudan etkileyen ve değiştiren denemelerle kitapların– gelişimini izler. Uzman olmayan, ama ilgili ve akıllı kişileri hedefler. Bilimin çok insani bir çaba olduğunu gösterir: gerçeğe giden yanılmaz bir rehber değil, dünyayı anlamanın çok kişisel, bazen hatalı, genellikle yanıltıcı, sık sık da parlak bir yoludur.

Her kısım bilimin "büyük kitaplarının" kronolojik bir sıralamasını sunar, Hippokrates, Aristoteles ve Platon'un en kadim çalışmalarından Richard Dawkins, Stephen Gould, James Gleick ve Walter Alvarez'in modern çalışmalarına. Bölümler kitapları anlamanız için gerekli olan tüm tarihsel, biyografik ve teknik bilgiyi verip, önerilen basımı vererek bitiyor. Mutlaka tamamen okunması gerekmeyen daha eski çalışmalardan alıntıları bu kitabın web sayfasında bulabilirsiniz; bağlantıları metinde veriliyor. (Web sayfasında aynı zamanda yirminci yüzyıl öncesinden kalma olduğundan temini güç olanlar için mevcut e-kitap sürümleri de veriliyor.)*

Bu hiçbir şekilde bilimdeki önemli kitapların kapsamlı bir listesi değildir ve okuyucunun seçimim konusunda itirazları olabilir. Bilimdeki birçok değerli kitap listemde yer almaz (herhangi bir "büyük bilim kitapları" listesini tarayın, yüzlercesini bulursunuz). Bu kitapları yalnızca bilimdeki bazı önemli *buluşların* altını çizmek için değil, aynı zamanda bilim üzerine nasıl *düşündüğümüze* de bir ışık tutmak için seçtim. Bu kapsayıcı değil, yorumlayıcı bir listedir.

Kısım I, "Başlangıçlar," bizatihi bilimin kökenlerini kapsar. Kısım II, "Yöntemin doğuşu," şimdi tartışmasız kabul ettiğimiz bilimsel yöntemin neden ve nasıl yükseldiğini açıklar. Kitabın geri kalanı üç farklı alandaki belli başlı çalışmalara bir giriş niteliğindedir: yerküre bilimi, yaşam bilimi ve evren bilimi. Seçim kasıtlıdır. Jeoloji bizi modern biyolojinin gerektirdiği

* Burada verilen e-kitap ve alıntılar, söz konusu kitapların İngilizce (özgün ya da çeviri) sürümlerini içermektedir. Yeri geldiğinde mümkün olduğunca Türkçe bağlantılar verilmeye çalışılacaktır --çn.

zaman çerçevesine yöneltmiştir ve bu zaman çerçevesi daha sonra tüm evrene yeni bir bakışa götürmüştür.

Kısım III-V içinde, uyanık okuyucu bir kayma fark edecektir: 1940'lardan sonra bir aralar, sıralanan "klasikler" daha çok yeni kuramları ve buluşları dünyanın gözünün önüne çıkartan kitaplar olmuştur, bunları diğer bilim insanlarına ilk kez tanıtan dergi makaleleri ya da konferans sunumları değil. Bu yüzden, doğal afetler kuramını (felaket kuramı) anlayabilmek için, Walter Alvarez'in üç ortak yazarla birlikte yazdığı 1980 tarihli makalesi "Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction" [*Kretase-Tersiyer Yok oluşun Dünya dışı Nedenleri*] yerine, Alvarez'in 1997 tarihli kitabı *T. rex and the Crater of Doom*'u [*T. rex ve Kıyamet Krateri*] okuyacaksınız; Büyük patlamayı anlayabilmek için de Steven Weinberg'in çok satan *The First Three Minutes* [*İlk Üç Dakika*] adlı kitabını okuyacaksınız, bundan evvel yazılmış olan, kozmik ardalan ışınımı üzerine birçok makaleyi değil.

2. Dünya Savaşı sonrasında, bilimin uygulaması giderek uzmanlaştı.* Bilim insanları, bütün bir bilimsel manzara resmi çizmeye çalışarak değil, yapbozun bir tek parçasını araştırarak akademik kabul, meslektaşlarının ilgisi ve (ara sıra) mali destek gördüler. Bilimsel kuramlar giderek kendi kendine –ve genellikle dışarıdan bakanların anlayamayacağı bir dilden– konuşan bir bilimsel cemaat tarafından oluşturuldu, değerlendirildi ve ya desteklendi ya da reddedildi. *The Double Helix* [Çift Sarmal] ve *The Selfish Gene* [*Gen Bencildir*] biyoloji alanında, William Harvey'nin *De motu cordis*'inden hayli farklı anlamda "büyük kitaplardır;" Harvey buluşlarını eşzamanlı olarak hem meslektaşlarına, hem de genel kamuoyuna sunabi-

* Bu uzmanlaşmanın birçok nedeni vardır; Batılı sanayicilerin ticari kazanç sağlayabilecek araştırma projelerine yüklü yatırımları ve üniversitelerin bilim insanlarını desteklemekteki giderek artan rolü herhalde en önemlileridir, ama başka etmenler de bir rol oynamıştır. Bu olay bu kitabın kapsamının dışındadır, ama ilgi duyan okuyucular şu eserlere başvurabilir: John J. Beer W. David Lewis, "Aspects of the Professionalization of Science," *Daedalus* 92, no. 4 (Sonbahar 1963): 764–84; ya da I. Bernard Cohen'in *Revolution in Science* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 1985) adlı çalışmasının 8. Bölümü.

liyordu, ama ne James Watson ne de Richard Dawkins akademik çevrelerin dışından herhangi birisinin makalelerini okumasını bekleyemezlerdi. ("Parasites, Desiderata Lists and the Paradox of the Organism" görece küçük bir kitleye ulaşmıştı.) Bunun yerine, popülerleşmek zorundaydılar: birleştirmek, basitleştirmek ve açıklamak.

Ama *The Double Helix*, *The Selfish Gene* ve *De motu cordis*, hepsi de aynı görevi gerçekleştirdi: hepimiz için, doğa dünyası üzerine yeni bir düşünme yolu açmak. Ele aldığım metinlerin hepsini fiilen okumanız gerekmez. Başlamak istediğiniz büyük kitabı seçin. Eğer en çok biyolojiyle ilgileniyorsanız, ya da kozmolojiyle, Kısım IV ya da Kısım V'de önerilen metinlere atlamadan, Kısım I ve Kısım II'deki tüm önerilen metinleri okumanız gerekmez.

Ama en azından, kitaplar üzerine bölümlerimi ve arkalarındaki fikirleri okuyun. Biyolojik kökenlerle uğraşan bilim insanları bugün hâlâ Platoncu idealizmin etkisindedir; Charles Lyell'in on dokuzuncu yüzyıl jeoloji kuramları hâlâ insan evrimi üzerine anlayışımızı etkiliyor; kuantum kuramı hâlâ Francis Bacon'ın yöntemleriyle didişiyor.

Bilimi yorumlamak için, geçmişi üzerine bir şeyler bilmek zorundayız. Sürekli olarak, yalnızca "Ne bulduk?" diye değil, aynı zamanda "*Neden oraya baktık?*" diye de sormamız gerekiyor. Başka hiçbir şekilde bilimsel bilgiyi neden şimdi olduğu gibi değerlendirdiğimizi ya da görmezden geleceğimizi kavramaya başlayamayız; ya da bilimin karşılayabileceği vaatlerle titiz bir kuşkuculukla karşılanması gerekenleri ayırt edemeyiz.

Yalnızca o zaman bilimi anlamaya başlayabiliriz.

Söz dağarcığı üzerine bir not: metin boyunca, "Kuram" (teori) ve varsayım (hipotez) terimleri değişimli olarak kullanılmıştır. Bir yirmi birinci yüzyıl bilim insanı, bir kuramın bir varsayımdan daha kapsayıcı, daha uzun ömürlü ya da daha sağlam matematiksel temellere sahip olduğuna dikkat çekebilir. Ama her iki sözcük de kanıtlara dayanan kuramsal bir yapıya işaret ederler. Bir varsayımın ne zaman kurama dönüştüğü kesin olmadığından ve farklı yüzyıllardaki ve farklı alanlardaki bilim insanları sözcükleri farklı bağlamlarda kullanmaya eğilimli olduğundan, bu ayrımla mücadele etmemeyi seçtim.

KISIM I

BAŞLANGIÇLAR

Hippokrates, *Aforizmalar* (yak. MÖ 420)
Platon, *Timaios* (yak. MÖ 360)
Aristoteles, *Physika* (yak. MÖ 330)
Aristoteles, *Peri ta zoa historiai* (Historia animalium; yak. MÖ 330)
Arşimet, "Psammites" (Kum Cetveli; yak. MÖ 250)
Lucretius, *De rerum natura* (yak. MÖ 60)
Ptolemaios, *Almagest* (yak. MS 150)
Mikolaj Kopernik, *Commentariolus* (1514)

BİR

İLK BİLİM METİNLERİ

Fiziksel dünyayı fiziksel terimlerle açıklama yolunda ilk yazılı girişim

Ömür kısa, Sanat uzun, kriz fani;
deneme tehlikeli ve karar vermek de zor.
–Aforizmalar, Hippokrates, yak. MÖ 420

Hippokrates, Yunan doktor, bir katılar ve tanrılar dünyasında yaşadı.

Katılar onu çevreliyordu. Zeytin ağaçlarının gri-yeşil yaprakları, ayaklarının altındaki toprak, hastalarının beyinleri ve mesaneleri, hatta (itidalli bir şekilde) içtiği şarap bile; tüm bunlar mutlak, karışmamış, basitti. O andaki biçimlerine nasıl geldikleri, bu biçimlerin gelecekte nasıl değişebilecekleri gibi sorular Yunan araştırmacıları uzun saatler boyunca meşgul ediyordu. Ama bunları nelerin *oluşturduğu*, yüzeylerinin altında ne inceliklerin bulunduğu ve bunların *açıklanması*; bunları sormak, bir kayayı sorguya çekmek gibi bir şeydi.

Yirmi üç yüzyıl sonra, Albert Einstein ve fizikçi Leopold Infeld birlikte Yunanların içinde bulunduğu açmaza bir benzetim önerdiler. Doğa dünyasının kadim araştırmacısı

> Kapalı bir saati anlamaya çalışan bir adam gibiydi. Saatin yüzünü, hareket eden kollarını görüyor, hatta tik-taklarını da duyuyordu, ama kapağını açamıyordu. Eğer yaratıcıysa, gözlemlediği tüm o şeylerden sorumlu olan mekanizmayı bir şekilde tahayyül edebilirdi, ama... hiç

> bir zaman tahayyülüyle gerçek mekanizmayı karşılaştıramaz ve hatta böylesi bir karşılaştırmanın ne olasılığını ne de anlamını hayal edemezdi.[1]

Mekanizmaların yerine, Yunanların tanrıları vardı.

Tanrılar doğal dünyanın katıları arasında yaşıyor, zeytin ağaçlarının arasında dolaşıyor, mabetlerinde ve tapınaklarında yaşıyorlardı. İnsanları hep gözlüyor, yargılıyor ve uyarıyorlardı. Ksenophon'un *To Symposion* başlıklı eseri içindeki karakterlerden biri, "Tanrılar... her yaptığımı fark ediyor," diyordu, "ve bütün bunların nasıl sonuçlanacağını bildiklerinden, bana işaretler verirler ve haberci olarak ne yapmam gerektiğine dair sözler, rüyalar ve kehanetler gönderirler." Kutsal doğal düzeni kaplıyor ve yönlendiriyordu. "Her şey tanrılarla doludur," diyordu, Hippokrates'ten 150 yıl önce matematikçi Thales: her şey ve her yer.[2]

Yunanlar, hem tanrıların varlığı hem de katı doğanın özellikleri üzerine incelemelerde bulunmuş ve felsefe üretmişlerdi. Meraklıydılar, körlemesine kabul etmiyorlardı. Ama dünyaları, bizimki gibi ilahi ve maddi olarak ikiye ayrılmıyordu. İlahi ve doğal serbestçe karışıyordu.

Bu açıdan, çağdaşları gibiydiler. Astronomi gözlemlerini kesinleştiren Mısırlılar, Nil'in taşkınlarını gösteren bir takvim geliştirmişlerdi bile. Sirius yıldızının güneşten hemen önce, şafak öncesi göğünde ne zaman belirmeye başlayacağını ("helyak doğuşu") kestirebiliyorlardı ve Sirius'un yükselişinin, taşkının yaklaşmasının işareti olduğunu biliyorlardı. Ama hesaplarının kesinliği, Nil'in Osiris'in keyfine göre yükseldiği inançlarını yıkmamıştı.[3]

Atina'nın doğusunda, Pers astronomlar ay ve güneş tutulmalarını izliyorlardı ve yeni bir keşfin eşiğindeydiler: saros

---

1 Albert Einstein ve Leopold Infeld, *The Evolution of Physics: The Growth of Ideas from Early Concepts to Relativity and Quanta* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1938), 33.

2 Robert Parker, *On Greek Religion* (Cornell Üniversitesi Yayınları, 2011), xi, 6.

3 Malcolm Williams, *Science and Social Science: An Introduction* (Taylor & Francis, 2002), 10.

döngüsü, 6585,32 günlük, düzenli bir şekilde tutulmaların gerçekleştiği ve sonra yeniden başladığı bir dönem. Denklemleri bir sonraki ay tutulmasının matematiksel kesinlikle öngörülmesini mümkün kılmıştı, bu da tapınaklardaki rahiplerin, ay tutulmalarının serbest bırakabileceği kötü ruhlara karşı törenleri hazırlamak için yeterli zamana sahip olacakları anlamına geliyordu. (MÖ 550'den kalma Pers belgelerine göre, söz konusu önlemler kent kapılarında bakır köslerin çalınıp, "Tutulma!" diye bağırılmasını da içeriyordu.)[4]

Yunanlar için de, *doğaüstü* ve *doğal* aynı ortamda varlığını sürdürüyordu. Aslında, bilimsel kuram diyebileceğimiz ilk şeyi akıl eden, tanrıya inanan matematikçi Thales'ti: katı görünüşüne karşın, tüm evren sudan oluşuyordu. Konu üzerine yazdıkları uzun zaman önce kaybolmuştur, ama Aristoteles 300 yıl sonra savlarını *Ta meta ta physika* (Metafizik) içinde korumuştu.

> Thales... [evrenin temel ilkesinin] su olduğunu ifade etmiştir. (Bu yüzden yeryüzünün suyun üzerinde durduğunu beyan etmiştir.) Bu fikre belki de her şeyin besininin nemli olduğunu gördüğü için kapılmıştı... aynı zamanda da her şeyin tohumunun nemli bir doğası olduğundan; ve suyun, her şeyin doğasının ilkesi olduğundan.[5]

Su (anlaşılacağı üzere), yanlış açıklamaydı. Ama Thales'in kuramsallaştırması evrensel saat kılıfının içine göz atıp, ilahi güçten bağımsız olarak, başka neyin onun işlemesine neden olduğu görmeye çalışma yolunda ilk girişimdi.

Thales'in, evren üzerine tanrılara gönderme yapmadan altta yatan bir gerçek keşfetme girişimi (Biyolog Lewis Wolpert bunu "Thales'in sıçraması" olarak adlandırır) muhtemelen bu türden ilk Yunan kuramı değildi, ama ismen korunmuş olanların ilkiydi. Ancak, Thales'in özgün çalışması kaybolmuştur.

---

[4] Francesca Rochberg, *The Heavenly Writing: Divination, Horoscopy, and Astronomy in Mesopotamian Culture* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2004), 226.

[5] Aristotle, *Metaphysics* 1.3, *Readings in Ancient Greek Philosophy: From Thales to Aristotle* içinde, 4. basım, der. S. Marc Cohen, Patricia Curd ve C. D. C. Reeve (Hackett, 2011), 2.

Thales'in sıçraması bilinen ilk bilimsel kuram olabilir, ama Hippokrates'in *Corpus*'u –altmış kadar, tanrıları suçlamadan ya da işin içine sokmadan hastalıkları açıklayan tıp metninden oluşan bir derleme– günümüze kalan ilk bilim kitabıdır.

Corpus'un tümü, Beşinci yüzyıldan, Küçük Asya kıyısındaki minik Yunan adası Kos'da yetişmiş bir doktor olan müphem Hippokrates'e aittir. Platon Hippokrates'in doktor olmaya heveslenenleri belli bir ücret karşılığında yetiştirdiğini bize aktarır; şimdi genelde öğrencilerinin ve takipçilerinin ortak çalışması olarak kabul gören *Corpus*, onun derslerini içerir.[6]

Hippokrates'in çağdaşlarının çoğu, Asklepios'a (Apollon'un oğlu, hekimlik tanrısı) bağlı rahip-hekimlerdi. Bir hasta, Asklepios tarafından iyileştirilmek için, tanrının tapınaklarından birine gitmeli ve geceyi tapınağın kutsal yatakhanesi olan *abaton*'da, tanrının mevcudiyetini temsil eden serbestçe dolaşan yılanların arasında geçirmeliydi. Gece bir ara iyileşme gerçekleşirdi. Yılanlar hastanın yaralarını yalar ve iyileştirir ya da tanrı hastalığın nasıl iyileştirileceğini açıklayan bir rüya gönderirdi. Ya da belki Asklepios tedaviyi uygulamak üzere şahsen belirirdi. Yunan vakanüvis Pausanias, "Herakleia'lı Gorgias ciğerlerinden birinden bir okla yaralanmıştı," diye anlatır:

> On sekiz ay içinde o kadar çok iltihap birikmişti ki, altmış yedi kâse dolmuştu. Yatakhanede yattı ve bir rüya sırasında ona, tanrı okun ucunu ciğerinden çıkartmış gibi geldi. Sabah iyileşmiş olarak kalktı, okun ucu da elindeydi.[7]

Hippokrates'in tanrının varlığına inanmadığını söyleyemeyiz, ama tanrının hastalıklardaki rolü konusunda kuşkuluydu. Bunun yerine, açıklamalar için görünen dünyaya, düzenli evrene bakıyordu. Hastalıklara kızgın tanrılar neden olmuyordu ve iyiliksever bir tanesi tarafından iyileştirilmesi de gerekmiyordu. Uzun süredir iblisler ya da ilahların ele geçirmesi tarafından başlatılan kutsal bir durum olarak görülen sara (epilepsi) bile "diğer hastalıklardan ne daha ilahi ne de kutsaldı, doğal bir ne-

---

[6] Plato, *Protagoras*, çev. Benjamin Jowett (Serenity, 2009), 25.

[7] Plinio Prioreschi, *A History of Medicine*, cilt 1, *Primitive and Ancient Medicine*, 2. basım. (Horatius Yayınları, 1996), 42.

deni vardı." Hastalığı bir tanrının iradesine atfetmek, cehaletti: "bunun ilahiliği mefhumu," diyordu Hippokrates acı acı, "insanın bunu anlayamamasından kaynaklanmaktadır."[8]

Hippokrates mide rahatsızlıklarını, hummayı, sarayı, vebayı ve her türden hastalığı dengesizliklere –insan bedeninde dolaşan dört sıvı ya da "hümor"dan birinin çok fazla ya da çok az bulunmasına– bağlıyordu. Bu dört sıvı (safra, kara safra, balgam ve kan) doğru oranlarda bulunduğunda, beden sağlıklı olurdu. Ama birçok doğal etmenden herhangi biri bunları yoldan çıkartabilirdi. Hippokrates'e göre, dengesiz hümorların ana nedenleri, rüzgârlar (örneğin sıcak rüzgâr bedenin çok fazla balgam üretmesine neden olurdu) ve suydu (durgun su içmek, kara safra fazlasına neden olabilirdi). Önerilen tedavi: bedenin dengesini düzeltmek. Aşırı hümorlardan kurtulmak için bağırsakların boşaltılması ve hacamat önerilebilirdi. Otlar (sedefotu, hardal, rezene, ısırgan otu) bazı sıvıların atılmasına, diğerlerinin de takviyesine neden olabilirdi. Hasta adamlar ya da kadınlar sık sık başka iklimlere, doğal düzenlerini bozan rüzgârlardan ve sulardan uzağa gönderiliyordu.[9]

Thales'in kuramları gibi, Hippokrates'in açıklamaları da yanlıştı. Ama vakaların yarısında, tamamen şans eseri yöntem işe yarıyordu. Bataklık, durağan sulardan uzaklaşmak, sağlığa iyiydi. Salgınların pençesindeki kalabalık kentlerden uzaklaşıp meltemlerin estiği kıyıdaki bir kasabaya gitmek bir hastalığa çare olabiliyordu. Hafif, besleyici gıdalar, ateşli hastalara iyi geliyordu; en yakın *abaton*'a gerçekleştirilen meşakkatli bir yolculuktan ve yılanlarla geçirilen rahatsız bir geceden çok daha iyiydi.

Asklepios'un tapınakları derhal işsiz kalmasa da, Hippokrates'in yöntemleri yavaşça zemin kazandı; o kadar ki, on sekizinci yüzyılda, hekimler hâlâ bağırsakları boşaltıp hacamat ediyor ve hastaları deniz kenarına gönderiyordu. Hippokratesçi dünya görüşü bugün hâlâ ölmüş değil. Soğuk algınlığının

---

[8] Hippocrates, "On the Sacred Disease," *The Corpus: Hippocratic Writings* içinde (Kaplan, 2008), 99.

[9] Lawrence I. Conrad vd., *The Western Medical Tradition: 800 B.C.–1800 A.D.* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1995), 23–25; Pausanius, *Pausanias's Description of Greece*, çev. J. G. Frazer (Macmillan, 1898), 3:250; Hippocrates, *On Airs, Waters, and Places*, *Corpus* içinde, 117.

virütik bir enfeksiyon olduğunu gayet iyi biliyor olmama karşın, oğullarım rüzgarlı bir kış sabahı üstlerinde tişörtler ve şortlarla sokağa fırladıklarında, arkalarından "Ceketsiz dışarı çıkmayın yoksa soğuk alırsınız!" diye haykırıyorum.

Bu yüzden, Hippokrates'in *Corpus*'u yalnızca günümüze kadar kalan ilk bilimsel yazı değil, aynı zamanda doğal yöntemlerin doğaüstü olanlar karşısında kayıtlardaki ilk zafer olarak da öne çıkıyor.

Corpus *içindeki önemli alıntılar için, bkz. http://susanwisebauer.com/story-of-science.*

HİPPOKRATES
(Yak. MÖ 460-370)
On Airs, Waters, and Places
(Havalar, Sular ve Yerler Üzerine)

İngilizce sıradan okuyucu için ilk gerçekleştirilenlerden on dokuzuncu yüzyıl Francis Adam çevirisi hâlâ okunabilir ve hem basılı, hem de e-kitap biçiminde temin edilebilir. Adams çevirisine *On Airs, Waters, and Places*, *Aforizmalar*, *Hippokrates Yemini* ve hep birlikte *Corpus*'u oluşturan birçok başka çalışma da dâhildir. Şu (İngilizce) baskılar da bulunabilir:

The Corpus, Kessinger Legacy Reprint *(karton kapak, 2004, ISBN 978-1419107290).*

The Corpus, Library of Alexandria (e-kitap).

The Corpus, with foreword by Conrad Fischer, Kaplan Classics of Medicine (e-kitap ve karton kapak).

Adams çevirisi *On Airs, Waters, and Places* tek başına birçok yerde online olarak bulunabilir.

Daha modern bir çeviri, John Chadwick ve W. N. Mann tarafından çevrilmiş, G. E. R. Lloyd'un önsözüyle Penguin klasiklerinden *Hippocratic Writings* içinde bulunabilir (karton kapak, 1983, ISBN 978-0140444513). Cümle yapısı olarak takibi biraz daha kolaydır, ama iki çeviri birbirlerine çok yakındır.

İKİ

İNSANIN ÖTESİNDE

Evren üzerine ilk büyük resim anlatısı

> Her şey atomlardan oluşur... ve başka bir şey yoktur.
> –Plutarkhos, *Demokritos üzerine*

> Biraz doğru duygulara sahip herkes Sokrates, bunu küçük ya da büyük her girişimin başında yapar; hep tanrılara hitap eder.
> –Platon, *Timaios*, yak. MÖ 360

Hippokrates ve takipçileri, kuşkusuz, bilim yapıyordu. Doğal dünyayı açıklamak için doğal etmenlere bakıyorlardı ve çağrıları imandan çok araştırma, inançtan çok da bilgi gerektiriyordu.

Ama hâlâ mekanizmanın içini gözleme becerisine sahip değillerdi.

Dört hümor hiç görülmemişti. Suların ve rüzgârların bunlar üzerindeki etkileri hiç denenmemiş ve kanıtlanmamıştı. İnsan bedeni gözlemciler için hâlâ aşılamaz bir yüzeye sahipti; Yunan hekimler anatomisini mantıklı bir ölçüde iyi betimleyebiliyorlardı, ama içerisinde süregiden süreçler gözlemlerine kapalıydı. Bu yüzden, daha yakından bakacaklarına,* Hippok-

* Teşrih yaygın bir uygulama değildi, bunun nedeni de yüksek olasılıkla kadim Yunan inancının, uygun bir öteki dünyaya kapının usulüne göre gömülme olmasıydı. James Longrigg, *Greek Rational Medicine: Philosophy and Medicine from Alcmaeon to the Alexandrians* (Routledge, 1993), 184 vd içinde ölü bedenlere karşı Yunanların tavrı hakkında yararlı bir bakış sağlar.

rates ve takipçileri *akıl* yürütmeye çalıştılar. En gözde çözümsel araçları kıyaslamaydı: Göz lamba gibidir, bu yüzden içinde ateş olması gerekir. İç organlar hümorları barındıran bakır kaplar gibidir; bu nedenle hümorların bir organdan diğerine aktarılmasını sağlayacak bir hortum sistemiyle birleştirilmiş olmalıdırlar.[1]

Bu bilim yapma yönteminin gözlem yapmakla neredeyse hiçbir ilişkisi yoktu. Bilimsel araçların yokluğunda, ortak bir bilimsel söz dağarcığı olmadan ve evrenin kurucu ilkeleri üzerine en temel uzlaşmadan yoksun olan Yunanlar, karmaşık varsayımsal yapılar yaratmışlar ve belirtileri de dikkatlice bunların içine oturtmuşlardı. Mide bozukluğu? İç organlarınızın arasındaki hortumlar tıkanmış ve hümor birikimine neden olmuş olmalıydı. Tedavi: hortumları müshille açmak, tıpkı bir tesisatçının tıkanan bir boruyu açması gibi.

Birçok hekimi hâlâ etkileyen mesleki miyopluktan mustarip Hippokratesçi doktorlar, bedenin yakın çevresinin çok da ötesine bakmamışlardı. Ama Hippokrates'ten sonraki yüzyıllarda, Yunan düşünürler benzer şekillerde (kıyaslama rehberliğinde doğacı yöntemler) *phusis* üzerine de düşünüp yazmaya başladılar: düzenli evren, tüm doğal âlem.

Genellikle basitçe "doğa" olarak çevrilen *phusis*, bizim düşündüğümüz doğa dünyasının çok daha fazlasını kapsıyordu. Düzenli evren yerküre ve insanlardan oluşuyordu. Phusis'i incelemek, hem siyaseti hem de bitkileri, ruhu ve yıldızları incelemekti. Yunanlar akışkan ve sınırsız bir entelektüel manzarada yaşıyorlardı; denizlerle göğün bileşimi üzerine spekülasyonlar, ayrımsız olarak siyasal felsefeyle karışıyordu.[2]

Yakın gözlem geleneğinden yoksun Yunan düşünürler, bir olguyu bileşenlerine ayıracak herhangi bir bilimsel araç yokluğunda, bunun yerine *phusis*'i bütünüyle, kökeninden o anki biçimine açıklamaya koyuldular. Oturdukları yerden zaman

---

[1] Lawrence I. Conrad vd., *The Western Medical Tradition: 800 B.C.–1800 A.D.* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1995), 23; Hippocrates, *On Ancient Medicine*, çev. Mark J. Schiefsky (Brill, 2005), 32.

[2] Gerard Naddaf, *The Greek Concept of Nature* (SUNY Yayınları, 1995), 1–2.

yolculuğu yapıyorlar, evren için kapsamlı senaryolar yaratıyorlardı. Tekçiler (monistler) her şeyin temelde tek bir elementle, içinde kendi değişmesinin ilkesini taşıyan bir tür özdek'le başladığına inanır: Aristoteles çok daha sonraları tekçiler hakkında, "Bu, derler, elementtir ve bu da şeylerin ilkesi," der, "diğer tüm şeylerin kaynaklandığı... bir varlık." İlk tekçilerden olan Thales, suyu önermişti; altıncı yüzyıl filozofları Anaksimenes ve Herakleitos sırasıyla hava ve ateşi önermişlerdi; MÖ 575 dolaylarında, Anaksimandros "belirsiz" olarak adlandırılan bir şey önermiştir, kendiliğinden belirleyici özelliği olmayan ama ayrılarak değişme üreten karşıt nitelikler içeren bir şey. Diğer yandan, çokçular (plüralist) çoklu oluşturucu elementlerden yana olmuşlardır; MÖ 460 dolaylarında, Empedokles dört adet –toprak, hava, ateş, su– önermişti, bu başka düşünürlerce de geniş kabul gören bir çözümdü.[3]

Sonra bir de atomcular (atomist) vardı, öncelikle hakkında çok az şey bilinen Leukippos ve daha bilindik öğrencisi Demokritos beşinci yüzyılın son çeyreğinde ders veriyor ve yazıyorlardı. Filozof Simplikios, "Leukippos... sınırsız sayıda ve ebediyen hareket eden elementler, atomlar öngörmüştü," diye açıklar. Demokritos hocasının kuramını genişletmişti; bu atomlar "o kadar küçüktüler ki, duyularımıza yakalanmıyorlardı... Onlardan, elementlerden olduğu gibi... görünen ve algılanan kitleler" oluşuyordu.[4]

Anlaşıldı ki, bu aşağı yukarı doğruydu.

Atomcular genellikle ürkütücü bir şekilde uzak görüşlü ve algılayıcı olmakla övülürler. Aslında, tekçiler ya da çokçulardan daha yetenekli değillerdi; ancak, Hippokrates'te olduğu gibi, kazara doğrunun bir bölümüne denk gelmişlerdi. "Bu eski atomcular zamanlarından önce gelmiş gibi dururlar," der

---

[3] Aristotle, *Physics*, çev. Robin Waterfield, Oxford World's Classics (Oxford Üniversitesi Yayınları, 1999), xi; Naddaf, *Greek Concept of Nature*, 7, 65–66; Aristotle, *The Metaphysics*, çev. William David Ross, *The Works of Aristotle* (Franklin Library, 1982) içinde, 3:175.

[4] Simplicius, *Commentary on the Physics* 28.4-15, aktaran, Jonathan Barnes, *Early Greek Philosophy*, gözden geç. basım (Penguin, 2002), 202; Aristotle, *On Democritus*, parça. 203, aktaran, Barnes, *Early Greek Philosophy*, 206–7.

fizikçi (ve Nobel ödülü sahibi) Steven Weinberg, "ama tekçilerin 'yanılıyor' olup, Leukippos'la Demokritos'un atom kuramının bir anlamda 'doğru' olması bana çok da önemli gelmiyor... Thales ya da Demokritos bize bir taşın sudan ya da atomlardan oluştuğunu söylediğinde, eğer hâlâ onun yoğunluğunu, sertliğini ya da elektrik geçirgenliğini ölçemiyorsak, bu bizim doğanın neden böyle olduğu yolundaki anlayışımızı ne kadar ilerletir ki?"[5]

Diğer bir deyişle, saatin kutusu hâlâ sıkı sıkıya kapalıdır; bu ilk bilim yazarları kuramlar oluşturuyor, ama sonuçları kontrol etmek için hiçbir şey yapamıyorlardı. Üstelik onların aslında ne yazdıklarını da okuyamıyoruz, çünkü metinleri, Thales'in yazdıkları gibi, hepten kaybolmuştur. Spekülasyonları yalnızca olayın üstünden uzun zaman geçtikten sonra başkaları tarafından yazılmış özetler ve araştırmalarda aktarılmıştır. *Pros mathematikous* adlı çalışmasında Demokritos'un öğretilerinin ayrıntılı bir özetini veren Sekstos Empeirikos altı yüz yıl sonra yaşamıştır; Leukippos'a doğrudan atıfta bulunan ender kişilerden biri olan Simplikios, ondan bin yıl sonra doğmuştur.

Ama birlikte, tekçiler, çokçular ve atomcular,* ileriye doğru kritik bir adım atmışlardı. Hepsi birden aynı ilkeyi ifade etmişlerdi: *Phusis*, insanların hastalıkları gibi, tamamen matematiksel terimlerle açıklanabilirdi. Atomcular biraz öne çıkıyorsa da, bunun nedeni yalnızca Demokritos'un meslektaşlarına göre evrenin yalnızca atomlardan ve atomların koşuşturduğu, çarpıştığı ve şans eseri birbirine geçtiği ve tesadüfen ayrıldığı "boşluk" adını verdiği şeyden oluştuğu yolunda daha fazla ısrarcı olmasıydı. Demokritos'un dünyasında tanrılar vardı, ama onlar da atomlardan oluşuyordu; onlar da doğanın yasalarına tabiiydi; hiçbir şey yaratmamışlardı ve sonunda on-

---

[5] Steven Weinberg, *Dreams of a Final Theory: The Scientist's Search for the Ultimate Laws of Nature* (Vintage, 1994), 7–8; aynı zamanda *bkz.*, Bölüm 27, "Büyük Patlamanın Zaferi."

* Bunlar genellikle toplu olarak "Sokrates öncesi filozoflar" olarak tanınırlar, bu yanıltıcı bir nitelendirmedir, çünkü hem Sokrates'ten (yak. MÖ 469-399) önce gelen filozofları, hem de ondan sonra gelip, Platoncu görüşe karşı çıkanları kapsar.

lar da yok olacaklardı. Bir plan yoktu. Tasarım yoktu. Yalnızca atomlar vardı, boşlukta gelişigüzel dolaşıyorlardı.

Demokritos tanrıları başlangıçtan çıkartmıştı. Evrenin varoluşu için getirdiği açıklamalar hep maddeciydi; ve o zamandan beri maddeci açıklamaların hep karşılaştıkları gibi, güçlü bir muhalefetle karşılaştı.[6]

En güçlü ve en etkili olanı, Demokritos'tan iki kuşak sonra, uzun süre yaşamış olan Atinalı filozof Platon'dan geldi. Tanrılar olmasa, diye itiraz etmişti Platon, etik hapı yutmuştu. Tanrısal köken olmadan, devlet dağılırdı. Doğaüstü yaradılış olmadan insan ahlakı kaybolurdu. Dolayısıyla, *phusis* duyular tarafından anlaşılabilirdi, ama başlangıcı ilahi olanlara atıfta bulunarak açıklanmalıydı.[7]

Böylece, yaşamının ileri evrelerinde yazılmış olan Timaios'da, Platon kendi evren tasarımı ve nasıl işlediği yolundaki önerisini sundu: ilk bilinçli neobilimsel büyük resim çalışması, her şey için bir kuram sağlama yolunda bilinen ilk girişim. Bu melez bir çalışmaydı, evrenin ilahi bir yaradan –ilahi bir güç, bilinmeyen bir Usta– elindeki kökenleriyle başlayan ve sonra da evrenin var olan işlevinin ilahi olana atıfta bulunulmadan açıklanmasına doğru giden bir çalışma. Platon nehirlerin akışını ve ayın evrelerini tanrıların iradesine bağlamanın artık mümkün olmadığı bir dünyada yaşıyordu. Ama yine de, hep var olan bir evreni ya da ilahların ateşlemesiyle tetiklenmeyen bir başlangıcı tasavvur edemiyordu.

Çevresindeki düzenli dünyaya bakan Platon, tasarım ve güzellik görüyordu; bu, diye düşündü, bir zihinden kaynaklanmış olmalıydı, bir zekâdan. Böylece bir Demiurgos (Akl-ı faal, var olan malzemeden görmekte olduklarımızı oluşturan varlık) ve düzensiz, şekilsiz maddeden iyi, küresel evrenin yaratılmasının bir anlatısına başlar. Bu iyi evren en başta bozulmamış ve mükemmel olarak Demiurgos'un zihninde vardır; fiziksel varlığa kavuştukça, onun İdealinden hafifçe kayar, görünür ve aşağı bir kopya, özgün Gerçekliğin fiziksel bir gölgesi olarak şekil alır.

---

6 C. C. W. Taylor, *The Atomists: Leucippus and Democritus, Fragments* (Toronto Üniversitesi Yayınları, 1999), 214–15.

7 Naddaf, *Greek Concept of Nature*, 9.

Fiziksel evren dört elementten oluşur: en temel olanları toprakla ateş ve onlar arasındaki bağ olarak havayla su. Cismani evrende yaşayan ve bir şekilde onun yapısını yansıtan (suyun toprakta dolaşması gibi, kan da bedende dolaşır) insanlar bunu duyuları aracılığıyla anlayabilirler: dokunma, koku, görme ve duyma.

Ve bu algıda, Ustanın bir payı yoktur.[8]

Kuşkusuz bu Timaios'un basitleştirilmiş bir halidir. Benjamin Jowett'in Platon'un Diyaloglarının klasik çevirisinin önsözü, "Platon'un yazılarının içinde, Timaios en müphem ve itici olandır diye başlar ve diyalogların karmaşıklığını abartmaz. Şiir ve felsefeye adanmış bir dilde fiziksel olayları betimlemeye çabalayan Platon, o kadar dolaylı yazar ki, genellikle bırakın sonucunu, belli bir cümlenin neden söz ettiğini anlamak için bile mücadele etmek gerekir. Ve nasıl duyumsadığımız ve yorumladığımızı betimlemeleriyle iç içe girmiş durumda felsefi ayrımlar üzerine (örneğin *her zaman olan ve hiçbir zaman olmakta olmayan* ve *olmakta olanla hiçbir zaman olmayan* arasında) uzun söylemler, evrenin neden ayaklara sahip olmayıp bizim olduğumuz üzerine acayip bir açıklama ve kayıp Atlantis uygarlığının öyküsü bulunur.

Ama *Timaios*, bunu izleyen iki bin yıl boyunca Batı bilim uygulamasını etkilemiştir. Platon kökenleri gözlemden, yaradılışı gündelik olayların açıklamalarından ayırmıştı. Etrafımızdaki dünyanın incelenmesinde duyuların önemini kabul etmiş ve Hippokrates gibi, bilimin doğaüstüne başvurulmadan uygulanabileceği giderek genişleyen bir alan açmıştır.

Bu yeni doğan bilim alanına büyük bir armağandı. Ama Platon'un mirası içinde ölümcül bir mikrop taşıyordu. Evet, insan duyuları aracılığıyla fiziksel dünyayı anlayabilir. Ama fiziksel gerçeklik idealin bir gölgesi olduğuna göre, fizik her zaman metafiziğe tabidir. Felsefe, dünyanın indiği İdeali anlamak için çabalar. Bilim yalnızca bizatihi inmiş gölgeyi an-

[8] George Sarton, *A History of Science: Ancient Science through the Golden Age of Greece* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 1964), 421–24; Benjamin Jowett, *The Dialogues of Plato in Four Volumes* (Charles Scribner's Sons, 1892), 2:458–59.

lamak için gözlemi kullanır. Bu yüzden, bilim hiçbir zaman gerçeğe erişemez; hep felsefenin ayağının dibinde oturmalı, düzeltmeleri kabul etmeye razı olmalıdır.

Timaios'tan önemli alıntılar için, bkz. *http://susanwisebauer.com/story-of-science*.

PLATON
*Timaios**
(yak. MÖ 360)

Benjamin Jowett'in on dokuzuncu yüzyıl (İngilizce) çevirisi hâlâ yaygın bir şekilde basılmaktadır ve modern okuyucu için de ulaşılabilir ve anlaşılabilirdir. Her ne kadar Platon'un *Dialogues* derlemelerine her zaman dâhil edilmese de, şurada da bulunabilir:

The Dialogues of Plato in Four Volumes, cilt 2, Charles Scribner's Sons (e-kitap, 1892).

Dialogues of Plato: Translated into English with Analyses and Introduction, Cambridge Üniversitesi Yayınları (karton kapak, 2010, ISBN 978-1108012102).

Modern bir çeviri için *bkz*:

Peter Kalkavage, çev., *Plato's Timaeus*, Focus Publishing (karton kapak, 2001, ISBN 978-1585100071).

Hippokrates'in nesnelerden (su, balgam, müshil, karın) söz eden Yunancasının aksine, Platon'un Yunancası kolayca tek sözcükle ifade edilemeyecek soyut terimler içerir. Teşhis ve reçeteyle değil, varlık, varoluş gibi kavramlarla ilgilenir; söz dağarcığı karanlık ve/veya arkaiktir; ve bunlar da yetmiyormuş gibi, kelime oyunlarına, sinsi dilbilimsel şakalara ve cinaslara meraklıdır. Bunun sonucunda, çeviriler önemli ölçüde farklılık gösterir. Timaios'un ilk bölümünden bir pasajın Jowet çevirisi şöyledir:

---

* *Timaios*'un Türkçe çevirisi için *bkz.* Platon, *Timaios*, çev. L. Ay ve E. Güney, Sosyal Yayınları, 2001. Platon'un diğer çalışmaları da çeşitli yayınevlerince hazırlanan derlemelerde bulunabilir –çn.

> Yaradan neden dünyayı yaptı? O iyiydi ve her şeyin kendisi gibi olmasını istiyordu. Binaenaleyh düzensiz bulduğu görünür dünyayı düzene soktu.[1]

Bu da aynı pasajın Peter Kalkavage çevirisi:

> Şimdi diyelim ki inşacı hangi neden dolayısıyla oluşumu ve tüm bunları inşa etti. İyiydi o ve iyi olan birinde hiçbir zaman herhangi bir şekilde kin olan bir şey doğmaz, dolayısıyla, bundan azade olduğundan, o her şeyin olabildiğince kendisine benzemesini arzuladı. Bu her şeyin üzerinde, temkinli insanlardan, doğrucası alınabilecek oluşumun ve evrenin en tanrıca ilkesidir. Çünkü her şeyin iyi olmasını ve gücü yettiğince hiçbir şeyin baştan savma olmamasını istediği için, tanrı görünen her şeyi ele aldı ve huzurunu koruyamayıp müzikal olmadan, düzensizce hareket ettiği için onu düzensizlikten düzene getirdi, çünkü bu ikincinin her bakımdan birinciden daha iyi olduğunu düşünüyordu.[2]

Kalkavage'ın çevirisi titizlikle, kelimesi kelimesine aslına uygundur, her Yunanca yapıyı açar ve büyük ölçüde yorumlamadan kaçınır;* Jowett'inki çeviriyi Platon'un anlamının açıklamasıyla karıştırır ve bu yüzden uzman olmayanlar için anlaması daha kolaydır.

Eğer felsefi sorunların tüm boyutlarını anlamak istiyorsanız, Kalkavage çevirisini seçin, yalnızca Platon'un, izleyen iki bin yıl boyunca bilim uygulamasını etkilediği haliyle idealizmi üzerine genel bilgi sahibi olmak istiyorsanız, Jowett'i seçin.

---

1 Plato, *The Dialogues of Plato*, çev. Benjamin Jowett (Hearst's International Library, 1914), 4:463.

2 Plato, *Plato's Timaeus: Translation, Glossary, Appendices, and Introductory Essay*, çev. Peter Kalkavage (Focus, 2001), 60–61.

* Örneğin anlaşılabilmesi açısından, ben de İngilizce çeviriyi tüm cümle yapısıyla kelimesi kelimesine aktarmaya çalıştım –çn.

ÜÇ

DEĞİŞME

İlk evrim kuramı

> Başkalaşan her şey, duyuların algılayabileceği şeyler tarafından başkalaştırılmıştır.
>
> –Aristoteles, *Physika*, Kitap VII, yak. MÖ 330

> Doğa cansız olandan canlı nesnelere o kadar kademeli bir şekilde geçer ki, aralarındaki sınır belirsizdir.
>
> –Aristoteles, *Peri ta zoa historiai* (Historia animalium), Kitap VIII

Öğretmeni Platon gibi, Aristoteles de etrafında güzellik ve düzen görüyordu. Ama Platon bu güzelliği başlangıçtaki Ustanın kanıtı olarak görürken, Aristoteles bunu sondaki tamamlanmaya doğru bir yön tabelası olarak görüyordu.

Bu her şeyi başkalaştırıyordu, özellikle de değişmeyi.

Platon için, değişme ilerleme değil yalnızca bozulma anlamına geliyordu. Onun doğa dünyası Usta'nın özgün kavramının aşağı bir kopyasıydı, bu da özünde kusurlu bir sanat eseri olduğu anlamına geliyordu; kusursuzca yazılmış bir tiyatro oyununun, gerçek kostümler giyen, gerçek sahnede dolaşan gerçek aktörler tarafından sahneye kondukça, kaçınılmaz bir şekilde bir takım ufak-tefek kusurlar biriktirmesi gibi. Fiziksel dünya hep amaçlandığının daha azıydı ve herhangi bir değişme kaçınılmaz olarak onu idealden daha uzağa sürükleyip duracaktı.

Ama Aristoteles, ağaçtan bir sürgünün büyüdüğünü, bir yavrunun aslan olduğunu, bir çocuğun adam olduğunu seyrederken, başka bir şey görüyordu

Öncelikle, sürecin bir açıklamasını istiyordu: bu değişmeler, nasıl *gerçekleşiyordu*? Bir varlık, bir yaratık, hangi safhalarda birden fazla biçim alıyordu? Değişmeyi ne yönetiyordu ve son noktasını ne belirliyordu?

Sonra, bir neden istiyordu. Neden, bir encik kedi, bir tohum çiçek oluyordu? Uzun dönüşüm yolculuğunu yöneten neydi? Neden enciklik durumu, bir tohumun varlığı kendi başına, yeterli olmuyordu?

Bugün, büyümenin hücresel değişmesi sıradan bilgiyken, her anaokulu öğrencisi ıslak pamukların üzerinde fasulye filizlendirirken, bu sorular beyhude gelebilir. Aristoteles'in dehası biraz da (her ne kadar vardığı sonuçlar genellikle hatalı olsalar da) bu soruları *sormasındaydı;* doğal süreçler olan büyüme ve değişmenin öylesine kabul edilmeleri gerektiğini düşünmedi. Bunlar doğal süreçler olduğu *içindir* ki bunları sorguluyordu; doğal çevrimin bir parçası olarak geliştikleri *için*, bunları anlamayı umuyordu.

Bu bilimdi.

Bu yüzden, Aristoteles'in en ufuk açıcı bilimsel eseri *Physika*, tamamen değişme üzerineydi. Her anlamda değişme: genç bir yaratık yaşlandığında olan doğal değişme; bir nesne bir yerden diğerine hareket ettiğinde olan değişme; söz konusu nesne gittiği yerde yola çıktığı yerde olduğunun aynısı olsa da olmasa da; hareketin neden olduğunun açıklaması.

Bu sonuncunun yanıtı, Platon'da olduğu gibi, *bozulma* değildi. Daha doğrusu, doğa dünyasındaki her nesne ve varlığın şu anda içinde bulunduğu durumdan gelecekteki, daha mükemmel bir duruma doğru hareket etme zorunluluğuydu. Tohumun, enciğin, bebeğin bizatihi dokusunun içine *değişme* potansiyeli işlenmişti: düzenli bir şekilde şanlı bir tamamlanmaya doğru ilerleyen bir "hareket ilkesi." Aristoteles'in doğa dünyası, etrafındaki *phusis*, ideal imgesinden bozulmuş bir oyun değildi. Tatminkâr bir sona doğru ilerleyen, belgesel bir dramdı.

Bilimin uygulamasındaki sonucu dramatik oldu.

Bir kere, yalnızca Aristoteles'in bakış açısı deneysel araştırmayı –fiziksel dünyanın gözlemlenmesi ve anlaşılması– gerçek bilgiye, *değerli* bilgiye doğru gerçek bir güzergâh haline getirir. Her zaman için fiziksel dünyayı İdealden aşağı gören Platoncu düşünce, kaçınılmaz olarak bilimsel araştırmayı değersizleştirir, bunu alt düzey, ikinci sınıf bir iş haline getirir. (Bilim tarihi disiplinini kuran kimyacı-tarihçi George Sarton, *Timaios*'un daha sonraki bilimsel düşünce üzerindeki etkisini "muazzam ve özünde kötü" olarak nitelendirecek kadar ileri gitmiştir.) Ama Aristoteles'in felsefesinde, bilim gerçeğe götürür.[3]

Dahası, yalnızca Aristoteles'in düşüncesi evrimi olası kılar.

Platon'un dünyasında, değişme yozlaşmadır ve hareket her zaman idealden *uzağa*, daha verimsiz olana, daha az gelişmiş bir duruma doğrudur. Ama Aristotelesçi bilimde, doğa amansızca daha iyi gerçekleşmiş bir sona doğru ilerler.

Bu tam olarak bugün evrimden anladığımız şey değildir. Biyolojik evrimin önceden belirlenmiş bir amacı, genel bir tasarımı yoktur. Aristoteles'in bilimi teleolojiktir (erekselci), doğanın amaçlı bir şekilde mükemmellik yolunda ilerlediğine kesinlikle kanidir.

Teleoloji bir Yaradan'a, dünyayı belli bir kaçınılmaz güzergâha yerleştirmiş olan bir Tanrı'ya inancın ifadesi olabilir. Ama Aristoteles dünyayı ilahi bir Tasarımcının yaratısı olarak görmüyordu. Ustasından İlk Nedenden vaz geçecek kadar ayrılmamıştı; Aristoteles'in tahminine göre, bütün hareketlerin başında ilk Kuvvet olmalıydı, başka bir neden tarafından işletilemeyen, Hareket ettirilmemiş Hareket ettirici. Ama bu Hareket ettirilmemiş Hareket ettirici dışarıdan doğayı şekillendirmez. O bir çömlekçi, dünya da bir kil parçası değildir. Bir filiz ağaca dönüşür, çünkü ağaçlığı zaten ona içkindir. Aristoteles için, teleoloji harici bir rehber kuvvet değil, bir iç gizilgüçtür. Doğanın nihai biçiminin anahtarı şimdiden *içinde* mevcuttur.

Darwin'in daha sonraları oluşturacağı şeyin felsefi tabanı oluşturulmuştu.

---

[3] George Sarton, *A History of Science: Ancient Science through the Golden Age of Greece* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 1964), 423.

Aristoteles'in hareketin hep ileri, hep amaçlı (hiçbir zaman Demokritos ve atomcuların önerdiği gibi tam anlamıyla rastgele olmayan) dünya vizyonu, *scala naturae* olarak adlandırdığı şeyin, Doğanın Ölçeğinin çerçevesini oluşturmuştu: doğal organizmaların, en basitinden en karmaşığına kademeli, sürekli bir tasnifi. Bitkiler en alttaydı, insanlar da tepeye yakın bir yerde. Ortaçağ filozoflarının elinde, Aristoteles'in Doğanın Ölçeği Varlığın Büyük Zinciri olacaktı, tüm doğal element ve varlıkların bağlantılı bir tasnifi. Kaya en alt basamakta yer alıyordu, Tanrı da en tepede.[4]

Canlı organizmaları Doğanın Ölçeğinde yerleştirebilmek için, doğa bilimcinin bunları anlaması gerekiyordu. Aristoteles'in diğer büyük bilimsel çalışması, onun doğal tarih külliyatı (*Peri ta zoa historiai* [*Canlılığın Tarihi*], *Peri zoon geneseos* [*Canlıların Gelişimi üzerine*], *Peri zoon morion* [*Canlıların öğeleri*]) canlıları betimler, örgütler ve sınıflandırır ve *Physika* içinde soyut olarak ortaya koyduğu maksatlı değişme ilkelerini hantal doğanın içinde keşfeder.

Bu çaba, Yunancanın böylesi bir girişim için gereken terimlerden tamamen yoksun olmasıyla daha da karmaşıklaşmıştı. Bilim dili yaratılmadan önce bilim yapan Aristoteles, ilerledikçe, kendi söz dağarcığını, kendi terimlerini, başlıklarını ve bölümlendirmelerini yapmak zorundaydı. Bunu yaparken, taksonomiyi icat etti: yaşayan nesneleri ortak karakteristiklerine göre gruplandırmanın bilimi. En temel ayrımı –kanlı ve kansız hayvanlar, kırmızı kanlılar ve kanı akmayanlar– günümüzde, omurgalılar ve omurgasızlar olarak yeniden ifade edilmiş haliyle hâlâ geçerlidir.[5]

Bunun yanında, daha sonraki bilime birçok okkalı yanlış da bıraktı: kendiliğinden üreme, dönen billur kabuklardan oluşan küresel bir evren ve edinilen özelliklerin (hatta yaralarla darbelerin) kalıtımı. Ama yanlış da olsalar –bazen de sapkınca

[4] Jennifer Vonk ve Todd K. Shackelford, der., *The Oxford Handbook of Comparative Evolutionary Psychology* (Oxford Üniversitesi Yayınları, 2012), 42.

[5] Sarton, *History of Science*, 539; Jonathan Barnes, der., *The Cambridge Companion to Aristotle* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1995), 123–26.

yanlış– onun kuramları her zaman için doğadaki değişmeler üzerine kendi gözlemlerine dayanıyordu. Değişmeyi Platon'un toz yığınından kurtarmış ve doğanın merkezi ilkesi haline getirmişti: bilimsel araştırmayı amansızca ileri götürecek bir motora.

Physika *ve* Peri ta zoa historiai*'den önemli alıntılar için, bkz: http://susanwisebauer.com/story-of-science.*

ARİSTOTELES
(MÖ 384-322)
Peri ta zoa historiai

Richard Cresswell'in hâlâ okunabilir on dokuzuncu yüzyıl (İngilizce) çevirisine bedava e-kitap olarak erişebilirsiniz:

Johann Gottlob Schneider, der., *Aristotle's History of Animals in Ten Books*, çev. Richard Cresswell, Henry G. Bohn (e-kitap, 1862).

En iyi basılı sürüm çok daha pahalı üç ciltlik Loeb Classical Library sürümüdür.

Aristotle ve A. L. Peck, *Aristotle: History of Animals, Books I–III* (Loeb Classical Library no. 437), Harvard Üniversitesi Yayınları (ciltli, 1965, ISBN 978-0674994812).

Aristotle ve A. L. Peck, *Aristotle: History of Animals, Books IV–VI* (Loeb Classical Library no. 438), Harvard Üniversitesi Yayınları (ciltli, 1970, ISBN 978-0674994829).

Aristotle, Allan Gotthelf, ve D. M. Balme, *Aristotle: History of Animals, Books VII–X* (Loeb Classical Library no. 439), Harvard Üniversitesi Yayınları (ciltli, 1991, ISBN 978-0674994836).

ARİSTOTELES
(MÖ 384-322)
Physika•

• *Physika*'nın Türkçe çevirisi: Aristoteles, *Fizik*, çev. S. Babür, YKY, 1997 –çn.

Aristoteles'in standart bir İngilizce çevirisini ("Oxford Çevirisi") oluşturmak için girişilen kırk yıllık bir çabanın bir parçası olan R. P. Hardie ve R. K. Gaye (İngilizce) çevirisi, bedava e-kitap ya da basılı sürümünde bulunabilir.

Aristotle, *Physics*, çev. R. P. Hardie ve R. K. Gaye, Clarendon Yayınları (1930, e-kitap, online olarak "The Internet Classics Archive," karton kapak baskısı, Digireads, ISBN 978-1420927467).

Robin Waterfield tarafından gerçekleştirilen daha yeni ve gayet okunabilir bir sürüm de, *Physika*'nın sekiz kitabını birden okumak isterseniz, incelenmeye değer.

Aristotle, *Physics*, çev. Robin Waterfield, Oxford World's Classics, Oxford Üniversitesi Yayınları (karton kapak, 1999, ISBN 978-0192835864).

DÖRT

KUM TANELERİ

Matematiğin evreni ölçmek amacıyla ilk kullanılışı

> Bunlar, insanların matematik çalışmamış çoğunluğuna inanılmaz gelecektir, ama... buna aşina olanlar için... ispat inandırıcı olacaktır.
>
> -Arşimet, "Psammites," yak. MÖ 250

Bu noktaya kadar, yepyeni bilim alanı matematiği neredeyse hiç kullanmamıştı. Yunan matematiği kendi yarı, biraz dolambaçlı yolunu izliyordu; ve daha doğanın incelenmesiyle yollar çakışmamıştı.

İlk soyut, evrensel matematik yasalarının oluşturulması tanrılara inanan matematikçi Thales'e atfedilir. Geometriden anlayan ilk kadim halk Yunanlar değildi –İndüs vadisindeki matematikçiler de vardı– ama Thales öncesinde, bir düşünürün özgül geometrik gözlemlerin ("Bir daire çaplarından herhangi biri tarafından ikiye bölünür") ötesine geçip, bu gözlemlerin her zaman, her daire için, evrenin her yerinde doğru olduğunu gösteren ispatlara vardığına dair bir kayıt yok.[1]

Thales'den bu yana, geometri –açılarla uzunlukların, bunların oluşturduğu alanların ve izledikleri modellerin– gelişip,

---

[1] Malcolm Williams, *Science and Social Science: An Introduction* (Taylor & Francis, 2002), 11; Lewis Wolpert, *The Unnatural Nature of Science* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 1992), 35–36; Keith Devlin, *The Language of Mathematics:Making the Invisible Visible* (W. H. Freeman, 2000), 20.

Yunan matematiğinin kökü ve gövdesi haline gelmiştir. Aritmetik (matematiğin rakamlarla ilgilenen dalı) buradan türetilmişti. Rakamlar, öncelikle ve en önemlisi, alan ve uzunluk gibi geometrik özellikleri ölçmenin yoluydu. Ve bu ölçümler genellikle yalnızca rakamlarla değil, oranlarla ifade edilirdi.

Diğer bir deyişle, bu dikdörtgenin ölçümü sorulduğunda:



Biz doğal olarak uzun kenarların 7,5 santim olduğunu, kısa kenarların da 3,75 santim olduğunu söyleriz. Ama Yunan matematikçi bu ölçümü iki kenarın oranı olarak ifade ederdi:

2:1

Çünkü kenarların oranı, 2 rakamıyla 1 rakamı arasındaki ilişkiyle aynıdır.

Yunanlar toplama, çarpma ve aritmetik sınıfında öğrendiğiniz diğer tüm işlemleri yapmak için oranları kullanabiliyordu. Bu yüzden matematikçiler halen *rasyonel* (oranlı) sayılardan söz ediyor: iki tam sayı arasındaki oranı ifade eden sayı, rasyoneldir.*

Thales'den sonra ve Platon'dan önce, en etkin matematiksel çalışma Pythagorasçılar tarafından gerçekleştirilmişti: MÖ altıncı yüzyıl dolaylarında yaşamış ve hakkında hemen hemen hiçbir şey bilinmeyen Yunan bir mistik olan Pythagoras'ın takipçileri. Yaşamından bize kalan ayrıntılar tamamen daha sonraki, ustasından sekiz yüz yıl sonra yaşamış ve yaşamının eseri olarak Pythagoras'ın öğretileri üzerine on ciltlik bir ansiklopedi kaleme almış olan İamblikhos gibi takipçileri ara-

* Örneğin, 4'ün 9'a oranı (ya da 4 bölü 9) olduğu için, 4/9 kesiri; ya da 71, çünkü 71'in 1'e oranı (ya da 71 bölü 1); ya da -11 çünkü -11'in 1'e oranı (-11 bölü 1). Başka bir deyişle, bir rasyonel sayı a ve b tam sayılar olduğu ve b 0'a eşit olmadığı sürece, a/b şeklinde ifade edilebilir.

cılığıyla aktarılmıştır. Pythagoras, der İamblikhos, ailesinin hem anne hem de baba tarafından Zeus'tan gelir ve rivayete göre, babası uzaklardayken annesini ziyaret eden Apollo'nun oğludur. (Bu, diye kabul eder İamblikhos, "hiçbir şekilde" kesin değildir, ama "hiç kimse Pythagoras'ın ruhunun insanlara Apollo'nun âleminden gönderildiğini inkâr edemez.")[2]

Pythagoras ilahi bir sözcü olarak saygı görüyordu ve onun matematiği de esas olarak doğa dünyasını anlamak için bir araç *değildi*. Bizatihi gerçeği anlamak için bir yöntemdi. Pythagoras, matematiğin gerçeğe giden *tek* yol olduğunu öğretiyordu: sayılar olmadan hiçbir şey gerçekten kavranamazdı. Rakamların kehanet gücü vardı; özellikle de 1, 2, 3 ve 4, bunların birleşmesiyle var olan tüm boyutlar yaratılabilirdi. Bu dört sayının toplamı, 10, kutsal bir sayı olan *tetraktys*'ti.[3]

Pythagorasçılar vejetaryendiler ve içki içmezlerdi. Ruhların göçüne (transmigrasyon) inanırlar, gizli kara ritüeller uygularlar ve müzik notalarının aralıklarının evren hakkında derin gerçekleri ortaya çıkarttığını öğretirlerdi (bu uzun süre sonra, ortaçağdaki Kürelerin Armonisinin gelişmesine yol açan bir kuramdır). Ama bu gizemcilikle iç içe geçmiş özgün ve titiz bir matematik de vardır. Orta öğrenimde öğrencilerin ilk karşılaştıkları geometri fikri olan Pythagoras teoremi, uzun süredir kadim matematikçilerce biliniyordu (Mısırlılar kesinlikle bunu anlıyordu), ama ilk olarak Pythagorasçılar bunu evrensel bir yasa, her yerdeki tüm dik üçgenlere uygulanabilecek bir gerçek olarak telaffuz ettiler.[4]

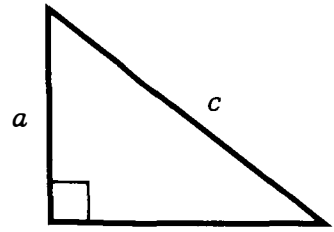
Bu teorem anlaşılan Pythagorasçıları, yazılı tarihte ilk kez olarak, irrasyonel (oransız) sayı diye bir şeyin var olduğunu idrak etmeye götürmüştür.

---

[2] Kenneth S. Guthrie ve David R. Fideler, *The Pythagorean Sourcebook and Library: An Anthology of Ancient Writings Which Relate to Pythagoras and Pythagorean Philosophy* (Phanes Yayınları, 1987), 58.

[3] Richard Mankiewicz, *The Story of Mathematics* (Princeton Üniversitesi Yayınları, 2000), 24.

[4] Guthrie ve Fideler, *Pythagorean Sourcebook*, 60; Mankiewicz, *Story of Mathematics*, 24, 26; Devlin, *Language of Mathematics*, 21.



4.1 Pythagoras Teoremi: $a^2 + b^2 = c^2$

Daha sonraki yazarlar keşfi, MÖ 400'ün hemen öncesinde yaşamış olan Pythagorasçı filozof Hippasos'a atfeder. Üçgenler üzerinde çalışan Hippasos, bazı durumlarda,* hem c hem de *a*'yı ölçecek tek bir birim olmadığını fark etti. İki doğru, ortak bir ölçü olmadığından, "kıyaslanamazdır" (ortak ölçüsüzdür). Diğer bir deyişle, aralarında Pythagorasçıların elindeki rakamlarla ifade edilemeyecek bir ilişki vardır; örneğin, *a*'nın *c*'nin 1/3'ü ya da ¼'ü olduğunu söylemek olanaksızdır. Geometride kıyaslanamazların bulunması kısa sürede bunun aritmetiksel paraleline ulaştırdı, *irrasyonel sayılara* yani bir tam sayının diğerine oranıyla ifade edilemeyecek sayılara.

Anlaşılan, bu Pythagorasçı mistisizme sarsıcı bir darbe oluşturmuştu, çünkü tüm sistem bütün doğal ilişkilerin oranlar kullanılarak ifade edilebileceği inancı üzerine inşa edilmişti. Hippasos'un buluşu o kadar sarsıcıydı ki, evrenin öfkesinin kısmetsiz kafasına inmesine neden oldu: "İyi bilinir ki," der, daha sonraki bir yorumcu, "irrasyonel sayılar kuramını kamuoyuna ilk açıklayan adam, ifade edilemeyen ve tahayyül edilemeyenin ebediyen örtülü kalabilmesi için bir tekne kazasında öldü."[5]

Kendi sonuçlarından bu kadar güçlü bir şekilde çekinen bir matematik geleneği muhtemelen bilimde yararı olmayacak

* Bir örnek vermek gerekirse, a=b durumunda, $2a^2=c^2$ olur ki, bu durumda a ve c arasındaki ilişki bir kesirle ifade edilemez, çünkü 2'nin kare kökü irrasyonel bir sayıdır –çn.

5 Scholium to Euclid's *Elements*, aktaran, Richard J. Trudeau, *The Non-Euclidean Revolution* (Birkhauser, 1987), 103.

bir matematiksel gelenektir; ve varoluşunun ilk yüzyıllarında, Pythagorasçı matematik hem topluluğa dâhil olmayanların gözlerinden saklı, hem de yeni gelişen bilim alanından ayrı kalmıştı. Bu bir bilim değil dindi, yerkürenin incelenmesi için değil, neredeyse tamamen ilahi tefekkür için tasarlanmıştı.

Ne Aristotelesçi ne de Platoncu gelenek, tamamen farklı nedenlerle bilimsel yazılarında matematiği pek kullanmadı.

Aristotelesçiler şeylerin kendi içlerinde ne olduklarını bilmek istiyordu, ölçülerini değil. Ağırlık, yükseklik, çevre, çap: tüm bunlar değişiyordu ve Aristoteles için, bunların hiçbiri, bir doğal nesnenin ne *olduğuna* işaret etmiyordu. Matematik ona bir bitkinin *bitkiliği*, suyun suluğu üzerine bir anlayış sağlamıyordu. Onun doğal sınıflandırmaları, fiziği gibi, nitelikleri kullanıyordu, nicelikleri değil; kalbin boyutları yerine kanın mevcudiyeti, oyuğun boyutları yerine kemirgenin adetleri. Aristoteles için, matematik konu dışıdır.

Platon için, matematik aslidir, ama fiziksel dünyayla temas edip yozlaşmaması koşuluyla.

Bunu açıkça, *Politeia*'nın [*Devlet*] ünlü "Mağara Alegorisi"ni içeren VII. Kitabında açıklar. Platon, Kusursuz ve yozlaşmamış evrenle, Demiurgos'un aklındaki İdealle içinde yaşadığımız görünür ve aşağı Kopya arasında bir fark vardır, diye ısrar eder. Felsefi olmayan insan yalnızca Kopyayı görür. O bir mağaraya zincirlenmiş bir mahpus gibidir, dışarıdaki gerçekliğin yalnızca mağara duvarlarına yansıyan gölgelerini görebilir, gerçekliğin kendisiyse, ondan gizlenmiştir. Mahpus aniden zincirlerinden kurtulur ve mağara dışındaki dünyanın tam güneş ışığına çıkarsa, parıltı o kadar güçlü olur ki, açıkça göremez. İsteyerek mağaradaki esaretine dönecek, gerçeklik yerine gölgelerin karanlığını yeğleyecektir.

Bu yüzden, felsefi olmayan insan içine doğduğu "mağaradan" dışarı, felsefi bilginin tam günışığına yavaşça çıkartılmalıdır. Titizlikle İdeali *anlamasının* öğretilmesi gerekir ki artık Kopyayla tatmin olmasın. Aritmetik ve geometri dönüşümün araçlarıdır. Aritmetik, tek ve çok, teklik ve çokluk, bir ve sonsuz kavramları arasında ayrıma giderek başladığı için, "zihni ger-

çek varlığı düşünmeye celp edip döndürme gücü" vardır. Geometri de, benzer şekilde, ruhu gerçeğe sevk eder ve evvelce hiç olmadığı yerde "felsefe ruhunu" yaratır.[6]

Ama hem aritmetik hem de geometri, ancak soyutlamalarla uğraştıkları sürece bu güce sahiptirler. Platon, aritmetiğin incelenmesi, diye uyarır, "bir filozofun ruhuyla sürdürülmelidir, esnafınkiyle değil... aritmetiğin çok büyük ve yükseltici bir etkisi vardır, ruhu soyut sayılar üzerine düşünmeye ve tartışmaya görünebilir ya da elle tutulur nesnelerin sokulmasına karşı isyan etmeye zorlar." Geometri geometricilerin çoğunun yaptığı gibi değil ("Akıllarında yalnızca uygulama var ve hep, dar ve gülünç bir tarzda, köşelemekten, uzatmaktan ve uygulamadan söz ediyorlar; geometrinin gereklerini, gündelik yaşamınkiyle karıştırıyorlar"), İdeal biçimleri ve şekilleri anlamanın yöntemi olarak uygulanmalıdır. "Geometrinin hedeflediği bilgi," diye açıklar, "ebedi olanın bilgisidir, bozulan ve geçici nesnenin değil."

Aslında, Platon'un felsefesi duyuların girdisiyle kirlenmemiş aklın gerçeği ortaya çıkartacağını söylediğinden, Platon gözleme dayalı herhangi bir aritmetiksel sonuçtan kuşku duyardı. Bu onu örneğin astronomlara karşı temkinli kılıyordu. Astronomlar gök cisimlerinin geçmiş hareketlerini gözlemliyor, bunları çözümlüyor ve gelecekteki konumlarını hesaplamak için matematiği kullanıyorlardı. Ama böylesi hesaplar gözlemleri – duyuları– matematik uygulamasının içine katıyor böylece bunu idealin âleminden gölge âlemine getiriyordu. Bu yüzden, Platon astronomik hesapların değerini kabul etse de, astronomları da kuramlarının evreni *betimlediğini* düşünmemeleri konusunda uyarıyordu. Astronomun sonuçları *olası* olabilirdi, ama hiçbir şekilde *gerçek* olarak nitelendirilemezlerdi.[7]

Gerçek dünyanın bu reddi matematik bölümleri tarafından benimsenen dilde günümüze kadar gelmiştir; uygulamalı ma-

---

6 Plato, *The Republic: The Complete and Unabridged Jowett Translation* (Vintage, 1991), 265, 279, 281.

7 Margaret J. Osler, *Reconfiguring the World: Nature, God, and Human Understanding from the Middle Ages to Early Modern Europe* (Johns Hopkins Üniversitesi Yayınları, 2010), 13–14.

tematik artık "esnaflık" olarak aşağılanmaz, ama kuramcılar hâlâ kendi disiplinleri için züppece "saf matematik" başlığını kullanırlar.[8]

Platon'un aşağılamasına karşın, matematikçiler giderek artan oranda matematikle doğa bilimlerinin kesişme noktasını bulmaya çalışıyordu.

Doğrusu, olasıdır ki Platon'un "esnaf" matematikçiler üzerine rahatsız edici yorumunun hedefi, çağdaşlarından biri olan ve meslektaşlarının mistisizminden kopup matematiği gerçek dünyanın gerçek sorunlarına uyarlamaya cesaret eden Pythagorasçı matematikçi Arkhytas'tır. Üçüncü yüzyıl yaşamöyküleri yazarı Diogenes Laertios Arkhytas'ı "matematiğin ilkelerini sistemli bir şekilde mekaniğe uyarlayan ilk kişi" olarak nitelendirir. Geleneğe göre, Arkhytas gerçekten uçan, tahtadan bir güvercin yapmıştı. Aristoteles, *Politika* içinde laf arasında küçük çocuklar sessiz durmadıkları için, onları meşgul etmek ve "evdeki eşyaları kırmalarını engellemek üzere" onlara Arkhytas tarafından tasarlanmış oyuncak kaynana zırıltıları verilmesini öneriyordu. Ama Arkhytas'ın kendi yazdıklarının yalnızca parçaları günümüze ulaşmıştır ve kırıntılar bilimsel çalışmalarına ışık tutmaz.[9]

Üçüncü yüzyılın ortalarına kadar, incelemeleri için matematiği kullanan –ve günümüze kadar gelen– başka bir bilimsel yazı olmamıştır. Metnin başlığı "Kum Cetveli"dir ve Sicilya'daki Syrakusa (Bugünkü Siracusa) kenti doğumlu Arşimet tarafından yazılmıştır.[10]

Arşimet, Arkhytas'ta olmayan bir avantaja sahipti: Öklit (yak. MÖ 325-265) tarafından yazılmış, Pythagorasçı çevrelerde yüzyıllardır dolaşan geometri bilgisini on üç mistik olmayan, tamamen din dışı kitapta toplayan bir elkitabı. *Stoik-*

---

8 Plato, *Republic*, 280.

9 Guthrie ve Fideler, *Pythagorean Sourcebook*, 178; Carl Huffman, *Archytas of Tarentum: Pythagorean, Philosopher and Mathematician King* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2005), 303–4; Aristotle, *Politics*, çev. Ernest Barker, Oxford World's Classics (Oxford Üniversitesi Yayınları, 1988), 311.

10 Devlin, *Language of Mathematics*, 300.

heia (Elemanlar) bir tanımlar listesiyle başlar (nokta parçası olmayan şeydir... Geniş açı dik açıdan büyük olan açıdır") ve Öklit'in "postulatlar" ve "genel kavramlar" olarak adlandırdıklarıyla devam eder; bunların her ikisi de kanıtlanmasına gerek kalmayacak kadar açık ifadelerdir. Postulatlar özellikle geometriyle ilgilidir ("Bütün dik açılar birbirlerine eşittir"), genel kavramlarsa hem geometriye hem de diğer inceleme alanlarına aittir ("Bütün parçadan büyüktür").

Ama Öklit'in kitabının özü geometri ispatlarındadır; geometrinin kurallarının her zaman, her yerde herkes için geçerli olduğunu gösteren problemler ve çözümleri. Öklit'in ispatlarından daha az mistik ve karanlık bir şey yoktur. Başlangıç kabulleri ve belki de bir cetvel ve pergelle, herkes (yalnızca topluluğa dâhil olanlar değil) onun sistemini kavrayabilir.

Yedi yüzyıl kadar sonra Öklit'in *Stoikheia*'sı üzerine kapsamlı bir yorum kaleme almış olan beşinci yüzyıl Yunan filozofu Proklos, Öklit ile Mısır kralı I. Ptolemaios arasında geçen iyi bilinen öyküyü aktarır. Büyük İskender'in sabık generallerinden olan I. Ptolemaios araştırmacı değildi. Ama öğrenmenin değerini biliyordu ve *Stoikheia*'yı eline almış, ama bunu kendi zevkine göre biraz çetin bulmuştu. Bu yüzden, Öklit'ten ilkelerini anlamak için daha basit bir yol talep etmişti. "Majesteleri," diye yanıt vermişti Öklit, "geometriye ulaşan bir kral yolu yoktur."

Öykü uydurma olabilir, ama geometrinin yeni gerçeğini gösterir. Kestirme yollar, ilahi vahiyler ya da törensel kurbanlar gerekmez, ayrıcalık da yoktur. *Stoikheia* geometriyi Pythagorasçılardan kurtarıp, dünyaya teslim etmişti.[11]

Neredeyse hemen arkasından, Arşimet bu yeni aracı evrenin izlenmesine bağladı.

Arşimet en çok gerçekleşmemiş olabilecek bir buluşla anılır. İki yüzyıl sonra yazan Romalı yaşamöyküsü yazarı Vitruvius'a göre, Arşimet kralı tarafından namusu kuşkulu bir altın ustasının kraliyet tacı için amaçlanan altını çalıp yerine daha ucuz olan gümüş koyup koymadığını bulmakla görev-

[11] Euclid, *The Thirteen Books of the Elements*, 2. Basım, çev. Thomas L. Heath (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1908), 1.

lendirildi. Taç altın gibi *duruyordu*, ağırlığı da doğruydu. Ama saf mıydı?

"Olay hâlâ aklındayken, hamama gitmişti," diye yazar Vitruvius, "ve gövdesi banyo küvetine battıkça, suyun o kadar taştığını fark etti. Bu noktada söz konusu meseleyi çözdüğünü anlayınca, banyodan fırlayıp çıplak olarak evine koştu, bir taraftan da yüksek sesle aradığını bulduğunu haykırıyordu; koşarken, arka arkaya Yunanca 'Eureka, eureka' [Buldum] diye bağırıyordu." İdrak etmişti ki, gümüş altından daha hafif olduğuna göre, saf altından bir taç, aynı ağırlıkta ama altın ve gümüşün karışımından oluşan bir taçtan daha küçük olacaktı. Bu yüzden hileli (dolayısıyla daha büyük) taç su dolu bir kavanoza batırılırsa, saf, mikroskobik ölçülerde daha küçük taca göre daha fazla su taşıracaktı. Hilesiz tacın ne kadar su taşırması gerektiğini hesaplayıp bunu gerçekleşen taşmayla karşılaştıran Arşimet, ne kadar gümüş ilave edildiğini hesaplayabildi ve *manifestum furtum redemptoris*: çalınan mal ortaya çıktı.[12]

Vitruvius'un güvenilmezliği ünlüdür ve birçok deneyci, suyun taşmasındaki çok küçük farkın tacın tam alaşımını belirleyecek hassaslıkta ölçülmesinin neredeyse olanaksız olacağına dikkat çekmiştir. Ama Arşimet'in öykünün arkasındaki bilimi anladığından kuşku yoktur. Kendi çalışması *Peri ton epipleopton somaton* [*Yüzen Cisimler Üzerine*] içinde, Kaldırma Kuvveti ilkesini ("Arşimet İlkesi") açıklar, basitçe şöyledir: "Bir sıvıya kısmen ya da tamamen batırılan bir cisim, taşırılan sıvının ağırlığına eşit bir kuvvet tarafından kaldırılır."[13]

Arşimet Öklitçi geometriyi geliştiren birçok deneme kaleme almıştır ve aralarında Arşimet burgusu (suyu alçak bir konumdan yüksek bir konuma yükseltmeye yarayan pompa), gemi sarsıcı (saldıran bir gemiyi sudan çıkartan mekanik bir pençe), bir planetaryum ve çeşitli kaldıraçlar da bulunan bir

---

[12] Vitruvius Pollio, *Vitruvius: The Ten Books on Architecture*, çev. M. H. Morgan (Dover, 1960), 254; Mary Jaeger, *Archimedes and the Roman Imagination* (Michigan Üniversitesi Yayınları, 2008), 19.

[13] Keith Kendig, *Sink or Float: Thought Problems in Math and Physics* (Mathematical Association of Virginia, 2008), 67.

dizi buluş da genellikle ona atfedilir. Bunların birçoğunun kanıtı ya zayıftır ya da hiç yoktur; Arşimet bunları geliştirmiş de olabilir, ama kendi yazıları bunları bulduğunu göstermez.

Gösterdikleri, bilgisini bilimsel sorunlara nasıl uygulayacağını bilen bir matematikçidir.

"Kum Cetveli"nin sorduğu soru çok basittir: Evreni doldurmak için kaç kum tanesi gerekir? Her ne kadar bu yalnızca bir düşünce jimnastiği gibi görünse de, Yunanların oranlarla ölçmeye alışık olduklarını anımsayın. Arşimet'in sorusu yalnızca, "Evren ne kadar büyük?" değildi. Aslında soru şuydu: "Elimizdeki araçlarla evreni ölçmemiz mümkün müdür?" Aklındaki araç *oran*dı; ve çabası da büyük ölçüde farklı boyutlardaki iki doğal nesne arasında anlamlı bir ilişki bulmanın mümkün olup olmadığıydı: bir kum tanesiyle fiziksel gerçekliğin tümü.

Denemesinin amaçları açısından, Arşimet pek de geniş kabul görmeyen bir evren modeli benimsedi: güneşin merkezinde bulunduğu bir model. Kadim zamanlarda, evreni yerküre çevresindeki iç içe geçmiş kürelerden oluşan görece toplu bir sistem olarak kabul etmek çok daha popülerdi. Ama Arşimet bu küçükcene evrenin ona pek de büyük bir zorluk çıkartmayacağını düşünmüştü.

Bunun yerine, hesaplamalarını başka bir evren modeline, çağdaşı Aristharkhos tarafından önerilen modele uygulayarak yapmıştı. "Kum Cetveli," "Biliyorsunuz ki," diye başlar, "'evren' birçok astronom tarafından merkezi yerkürenin merkezi olan küreye verilen isimdir... Ama Sisamlı Aristarkhos sabit yıldızlarla güneşin hareket etmediği, yerkürenin güneşin çevresinde daire şeklinde bir yörüngede döndüğü, bu dairenin merkezinin de güneş olduğu kuramlarına dayanan bir kitap ortaya koymuştur."[14]

Aristarkhos'a bakılırsa, yıldızlar evrenin merkezinden 100 milyon yerküre çapına eşit bir uzaklıktaydı; yerküre merkezli modeldeki yıldızlardan çok ama çok daha uzakta. Ve evreni daha da büyük bir hale getirmek üzere, Arşimet "yerküre çapı-

[14] Archimedes, "The Sand-Reckoner," *The Works of Archimedes* içinde, çev. Thomas. L. Heath (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1897), 221–22.

nın" (bilinmeyen bir nicelik) 1 milyon stadia olarak anlaşılması gerektiğine karar vermişti.

1 milyon stadia yaklaşık 160.000 kilometredir ki bu çok fazladır; yerkürenin çapı, neresinden ölçtüğünüze bağlı olarak, yaklaşık 12.750 kilometredir. Bu durumda bile, Arşimet'in evrenin boyu üzerine hesapları gülünç düzeyde küçüktür. Bu hesaba göre onun evreni 16 trilyon kilometre çapındadır ki, şimdi bunun 2 ışık yılından az olduğunu biliyoruz; bir ışık yılı 9 trilyon kilometredir ve yalnızca samanyolu galaksisi belki de 120.000 ışık yılı çapındadır.[15]

Ama gerçek boyutların önemi yoktur. Önemli olan, daha büyük sorudur: "geçmişte ölçtüğümüz her şeyden daha büyük bir gerçekliği betimlemekte, matematiksel dili kullanmak mümkün müdür?"

Ve buna, Arşimet çın çın öten bir evet yanıtı vermişti.

Ama yanıtı rakama dökmek biraz karmaşıktı doğrusu. Yunan sayıları o kadar kum tanesini saymaya müsait değildi. Yunan sistemindeki en büyük sayı *myriades* ya da 10.000'di ve M (büyük harf mü) olarak yazılıyordu. Myriades diğer sayılarla da birleştirilebiliyordu: örneğin, ε (epsilon) 5 sayısını temsil ettiğinden, birleşik Mε simgesi 5x10.000 ya da 50.000 anlamına geliyordu.

Bu sistem kullanılarak ifade edilebilecek en büyük nicelik myriades myriades ya da myriades kere kendisi oluyordu: 100 milyon (100.000.000). Arşimet'in daha fazla sayıya ihtiyacı vardı. Bu yüzden, 100.000.000'a vardığında, myriades myriades'i tek bir sayıyla, βM (beta, 2'yi temsilen) gösterdi. Bu artık 100.000.000'un çarpanlarını da yazabileceğini gösteriyordu; örneğin, 500.000.000, βMε oluyordu.[16]

Bu dünyanın en zarif sayı sistemi değildi (sırf göstermek için, 785.609.574.104 βM, ζωνς, αMϡνζ, δρδ olarak yazılıyordu),* ama Arşimet'e, Aristarkhos'un güneş merkezli evrenini

[15] Alan W. Hirshfeld, *Parallax: The Race to Measure the Cosmos* (Birkhauser, 2000), 12, 14–15.

[16] George Coyne ve Michael Heller, *A Comprehensible Universe* (Springer, 2008), 22–24; Charles Seife, *Zero: The Biography of a Dangerous Idea* (Viking, 2000), s. 51–52.

* Arap rakamlarını Yunan rakamlarına dönüştürmekte Russel Cottrell'in online "The Greek Number Converter" (Yunan sayı dönüştürücü) programına teşekkür ederim.

doldurmak için 10^{51} kum tanesi gerektiğini hesaplamasına yardımcı olmuştu. İlk kez olarak, bir bilim insanı bilimin amaçları uğruna matematiği zorlamıştı, matematik uğruna bilimi değil. Evreni matematik bilgisinin mükemmel, soyut İdealine göre şekillendireceğine, Arşimet matematiğin dilini evrenin gerçekliğine uymak üzere uyarlamıştı.

Ve çok açık başka bir mesaj daha vermişti. Yüzyıllardır, kum sayılamaz olanı temsil ediyordu; *kum gibi* ve *yıldızlar kadar*, basitçe, "sayabileceğimizin ötesinde" anlamına geliyordu. Yıldızlarla dolu gökyüzünü ölçmek için kumu seçerek, Arşimet yeni bir iddiada bulunuyordu: evrende, insanın sayamayacağı ve anlayamayacağı hiçbir şey yoktur.

"Kum Cetveli"nden önemli alıntılar için, *bkz., http://susanwisebauer.com/story-of-science.*

ARKHİMEDES
(MÖ 287-212)
"Kum Cetveli"

Thomas Heath'in klasik on dokuzuncu yüzyıl (İngilizce) çevirisine bedava bir e-kitap olarak ulaşılabilir.

Archimedes, *The Works of Archimedes*, çev. T. L. Heath, Cambridge Üniversitesi Yayınları (e-kitap,
1897).

Dover tarafından yayımlanan basılı bir sürümü yalnızca "Kum Cetveli"ni değil, Heath'in giriş makalesini ve Arşimet'in "Küre ve Silindir Üzerine" ve "Bir dairenin ölçülmesi" de aralarında olmak üzere başka sekiz kısa çalışmasını içerir.

Archimedes, *The Works of Archimedes on Mathematics*, çev. Thomas L. Heath, Dover Publications (karton kapak, 2013, ISBN 978-0486420844).

Heath'in çevirisi Arşimet'in Yunan rakam sistemini İngilizce konuşanların anlayabileceği üslü sayılara dönüştürmüştür. Yer yer, köşeli parantez içinde Yunancalarını da korumuştur.

BEŞ

BOŞLUK

Doğa üzerine, ilahi olandan tamamen arınmış ilk çalışma

Her şey tükenir ve bir anda, ölür.
–Lucretius, *De rerum natura*, yak. MÖ 60

Arşimet hesaplar, Aristoteles değişmeyi araştırır, Platon ideal Biçimleri öğretirken, atomcular da fiziksel gerçeklikte, sonsuz boşlukta rastgele hareket eden bölünemez parçacıklardan başka bir şey olmadığı konusunda ısrarlarını sürdürüyorlardı.

Tanrıların varlığını kabul eden ama onların da atomlar ve "boşluk"tan başka bir şeyden oluşmadığını öğreten Demokritos MÖ 400 dolaylarında öldü; daha sonraları yazan bir yaşamöyküsü yazarı, 104 yaşında olduğunu ve birdenbire yemekten vaz geçtiğini yazar. Müritleri devam ettiler, vecizelerini bir kuşaktan diğerine aktardılar. Aralarında en başarılı ve önde geleni, MÖ 307 dolaylarında Atina'daki evinin bahçesinde toplanmaya başlayan bir felsefe okulunun kurucusu olan Epikuros'tur. Epikuros atomculuğu geliştirip tam tekmil bir felsefe sistemi haline getirmiştir; nihayetinde, iki yüzyıl sonra bilim davasına kendisini adayacak olan bir sistem.[1]

Thales, Sisamlı Aristharkos ve erken dönem atomcular gibi, Epikuros da bize yazılarını bırakmamıştır. Çalışmalarının yalnızca parçaları bize ulaşmıştır, yanında da Yunan tarihçi He-

[1] C. C. W. Taylor, *The Atomists: Leucippus and Democritus, Fragments* (Toronto Üniversitesi Yayınları, 1999), 60.

rodotos'a gönderdiği ve anlaşılan, tesadüfen öğretilerinin bir özetini verdiği bir mektup: çok seküler ve dünyada bir düzen ya da tasarım görmeyen bir felsefe.

> Hiçbir şey var olmayan bir şeyden varlık kazanmaz... bütünün dışında bir şey yoktur, bütüne girip değişmeye neden olacak bir şey yoktur.
> Var olan her şey ya bir cisimdir ya da boş uzay... Bu boş uzaya "boşluk" diyoruz... bu iki tür, cisimler ve boş uzay dışında, başka bir şeyi düşünmek olanaksızdır.
> Doğa cisimlerinin yapı taşları atomlar ya da bölünemezlerdir.
> Atomlar engin çağlardan beri sürekli hareket halindedir. Böylesi hareketlerin mutlak başlangıcı yoktur, çünkü hem atomlar hem de boş uzay, ezelden beri var olmuştur.[2]

Demokritos gibi, Epikuros da etrafında yalnızca "karşılıklı ilişkili parçacıklardan oluşan sonsuz ve mekanik bir evren" gördü. Çevremizdeki fiziksel nesneler, diye açıkladı, ilahi müdahale sonucunda değil, –boşlukta dolanan– atomların bazen beklenmedik bir sıçrama, yana doğru rastgele bir atlama yapıp birbirlerine çarpması ve yeni nesneler yaratmak üzere birleşmesiyle oluşur.[3]

Epikuros bu atomların bilimiyle özellikle ilgili değildi. Bilgi uğruna bilgiye önem vermiyordu; bilimsel kuramın güzelliğini değerlendirmiyordu, doğa dünyasının nasıl çalıştığını anlamak onu tatmin etmiyordu. Onun sıkıntısı etikti: böylesi bir dünyada yaşayan insan, nasıl *davranmalıydı*? İlahi bir plan, öbür dünya, ölümsüz ruh olmadığına göre, nasıl yaşamamız gerekiyordu? Gözetmeyen ve kişiliksiz bir evrende, şans dışında bir rehber olmadan, uzak kıyıda bir güvenli liman garantisi olmadan, insan *ataraxia*'ya, ruh huzuruna nasıl erişebilirdi? Müridi Pythokles'e, "anımsa," diye yazmıştı, "başka her şey

---

[2] Epicurus, "Letter to Herodotus," *Letters and Sayings of Epicurus* içinde, çev. Odysseus Makridis (Barnes & Noble, 2005), 3–6.

[3] Anthony Gottlieb, *The Dream of Reason: A History of Philosophy from the Greeks to the Renaissance* (W.W. Norton, 2000), 290, 303.

gibi, göksel olaylar hakkındaki bilgilerin de, görünürde ruh huzuru ve sağlam inanışlar dışında bir sonucu yok."[4]

Bu ruh haline, Epikuros'un düşmanlarının daha sonraları vurguladıkları gibi, bedensel zevklere düşkünlükle erişilemiyordu. Daha ziyade, Epikuros önceliklerini ilahi olana göndermede bulunmadan düzenleme gayreti içindeydi. Mutluluk, onun inancına göre, korkudan azade olmakta yatıyordu: acı korkusu, yoksulluk korkusu, ölüm korkusu. Bu korku duygulardan zevk almakla alt edilebiliyordu, evet, ama bu zevk ihtiyat, itidal, erdem ve sorumluluk gerektiriyordu.

Epikuros'un ölümünden iki yüz yıl sonra, müridi Lucretius –Yunan felsefesi almış bir Romalı, şaşırtıcı berraklıkta bir yazar– Epikuros'un öğretilerini ustasının ötesine geçecek bir uzun şiir biçiminde yeniden anlattı. *De rerum natura* (*Evrenin Doğası Üzerine*, ya da, daha kelimesi kelimesine bir çeviri yaparsak, Şeylerin Doğası Üzerine) Epikurosçu atomcuların doğa bilimi uygulaması üzerindeki sonuçlarını sıralar. Lucretius ısrarla der ki, öncelikle ve en önemlisi, yalnızca Epikurosçuların saf maddeciliği akılcı düşünceyi –gerçek bilimsel düşünceyi– olası kılar. İnsanlar doğaüstü Tasarımcı ya da Hareket Ettiriciye inandıkları sürece, bu iyi niyetli de olsa, "zihnin terör ve karanlığından" mustarip olacaklardı.

Düşünce berraklığı, fiziksel gerçekliği fiilen olduğu biçimiyle kavrama becerisi ve (her şeyin üzerinde) zihin huzuru ancak insanlar evrenin maddeden başka bir şeyden oluşmadığını kabul ettiklerinde erişilebilirdi. Başka hiçbir şey yoktu: ne altımızda cehennem vardı, ne de üzerimizde gökyüzünden başka bir şey. Lucretius kadim dünyanın Richard Dawkins'iydi, maddeciliğinde ateşli, doğaüstü açıklamalara tutunanlara karşı eleştirilerinde acımasız. "Hiçbir şey, ilahi güçler tarafından, hiçbir şeyden yaratılmadı," diye yazıyordu, *De rerum natura*'nın I. Kitabında.

---

[4] George Sarton, *A History of Science: Ancient Science through the Golden Age of Greece* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 1964), 495; Lucretius, *On the Nature of the Universe*, çev. Ronald Melville (Oxford Üniversitesi Yayınları, 1997), xvii.

> Bütün ölümlülerin bu kadar korkunun pençesinde olmalarının nedeni, yerkürede ve gökyüzünde herhangi bir fark edilir nedeni olmadan birçok şeyin olup bittiğini görmeleri ve bunları bir tanrının iradesine atfetmeleri. Bununla bağlantılı olarak, hiçbir şeyden hiçbir şeyin yaratılmadığı gördüğümüzde, önümüzdeki güzergâh ve tanrıların yardımı olmadan şeylerin nasıl yaratıldığı ve nasıl oluşturulduğu hakkında daha berrak bir görüşe sahip olacağız.[5]

Ruhun ölümsüzlüğünü bırakıp ölümle her şeyin bittiğini kabul ederek, insan zihni düşünce özgürlüğüne kavuşur; "ölümde ebedi cezalandırılma" korkusunun, anlamayı karartıp akıl yürütmemizi çarpıtmaktan başka bir işlevi yoktur.

Ölümsüzlük devre dışı kalınca, Lucretius evren üzerine bir dizi sav öne sürmeye girişir. Gördüğümüz her şeyi oluşturan atomlar "durmadan hareket" halindedir ve şekil ve boy olarak farklıdır. Yerküre insan için yapılmamıştır; öyle olsaydı, çok daha oturulabilir olurdu. Doğrusu, yerküre hem insanı hem de hayvanları doğurmuştur; "yalnızca o insan ırkını yaratmıştır." Ruh gerçek bir şeydir, ama bedenlerimiz gibi, o da maddi parçacıklardan, atomlardan –bu durumda, "çok küçük" atomlardan– yapılmıştır. Kavranamayacak kadar küçük olduklarından, beden öldüğünde havaya dağılırlar ve böylece ruhun da varlığı sona erer.

Ama atomculuğun en merkezi gerçeği, Lucretius'un Kitap II'de açıkladığı gibi, her şeyin sona ermesidir. Tüm doğal gövdeler –güneş, ay, deniz, bizimki– yaşlanır ve bozulur. Hiçbiri ilahi olan tarafından sürdürülüp doğurulmaz. Doğrusu, üzerlerine arka arkaya "saldırgan atomlar" çarpıp durur ve yavaşça eriyip giderler. Ve evrendeki fiziksel gövdeler için gerçek olan, evrenin kendisi için de doğrudur: "Böylece aynı şekilde," diye sonuçlandırır," büyük dünyanın duvarları... bozulma yaşayacaklar ve çürümüş yıkıntılara dönüşecektir... Dünyanın çerçevesinin ebediyen yaşayacağını beklemek beyhudedir."[6]

---

[5] Lucretius, *On the Nature of the Universe*, gözden geçirilmiş açıklamalı çevirisi, Ronald E. Latham (Penguin Classics, 1994), 13–14.

[6] Titus Lucretius Carus, *On the Nature of Things*, çev. John Selby Watson (Henry G. Bohn, 1851), 96.

Kendi bedenlerimizin çürümesi gibi, evrenin ölümü de bir sonraki yaşam olmadan gelir. Hiçbir tanrı ruhlarımızı kurtarmaz; hiçbir tanrı dünyamızın gidişini değiştirmek için devreye girmez.

Lucretius bilim yapmıyordu.

Arşimet'in hesaplamalarını kullanmıyordu. Şiddetle eleştirdiği rahiplerin kendi tanrıları için olmadığı gibi, onun atomlarının da bir ispatı yoktu. Savlarını denemenin bir yolu yoktu.

Ama o yine de, gelecek yüzyıllarda modern bilimin temeli olacak bir ilkeyi seslendirmişti: açıklamalar maddi dünyanın dışından gelemezdi. Ya da, Lucretius'un şahsen yazdığı gibi,

> Bütünün dışında bir şey olmadığına göre,
> Bütüne girip bir değişikliğe neden olabilecek bir şey de yoktur.

Olan tek şey, olandır. Ve inanmadığının var olmadığını kabul ederek, Lucretius aklı serbest bırakmayı umuyordu.

De rerum natura *içinden önemli alıntılar için, bkz., http://susanwisebauer.com/story-of-science.*

LUCRETIUS
Evrenin Yapısı (*De rerum natura*)*
(yak. MÖ 60)

Lucretius Latince nazım biçiminde yazıyordu, bu kadim dünyanın bilimsel nesriydi. Ronald E. Latham tarafından gerçekleştirilen, okunabilir, görece modern nazım bir (İngilizce) çeviri Penguin Yayınevinden basılı olarak temin edilebilir.

Lucretius, *On the Nature of the Universe*, çev. Ronald E. Latham, Penguin Classics, gözden geçirilmiş basım (karton kapak, 1994, ISBN 978-0140446104).

* Bu eserin Türkçe çevirisi için *bkz*: Lucretius, *Evrenin Yapısı (De rerum natura)*, çev. Tomris Uyar, Turgut Uyar, Norgunk, 2011.

J. S. Watson'ın daha eski, daha sadık çevirisi hâlâ okunabilir düzeydedir ve e-kitap olarak bulunabilir.

Titus Lucretius Carus, *On the Nature of Things*, çev. John Selby Watson, Henry G. Bohn (e-kitap, 1851).

Şiire özgün haline yakın bir şekilde ulaşabilmek için, özgün metnin şiirsel hatlarını koruyan Oxford World's Classics basımını deneyebilirsiniz. Çevirisi hem berrak hem de zariftir.

Lucretius, *On the Nature of the Universe*, çev. Ronald Melville, Oxford World's Classics, Oxford Üniversitesi Yayınları (karton kapak, 2009, ISBN 978-0199555147).

ALTI

YERKÜRE MERKEZLİ EVREN

Tarihteki en etkili bilim kitabı

> Kısaca, tüm gözlemlenen düzen... yerküre merkezde olmazsa, tam bir kargaşaya düşer.
>
> –Ptolemaios, *Almagest*, yak. MS 150

MS ikinci yüzyıla gelindiğinde, astronomlar ve matematikçiler Aristoteles fiziği, Arşimet hesapları ve Lucretius ilkeleri kullanıp tamamen hatalı bir evren modeli inşa etmişlerdi.

Bu evren küreseldi ve beş türden madde içeriyordu: toprak, su, hava ve ateş, bir de varlığı görülmeyip çıkarsanan beşinci, gizemli bir madde: gökyüzü âlemini doldurduğu düşünülen esir.

Dikkatli gözlem ve katı çıkarsama bariz bir sonuca yol açmıştı: Gezegenimiz evrenin merkezinde yer alıyordu. Ne de olsa, bir avuç toprağı ya da bir kap suyu havaya fırlatsanız, yere düşerdi; bu yüzden, toprak ve su açıkça "ağır madde" olarak görülüyorlardı, yani evrenin merkezine doğru çekiliyorlardı. Yerküre ağır maddeden yapılmıştı. Ama yerküre bariz bir şekilde uzayda düşmediğine göre (Bu bilimseldi: kimse bu hareketi gözlemleyemiyordu, demek ki yoktu), zaten evrenin çekirdeğinde olmalıydı.#

Ateş ve hava düşmez. Doğrusu, ateşin yukarı doğru uzandığı bile görülebiliyordu. Bu yüzden ateş ve hava, sürekli mer-

---

Esirin varlığı da, daha önceki mantıksal bir ilke gereği şarttı: hiçbir şeyin olmadığı bir yerde uzay diye bir şey olamazdı. Evrendeki her uzay *bir şeylerle* dolu olmalıydı, bu bir şeyler de esirdi.

kezden uzağa yükselen "hafif madde" olarak sınıflandırıldı. Yerkürenin üzerindeki yıldızlar, *asteres planetai* (gezinen yıldızlar) olarak bilinen yedi bağımsız hareket eden gök cismiyle birlikte merkeze çekilmiyormuş gibi duruyordu; dolayısıyla, hafif maddeden yapılmışlardı. Hafif madde de ağır maddeye göre daha kolay ve hızlı hareket edebildiğine göre, hafif yıldızların ağır yerkürenin etrafında hareket ettikleri bariz gibiydi. Tersini öne sürmek, kesinlikle sezgilere karşıydı.[1]

Bu model matematiksel hesaplarla da doğrulanıyordu. Yüzyılların astronomik kayıtları –kimisi doğuda yıldızları izleyen Babillilerden kalan, çok daha fazlası da yıldan yıla ve onyıldan onyıla sürekli hareket eden göklerin haritasını çıkartan Yunan gözlemcilerin kaydettikleri– birçok ham veri sağlıyordu. İkinci yüzyıl astronomları, yerküre merkezli modeli kullanarak, hem yıldızların hem de gezinen yedi gezegenin gelecekteki konumlarını hassasiyetle hesaplayabilirdi.

Söz konusu olan matematik hem karmaşık hem de akıllıcaydı. Gezegenlerin hareketlerini hesaplayabilmek için, Yunan astronomlar her gezegenin düzenli bir şekilde yörüngesinde duruşa geçtiği (bir "istasyon") sonra da öngörülebilir hesaplanabilir bir mesafede geri döndükleri ("geriye hareket") güzergâhlar oluşturmuşlardı.

Göklerin görülebildiği bir zamanda yaşayanlar için, yerküreye bağlı gözlerinden başka gözlem noktasına sahip olmayan kadim astronomların zihin yapısına nüfuz etmemiz zordur. Ama muhtemelen Yunanlar modellerinin evrenin şipşak fotoğrafları olarak alınmasını amaçlamıyorlardı; aniden gökyüzüne taşınırlarsa, fiilen Jüpiter'in aniden geriye hareketle geriye doğru yola çıktığını göreceklerine inanmıyorlardı. Matematiksel durum böyleydi: gökyüzünün gerçekçi bir canlandırılma-

[1] K. P. Moesgaard, "Astronomy," in *Companion Encyclopedia of the History & Philosophy of the Mathematical Sciences*, der. I. Grattan-Guinness (Routledge, 1994), 241–42; Margaret J. Osler, *Reconfiguring the World: Nature, God, and Human Understanding from the Middle Ages to Early Modern Europe* (Johns Hopkins Üniversitesi Yayınları, 2010), 16.

sı değil, bir gezegen ya da yıldızın üç ay, altı ay ya da iki yıl sonra bulunacağı yerin kestirilmesini sağlayan hesap dizileri. Matematik bir manevra, gerçek çözümü onların erişemeyeceği bir yerde bulunan bir bilmecenin bir kısmını ortaya çıkartmak üzere evreni kandırmanın bir yoluydu.

Buna "olguyu kurtarmak" deniyordu: gözlemlenen veriye denk gelecek geometrik modeller oluşturma. Bu sürekli düzeltilen hesaplar, göklerdeki hareketlerin her varyasyonu için geçerli değildi. Ama seyrüseferciler ve zaman hesaplayanlar için güvenilirdi ve kesinlikle de astronomlara –yeni verilerin gerektirdiği sürekli küçük düzeltmelerin yapılmasıyla– doğru yolda oldukları yolunda bir güven verecek kadar hassastı.[2]

MÖ ikinci yüzyılın ortalarında, büyük yıldız gözlemcisi Hipparkhos ek bir takım stratejiler kullandı: ay ve gezegenler için, taşıyıcı daireler ("deferent") üzerinde ilerlerken ek küçük ilmekler ("episikl") icra ettikleri yörüngeler çizdi. Ve deferentlerin merkezinin dünya değil, evrenin kuramsal merkezinin biraz uzağında bir nokta ("eksantrik") olduğunu hesapladı.[3]

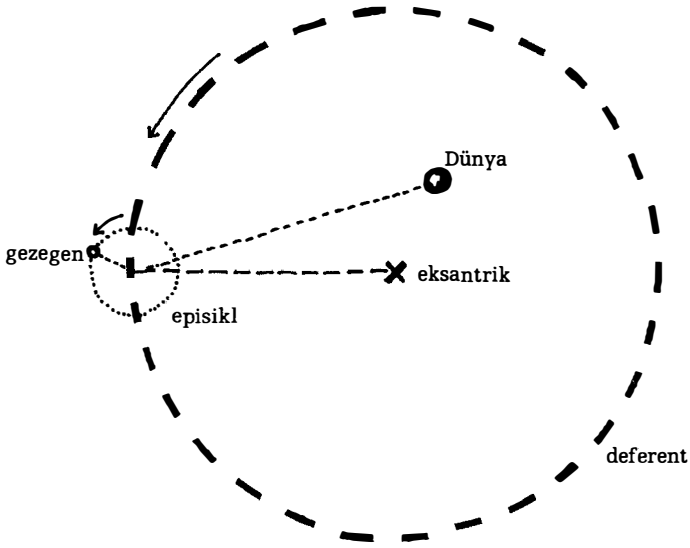
Tüm bu numaraları uygulayan astronomlar herhangi bir yıldızın ya da gezegenin gelecekteki konumunu hassas bir şekilde hesaplayabilirdi. Yerküre merkezli evren, çekirdeğin etrafındaki karmaşık yörüngelerinde dans eden gezegenleriyle, çalışan bir modeldi. Ve MS 150 dolaylarında, Yunan astronom Ptolemaios* tüm bu gözlemleri ve hesaplamaları bütün gök cisimlerinin hareketlerini hesaba katan tek bir el kitabında birleştirme işine kalkıştığında, Hipparkhos'un modeli bin yılın üzerinde sürecek ve gökyüzüne gözünü diken her astronomun zihnini şekillendirecek sorgulanmayan bir sistem olarak doruğa yerleşecekti.

---

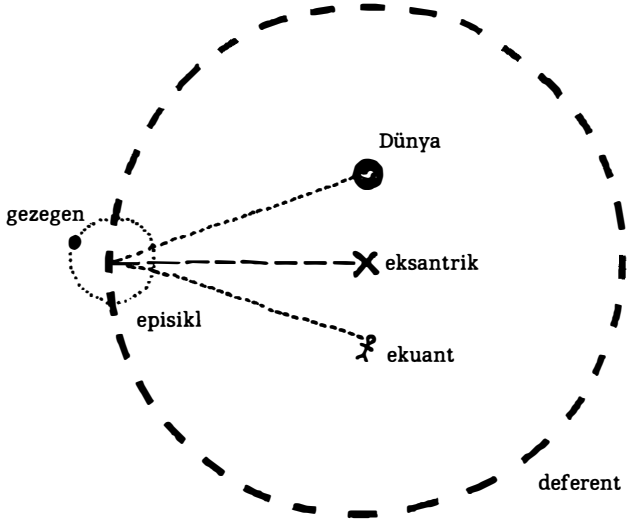
2 Norriss S. Hetherington, *Cosmology: Historical, Literary, Philosophical, Religious, and Scientific Perspectives* (CRC Yayınları, 1993), 74–76.

3 Osler, *Reconfiguring the World*, 15.

* Ptolemaios Doğu'da Batlamyus olarak bilinir –çn.



6.1 Hipparkhos Sistemi



6.2 Ptolemaios Sistemi

Almagest adlı bu el kitabı yalnızca Hipparkhos'un episikl ve eksantriklerini kullanmakla kalmaz, devreye yeni bir taktik de sokar. Ptolemaios, gezegenlerin tüm büyük yörüngelerinde aynı hızla ilerlemelerini gösterecek tam denklemi bulamayınca, eksantrik deferent'in merkezinde kalırken, gezegenlerin hızlarının *ekuant* adı verilen hayali bir noktadan bakılıyormuş gibi ölçülmesi gerektiğini önerdi.

Ekuant kendi kendini tanımlıyordu: burası, gezegenin deferent üzerindeki güzergâhında tamamen sabit bir hızla ilerler hale geleceği ölçümlerin yapılması gereken noktaydı. Yani başka bir deyişle, bu matematiksel bir hileydi. Ama episikl ya da eksantrik'ten çok hile değildi ve daha da hassas öngörüler sağladığı için, bu da astronomik geleneğin bir parçası haline geldi. Matematikçi Christopher Linton'ın belirttiği gibi, herhangi bir gezegenin yörüngesi, ne kadar karmaşık olursa olsun, ekuant ve eksantrik'i kullanarak ve episikl üzerine episikl inşa ederek hesaplanabilir; bu da bu hesaplama türünün neden on altıncı yüzyıla kadar "her türlü niceliksel gezegen kuramının köşe taşı" olarak kaldığını gösterir.[4]

Bunu izleyen on dört yüzyıl boyunca, *Almagest* neredeyse hiç sorgulanmadan kabul gördü.

Merkezi Konstantinopolis olan Yunanca konuşulan imparatorlukta, *Almagest* sürekli incelenmiş ve hesaplamaları uygulanmıştı. Ama ne yenileme ne de paradigma kayması söz konusu olmamıştı. Yerkürenin, evrenin merkezindeki yeri temel bir gerçek olarak kalmıştı; Ptolemaios'un episiklleri ve ekuantları da yasa gibi kabul edilmişti.

Belki de *Almagest*'in etkenliği, sorgulanmasını engellemişti; yanıtlar doğru çıktıkça (ya da yakın; Byzantionlular hayli cömert bir hata payından hoşnuttu), yöntem sorgulanmaya gerek duyulmadı. Belki de, H. Floris Cohen'in öne sürdüğü gibi, geleneğin aşinalığı Byzantionlu düşünürleri bunu çok yakından incelemekten alıkoydu. Ama neden ne olursa olsun, Byzantionlu araştırmacılar bilimsel metinleri üzerinde pek bir

[4] C. M. Linton, *From Eudoxus to Einstein: A History of Mathematical Astronomy* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2008), 48.

şeyler yapmadılar (Cohen'in belirttiği gibi, "yoğun kopyalama girişimleri ve biraz yer değiştirme dışında"). Byzantionlular tarafından büyük sorular sorulmadı, yanıtlanmadı.[5]

Arap astronomlar daha iyisini yaptı.

Yakınlıklarından dolayı, Müslüman araştırmacılar hem Yunan metinlerine ulaşabiliyorlardı, hem de bunları kullanabilecek dil becerileri vardı. 820 dolaylarında, *Almagest* Arapçaya çevrildi; astronom Ahmed el-Fergani *Astronominin Unsurları* başlıklı, o zamanlar kısa sürede bu konunun standart Arapça metni haline gelen ve Ptolemaiosçu astronominin bir özeti olan bir çalışma kaleme aldı. Dokuzuncu yüzyıl astronomları Tebit ibn Kurra el-Harranî ve Muhammed ibn Cabir el-Battanî ve başkaları, Ptolemaios'un öngörüleriyle kendi gözlemleri arasındaki tutarsızlıkları hesaba katabilmek için düzeltmeler önermişlerdi. Ama İslam geleneği, bütününde, bilim uğruna bilimsel bilgiyle pek ilgilenmemişti. İnanç sorunları (Kuran ve ruhun doğası, mantığın rolü, Platonculukla Aristotelesçiliğin açıklanan bilgiyle olan ilişkisi) Müslüman astronomların gözünde çok daha öncelikliydi. Bu yüzden, Konstantinopolis'teki meslektaşları gibi, Ptolemaios'un sistemini kendi haline bıraktılar.[6]

Karadeniz'in batısında, Avrupalı araştırmacılar evreni anlamakla daha da az ilgiliydiler.

Avrupa'da eğitim, ne de olsa, Roma entelektüel geleneği üzerine kurulmuştu. Roma İmparatorluğunun egemenliği sayesinde, Roma eğitimi yavaş yavaş Yunan eğitiminin yerini almıştı. Ve Roma zihin yapısı da uygulamaya dayanıyordu, hukuk ve siyasette işe yarayacak (hitabet gibi) becerilere öncelik veriyordu; doğa dünyasının incelenmesi daha önemsizdi, ilginç, ama pek de pratik olmayan bir zaman geçirme alanı. Yeni bilimsel araştırmalar azaldı. Ve Yunan dili bilgisi de geriledikçe, eski Yunan metinlerine karşı farkındalık da geriledi.[7]

---

[5] H. Floris Cohen, *How Modern Science Came into the World: Four Civilizations, One 17th- Century Breakthrough* (Amsterdam Üniversitesi Yayınları, 2010), 53.

[6] Moesgaard, "Astronomy," 243–45; Cohen, *How Modern Science Came*, 56.

[7] David C. Lindberg, *The Beginnings of Western Science*, 2. basım. (Chicago Üniversitesi Yayınları, 2007), 249.

Roma siyasal mekanizmasının dağılmasıyla, eğitim görevi de beşinci-sekizinci yüzyıllar arasında, katedral okullarınca devralındı ve bu eğitimin de, kendine göre önyargıları vardı. Batıdaki piskoposların, gelecekte din adamı olarak nitelik kazanacak yeteri kadar gencin eğitilmesinde çıkarı vardı. Bu da geleneksel liberal sanatlarda eğitimi gerekli kılıyordu: ifade sanatları (*trivium*, yani gramer, mantık, hitabet) ve bilgi sanatları (*quadrivium*, yani aritmetik, geometri, astronomi ve müzik). Ama Hıristiyan eğitimi Romalıların pragmatizm yanını devralmıştı ve *quadrivium*'a göre *trivium* çok daha yararlıydı. Bir din adamının okuyabilmesi, konuşabilmesi ve başkalarını ikna edebilmesi gerekiyordu. Yıldızların hareketlerini öngörmek, bunun için gerekli olan karmaşık geometri becerisini edinmenin zorluğu bir yana, yararsızdı.

Giderek, öğrencilere *quadrivium* üzerine sığ, üstünkörü bir bilgi verilmeye başlandı. *Almagest*'in zor hesaplarıyla debelenmektense, bunun sonuçlarını (küresel evren, merkezde dünya, dönen gökyüzü) özetleyen ve matematiğini dışarıda bırakan hülasalar ve el kitapları kullanıldı. Bu astronominin "şairler için fizik" sürümüydü ve Ptolemaios'un sonuçlarını sorgulamak –ve söz konusu olan hesapların neden bu kadar inanılmaz, bu kadar kafa karıştırıcı düzeyde *karmaşık* olduğunu sormak– için onlara bir neden vermiyordu.

Zaman içinde, el kitapları ve özetler *Almagest*'in yerini aldı. Metin Batıda giderek daha az bulunur bir hale geldi. Eğitimli Avrupalı Ptolemaiosçu evreni biliyor, ama Ptolemaios üzerine hiçbir şey bilmiyordu. Yerküre merkezli evren sıradan bilgi sınıfına girmişti; artık tek bir bilim insanı tarafından önerilen ve hâlâ tersi kanıtlanabilecek olan bir kuram değil, kimsenin yazmadığı ve herkesin kabul ettiği bir gerçeklik olmuştu.

On ikinci yüzyıla, İspanyol yarımadasının Hıristiyan krallıkları Müslüman hanedanları güneye doğru sürmeye başlayana kadar da *Almagest*'in kendisi yeniden ortaya çıkmadı.

Dört yüz yılı aşkın bir süredir yarımadanın alt yarısını Müslüman hanedanlar denetim altında tutmuştu. Yanlarında doğudan Yunan metinlerin Arapça çevirilerini getirmişlerdi; ve bu yüzden, güney İspanya'nın kütüphaneleri Avrupalı Batı'nın unuttuğu ve

artık erişemediği kitapları içeriyordu. Ama 1130'larda, güneyde Müslümanların gücü gerilemeye başladı. Kuzeyin dört krallığını tek bir birleşik tacın altında bir araya getirmeyi başaran Hıristiyan kral Savaşçı Alfonso Akdeniz'e doğru savaşarak ilerlemeye başladı ve varisleri de onun yolunda devam ettiler.

1200'e gelindiğinde, güneyin çoğunluğu, ki buna zengin Toledo kenti ve geniş Arapça kütüphanesi de dâhildi, Hıristiyanların eline geçmişti.

Toledo'ya seyahat özgürlüğü, Avrupalı araştırmacıların önüne yepyeni bir kitaplar dizisi çıkarttı. Ve her ne kadar çoğu pek az Arapça ve daha da az Yunanca bilse de, birkaçı –tek başına yetmişin üzerinde önemli bilim, matematik ve astronomi kitabını Latinceye çevirmiş olan verimli Cremonalı Gerardo (Gerardus Cremonensis) gibi– bu "kayıp" kitapları meslektaşlarına yeniden sunacak dil becerisine sahipti.*

Bu yeni, hayli teknik astronomi, fizik ve matematik el kitaplarını Batılı astronomların kullanmaya başlamaları biraz zaman aldı. Yüzyıllar süren dil merkezli eğitim, Ptolemaios'u gerçekten anlayabilecek karmaşık geometri becerisine sahip olmayan araştırmacılarla dolu bir Avrupa'yla sonuçlanmıştı. Bilimsel eğitimin temeli iyice ve gerçekten erimişti ve yeniden inşası zaman alacaktı.

Bu yeniden inşa, 1453'te Konstantinopolis Osmanlıların eline düştüğünde hızlandı. Yunan Byzantion imparatorluğu nihai bir şekilde sona ermişti ve birçok Yunanca konuşan araştırmacı Türklerden kaçıp batıya yönelmişti.

Yanlarında çok değer verdikleri metinlerin bir kısmını da getirmişlerdi, ama esas olarak bilgi getirmişlerdi: dil bilgisi, sayılarla aşinalık ve güvenli yıllarda çok az gelişen Yunan entelektüel mirasının artık tehlikede olduğu ve korunması gerektiği inancı.

Bunların arasında, nihai fetihten on yıl kadar önce savaşın yıprattığı Konstantinopolis'ten İtalya'ya kaçmış olan yüksek rütbeli kilise adamı, kitap koleksiyoncusu ve Aristoteles uzmanı Johannes (İoannes ya da Basileios) Bessarion da vardı. Artık Yunan eğitimini Batı'ya getirme çabaları hız kazanmıştı. Diğer

* Bu olay ayrıntılarıyla Susan Wise Bauer, *Rönesans Dünyası*, çev. M. Moralı, Alfa 2014, Bölüm 6 içinde irdelenmiştir.

çabaları sırasında, *Almagest* için yeni bir rehber üretmek üzere Viyana Üniversitesinde çalışan genç bir profesör olan Georg von Peuerbach'ı görevlendirdi.

Peuerbach da evren hakkında geleneksel anlayışı başlayanlar için özetleyen popüler bir öğrenci el kitabının yazarı olan deneyimli bir Ptolemaiosçu astronomdu. Yunanca bilmiyordu, ama Bessarion'un verdiği görevi kabul edip Arapça metin üzerinde işe koyuldu. İlk altı kitabı bitirmişti ki, otuz sekiz yaşında aniden hastalandı. 1461 Nisanında, ölümünden hemen önce, öğrencisi Johann Müller'den –yirmi beş yaşında yetenekli bir Alman matematikçi– işi bitirmesini istedi.

Daha çok Latince adı Regiomontanus olarak bilinen Müller kabul etti. Kendi çalışmalarını bir kenara bırakıp, Peuerbach'ın projesini bitirmek için yıllar harcadı. Sonuçta ortaya çıkan kitap, *Epytoma in almagesti Ptolemei, Almagest*'in önermelerini sorgulamadan kabul eden ama hatalarına (örneğin Ptolemaios'un sisteminin ayın boyutlarını çarpıtmak zorunda kalmasına) da çekinmeden dikkat çeken okunabilir ve doğru bir kısaltmasıdır. *Almagest*'in karmaşıklığına o güne kadar yapılmış en iyi rehberdi, ama çeyrek yüzyıl daha, 1496'da, yeni son sistem matbaalarda nihayet basılıp tüm Avrupa'ya dağıtılana kadar geniş okuyucu kitlesine ulaşamadı.[8]

O zamana kadar, Regiomontanus da ölmüştü; 1476 Temmuzunda, kırkıncı yaş gününden bir ay sonra bilinmeyen bir hastalıktan ölmüştü. (*Almagest*'i çevirmek anlaşılan yaşam beklentisi açısından hayırlı değildi.) Ama *Epytoma*'nın yayımlanmasıyla, iki çevirmen de (ölümlerinden sonra) Almagest'i daha geniş bir okuyucu kitlesine ulaştırdıkları için kutlandılar. "Matematikçi Georg Tannstetter, 1515'te, "Bu iki ünü pek yaygın kişi," diyordu, "insan hafızasından neredeyse silinmiş bulunan en soylu astronomi disiplinini muhteşem bir şekilde canlandırmıştır."[9]

---

[8] Olaf Pedersen, *A Survey of the Almagest*, gözden geçirilmiş basım, (Springer, 2011), 19; Linton, *From Eudoxus to Einstein*, 117; Albert van Helden, *Measuring the Universe: Cosmic Dimensions from Aristarchus to Halley* (Chicago Üniversitesi Yayınları, 1985), 171.

[9] Lynn Thorndike, *A History of Magic and Experimental Science* (Columbia Üniversitesi Yayınları, 1941), 5:332.

Kendisi de Alman olan Tannstetter, ulusal gururla konuşuyordu. Ama *Epytoma in almagesti* en azından kaynağı kadar etkili oldu. Kısa sürede sınıfların standart malzemesi oldu, genç astronomlara Ptolemaiosçu evrenin keskin anlayışıyla tanışmakta rehber oldu. *Epytoma* aracılığıyla, *Almagest* astronominin kutsal kitabı olarak yeniden yerini aldı.

Bir yüzyıl içinde, ölümcül bir meydan okumayla karşı karşıya kalacaktı.

Almagest*'ten önemli parçalar okumak için, bkz., http://susanwisebauer.com/story-of-science*

PTOLEMAİOS
Almagest
(yak. MS 150)

Almagest'in iki modern (İngilizce) çevirisi vardır. R. Catesby Taliaferro çevirisi, 1952'de Encyclopedia Britannica tarafından yayımlanan "Great Books of the Western World" serisinin 16. Cildindeki ilk seçkidir. Artık baskısı tükenmiştir, ama ikinci el piyasasının yanında akademik kütüphanelerin çoğunda ve birçok kamu kütüphanesinde mevcuttur.

Robert Maynard Hutchins, der., *Ptolemy, Copernicus, Kepler* (Great Books of the Western World, vol. 16), Encyclopedia Britannica (ciltli, 1952, ISBN 978-0852291634).

G. J. Toomer'ın daha yakın tarihli, akademik ama okunabilir ve çok pahalı çevirisi yüklü dipnotlar ve açıklayıcı metinlerle Princeton Üniversitesi Yayınları tarafından yayımlanmıştır. Bu *Almagest'i* anlaşılması kolay hale getirir, ama yaklaşık yedi yüz sayfalık büyük bir hacme sahiptir (ve dolayısıyla daha çok ortaçağ astronomisi meraklılarına uygundur).

Ptolemy, *Ptolemy's Almagest*, çev. G. J. Toomer, Princeton Üniversitesi Yayınları (karton kapak, 1998, ISBN 978-0691002606).

YEDİ

SON KADİM ASTRONOM

Evren için, matematiği daha iyi, ama kanıtı olmayan alternatif bir açıklama

> Sık sık dairelerin daha uygun bir ayarlaması bulunamaz mı acaba diye düşündüm.
>
> –Mikolaj Kopernik, *Commentariolus* 1514

Mikolaj Kopernik'in (Nicolaus Copernicus) ekuantla bir sorunu vardı.

Epytoma in almagesti Ptolemei'yle ilk kez 1491'de, Krakow Üniversitesinde on sekiz yaşında bir öğrenciyken karşılaşmıştı. En baştan, bu kapsamlı ve hantal yörüngeleri sorgulamıştı. Tüm Ptolemaiosçu model Aristotelesçi fizik üzerine bina edilmişti –ağır ve hafif elementler, birincilerin evrenin merkezine doğru düşme eğilimleri– ama Aristoteles'in merkezi ilkelerinden başka birini, gök cisimlerinin hareketlerinin hep küresel olmasını ihlal ediyordu. Her ikisi de nominal ölçüde küresel yörüngeleri koruyan ekuant ve episikl, aslında onları fiilen bozuyordu: Ptolemaiosçu yörüngeleri küre olarak kabul etmenin yolu şaşı bakmaktı, hem de fena halde.[1]

Ve her gezegenin de kendi bireysel hareketler dizisi, kendine özel yasaları vardı. Kopernik'in daha sonraları yazdığı gibi, sanki bir sanatçı bir adamın resmini çizmeye karar vermiş, ama

---

[1] H. Floris Cohen, *How Modern Science Came into the World: Four Civilizations, One 17th-Century Breakthrough* (Amsterdam Üniversitesi Yayınları, 2010), 106.

> resimleri için gereken elleri, ayakları, kafayı ve diğer uzuvları farklı modellerden almıştı, hepsi mükemmelen çizilmişti, ama tek bir bedenle ilgili değillerdi... sonuç da bir insan değil, bir canavar olmuştu.[2]

Onu sıkıntıya sokan Ptolemaiosçu sistemin doğruluktan değil, zarafetten uzak olmasıydı.

Kopernik bunu izleyen on beş yılı *Almagest*'i incelemek ve kendi gözlemlerini yapmakla geçirdi. Krakow'da diplomasını aldıktan beş yıl sonra onu Aldebaran'ın ay tarafından örtülmesini izlerken buluruz. Bundan üç yıl sonra, Satürn'le ayın kavuşmalarının kayıtlarını tuttu. Roma'da matematik dersleri verdi, kendi kendine Yunanca öğrendi ve gökyüzünü gözlemeyi sürdürdü.[3]

1514'de daha zarif bir kuram geliştirmişti. Bunu bütün matematiksel hesaplardan arındırarak basit ve okunabilir bir şekilde yazdı ve arkadaşları arasında dolaşıma soktu. Bu gayrı resmi öneriler, *Commentariolus*, Ptolemaiosçu sistemin mantık çerçevesinde iyi işlediğini kabul etmekle başlar; Kopernik'in birincil nedeni bunun gerektirdiği matematiksel salınımlardan kurtulmaktı.

> Ptolemaios ve birçok başka astronomun gezegen kuramları, her ne kadar sayısal verilerle uyumlu olsalar da... az bir zorluk da içermezler. Çünkü bu kuramlar, bazı ekuantlar da düşünülmeden uygun değillerdi.... Sık sık dairelerin, mutlak hareketin gerektirdiği, her türlü görünürdeki eşitsizliğin türetildiği ve her şeyin kendi merkezinin çevresinde düzgün bir biçimde hareket ettiği, daha uygun bir ayarlaması bulunamaz mı acaba diye düşündüm. Bu çok zor ve neredeyse çözülemez problemi ele aldığımda, uzun zaman sonra, eğer bazı (aksiyom adı verilen) varsayımları kullanmama izin verilirse, eskisine göre daha az

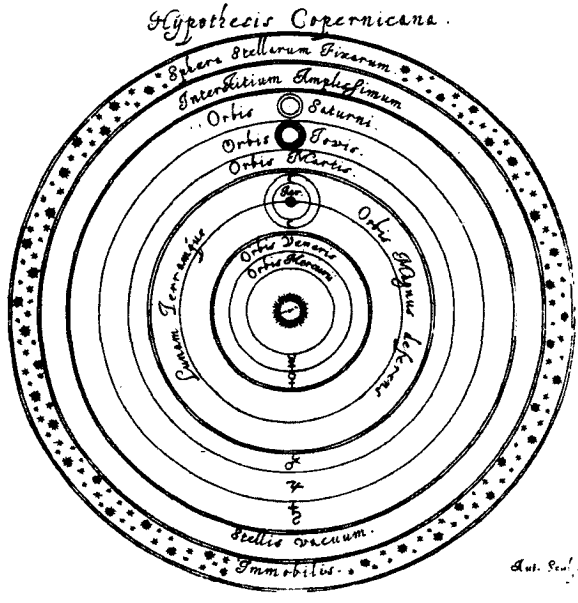
---

2 Preface," *De revolutionibus* içinde, aktaran Thomas S. Kuhn, *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 1957), 137.

3 Jack Repcheck, *Copernicus' Secret: How the Scientific Revolution Began* (Simon & Schuster, 2007), 48.

ve daha basit yapılarla bunun nasıl çözülebileceğine dair bir öneri aklıma geldi.[4]

Varsayımlar basitti: "Bütün küreler orta noktaları olarak güneşin etrafında dönerler, dolayısıyla evrenin merkezi güneştir." Yerküre yalnızca "ay küresinin" merkeziydi ve hareketsiz durmuyordu. Aksine, güneşin etrafında (diğer küreler gibi) hızlı bir yörüngede hareket ediyor, yolculuğunu bir yılda tamamlamak üzere şaşırtıcı bir hızda hareket ediyor, aynı zamanda da "gündelik bir hareketle sabit kutupları üzerinde tam bir dönüş yapıyordu." Dünyanın bu dönüşü güneşin görünüşteki hareketine ve gezegenlerin de geriye hareketine neden oluyordu. "Yalnızca dünyanın hareketi," diye sözlerini bitiriyordu Kopernik, "gökte görülen birçok eşitsizliği açıklamaya yeterlidir."[5]



7.1 Kopernikçi Evren. On yedinci yüzyıldan kalma, Johannes Hevalius tarafından gerçekleştirilmiş bir taslak.

[4] Nicolaus Copernicus, *Three Copernican Treatises*, çev. Edward Rosen (Dover, 1959), 57.

[5] *A.g.e.*, 58–59.

Bin sekiz yüz yıl önce, Aristarkhos dünyanın hareketli olduğu güneş merkezli bir evren önermişti; Arşimet "Kum Cetveli" içindeki düşünce deneyi için bu modeli kullanmıştı. Bu fikir hiçbir zaman fazla çekici olmadı. Ama Kopernik önceki Yunan güneş-merkezli düşünürlere karşı bir avantaja sahipti: yüzyılların gözlemlerine erişim. Ptolemaiosçu sistem hiçbir zaman *tam* bir hassasiyetle çalışmamıştı; öngörülerinde küçük kaymalar ve minik tutarsızlıklar oluyordu. Ve giderek daha uzun yıllar boyunca toplanan daha fazla veri biriktikçe, kaymalar daha da görünür hale geldi. Thomas Kuhn'un da belirttiği gibi, gezegenlerin deferentler ve episikller çevresindeki hareketi bir saatin kolları gibiydi; her yıl bir saniye şaşan bir saat on yılın hatta yüz yılın sonunda pek bir araz göstermez, ama bin yıl geçince, hata bariz olur.[6]

Diğer bir deyişle, *Almagest* bir meydan okumayla karşı karşıya kalmaya adaydı; ve Kopernik bunu izleyen çeyrek yüzyılı, *Commentariolus* içindeki fikirleri, hesaplamaları da içeren eksiksiz bir el kitabına dönüştürmeye harcadı. Bu, el üstünde tutulan kadim metne uzunluk ve karmaşıklıkta eşit ve benzer biçimde, maksatlı bir karşı öneriydi.

Bu kitap, *De revolutionibus orbium coelestium* [*Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine*] bir matematik başyapıtıydı. Kendinden önceki Yunan astronomlar gibi, Kopernik de "olguyu kurtarmak" –verilerle uyuşacak bir dizi hesap üretmek– için işe koyuldu. Fark şuydu: gezegenleri, yerkürenin değil, güneşin etrafındaki güzergâhlarında ele aldı. Ve bu işi de başarıyla –Ptolemaios'un merkez dışı dönüşlerine başvurmadan– bitirdi. Tek özel öğrencisi Rheticus'un belirttiği gibi, astronomiyi ekuant'tan "kurtarmıştı."[7]

Ama *De revolutionibus*'te, nihai biçiminde bile, muazzam kredibilite sorunları vardı.

Birincisi, olguyu tam anlamıyla kurtarabilmek için, Kopernik işin içine Ptolemaiosçu meslektaşlarından bile daha fazla

---

6 Kuhn, *Copernican Revolution*, 140.

7 Cohen, *How Modern Science Came*, 106; C. M. Linton, *From Eudoxus to Einstein: A History of Mathematical Astronomy* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2008), 121, 126.

iç içe girmiş, dönen göksel küreler sokmak zorunda kalmıştı; ekuant'tan kurtulmuştu, ama gökyüzünün aşırı karmaşık çark sisteminden değil. Bir de, dünyanın hem döndüğü hem de uzayda gülünç bir hızda hareket ettiğinde ısrarcı olması deneyimlerle uyuşmuyordu. Gözleri olan herkes için, havaya zıplayan bir kişinin aynı noktaya düştüğü barizdi; havada asılı oldukları sırada, dünya altlarından fırlayıp gitmiyordu. On altıncı yüzyıl fiziğinin bunu açıklaması için kesinlikle hiçbir yol yoktu ve dünyanın yapar göründüğü şeyi yaptığına inanmak çok daha mantıklıydı, yani sabit durduğuna.[8]

Tüm bunların üzerine, güneş-merkezli kuram, güneş ve ayın yerkürenin etrafından dönmeyi sürdürmeyip "sabit durduklarını" söyleyen Yeşu 10:12-13'te olduğu gibi, İncil'in bazı pasajlarının kelimesi kelimesine yorumlanmasına da aykırıydı. Dinbilimsel sorunlar aslında bilimsel olanlar kadar sıkıntılı değildi; ama birlikte ele alındıklarında, Kopernik'in yeni modelinin üzerine ciddi bir kuşku gölgesi düşürüyorlardı.

Kuşku o kadar yaygındı ki, 1543'te *De revolutionibus* ilk basıldığında, başına imzasız bir önsöz eklendi ve güneş-merkezli modelin yalnızca hesaplama için bir araç, olguyu kurtarmak için başka matematiksel bir numara olduğu söylendi: "Çünkü bu varsayımların gerçek, hatta olası olması gerekmez," diye önsöz temkinli okuyucuya güvence veriyordu. "Aksine, gözlemlerle uyumlu bir hesaplama sağlarlarsa, yalnızca bu yeterlidir... Hiç kimseyi doğru olduklarına ikna etmek üzere değil, hesaplama için güvenilir bir temel oluşturmak için öne sürülmüşlerdir."[9]

Kopernik bu beyanı görmemiş bile olabilir; *De revolutionibus*'un basım sürecini emanet ettiği arkadaşı Andreas Osiander tarafından yazıldığı genel kabul görmüştür. Kopernik'in diğer yazılarında, modelinin gerçeğin doğru bir yansıması olduğuna inandığı açıkça ortaya konur. Hipparkhos'un aksine, eğer gökyüzüne taşınırsa, yerkürenin sadık bir şekilde güneşin etrafında döndüğünü göreceğine inanıyordu.

---

[8] Maurice A. Finocchiaro, *Defending Copernicus and Galileo: Critical Reasoning in the Two Affairs* (Springer, 2010), xiv.

[9] Aktaran, Linton, *From Eudoxus to Einstein*, 126–27.

Ama bu inancında bile, Kopernik güneş-merkezli modelinin ispatının olmadığının farkındaydı. Kadim astronomların hep yaptığını aynen yapıyordu: hesaplamalar yapıldığında, hayli doğru sonuçlar veren başka bir model inşa etmek.

Kopernik'in kendi yazdığı –çalışmasını Papa III. Paulus'a ithaf ettiği– önsöz, yer-merkezli kuramın da *incertitudo mathematicarum traditionum*, kesin olmayan bir matematiksel gelenek olduğuna ve kendi modelinin alternatif bir matematiksel öneri olduğuna dikkat çeker: "Benden öncekilerin gökteki olayları kanıtlamak için canlarının istediği gibi daireler çizdiğini bildiğimden," diye açıklar Kopernik, "öncellerimden daha az kuşkulu kanıtları... test etmeye hakkım olduğunu düşündüm."[10]

Daha az kuşkulu kanıtlar: Kopernik bilinçli bir şekilde kendi güneş-merkezli sisteminin hakikat olduğunu ifade etmekten kaçınıyordu. Yunan atomcular gibi, o da gerçeğe denk gelmişti. Ama atomcular gibi, sonuçlarını doğrulayacak yöntemden yoksundu. Bunu çok iyi biliyordu.

Kendisini retorik açısından kendi inançlarından uzaklaştırması, bir süreliğine, işe yaradı. Papa II. Paulus sevinçle ithafı kabul etti ve *De revolutionibus* bunu izleyen yetmiş yıl boyunca Kilisenin iyi yanında kaldı. Ama çalışmanın içinde, Kopernik'in gerçek inançları ara sıra bastırılmış, dayanılmaz enerjiyle yüzeye çıkıyordu. Birinci bölümün ortalarında, sisteminin en ihtilaflı savını ortaya koyuyordu: yalnızca yeryüzünün hareketliliği ve güneşin "dünyanın merkezindeki" konumunun yıldızların hareketini açıklayabildiği. "Tüm dünyanın ahengi bize kendi gerçekliklerini gösterir," diye yazar, "yalnızca –söyledikleri gibi– nesnelere iki gözümüzle birden bakarsak."[11]

Commentariolus *ya da* De revolutionibus orbium coelestium*'dan önemli alıntılar için, bkz. http://susanwisebauer.com/story-of-science.*

Eğer, Kopernik'in dostları gibi, matematik olmadan sonuçları görmek isterseniz, *De revolutionibus*'ün eksiksiz metninden

[10] Wim Verbaal, Yanick Maes, ve Jan Papy, der., *Latinitas perennis*, cilt 1, *The Continuity of Latin Literature* (Brill, 2007), 133; Nicolaus Copernicus, *On the Revolutions of the Heavenly Spheres*, çev. Charles Glenn Wallis (Prometheus Books, 1995), 6.

[11] Copernicus, *On the Revolutions*, 18.

hayli kısa olan *Commentariolus*'ü tercih edin. Geometrik ispatlarla didişmek isterseniz, daha uzun çalışmayı tercih edin.

MİKOLAJ KOPERNİK
Commentariolus
(1514)

Commentariolus, Kopernik'in çalışmasının en büyük destekçisi Rheticus tarafından yazılan bir özeti (*Narratio Prima*) ve Kopernik tarafından yazılan ve astronom Johannes Werner'in hesaplarının yanlışlığını kanıtlayan mektubuyla (*Letter Against Werner*) birlikte *Three Copernican Treatises* içinde (İngilizce) bulunabilir.

Edward Rosen, çev., *Three Copernican Treatises*, 2. Gözden geçirilmiş basım, Dover Publications (karton kapak, 2004, ISBN 978-0486436050).

MİKOLAJ KOPERNİK
De revolutionibus orbium coelestium
(*Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine*)*
(1543)

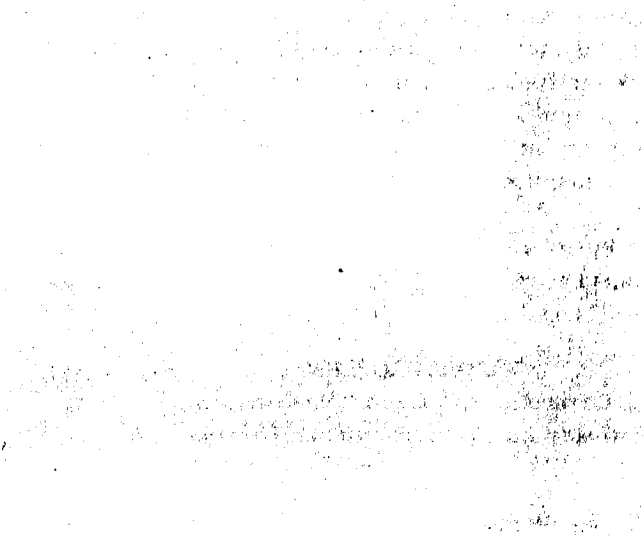
Charles Glenn Wallis'in yirminci yüzyıl başlarındaki (İngilizce) çevirisi yeniden basılmıştır.

Nicolaus Copernicus, *On the Revolutions of the Heavenly Spheres*, çev. Charles Glenn Wallis, Prometheus Books (karton kapak, 1995, ISBN 978-1573920353).

Aynı çevirinin, Stephen Hawking'in giriş makalesi ve notlarıyla başka bir basımı da bulunabilir.

Nicolaus Copernicus, *On the Revolutions of the Heavenly Spheres*, çev. Charles Glenn Wallis, der. Stephen Hawking, Running Yayınları (karton kapak, 2002, ISBN 0-7624-2021-9).

* Bu kitabın Türkçe çevirisi mevcuttur: Nicolaus Copernicus, *Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine*, çev. C. C. Çevik, İş Bankası Kültür Yayınları/Hasan Ali Yücel Klasikler Dizisi, 2010 –çn.



KISIM

II
YÖNTEMİN DOĞUŞU

Francis Bacon, *Novum organum* [*Yeni Organum*] (1620)
William Harvey, *De motu cordis* [*Kalbin Hareketi Üzerine*] (1628)
Galileo Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, ptolemaico e copernicano* [İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog] (1632)
Robert Boyle, *The Sceptical Chemist* [Şüpheci Kimyacı] (1661)
Robert Hooke, *Micrographia* (1665)
Isaac Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica* [*Doğa Felsefesinin Matemetik İlkeleri*] (1687/1713/1726)

SEKİZ

YENİ BİR ÖNERİ

Aristoteles'e bir meydan okuma ve bilimsel yöntemin ilk telaffuzu

> Şimdi kullanımda olan mantık... faydadan çok zarar verir
>
> –Francis Bacon, Novum Organum, 1620

Kopernik'in çözümü ortaya çıkalı yüz yıl geçmiş, ama daha bir şey değişmemişti. Kuramı hâlâ aykırı bulunuyordu. Aristotelesçi fizik açısından, bir anlamı yoktu; yerküre güneşin etrafında dönüyorsa, neden havadaki hareketinin yerkürenin yüzündeki insanlar tarafından fark edilmediğini açıklamayı başaramamıştı.

De revolutionibus'un yayımlanışından otuz yıl sonra, Kopernik sisteminin taraftarlarından Danimarkalı astronom Tycho Brahe ("Bu yenilik ustaca ve tamamen Ptolemaios sistemindeki gereksiz ya da uyumsuz hususları bertaraf etmiştir," diye yazmıştı) olası bir çözüm önermişti. Güneş-merkezli sistem yerkürenin, "bu hantal, tembel harekete uygun olmayan gövdenin" "esirdeki yıldızlar" kadar hızlı hareket etmesini gerektiriyordu. Ya, bunun yerine, yerküre, etrafında dönen güneş, ay ve yıldızlarla sabit duruyorsa da, diğer beş gezegen güneşin etrafında dönüyorlarsa?[1]

---

[1] Tycho Brahe, aktaran, Joshua Gilder ve Anne-Lee Gilder, *Heavenly Intrigue: Johannes Kepler, Tycho Brahe, and the Murder behind One of History's Greatest Scientific Discoveries* (Random House, 2004), 81.

Tycho şimdi artık en çok, *nova stella* –modern zamanlara *süpernova* olarak aktarılan bir terim– adını verdiği yeni bir yıldızı ilk keşfeden kişi olarak tanınıyor. Akıllıca birleşim sistemi, hem fizik problemini çözmüş, hem de göklerdeki hareketleri açıklamıştı. Ama Kopernik gibi, Tycho da bir *ispat* sunamıyordu. Kanıt olmadan, ne onun ne de Kopernik'in sistemleri, Ptolemaiosçu açıklamadan daha zorlayıcı olmuyordu.

Ptolemaios üzerine yeniden düşünmeyi ya da Aristoteles'in yetkesini tartışmayı gerektirecek gerçek bir neden yok gibiydi.

1603'te, Londra doğumlu Francis Bacon kırk üç yaşındaydı: deneyimli bir hukukçu ve amatör filozoftu, mutlu bir evliliği vardı, siyaseten hırslı, sürekli bir şekilde de borçtaydı.

İngiltere kraliçesi I. Elizabeth'in sarayında, karşılığında pek de bir şey elde edemeden sadakatle hizmet etmişti. Ama artık Elizabeth altmış dokuz yaşında ölmüştü ve tacı uzaktan kuzeni İskoçya kralı VI. James'e geçecek, o da I. James olarak İngiltere kralı olacaktı.

Francis Bacon yeni kraldan daha iyi şeyler bekliyordu, ama İngiltere sarayında özellikle gözde değildi. Sabırlı olmak zorunda kaldığından, birkaç yıldır aklında bulunan felsefi bir konuda çalışmaya başladı: *Of the Proficience and Advancement of Learning, Divine and Human* [İlahi ya da Beşeri Bilginin İlerlemesi] olarak adlandırmayı amaçladığı, insanın bilgisi üzerine bir araştırma.

Bacon'ın girişimlerinin birçoğunda olduğu gibi, bu proje de gülünç düzeyde iddialıydı. Bütün bilgiyi uygun dallarda sınıflandırmaya ve anlamanın tüm olası bağlantılarını ortaya koymaya koyuldu. Kısım I bilginin üç "hastalığı" olarak adlandırdığı ve gerçek olgulara dayanmayan astroloji ve simya gibi "beyhude hayalleri" de içeren çabaları mahkûm ediyordu; Kısım II tüm bilgiyi üç dala ayırıyor ve doğa felsefesinin birincil konumda olması gerektiğini öneriyordu. Bilim, evreni anlama projesi, insanın girişebileceği en önemli işti. Tarihin ("Olmuş olan her şey") incelenmesi ve şiir (yaratıcı yazı) kesinlikle ikinci ve üçüncü sıradaydılar.[2]

---

[2] Catherine Drinker Bowen, *Francis Bacon: The Temper of a Man* (Little, Brown, 1963), 100–102.

Bir süreliğine, Bacon bu fikirleri geliştirmedi. *Advancement of Learning* I. James'e dalkavukça bir ithafla başlıyordu ("Erdemleriniz ve beceriniz... kapasitenizin genişliği, hafızanızın sadıklığı, kavrayışınızın hızı, yargılarınızın nüfuz ediciliği ve hitabetinizin kolaylığı ve düzeni tarafından etkilendim ve evet, çarpıldım... İsa'nın zamanından beri, ilahi ya da beşeri, tüm edebiyat ve bilgelikte bu kadar bilgili bir kral ya da dünyevi hükümdar olmamıştır.") ve bu yaltaklanma da sonunda meyvesini vermişti. 1607'de Bacon yıllardır arzuladığı başsavcılık görevine atandı ve bunu izleyen on küsur yıl boyunca enerjisini yönetim görevlerine adadı.

1618'de daha da yüksek bir görev olan adalet bakanlığı görevine atanana kadar doğa felsefesine dönemedi. Artık siyasi pislik kümesinin tepesine tırmanınca, daha da geniş kapsamlı bir çalışma yazmaya karar verdiğini açıkladı: insanların zihinlerini şekillendirecek ve onları yeni hakikatlere yöneltecek yeni, eksiksiz bir felsefe sistemi. Bu başyapıta *Great Instauration* [Büyük Yenileme] adını verdi: Büyük Kurum, altı kısımdan oluşan yepyeni bir düşünme tarzı.

Kısım I, zihnin var olan "kadim sanatlarının" bir incelemesi, *Advancement of Learning*'deki savları yineledi. 1620'de yayımlanan ve kendi içinde bütünlüğü olan Kısım II tamamen farklı bir şeydi. Aristotelesçi yöntemlere toplu bir meydan okumaydı, yepyeni bir "aklın daha mükemmel kullanılmasının doktrini."[3]

Aristotelesçi düşünce, büyük ölçüde, tümdengelimci akıl yürütmeye dayanıyordu: kadim mantıkçılar ve filozoflar için, gerçeğe giden en yüksek ve en iyi yol. Tümdengelimci akıl yürütme genel ifadelerden (öncül) özgül sonuçlara varır

MAJÖR TERİM: Bütün ağır maddeler evrenin merkezine doğru düşer.

MİNÖR TERİM: Yerküre ağır maddeden yapılmıştır.

MİNÖR TERİM: Yerküre düşmez.

SONUÇ: Yerküre zaten evrenin merkezinde olmalıdır.

---

[3] Brian Vickers, der., *Francis Bacon: The Major Works* (Oxford Üniversitesi Yayınları, 2002), xviii.

Ama Bacon tümdengelimci akıl yürütmenin kanıtları çarpıtan bir çıkmaz sokak olduğunu düşünüyordu: "En baştan soruyu kendi arzusuna göre belirleyip," diye itiraz ediyordu, "insan sonra deneyime başvurur ve kendi tasvibine [onay ifadeleri] göre onu çarpıtarak, bir tören alayındaki esir gibi sürükler." Doğrusu, der, dikkatli düşünür öbür türlü akıl yürütmelidir: ayrıntılardan hareket ederek, genel sonuçlara doğru ilerlemek, tikel kanıt parçalarıyla başlayıp, tümevarımsal olarak geniş değerlendirmelere doğru ilerlemek.[4]

Bu yeni düşünme tarzının –*tümevarımcı akıl yürütme*– üç adımı vardı. "Gerçek yöntem," diye açıklıyordu Bacon,

> önce mumu yakar, sonra da mum aracılığıyla yolu gösterir; böylece, acemice ve düzensiz değil, gereği gibi sürdürülmüş ve hazmedilmiş deneyimle ve buradan aksiyomlar çıkartarak, yerleşmiş aksiyomlardan da yeni deneyler üreterek başlar.

Diğer bir deyişle, doğa filozofu önce dünyanın nasıl işlediği üzerine bir fikirle yola çıkmalıdır: "mumu yakmak." İkincisi, bu fikri fiziksel gerçekliğe karşı denemelidir, yani, "gereği gibi sürdürülmüş deneyime" karşı; hem etrafındaki dünyanın gözlemlenmesi hem de dikkatlice düzenlenmiş deneylerle. Ancak o zaman, son adım olarak, "aksiyomlar türetebilir," gerçeği içerdiği öne sürülebilecek olan bir kuramla ortaya çıkabilir.[5]

Varsayım, deney, sonuç: Bacon bilimsel yöntemin çerçevesini çizmişti.

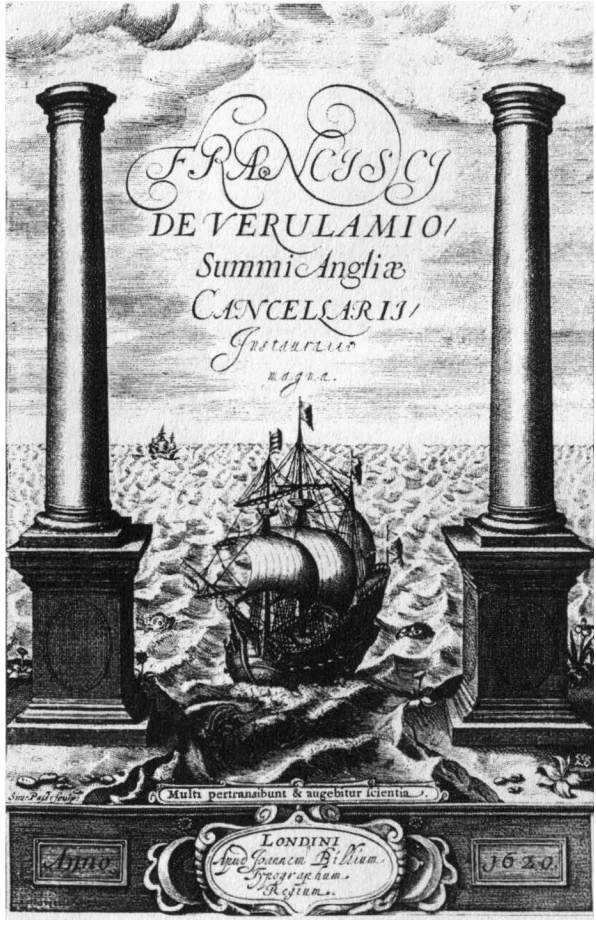
Bu kuşkusuz tam anlamıyla gelişmemişti. Ama Bacon'ın *Great Instauration*'ının Kısım II'si Aristotelesçi bütünün tümdengelimci düşüncesine açık bir meydan okumaydı. Hatta Bacon bunu Aristoteles'in mantık çalışması *Organon*'undan esinlenerek *Novum organum* ("Yeni Araçlar") olarak adlandırmıştı. *Novum organum*'un kapağına Bacon, Herakles'in "uzak batı"ya yolculuğunun en uzak noktasını temsil eden mitolojik sütunlar olan Herakles Sütunlarının arasından muzaffer şekilde geçen

---

[4] Francis Bacon, *The Philosophical Works of Francis Bacon in Five Volumes*, der. James Spedding (Longman, 1861), 4:65.

[5] *A.g.e.*, 81.

bir gemi –yeni tümevarım yöntemi– yerleştirmişti. En kadim yazarlarca Cebelitarık Boğazının iki yakasındaki burunlar olarak tanımlanan Sütunlar, kadim dünyanın en dış sınırını, eski bilginin uzanabildiği en uzak yeri temsil ediyordu.[6]



8.1 ***NOVUM ORGANUM***

Jennifer Mensch, *Kant's Organicism: Epigenesis and the Development of Critical Philosophy* (Chicago Üniversitesi Yayınları, 2013), 147.

Novum organum'un yayımlanışından yalnızca bir yıl sonra, Francis Bacon saraydaki düşmanları tarafından rüşvet almakla suçlandı. Ve her ne kadar "temiz ellere ve temiz bir kalbe" sahip olduğunu söyleyerek itiraz ettiyse de, suçlamaları çürütemedi. Bakanlıktan azledildi, ceza ödemeye mahkûm oldu ve kısa süreliğine Londra Kulesine hapsedildi; Her ne kadar sonunda I. James tarafından cezası iptal edilip affedildiyse de, rüzgâr tersine dönmüştü bir kere. Beş yıl sonra, daha *Great Instaurations*'ı bitirmeye yaklaşamadan, zatürreden öldü.[7]

Ama *Novum Organum* on yedinci yüzyıl bilim uygulamasını şekillendirmeyi sürdürdü. 1662'de, Kral II. Charles, bilimin deneysel yöntemine adanmış doğa filozoflarının bir araya gelmesi amacıyla *Royal Society of London for Improving Natural Knowledge*'in (Doğa Bilgisini Geliştirmek için Londra Kraliyet Cemiyeti) desteklenmesi için bir ferman yayınladı; bu kişilerin hepsi *Novum Organum* öğrencileri, Bacon yöntemlerine bağlı kimselerdi. Kendisi de hevesli bir amatör bilim insanı olan şair Abraham Cowley Royal Society'nin ithaf risalesini kaleme aldı; baştan sona eski yetkeyi "gerçek akıl"la deviren Francis Bacon'u methediyordu:

Yetke, bir gövdeyi böbürlendiren,
Sanki sıkıştırılmış hava değilmiş gibi ortalıkta dolaşan,
Eski bir devin daha da devasa gölgesi gibi,
Okumuşları korkutup bozguna uğratmak için
Gerçek aklın ışığının sihriyle,
Gözümüzün önünden kaldırdı
Yaşamakta olan insanların da
Ölülerin beyhude gölgelerinden çekmelerini önledi.

Deneysel yöntem nihayet insanın, mantıkla debelenmektense, doğrudan doğaya bakmasını sağlamıştı:

Düşüncenin resimlerinden başka bir şey olmayan sözcüklerden,
Sapkınca düşüncelerimizi çıkarsak da

[7] Bowen, *Francis Bacon*, 187.

Onu zihnin gerçek nesnesi olan şeylere yöneltti...
Yaşama kesinlikle uyan bir parça yapacak olan,
Başkasının işinden kopya çıkartmamalı...
Hayır, gözünün önüne
Doğal olanı ve yaşayanı koymalı;
Gözünün her yargısını, elinin her hareketini
Gerçek nesne yönetmeli.[8]

Dizeler, bilinçli bir şekilde, Lucretius'un Epikuros methiyesini model almıştır. Nasıl ki Epikuros boşinançla atomculuğun bağını koparttıysa, Bacon da Aristoteles'in deneysel yöntemle bağını kopartmıştır.

"Bacon'ın büyük farklılığı," der Macvey Napier 1818 tarihli klasik bir söylevinde, "ilk kez olarak açıkça ve tam anlamıyla fiziksel araştırmalardaki doğru akıl yürütmenin kurallarına ve önlemlerine onun dikkat çekmiş olmasıdır." Nihayet, doğa filozoflarının Kopernik'in talep ettiği gibi "her iki gözleriyle," bakmalarını ve gözlemlerine dayanarak sonuçlara varmalarını sağlayacak bir yöntem vardır.[9]

Novum organum'*dan önemli alıntıları okumak için, bkz., http://susanwisebauer.com/story-of-science.*

FRANCIS BACON
Novum organum•
(1620)

Kitap I "Aforizmalar"la başlar, Bacon'ın doğal bilimlerde o an için kabul gören yöntemlere itirazlarını ortaya koyan kısa bağımsız ifadelere.

---

[8] Abraham Cowley ve Thomas Sprat, *The Works of Mr. Abraham Cowley: Consisting of Those Which Were Formerly Printed, and Those Which He Design'd for the Press, Now Published Out of the Authors Original Copies* (London: Printed by J. M. for Henry Herringman, 1668), 39–40.

[9] Macvey Napier, *Lord Bacon and Sir Walter Raleigh* (Macmillan, 1853), 18.

• Bu kitabın Türkçe çevirisi: Francis Bacon, *Novum organum*, çev. S. Ö. Akkaş, Say Yayınları, 2012 –çn.

James Spedding ve Robert Ellis tarafından gerçekleştirilen on dokuzuncu yüzyıl çevirisi hâlâ yaygın bir şekilde yayımlanmaktadır. Birçok bedava e-kitap sürümlerinden birinden okunabilir:

The Philosophical Works of Francis Bacon, çev. ve der. James Spedding ve Robert Ellis, vol. 4, Longman (e-kitap, 1861, no ISBN).

Giriş, ana hatlar ve açıklayıcı notlar da içeren daha yakın tarihli bir çeviri:

Francis Bacon, *The New Organon*, der. Lisa Jardine ve Michael Silverthorn, Cambridge Üniversitesi Yayınları (karton kapak ve e-kitap, 2000, ISBN 978-0521564830).

Notlar yararlıdır, ama çeviri, daha güncel de olsa, her zaman daha açık değildir. Örneğin, Kitap I içindeki Aforizma XII'nin Spedding ve Ellis çevirisi der ki:

Şu anda kullanımda olan mantık gerçek peşinde koşmaktan çok, temelleri yaygın bir şekilde elde edilen mefhumlara dayanan hataları sabitlemeye ve istikrar kazandırmaya yarar.

Jardine ve Silverthorn çevirisiyle karşılaştırın:

Var olan mantık, gerçeği araştırmaktan çok (kendileri da sıradan mefhumlara dayanan) hataların yerleştirilip sabitlenmesine yöneliktir; dolayısıyla yararlı değil, fiilen zararlıdır.

DOKUZ

İSPAT

Gözlem ve deney yoluyla kadim yetkelerin en büyüklerinden birisinin çürütülmesi

> Dolayısıyla, yaşayan şeylerin sık sık teşrih edilmesiyle ve çok fazla gözle yapılan tanıklıklarla, gerçeği arayıp ayırt etmek... yararlı olacaktır.
>
> –William Harvey, *De motu cordis*, 1628

William Harvey Londra'da ilk kamuya açık teşrihi gerçekleştirdiğinde, henüz skandalla lekelenmemiş olan Francis Bacon siyasal kariyerinin zirvesindeydi.

William Harvey otuz yedi yaşında, kısa boylu ve enerjikti, önündeki kadavranın yapısını açıklayıp, Kraliyet Cerrahlar Kolejinin ona sağladığı "ince beyaz çubuklarla" iç organlarını gösterirken İngilizceyle Latinceyi karıştıran, makinalı tüfek hızında bir konuşmacıydı. Daha yeni Lumleian Öğretim Görevlisi olarak atanmıştı, bu haftada iki kez insan bedeni üzerine ders vermesini gerektiren bir görevdi ve kış süresince de (kadavraların bozulması yavaşladığından) derslerini infaz esilen bir suçlunun teşrih edilmesiyle destekliyordu.[1]

Çalışmasını, geleneksel Hippokrates eğitimini yıllar süren hayvan teşrihleriyle desteklemiş olan ikinci yüzyıl hekimi Galenos'un klasik anatomi metinlerine dayandırması bekleniyordu. Galenos bedenin anlaşılmasının yalnızca yapısının bilinmesiyle mümkün olabileceğini öne sürmüştü; Avrupalı he-

[1] D'Arcy Power, *Masters of Medicine: William Harvey* (T. Fisher Unwin, 1897), 49, 58.

kimlere on ikinci yüzyıl çevirmenleri tarafından ulaştırılmış olan sayısız yazısı ve anatomi incelemesi o çağların tüm tıp bilgisinin temeli olmuştu.

Ama Roma İmparatorluğunun Yunanca konuşan bir yurttaşı olan Galenos, insan teşrihine karşı ikili bir tabuyla yüklüydü. Ruhun Elysion çayırlarına ulaşabilmesi için usulüne göre gömülmesi gerektiği yolundaki Kadim Yunan inancının, yerini, Romalıların, gömülmeyenlerin sefalet içinde yeryüzünde sürüklendikleri yolundaki boşinancı almıştı; ve ne ruha ne de ölümden sonraki yaşama inanmayan o akılcılar bile genelde insan bedenlerinin kesilip biçilmeyip saygı çerçevesinde gömülmeleri gerektiğini savunuyordu. İskenderiye'deki bir ayrıksı anatomici cebi (MÖ üçüncü yüzyılda çalışan Herophilos ve Erasistratos) dışında, Yunan ve Roma tıp adamları köpek, kedi, boğa ve ara sıra da maymunlar üzerinde çalışıyor ve keşiflerini hâlâ gizemini koruyan insan bedenine uyarlamaya çalışıyorlardı.[2]

Galenosçu geleneğin canlandırılmasıyla, Galenos'un çalışmalarını gerçek insan anatomisiyle karşılaştırma yönünde bir dürtü doğdu; ve Hıristiyan Batı, genelinde eskilere göre beden konusunda daha az önyargılıydı. İnsan teşrihi üniversite derslerine yavaşça ve bölük pörçük olarak, 1315 dolaylarında yeniden sokulmuş olmalı ve 1482'de, Papa IV. Sixtus, kalıntılara sonradan Hristiyanca bir gömülme sağlanması koşuluyla, insan teşrihi konusunda din açısından bir sorun olmadığını beyan edince, bu uygulama hız kazandı.[3]

Harvey'nin zamanında, İtalyan Üniversitelerindeki tıp eğitimi herhalde anatomi için insan kadavrası kullanıyordu; Bologna'da ders veren Jacopo Berengario da Carpi'nin "yüzlerce" insan bedeni teşrih ettiği söylenir ve onun hazırladığı insan bedeninin resimli rehberi, kalp, apandis ve rahmin yapısı üze-

---

2 Effie Bendann, *Death Customs: An Analytical Study of Burial Rites* (Routledge, 2010), 48–49; James Longrigg, *Greek Rational Medicine: Philosophy and Medicine from Alcmaeon to the Alexandrians* (Routledge, 1993), 184–85.

3 Roy Porter, *The Cambridge Illustrated History of Medicine* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1988), 75, 157; Lawrence I. Conrad vd., *The Western Medical Tradition: 800 B.C.–1800 A.D.* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1995), 147.

rine doğru çizimler içeren en eski anatomi çalışmalarından biridir. Ve Galenos'un yetkesine karşı en ciddi meydan okumalardan birini başlatan, Padova Üniversitesi profesörlerinden Andreas Vesalius'tur: yüklü bir anatomi el kitabı olan *De humani corporis fabrica*, gerçek teşrihler sonucu gerçekleştirilmiş çok sayıda ayrıntılı çizim içeriyordu. Kesin anatomi bilgisi, diyordu Vesalius, her türlü tıp eğitim ve uygulamasının temeli olmalıdır ve anatomiciler kendi gözleriyle bakmalıdırlar; hiçbir zaman, üniversite eğitiminde sıklıkla yapıldığı gibi, yalnızca geçmişteki yetkililerin öğretilerine dayanmamalıdırlar. "Bugün okullarda öğretildiği gibi," diye yakınıyordu, "günler gülünç sorulara harcanırken, çok az şey var ki... bir kasap dükkanında daha iyi öğrenilmesin."[4]

1543'te yayımlanan *Fabrica*, Padova'da özellikle güçlü bir uygulamalı anatomi geleneği yerleştirdi; ve William Harvey de tıp diploması için Padova'ya yolculuk etmeyi seçmişti. Burada, öğrencilerini "şahsen insan bedeninin dokusunu teşrih edip incelemeye ve sonra da bunu titizlikle Galenos'un öğretileriyle karşılaştırmaya"[5] zorlayan Versalius geleneğine göre eğitim gördü. Bu yakın gözlem –Kopernik'in kızgınlıkla "iki gözüyle birden bakmak" dediği şey– Vesalius'a Galenos'un sonuçlarının bariz, ispatlanabilir bir şekilde, açıkça *yanlış* olduğu birçok noktayı göstermişti.

Gene de, *Fabrica*'dan yarım yüzyıl sonra bile, Harvey'nin derslerini Galenos'a, "tıbbın babasına" dayandırması isteniyordu; bu metinler Aristoteles'in *Physika*'sı ve Ptolemaios'un *Almagest*'i kadar saygı ve itaatle ele alınıyordu.

Lumleian Öğretim Görevlisi olarak daha ilk yılında, Harvey doğrudan ustasına karşı çıktı.

---

4 Charles Singer and C. Rabin, *A Prelude to Modern Science* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1946), xxxiii; Conrad et al., *Western Medical Tradition*, 275–77; Charles Donald O'Malley, *Andreas Vesalius of Brussels, 1514–1564* (California Üniversitesi Yayınları, 1964), 117.

5 Andreas Vesalius, *On the Fabric of the Human Body. Book VI, The Heart and Associated Organs. Book VII, The Brain: A Translation of De humani corporis fabrica libri septem*, çev. William Frank Richardson ve John Burd Carman (Norman, 2009), 83.

"Bir bağın uygulanmasıyla," der ders notlarında, "kanın atardamarlardan toplardamarlara doğru olduğu görülür. Dolayısıyla, kanın hareketinin sürekli dairesel şekilde olduğu ve buna kalbin atışlarının neden olduğu görülür."[6]

Galenos'un düşündüğü hiç de böyle değildi.

Galenos'un, çoğu hayvan anatomisi üzerine gözlemleri, kalbin iki odacığı olduğunu ve sağ odacıktaki kanın soldakine göre daha koyu renkli olduğunu ortaya çıkartmıştı. Ama teşrih bu odacıkların tam olarak nasıl çalıştığını açıklığa kavuşturamamıştı. Bu yüzden, Galenos her odacığın farklı bir kan türü pompaladığı sonucuna varmıştı.

Sağ odacıktaki koyu renk kanın karaciğer tarafından üretildiğine inanıyordu. Mide gıdaları sindirip khymos adı verilen süte benzer besleyici bir sıvıya dönüştürüyor, bu daha sonra karaciğere gönderiliyor ve karaciğer de khymos'u "toplardamar kanı"na dönüştürüyor ve toplardamarlar (ki bunların, Galenos'a göre, hepsi karaciğerden çıkıyordu) aracılığıyla vücudun organlarını beslemek üzere dağıtıyordu. Bunun bir kısmı kalbin sağ odacığına gidiyor, buradan da akciğerleri beslemeye gönderiliyordu.

Diğer yandan, atardamarlar farklı türden bir kan taşıyordu. Hava –*pneuma*, "yaşamsal ruh"– vücuda akciğerlerden giriyor daha sonra akciğerlerden kalbin sol odacığına geçiyor, burada toplardamar kanıyla birleşip, "atardamar kanına" –daha ince, daha parlak ve toplardamar kanına göre daha hızlı– dönüşüyordu. Sonra atardamarlar, bu yaşamsal ruhları da, atardamar kanı aracılığıyla organlara taşıyordu. Gıda ve yaşamsal ruh, toplardamar kanı ve atardamar kanı; vücudun oranları işlemek için her ikisine de ihtiyaç duyuyordu.

Ama iki kan türünün de gönderilmek için bir pompaya ihtiyacı yoktu.

Organların, gıda ihtiyacı duyduklarında bir tür emiş gücüyle toplardamar kanını kendilerine çektikleri düşünülüyordu. Atardamar kanı da atardamarların titreşim hareketiyle dağıtılıyordu. Kalbin işlevi yalnızca hava ve toplardamar kanını emmek ve onları atardamar kanına dönüştürmekti.

---

[6] Power, *Masters of Medicine*, 55–56.

Böylece, kalbin nabız eylemi (Yunanlar da herkes gibi kalp atışlarını duyabiliyorlardı) bir neden değil, bir *sonuç* olarak açıklanıyordu. Nefes alın ve pneuma akciğerlerinize dolar sonra akciğerlerden kalbin sol odacığına gider; burada toplardamar kanıyla temas ettiğinde, toplardamar kanını kaynama noktasına kadar ısıtır. Isınan kan genişlerken, kalp bunu içinde tutabilmek için genişler ("diyastolik" eylem, Yunanca *diastole*, "genişleme" sözcüğünden). Sonra kan soğur ve atardamarlara dolar; kalp gevşer ve daralıp ilk haline döner ("sistolik" eylem, systellein, "daralma" anlamında).

Bu çözümün bir sorunu vardı; toplardamar kanının bir şekilde kalbin sağ odacığından sol odacığına geçmesi gerekiyordu ki, burada pneuma'yla birleşebilsin. Ama bu iki odacık arasında bir geçiş yok gibiydi.

Bu yüzden, Galenos kendi gözlemlerinin aksine hareket etti ve genel kuramının (Aristotelesçi bir tarzda) fiziksel gerçekliğe hükmetmesine izin verdi. Kalbin sağ ve sol odacıkları arasında gözün göremeyeceği kadar küçük gözenekler olmalı, diye yazdı; bu gözenekler aracılığıyla toplardamar kanı sağdan sola geçiyordu.[7]

Bu tam da Francis Bacon'ın yakındığı türden tümdengelimci düşünceydi.

Harvey'nin Galenos kuramıyla birçok sorunu vardı. Birincisi, o çok küçük gözeneklerin varlığına dair gözleme dayanan bir kanıt bulamamıştı. İkincisi, onun görebildiği kadarıyla, kalbin iki odacığı yapısal olarak çok benzeşiyorlardı; o kadar farklı işlevleri varsa, bu nasıl olabiliyordu? Üçüncüsü, atardamar kanıyla toplardamar kanının renkleri dışında bütün nitelikleri tamamıyla aynı gözüküyordu, bu yüzden birinin sindirilmiş gıda, diğerinin de hava içeriyor olması pek olası değildi. Dördüncüsü, kalbin sol odacığından çıkan atardamarla sağ odacığından çıkan toplardamar hemen hemen aynı kapasiteye sahip gibiydiler; ama Galenos'a göre, atardamar tüm vücuda atardamar kanı taşırken, toplardamar yalnızca akciğerlere

---

[7] Robert C. Olby vd., der., *Companion to the History of Modern Science* (Routledge, 1990), 569–70; Lois N. Magner, *A History of the Life Sciences*, 3. Basım, (Marcel Dekker, 2002), 83.

toplardamar kanı taşıyordu. Neden akciğerlerin bu kadar çok kana ihtiyacı vardı?[8]

Harvey'nin yapısal gözlemlerine dayanan ve tümevarımla –kalbi ve işlevlerini inceleyerek ve hem kendi kuramlarını hem de Galenos'unkileri test ederek– erişebileceği yeni bir kurama ihtiyacı vardı. On beş yıl kadar bu kuramı geliştirmekle uğraştı. Kalbin her atışında pompaladığı kanı ölçtü ve Galenos'un kuramının vücudun taşıyabileceğinden daha fazla kan gerektireceğini fark etti. Hayvanların kalplerini kesti ve bunların kas gibi hareket ettiklerini ve kalbin kasılmalarının onun hareketinin etkin, çalışma safhası olduğunu gördü, Galenos'un kuramlaştırdığı gibi gevşeme safhası değil. Kanın –Galenos'un modelinin gerektirdiği gibi ileri geri değil– yalnızca bir yönde akmasını sağlayacak vanaları bulmak için titizlikle toplar ve atardamarları kesti. Aynı zamanda, kalbi çalışırken görebilmek için henüz canlı hayvanları da teşrih etti, bu bize iğrenç gelebilir, ama o zamanlar için tıp araştırmalarında meşru bir uygulamaydı. "Hiç kimse," demişti, hayatının daha ileri yaşlarında bir ziyaretçisine, "çeşitli hayvanlardaki damarlar ya da başka arazlar aracılığıyla yapısını, durumunu, bağlantılarını incelemeden bir parçanın işlevini ya da nerede kullanıldığını doğru bir şekilde kestirebilmiş değildir."[9]

Tüm bunlar Baconcıydı, uygulamadaki yeni deneysel yöntemler; ama hem Francis Bacon hem de William Harvey bu fikri küçümsemeyle reddederlerdi. Aristoteles'i eleştirmek bir yana, Harvey onu bir otorite olarak görüyordu, esas olarak Aristoteles kalbin vücuttaki en önemli organ olduğuna inandığı için (Galenos bu onuru karaciğere veriyordu). Harvey, Bacon'ın Adalet Bakanlığı döneminde onu gut yüzünden tedavi etmişti ve ondan etkilenmemişti; Bacon'ın felsefeyi bir politikacı gibi yazdığına dikkat çekmişti (bu bir hakaretti) ve bir arkadaşına bakanın gözlerinin "bir engerek yılanının gözleri gibi" olduğunu yazmıştı.[10]

---

[8] Magner, *History of the Life Sciences*, 91; Power, *Masters of Medicine*, 149.

[9] John G. Simmons, *Doctors and Discoveries: Lives That Created Today's Medicine* (Houghton Mifflin, 2002), 48

[10] Catherine Drinker Bowen, *Francis Bacon: The Temper of a Man* (Little, Brown, 1963), 14.

Bacon'a gelince, o da doktorlar hakkında iyi şeyler düşünmüyordu. *Advancement of Learning*'in bütün bir bölümü tıp alanının eksikliklerine ayrılmıştı. Bacon'a göre bir ırk olarak doktorlar neden ve sonuçları özenli bir şekilde araştırmayacak kadar gevşek, boşinançlı ve akıldışı tedavileri denemeye çok arzulu, ilaçlarının hazırlanışı konusunda dikkatsiz ve hastalarının acısına karşı da duyarsızdı.

Ama Harvey Baconcı deneylerini sürdürdü, yeni kuramı için tabaka tabaka destek inşa etti. 1628'de bulduklarını Latince *De motu cordis* ("Kalbin Hareketi Üzerine") adıyla yayımladı; İngilizce bir çevirisi de 1653'te dolaşıma sokuldu.

De motu cordis içinde Harvey kanın kalbin sağ tarafından akciğerlere pompalandığını, sonra da akciğerlerden kalbin sol tarafına geldiğini ve buradan da atardamarlar aracılığıyla bütün vücuda dağıldığını öne sürdü. Buradan da toplardamarlar aracılığıyla kalbe dönüyor ve tam bir çevrim tamamlanıyordu. Bu sistemin her parçası biri hariç ispatlanabilir durumdaydı: kanın atardamarlardan toplardamarlara geçtiği yol.

İroniktir, bu bir tek alanda Harvey Galenos'ta yakındığı aynı türden akıl yürütmeyi sürdürmek zorunda kaldı. Atardamarlarla toplardamarlar arasında, gözünün göremeyeceği kadar ince, iplik gibi bağlantılar olduğunu öne sürdü.

Bunun doğru olduğu ortaya çıktı; kılcal damarlar, nihayet 1661'de, Harvey'nin ölümünden yalnızca dört yıl sonra mikroskop teknolojisinin yardımıyla İtalyan hekim Marcello Malpigni tarafından görüldü. Ama bu ispatın yokluğunda bile, kalbin hareketi ve kanın dolaşımı, her yanıyla, teşrihin sağladığı görsel kanıtla uyum halindeydi.

Hayatının sonuna kadar, Harvey sisteminin doğruluğunu ispat etme çabasını sürdürdü ve Galenos hakkındaki eleştirilerinin haklılığından kesinlikle emin olabilmek için deneylerine devam etti. Yetmişlerine geldiğinde, hâlâ kanıt topluyordu. 1651 Martında, bir dostuna "yakın zamanlarda" "asılmış olan bir adamın" kalbinin sağ odacığını kapattığını ve zorla su doldurduğunu yazmıştı. Sonuç basitti: sol odacığa "bir tek damla kan ya da su geçmemişti." Galenos'un gözenekleri mevcut değildi.[11]

[11] Power, *Masters of Medicine*, 231.

"Bu deneyi istediğiniz kadar tekrarlayabilirsiniz," diye bitiyordu Harvey'in deney üzerine anlatısı. "Elde edeceğiniz sonuç, benim ifade ettiğim gibi olacaktır." Tekrarlanabilir, deneysel ispat, vücut üzerine tamamen yeni bir kuramı yaratmak için kullanılmıştı; Galenos'un kadim yetkesi tahtından indirilmişti.

De motu cordis*'ten önemli alıntılar için, bkz., http://susanwisebauer.com/story-of-science.*

WILLIAM HARVEY
De motu cordis
(1628)

1653 tarihli özgün İngilizce çeviri, *De circulatione sanguinis*'le birlikte bir Dover basımı olarak yeniden yayımlanmıştır. Dili biraz arkaik ama hâlâ okunabilir durumdadır.

William Harvey, *The Anatomical Exercise*, der. Geoffrey Keynes, Dover Publications (karton kapak, 1995, ISBN 978-0486688275).

Robert Willis'in çok okunan on dokuzuncu yüzyıl çevirisi, "An Anatomical Disquisition on the Motion of the Hearth and Blood in Animals" ("Hayvanlarda Kalbin ve Kanın Hareketi üzerine Anatomik bir İnceleme") başlığıyla bedava e-kitap olarak mevcuttur.

Robert Willis, çev., *The Works of William Harvey, M.D.*, Sydenham Society (e-kitap, 1847, no ISBN).

Bu aynı zamanda Prometheus Books tarafından da basılmıştır.

William Harvey, *On the Motion of the Heart and Blood in Animals*, çev. Robert Willis, Prometheus Books (karton kapak, 1993, ISBN 978-0879758547).

ON

ARİSTOTELES'İN ÖLÜMÜ

Eski yetkenin gözlem ve ispatlar lehine terk edilmesi

> Çağımızda öyle olaylar ve gözlemler var ki, Aristoteles şimdi hayatta olsaydı, hiç kuşkum yok ki görüşünü değiştirirdi.
> –Galileo Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, ptolemaico e copernicano* (1632)

Yirmi bir yaşındaki William Harvey Tıp Okulunda okumak üzere Padova'ya geldiğinde, Galileo Galilei burada matematik profesörü olarak yerleşmişti bile.

Harvey'den on dört yaş büyük olan Galileo, çok popüler bir konferansçıydı; tüm kıtadan onu dinlemeye gelen öğrencileri sığdırabilmek için, iki bin kişilik, üniversitenin en büyük salonunu kullanmak zorunda kalıyordu. Ama elimizde Harvey'nin katıldığına dair bir kayıt yok. "Matematik" geniş bir terimdi ve Galileo'nun seminerlerinin aritmetik, geometri, astronomi, fizik ve askeri istihkâmla mühendislik konularını kapsaması bekleniyordu. Bunlar Harvey'nin ilgi alanına girmesi beklenmeyen konulardı; tıp eğitimi, şimdi olduğu gibi o zaman da, hem yoğun hem de dar bir alanı kapsıyordu.[1]

Galileo Pisa üniversitesinde geçirdiği mutsuz üç yılın ardından Padova'ya gelmişti. Giderek Aristotelesçi fizik konusunda daha eleştirel bir konuma gelmişti ve görüşleri Pisa'daki

[1] Giorgio de Santillana, *The Crime of Galileo* (Chicago Üniversitesi Yayınları, 1955), 3.

gelenekçiler nezdinde onu popüler kılmamıştı. Bir üniversite destekçisinin tasarladığı dip tarama makinasını münasebetsizlik ederek "yararsız" olarak değerlendirip, önerilen modelin ne kadar kötü bir performans göstereceğini de kanıtlayınca, aşağılanan kâşif düşmanlarının saflarına katılmıştı.[2]

Bu yüzden, Galileo 1592'de önerildiğinde, Padova'daki görevi hemen kabul etti. Ama Pisa zaman kaybı olmamıştı. Oradayken, kuvvet ve hareket üzerine, Kopernikçi sistemin en çetrefilli sorunlarını çözme yolunda ilk bir adımı oluşturan, yayımlanmamış bir denemeler dizisi olan *De motu*'yu yazıp dağıtıma sokmuştu.

Galileo o noktada özellikle göklere odaklanmış değildi. İlgisi yeryüzüne daha yakın yerlerdeydi. Hayatının daha sonraki aşamalarında yazdığına göre, büyük dolu taneleriyle küçüklerinin yere yan yana düştüklerini gördüğünde, Aristotelesçi fizikten kuşku duymaya başlamıştı. Aristoteles'e göre, bu yalnızca tüm büyük dolu taneleri daha yüksekten düşerlerse mümkün olurdu, çünkü büyük nesneler küçüklere göre daha hızlı düşerdi. (Nesneler, "doğal yerlerine" erişmek istedikleri için düşerlerdi; "ağır" elementlerden yapılma nesneler olan evrenin merkezine. Büyük nesneler, daha büyük bir ağır element yoğunluğuna sahip oldukları için, küçük nesnelere göre daha hızlı düşerlerdi.)[3]

Galileo *bütün* büyük dolu tanelerinin gökyüzünün daha yukarılarından düştüğüne inanamıyordu. Ve *De motu*'daki makaleler, Pisa'dayken, Aristoteles'in hareket fiziğine açıkça aykırı sonuçlar veren bir takım deneyler yapmıştı.

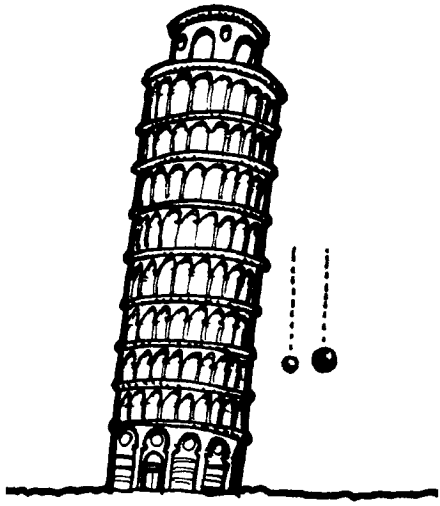
Yaklaşık yetmiş yıl sonra, yaşlı adamın öğrenci asistanı olarak görev almış olan İtalyan matematikçi Vincenzo Viviani tarafından kaleme alınan Galileo'nun ilk yaşamöyküsü, Galileo'nun "Pisa kulesinin tepesinden" eşitsiz ağırlıkta nesneler atıp aynı zamanda yere çarpmalarını gözlemleyerek Aristoteles'in yanlışlığını kanıtladığında ısrar eder. Viviani'nin yaşamöyküsü zaman ve yer açısından hatalarla doludur ve bu dra-

---

[2] John Joseph Fahie, *Galileo: His Life and Work* (J. Murray, 1903), 27.

[3] Stillman Drake, *Galileo at Work: His Scientific Biography* (Dover, 1978), 2, 473.

matik anlatıya da kuşkuyla yaklaşılmasına neden olur. Ama Stilman Drake'in Galileo'nun düşüncesi üzerine klasik incelemesinde de belirttiği gibi, Galileo'nun, Pisa'lı öğrencilerin çalışmalarının ispatlarını gözleriyle görebilmeleri amacıyla kamuya açık gösteriler düzenlemiş olması mümkündür. Gerçeğin her zaman ispatlanabileceğine sağlam bir şekilde inanıyordu. "Gerçek... birçoklarının sandığı gibi, derinlerde saklanmış değildir," diye yazmıştı, *De motu*'nun 9. Bölümünde. "[Bu] doğa tarafından bize o kadar açık ve berrak bir şekilde gösterilmiştir ki, hiçbir şey daha açık ve bariz olamaz."[4]



10.1 Galileo'nun Deneyi

Gene de, Galileo bu Baconcı yöntemin –gerçeğin tekrarlanan deneylerle ispatlanması– alıcı yetke nezdinde daha rüştünü ispat etmediği, hâlâ geleneğin arkasından ikinci geldiği bir dünyada yaşıyordu. Kırk yıl sonra, Galileo, Aristoteles'in bütün sinirlerin kalpten çıktığı konusundaki ısrarının aksini ispatlamak isteyen bir beyin anatomistinin gerçekleştirdiği halka açık bir teşrihe katılan Venedikli filozoftan iğneli kelimelerle söz ediyordu:

[4] *A.g.e.*, 21-22.

> Anatomist, büyük bir sinir demetinin beyinden çıkıp, enseden geçip, omurganın içinden aşağıya inerek bütün vücuda yayıldığını bu arada yalnızca iplik kadar ince bir dalın kalbe gittiğini göstermişti. Daha sonra, her şeyi olağandışı titizlikle kendisine göstermek ve ispatlamak üzere çağırdığı [filozofa] dönerek, adama nihayet sinirlerin beyinden çıktıkları konusunda ikna ve tatmin olup olmadığını sordu... Filozof, bir süre düşündükten sonra, şöyle yanıt verdi: "Benim bu konuyu o kadar açık ve elle tutulur bir şeklide görmemi sağladınız ki, Aristoteles'in metni buna karşı çıkıp sinirlerin kalpten çıktığını açıkça ifade ediyor olmasa, bunun gerçek olduğunu kabul etmek zorunda kalırdım."[5]

Görmek henüz inanmak anlamına gelmiyordu.

Galileo, muhtemelen en merkezi sorularından kimilerine tatminkâr yanıtlar bulamadığından, *De motu*'yu yayımlamadı. Ama bakmaya devam etti. Padova'ya gelişinden yaklaşık on beş yıl kadar sonra, gözlerinin menzilini arttıran yeni bir araçtan haberi oldu; mesleğini Hollanda'da sürdüren gözlük yapımcısı Hans Lippershey, hipermetrobu düzelten dışbükey merceklerle miyobu düzelten içbükey mercekleri bir araya getirerek yeni bir alet yapmıştı. 2 Ekim 1608'de, Lippershey Hollanda yasama organı Staten-Generaal der Nederlanden'e başvurarak, imal ettiği bu "teleskop" için patent koruması bahşedilmesini talep etti.[6]

Staten-Generaal, Lippershey'den bir teleskop satın aldı ama patent vermeyi reddetti ve bir yıl içinde tüm Avrupa'da teleskoplar monte edilmeye başladı. Anlaşılan Galileo ilk kez 1609'da, bir Venedik ziyareti sırasında bir teleskopla karşılaştı ve geri döner dönmez kendi merceklerini parlatma ve kırılmasını iyileştirme çabasına başladı.

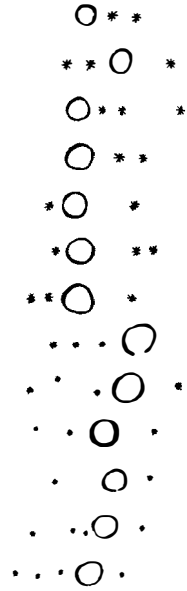
Lippershey'in aleti çıplak gözden biraz daha yararlıydı; Galileo büyütmesini yaklaşık 20X'e kadar çıkarttı. Bir telesko-

---

5 Galileo Galilei, *Dialogue concerning the Two Chief World Systems, Ptolemaic and Copernican*, çev. Stillman Drake, der. Stephen Jay Gould (Modern Library, 2001), 125.

6 David Leverington, *Babylon to Voyager and Beyond: A History of Planetary Astronomy* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2003), 70.

pa gözünü dayamasından yalnızca bir yıl sonra, gözlemlerine dayanan, gökyüzü üzerine bir inceleme yayımladı. "Yıldız Habercisi, büyük ve harikulade görüntüler," diyordu kapak sayfası, "Ayın yüzeyine, sayısız Sabit Yıldıza, Samanyoluna, Bulutsu Yıldızlara ama özellikle çok büyük bir hızla farklı uzaklıklarda ve farklı dönüş süreleriyle Jüpiter Gezegeni çevresinde dönen dört gezegene."[7]



10.2 Galileo ve Jüpiter. Galileo'nun Jüpiter Üzerine Teleskopla Yaptığı İncelemelerin Çizimlerinin Kopyası.

Galileo, teleskopundan bakınca, ayda dağlar ve vadiler, yalnızca gözle görülenden çok daha fazla yıldız ve nebulalar – yıldız kümelerinden oluşan, bulutsu gök cisimleri– görmüştü. Ama Jüpiter'in etrafında dönen dört gezegen, onun sözleriyle,

[7] William Cecil Dampier ve Margaret Dampier, der., *Cambridge Readings in the Literature of Science; Being Extracts from the Writings of Men of Science to Illustrate the Development of Scientific Thought* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1928), 15.

"bu çalışmadaki, en önemli konuydu." Evvelce hiç görülmemişlerdi; önce, Galileo yeni görülebilen sabit yıldızlar sanmıştı, ama ertesi gün onlara yeniden baktığında, *hareket etmişlerdi.*

Ve hareket etmeyi de sürdürdüler, Jüpiter'in sağına ve solunda, görünüp kaybolarak. Bir hafta boyunca, Galileo ilerlemelerinin çizimlerini yaptı ve kaçınılmaz bir sonuca vardı: "gezegenin çevresinde, eşitsiz yörüngelerde, dönüyorlardı." Galileo'nun gözlemleri, bütün gök cisimlerinin yerkürenin etrafında dönmediğine dair tartışmasız bir ispat sağlıyordu. Ve *Sidereus Nuncius*'un [Yıldız Habercisi] yayımlanmasının sonrasındaki aylarda, Galileo teleskopunu Venüs'ün –Ptolemaiosçu sistemde açıklanamayan, ancak güneşin etrafında dönmesi durumunda bir anlam kazanan– değişen safhalarını incelemekte kullandı.[8]

Galileo'nun ağırlıklarla gerçekleştirdiği deneyler sonucunda zaten ölümcül bir darbe almış olan Aristotelesçi fizik, bitirici darbeyi de yemişti. Ama cesede bile hâlâ sadık olanlar vardı. Padova'daki baş filozof, Cesare Cremonini, Galileo'nun teleskopundan bakmayı reddetmişti: "Buradaki önde gelen filozoflara ne diyorsunuz," diye astronom Johannes Kepler'e acı acı yazmıştı Galileo, "onlara bin kere çalışmalarımı göstermeyi önerdim, ama onlar, doyana kadar yemiş olan bir yılanın tembelce inadıyla, gezegenlere ya da aya bakmayı reddediyorlar... Böylesi insanlar için... Gerçek evrende ya da doğada değil, (onların sözcüklerini kullanıyorum) metinler karşılaştırılarak aranmalı!"[9]

Muazzam bir savaş başlıyordu: kadim yetkeyle güncel gözlem, Aristotelesçi düşünceyle Baconcı yöntem, metinle göz arasında. Galileo'nun şahsen Aristotelesçi mantık ya da felsefeyle bir sorunu yoktu, ama o büyük adamın fiziğini sorgusuz kabul etmeyi reddediyordu. Daha sonraları, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* içinde, karşıtlarının

---

8 Maurice A. Finocchiaro, *Defending Copernicus and Galileo: Critical Reasoning in the Two Affairs* (Springer, 2010), xv; Dampier ve Dampier, *Cambridge Readings*, 26–27, 30; Leverington, *Babylon to Voyager*, 83.

9 David Deming, *Science and Technology in World History* (McFarland, 2010), 3:165.

itirazlarını geleneklerine bağlı karakteri Simplicius'un ağzına yerleştirdi: "Aristoteles terk edilecekse, rehber olarak kimi alacağız?" diye sorar Simplicius. "Rehberlere ormanlarda ve bilinmeyen topraklarda ihtiyacımız olur," diye yanıt verir Galileo'nun diyalogdaki sözcüsü, araştırmacı Salviati, "ama ovalarda ve açık alanlarda, yalnızca körlerin rehbere ihtiyacı olur." Felsefe hâlâ bilinmeyen, sık ağaçlı bir yer olabilirdi, ama Galileo'nun fikrine göre fizik ve astronomi artık aklı ve gözü olan herkesin gerçeği görebileceği açık alanlardı; yerküre "karanlıktan yükseltilmiş ve açık havaya çıkartılmıştı." Aristoteles'in kendisi bile, diye iddia ediyordu, yeni buluşları takdir ederdi ve fiziğini buna göre uyarlamakta istekli olurdu.[10]

Ama Aristoteles'in taraftarları aynı görüşte değildi. Ve bunlara yalnızca (ayrılık çıkartmak dışında bir güçleri olmayan) filozoflar ve araştırmacılar değil, Engizisyonun başındaki kilise adamları da dâhildi ve onların gerçekten de çok fazla güçleri vardı. On yedinci yüzyılın başından itibaren, merkezi Roma'da bulunan kilisenin ilahiyatı tamamen Aristotelesçileşmişti. Tommaso d'Aquino'nun on üçüncü yüzyıldaki, Hıristiyan uyanışla Aristotelesçi metafizik arasındaki büyük sentezi, Roma Hıristiyanlığına nüfuz etmişti. Bu sentezin merkezî bir unsuru, insan aklıyla ve duyuların kullanılmasıyla bulunabilecek (doğa dünyasının gerçekleri gibi) şeylerle, yalnızca ilahi vahiyle anlaşılabilecek (Tanrı'nın doğası gibi) gerçekler arasında dikkatli bir ayrımdı. Her ne kadar bu ayrım Galileo'nun kendi bakış açısıyla çok güzel uyuşuyor gibi gözükse de, aslında ölümcül bir çelişki içeriyordu: İncil Tanrı'nın kendi hakkındaki vahyiydi ve bu yüzden ikinci gerçeklik kategorisine –duyular ya da akıl tarafından anlaşılamayacak olanlara– dâhildi. Bu çözümlenmesi değil, kabul edilmesi gereken bir metindi, Aristoteles'in kendi yazıları gibi.#

---

[10] Galilei, *Dialogue*, 130–31.

Aristotelesçi felsefeyle Hıristiyan ilahiyatı arasındaki ilişkinin daha ayrıntılı bir çözümlemesi bu kitabın kapsamının dışındadır. William C. Placher yararlı bir özet sunar: "The Fragile Synthesis," *A History of Christian Theology: An Introduction* içinde, Bölüm 10, (John Knox Yayınları, 1983).

Galileo'nun buluşları çift taraflı endişe vericiydi: hem Aristoteles'le hem de İncil'deki birçok pasajın sözcük anlamıyla çelişiyordu. Ve teleskop sayesinde, gezegenlerin hareketleri artık "olguyu kurtarmak" için yapılan matematiksel bir numara olarak açıklanamıyordu.

1615'te, Papa V. Paulus kardinal Roberto Bellarmino'yu Galileo'nun çalışmalarını ve sonuçlarını soruşturmakla görevlendirdi. Galileo henüz güneş-merkezli konumu açıkça savunan bir şey yazmamıştı, ama *Sidereus Nuncius* içindeki gözlemleri bunu kabul ettiğini kesinlikle gösteriyordu. Bu yüzden, bir yıl süren soruşturmanın ardından Bellarmino Galileo'nun çalışmasının değil, Kopernik'in *De revolutionibus*'unun sapkın, yasaklı metinler listesine (*Index Librorum Prohibitorum*) alınmasını önerdi. Aynı zamanda, kişisel ama resmi bir toplantıda, Kopernik'le aynı fikirde olduğunu alenen kabul etmemesi konusunda uyardı.

Kopernik'in sisteminin kutsal metinlerle hiç de çelişmediğini öne süren Karmelit keşiş Paolo Antonio Foscarini'ye yazdığı bir mektupta, Ballarmino güneş-merkezli modelin yalnızca matematiksel bir sistem olarak kalmasını önerir. "Bana öyle geliyor ki," diye yazar Bellarmino,

> Siz ve Bay Galileo, kendinizi mutlak olarak değil varsayımsal olarak konuşmakla kısıtlayıp temkinli bir şekilde ilerliyorsunuz... Çünkü yerkürenin hareket edip güneşin sabit olduğunu varsayarak görüntüyü, eksantriklikler ve episikler varsayarak kurtarmaktan daha kolay olacağını söylemekte bir tehlike yoktur... ama gerçekte güneşin dünyanın merkezinde olduğunu ve yerkürenin çok büyük bir hızla güneş etrafında döndüğünü ifade etmeyi istemek farklıdır; bu çok tehlikeli bir şeydir, muhtemelen yalnızca felsefe araştırmacılarıyla ilahiyatçıları kızdırmakla kalmayacak, aynı zamanda Kutsal metinleri yanlış hale getirerek, Kutsal İnancı da zedeleyecektir.[11]

[11] Galileo Galilei ve Maurice A. Finocchiaro, *The Essential Galileo* (Hackett, 2008), 146.

"Varsayımsal olarak konuşmak" hem İncil'i hem de Aristoteles'i koruyordu: çifte zafer.

Bellarmino teleskopla elde edilen kanıtların yok sayılmasını önermiyordu. Üstelik Galileo'nun vardığı sonuçları değerlendirebilecek matematik bilgisinden de yoksundu. Onun açısından, güneş-merkezli sistemi destekleyecek ispat yoktu (ve adil olmak gerekirse, Galileo da yerkürenin görünürdeki hareketsizliği sorununu çözememişti). Doğrusu Bellarmino konuyu yeniden incelemeye istekliydi, eğer ispat bulunursa:

> Güneşin dünyanın merkezinde olduğu... ve güneşin yerkürenin etrafında dönmediği, yerkürenin güneşin etrafında döndüğü yolunda bir ispat gerçekten yapılabilirse, o zaman bunun tersini söyler görünen Kutsal Metinlerin açıklanmasında çok dikkatli hareket edilmeli ve ispatlanan şeyin yanlış olduğu değil, bu yazıları yanlış anladığımız söylenmelidir. Ama bana gösterilene kadar, böylesi bir ispata inanmam.[12]

Bu ifade Galileo'da bir meydan okuma etkisi yaptı. 1616'da, denizlerin hareketinin yalnızca yerküre hem kendi çevresinde hem de güneşin yörüngesinde dönerse açıklanabileceğini öne süren *Discorso sul flusso e il reflusso del mare* [Denizlerdeki Gelgit üzerine Söylev] adlı elyazması bir denemeyi dolaşıma soktu. Artık Kutsal Roma imparatorunun imparatorluk matematikçisi konumunda bulunan, sürekli yazıştığı Johannes Kepler de onunla eşzamanlı olarak, gezegenlerin Kopernik modeline daha büyük doğruluk sağlayan yeni yörüngeleri üzerine çalışıyordu.

Bunu izleyen on altı yıl boyunca, Galileo güneş-merkezli modelin kalan sorunlarını teker teker ele aldı. Bir geminin direğinden atılan bir nesne benzetmesiyle, yerkürenin görünürdeki hareketsizliği konusunda tatminkâr bir açıklama buldu: direğin tepesinden atılan nesne, her seferinde direğin dibine düşüyordu. Süregiden gelgit ve Venüs'ün safhaları sorunları üzerine çalışmayı sürdürdü. Nihayet, 1632'de, vardığı tüm so-

[12] *A.g.e.*, 147.

nuçları bir başyapıtın içinde topladı: *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, ptolemaico e copernicano* [İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog].

O sırada, Bellarmino öleli on iki yıl olmuştu. Ama Engizisyon canlı ve etkindi, bu yüzden *Dialogo* varsayımsal bir tartışma gibi oluşturuldu: güneş-merkezli, jeokinetik (dünyanın hareket ettiği) bir modelin, kuramsal olarak, evrenin en iyi görüntüsü oluşturduğu üzerine üç arkadaş arasındaki bir tartışma. Kopernik modeli düşünceli ve zeki karakterler Salviati ve Sagredo tarafından savunuluyordu; tüm Engizisyon onaylı görüşler de daha az sempatik, Aristoteles'e körlemesine sadık, mantığını kapıda bırakmaya razı açıkça cahil ve beceriksiz Simplicius tarafından.

Bu kurnazlık *Dialogo*'nun ilk sansürcü olan Dominiken ilahiyatçı Niccolo Riccardi'yi aşması için yeterli oldu, ama Riccardi kilisenin güneş-merkezcilik karşısındaki gayet geçerli itirazlarını tanıyan bir önsözün eklenmesi konusunda ısrarcı oldu. Aynı zamanda sonuna gelgitlerin yerkürenin hareket etmesine bağlanmadan anlaşılabileceği konusuna dikkat çeken bir uyarı konmasını da istedi. Galileo derhal hayli alaycı bir önsöz ekledi ("Yıllar önce Roma'da, içinde yaşadığımız çağın tehlikeli eğilimlerinin önünü almak amacıyla yerkürenin hareket ettiğine dair görüşlerin üzerine yerinde bir sessizlik dayatan kurtarıcı bir ferman çıkartılmıştır) ve Simplicius'un ağzına Tanrı'nın "sonsuz gücü ve bilgeliğiyle," muhtemelen gelgitleri "bizim aklımızla düşünemeyeceğimiz birçok şekilde" hareket ettirdiği" yolunda bitiş sözleri yerleştirmişti.[13]

Önsöz incelikli bir okuyucu olmayan Riccardi'yi tatmin etmiş olmalı ki 1632 Şubatında Dialogo bin nüsha olarak Floransa'da basıldı. Baskı derhal tükendi. Bahar başlarında, alaycılığa kulakları Riccardi'den daha açık kilise adamları Galileo'nun kuşkuya yer vermeyecek bir şekilde Bellarmino'nun önceki uyarılarını çiğnediğine dikkat çekmeye başlamışlardı.

Galileo *Dialogo*'nun açıkça varsayımsal olduğunu ve güneş-merkezciliği ne tuttuğunu ne de savunduğunu öne sürdü;

[13] Galilei, *Dialogue*, xvi, 5, 538.

yalnızca bunu tartışıyordu (Bellarmino da buna açıkça izin vermişti). Ama Engizisyonun o andaki başı olan Kardinal Vincenzo Maculano aynı fikirde değildi. 1633 baharında, Galileo kendisini savunmak üzere Roma'ya yolculuk etmeye zorlandı. Maculano savlardan etkilenmemeyi sürdürdü ve 28 Nisanda yaşlı adamı Bellarmino'nun kurallarını ihlal ettiğini itiraf etmezse, "kuralları daha sıkı uygulamakla" tehdit etti.

Kuralların daha sıkı uygulanması: bu işkencenin kod adıydı ve yetmişli yaşlarına gelmiş, sağlığı da yerinde olmayan Galileo boyun eğdi. 22 Haziranda bir kilise adamları topluluğunun önünde diz çöktü ve uysalca, "Güneşin merkezde olduğu ve hareket etmediği yolundaki yanlış fikrimi terk ediyorum," dedi. Elinde itirafla, Maculano Galileo'yu ev hapsine mahkûm etti, üç yıl boyunca haftada yedi ceza ilahisi okumasını buyurdu ve *Dialogo*'yu da ebediyen yasakladı.[14]

Ev hapsindeki Galileo hareket üzerine incelemelerine geri döndü; 1638'de Aristotelesçi-olmayan fizik araştırmalarından oluşan *Due Nuovo Scienze* (Tam adı *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche Intorno a Due Nuove Scienze* [İki Yeni Bilim Üzerine Söylevler ve Matematiksel kanıtlar] –çn.) başlıklı çalışması, kilise sansürcülerinin onayını alması gerekmeyen Leiden'de basıldı. 1642'de öldüğünde mahkûmiyeti sürüyordu ve *Dialogo* da hâlâ *Index* içindeydi.

Ama Engizisyonunun eriminin dışında, Dialogo dolaşımını sürdürdü: yeniden basıldı, tüm Avrupa'da okundu, 1661'de İngilizceye çevrildi. Galileo'nun ölümünden yalnızca çeyrek asır sonra, yer-merkezli model ölmüştü ve Aristoteles fiziğinin yerini de neredeyse tamamen yeni düşünme tarzları almıştı.

Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, ptolemaico e copernicano'*nun önemli bölümleri için, bkz., http://susanwisebauer.com/story-of-science.*

[14] Deming, *Science and Technology*, 177–78.

GALILEO GALILEI
Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, ptolemaico e copernicano•
(1632)

En iyi ve en okunabilir İngilizce çeviri Stillman Drake tarafından gerçekleştirilmiştir. İlk kez 1953'te yayımlanmıştır ve Modern Library Science Series'den güzelce gözden geçirilip notlandırılmış olarak bulunabilir.

Galileo Galilei, *Dialogue concerning the Two Chief World Systems, Ptolemaic and Copernican*, çev. ve notlarla gözden geçiren Stillman Drake, Modern Library (karton kapak, 2001, ISBN 978-0375757662).

• Bu Kitabın Türkçe çevirisi: Galileo Galilei, İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog, çev. R. Aşçıoğlu, İş Bankası Kültür Yayınları/Hasan Ali Yücel Klasikleri, 2008. –çn.

ON BİR

ALETLER VE YARDIMLAR

Doğayı çarpıtıp duyuları genişleterek deneysel yöntemin geliştirilmesi

> Bu durumda, Kıyaslamalar yerine Deneylerde ısrarcı olduğunuzu görmekten ziyadesiyle memnunum.
> –Robert Boyle, *The Sceptical Chymist*, 1661

> Duyular konusunda bundan sonra yapılması gereken, bunların zafiyetlerini Aletlerle desteklemek ve doğal olana yapay Organlar eklemektir.
> –Robert Hooke, *Micrographia*, 1665

Galileo'nun öldüğü yıl olan 1641'de, İrlandalı yeniyetme Robert Boyle "büyük tur"una –orta öğrenimini (Boyle'un durumunda, Eton) tamamlayan hali vakti yerinde delikanlıların bir vasi eşliğinde geçirdikleri Avrupa turu– başladı. Sonbaharda, iki yolcu İtalya'nın kuzeyine varmışlar ve kışı Floransa'da geçirmeye kara vermişlerdi. Burada, Boyle'un erken dönem yaşamöyküsü yazarı Thomas Birch'ün bize aktardığına göre.

> zamanının çoğunu vasisinden (mükemmel bildiği bir dil olan) İtalyancayı öğrenmekle geçirdi, bu dilde çabucak yerli bir aksan edindi ve hem kitapları hem de insanları anlayacak kadar öğrendi... Boş vakitlerinin geri kalanını İtalyanların modern tarihini ve zekice kitapları Roma tarafından bir fermanla yalanlanan büyük yıldız gözlemcisi Galileo'nun yeni paradokslarını okumakla geçirdi.[1]

[1] Thomas Birch, "The Life of the Honourable Robert Boyle," Robert Boyle, *The Philosophical Works of the Honourable Robert Boyle in Six Volumes* içinde, (J. & F. Rivington, 1772), 1:xxiv.

Yalanlansın yalanlanmasın, Galileo'nun çalışmaları açıktır ki büyük ölçüde dolaşımdaydı ve Robert Boyle bunları tamamen inandırıcı buldu: "Yerkürenin hareketi üzerine bu varsayım," diye yazmıştı daha sonraları, "olgulara (tamamen yanılgı içinde bulunan) Aristoteles'in doktrininden çok daha uygundur."[2]

O noktada, Galileo'nun otuz yıl önceki teleskop gözlemleri tekrarlanmış, doğrulanmış ve geliştirilmişti. Teleskoplar da daha güçlü ve daha nitelikli hale getirilmişti; astronom Johannes Kepler iki dışbükey merceğin Galileo tarafından kullanılan içbükey-dışbükey mercekler bileşiminden daha berrak ve daha geniş görüş alanı sağlayacağını kuramsallaştırmıştı ve 1614'te Alman fizikçi Christoph Scheiner Keplerci bir teleskop imal ederek bunu kanıtlamıştı (ama görüntü daha iyi olsa da, baş aşağıydı). Aynı teknoloji ters yönde de uygulanmıştı; Galileo da şahsen bir bileşik mikroskop yapmış, bunu *occhialino* ("küçük gözlük") olarak adlandırmış ve bunu "sayısız küçük hayvanı muazzam bir hayranlıkla " izlemekte kullanmıştı. (Romalı doğa bilimci Federico Cesi'ye, 1624'te, "bit çok korkunç," diye yazmıştı.)[3]

Yedi yıl sonra, turunu tamamlayıp Londra'da kendi bilimsel araştırmalarını sürdüren Robert Boyle bu yeni teknolojilere hayran kalmıştı. "Güçlü teleskoplarla eski ve yeni keşfedilen yıldızlarla gezegenleri gözledim," diye yazıyordu, "mükemmel mikroskoplarla da, başka koşullarda görülemeyecek nesneleri, doğanın ilginç işçiliğinin eşsiz inceliğini ayırt ediyorum ve... kimyasal potalar yardımıyla, doğanın kitabını inceliyorum."[4]

Kimyasal potalar: bu doğal maddelerin, özellikleri üzerine daha fazla şey öğrenmek üzere yapay sıcaklıklara ısıtıldıkları kaplar (porselen şişeler, çömlekçilik fırınları, su ya da kum banyoları, tuğla ya da taş ocaklar) için kullanılan genel bir te-

---

2 Robert Boyle, "A Free Inquiry into the Vulgar Notion of Nature," *The Philosophical Works of the Honourable Robert Boyle* (W. & J. Innys, 1725) içinde, 2:115.

3 Untitled column, *Journal of the Optical Society of America and Review of Scientific Instruments* 6, no. 6 (August 1922): 835–36; Matteo Valleriani, *Galileo Engineer* (Springer, 2010), 56–57.

4 Marie Boas Hall, *Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1958), 20.

rimdi. Teleskoplar, mikroskoplar ve potalar, Pythagoras, Arşimet ve Aristoteles'in doğa dünyasını soruşturmada kullandıkları aletlerden esas olarak farklıydı. Eskiler, fiziksel dünyayı anlamak amacıyla duyularını kullanarak doğayı ölçmüşler, tartmışlar ve hesaplamışlardı. Ama teleskoplar, mikroskoplar ve potalar duyularla konu arasındaki temel ilişkiyi değiştirmişti. Doğal dünyayı çarpıtmışlardı; doğal olmayan şekilde büyütmüşler, eritmiş, birleştirmiş ya da imbiklemişlerdi (Boyle'un sözleriyle, doğal nesneleri "oluşturucu parçalarını itirafa zorlamak için," onlara "işkence etmişlerdi").[5]

Bu Baconcı deneysel programın bir parçasıydı. Bacon, *Novum organum* içinde, "ne çıplak el, ne de kendi haline bırakılmış anlayış pek bir şey yapamaz," diye yazmıştı. "İş, aletler ve yardımla yapılır." Bu aletlerle gerçekleştirilen deneyler "ayrıntılıydı" ve "elaboratuvarlarda" gerçekleştiriliyordu (bu sözcük on yedinci yüzyıl İngilizcesinde ilk kez olarak görülüyordu).*

Bir elaboratuvarın inşası para ve zaman alıyordu, ama Robert Boyle bağımsız bir servete sahipti ve ona ayak bağı olacak bir ailesi de yoktu, dolayısıyla da yeni aletleri kullanmak için ideal konumdaydı. Tanıdığı John Aubrey'nin ifadesine göre, "soylu bir laboratuvarı ve bununla meşgul olacak birçok hizmetçisi (çırakları) vardı... Herhangi bir nadir sırrı elde edebilmek için masraftan kaçınmazdı."[6]

Her ne kadar birçoğundan daha fazla mali kaynağa sahip olsa da, yeni aletler ve yardımdan yararlanarak deneyler yapan tek genç adam Boyle değildi. Londra'da benzer kafada

---

[5] Robert Boyle, *The Sceptical Chymist* (Dover, 2003), 15; Thomas L. Hankins ve Robert J. Silverman, *Instruments and the Imagination* (Princeton Üniversitesi Yayınları, 1995), 3.

* Bu cümledeki "ayrıntılı" sözcüğü, özgün metinde "elaborate" olarak geçmektedir. Bu işlemin gerçekleştiği mekân olarak da, gene özgün metinde "elaboratory" sözcüğü kullanılmakta ki bu sözcük de Türkçedeki "laboratuvar" sözcüğünün İngilizce karşılığı olan ve Latince "çalışmak" anlamındaki "labore" sözcüğünden türetilen "laboratory" sözcüğünün kullanılmaya başlamasından önce bu mekân için kullanılan sözcük olmalıdır –çn.

[6] Trevor H. Levere, *Transforming Matter: A History of Chemistry from Alchemy to the Buckyball* (Johns Hopkins Üniversitesi Yayınları, 2001), 14.

doğa filozoflarıyla tanışmıştı: "*Görünmez*in köşetaşları ya da (kendi kendilerine verdikleri isimle) *felsefe akademisi* ara sıra beni varlıklarıyla şereflendiriyorlar," diye yazmıştı, 1646'da bir dostuna, "o kadar geniş ve araştırmacı ruha sahip adamlar ki, okul felsefesi onların bilgilerinin yalnızca en alt tabakası."[7]

Bu "görünmez akademi," daha sonraki komplo kuramcılarının öne sürdüğü gibi, esrarengiz ve gizli bir dernek değildi. Buluşlarını paylaşmak ve Baconcı yöntemleri tartışmak üzere amatör filozofların değişken ve çakışan çevrelerde toplandıkları gevşek bir ağdı. Genç Boyle'un en fazla ilişki kurduğu çevre, Moravyalı ilahiyatçı Jan Amos Komensky'nin (Johann Amos Comenius) etkisindeydi. Komensky garip bir şekilde hem Baconcı hem de sıkı bir Kopernik karşıtıydı, çünkü gözlemin bilim için kesin gerekli olduğuna inanıyordu, ama aynı zamanda da İncil'in evrenin yer-merkezli olduğu konusunda kesinlikle açık olduğu düşüncesindeydi.[8]

1650'lerin başlarında, Boyle'un deneysel bilimci becerileri Londra ağındakileri aşmış gibiydi, o da önce İrlanda'daki aile topraklarına, sonra da aynı kafadaki filozofların bulmak için Oxford'a taşındı. Burada, elaboratuvarında ona yardımcı olması için fakirlik çeken Robert Hooke adlı bir öğrenciyi yanına aldı.

Bu iki adam, birlikte –Boyle otuzuna yaklaşıyordu, Hooke ancak yirmilerine girmişti– Boyle'un sırlarını ortaya çıkartmak üzere doğaya "işkence edeceği" çeşitli araçlar imal etmeye çalıştılar. 1658'de, ilk kez 1654'te Alman fizikçi Otto von Guericke tarafından halka tanıtılan ve özellikle karmaşık bir alet olan bir hava pompası imal etmeyi başardılar. Guericke hava pompasını iki ayrı yarım küreden oluşan bronzdan içi boş bir topun havasını boşaltmakta kullanmıştı; daha sonra topu sekizer attan oluşan iki takımın arasına bağlamış, bunlar yarım küreleri ayırmayı başaramamışlardı. Guericke'nin amacı belli bir Aristoteles kuramının –evrende "boş uzay" diye bir şey olmadığının– yanlışlığını kanıtlamaktı. Aristoteles evrendeki

[7] Birch, "Life of the Honourable Robert Boyle," xxxiv.

[8] Hall, *Robert Boyle*, 6; Charles Webster, der., *The Intellectual Revolution of the Seventeenth Century* (Routledge, 2011), 236–37.

her *mekânın* bir şeyler tarafından işgal edildiğini öne sürmüştü (daha sonra "doğa boşluktan nefret eder" olarak özetlenen konum). Guericke'nin gösterisi, *hiçbir* şeyin var olmadığı bir mekân yaratmak üzere topun içinden *her şeyi*, hatta en minik hava parçacığını bile çıkartmayı hedefliyordu: Aristoteles fiziğine ölümcül bir darbe daha.[9]

Boyle'un hava pompasıyla deneylerinin biraz farklı bir amacı vardı. Doğanın boşluktan nefret *etmediği* belliydi; o şimdi havanın yokluğunda çeşitli olgulara ne olduğunu bilmek istiyordu. Birlikte, o ve Hooke bir odaya birçok şey koyup havasını boşalttılar: bilyalar, ağırlıklar, tüyler, çalmakta olan bir saat (sesini duyamadılar), barut (patlaması zordu), mumlar (söndüler), bir ördek (bayıldı) ve birçok yılan (sonunda, öldüler). Deneyler Boyle'u 1660'da ilk yayını olan *New Experiments Physico-Mechanical: Touching the Weight of the Air and Its Effects*'i [*Yeni Fiziksel-Mekanik Deneyler: Havanın Ağırlığı ve Etkileri*] yayımlamaya götürdü. Burada, hava parçacıklarının şöyle anlaşılabileceğini kuramsallaştırdı:

> Birbiri üzerine yatan küçük parçalardan oluşan bir öbek, bir yün yapağısına benzetilebilir. Çünkü bu da... birçok ince ve elastik kıllardan oluşur; her biri, küçük bir yay gibi, kolayca sıkıştırılıp yuvarlanabilir; ama aynı zamanda, bir yay gibi, yeniden yaylanıp genişleyebilir.[10]

Yünün yumruğunuzu kapattığınızda daha yoğun bir kümeye sıkıştırılabildiği gibi, hava da dış basınçla daha küçük bir alana sıkıştırılabilir. Ve yumruğun açılmasıyla yünün yeniden genişlemesi gibi, hava da, basınç kaldırıldığında, "aniden genişler ya da eski, daha gevşek ve serbest koşullarına geri döner. Bu niteliği Boyle "havanın yayı" olarak adlandırır ve bunu şimdi Boyle Yasası olarak bilinen bir formüle oturtur: gaz daha küçük bir hacme sıkıştırıldığında, basıncı artar.[11]

---

[9] Edward Grant, *A Source Book in Medieval Science* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 1974), 324, 326.

[10] Boyle, *Philosophical Works* (1772), 1:11.

[11] Boyle, *Philosophical Works* (1725), 2:510–32; Boyle, *Philosophical Works* (1772), 1:11–12.

Boyle Yasasının formülasyonu genellikle modern fiziğin gelişiminde bir kilometre taşı olarak görülür, ama Robert Boyle öncelikle fizikle ilgilenmiyordu. Havanın bileşimiyle ilgileniyordu, çünkü doğa dünyasını oluşturan elementlerle ilgileniyordu: "En büyük keyfi," diyordu John Aubrey, "kimyaydı."

Kimya:* on yedinci yüzyılda, yalnızca sihirbazlarla metal işçilerinin işgal ettiği âlem.

Boyle'un dünyasında, "kimya" adlı bir girişim alanı yoktu. Kadim zamanlardan beri, zanaatkârlar kıymetli metallerle ve boyalarla uğraşmışlardı ve bu da kimyasal tepkimeler üzerine pratik bilgiler gerektiriyordu. Mısırlılarla Yunanlar füzyon ve filtrasyonu, kristalleşmeyi ve damıtmayı biliyorlardı. Hammaddelerinin bileşimini değiştirmek için tavlamayı ve fırınları biliyorlar ve metallerin rengini değiştirmek için kükürt, arsenik ve cıva kullanmakta ustaydılar; örneğin, arsenik bakırı beyazlaştırıyor, onu (gözlemcilerin gözünde) tamamen farklı bir şeye "dönüştürüyordu."[12]

Bu teknikler, Yunanların Mısırlılardan aldığı bir terim olan *chemia* sözcüğüyle ifade ediliyordu. Sonraki yüzyıllarda, Arap zanaatkârlar *chemia*'yı (Arapça *el-simya*) daha da geliştirdiler ve bu arada oluşan dönüşümün doğası üzerine fikir yürütmeye başladılar. Dokuzuncu yüzyılda, en azından iki Arap düşünür (Bağdatlı mistik Cabir İbn Hayyan ve Farsi fizikçi Ebu Bekir Muhammed ibn Zekeriya el-Razi), metallerin dört geleneksel elementten oluşacağına, ek elementler olarak cıva ve kükürtten de oluştuğunu öne sürdüler (bu Aristoteles'in *Meteorologika* başlıklı çalışmasında ima ettiği bir fikirdir). On üçüncü yüzyılda, başka bir Aristotelesçi, İtalyan metalürjici Geber maddenin atomlardan değil, aslında *zerre* adı verilen bir şeylerden oluştuğunu öne sürmüştü. Atomlar, tanımları gereği, bölünemezdi; ama zerrelere cıva nüfuz edebilirdi ve iç yapılarını başka bir

* Boyle'un metinlerinde, "Kimyager, Kimya ve Kimyasal" sözcüklerinin İngilizce karşılığı olan "Chemist, Chemistry ve Chemical" yerine, bu sözcüğün daha arkaik bir hali olan "Chymist, Chymistry ve Chymical" sözcükleri kullanılmıştır –çn.

12 James Riddick Partington, *A Short History of Chemistry*, 3rd ed. (Dover, 2011), 22–23.

şekle dönüştürebilirdi. Eğer madde zerrelerden oluşuyorsa, kimi metallerin başkalarına dönüşmeleri –bakırın gümüşe ya da kurşunun altına– dönüşmesi mümkün olabilirdi.[13]

Bu ciddi bir bilimsel kuramdı, ama değersiz metallerin altına dönüştürülme olasılığı, el-simya'nın uygulamasını bir dizi üçkâğıtçı ve dolandırıcının eline geçmesinin ve bunların da dönüşümleri ustaca taklit ederek saf alıcılara "altın" satmalarının yolunu açtı. On altıncı yüzyılda simya tekniklerini daha iyi ilaçlar üretmekte kullanmakla ilgilenen ve tüm doğal değişmelerin (büyüme ve gelişme, mayalanma ve sindirim) temelde simyasal olduğunu öne süren Alman doktor Paracelsus'un ellerinde, simyanın itibarı kısmen düzeldi. Ama Aristoteles'in dört elementinin yerine üç ilkenin (dokuzuncu yüzyılın kükürt ve cıvasıyla ek ilke olan tuz) konması gerektiğini öne süren Paracelsus bir yandan zor, benmerkezci bir kişiliğe sahipti ve diğer yandan da dar bir şekilde simyanın tıbbi reçetelerdeki uygulamalarına odaklanmıştı; kuramları daha geniş doğa felsefesi alanında pek bir yol alamadı.

Boyle simyanın –maddenin yapısının incelenmesi– doğa felsefesine fizik ve astronomi kadar katkısının olacağına inanıyordu. Ve elaboratuvarında gerçekleştirdiği çalışmalar ona, ne Aristoteles'in dört elementinin, ne de Paracelsusçu üç ilke sisteminin sürekli deneyler sonucu ayakta kalamayacağını gösterdi. Aristoteles'e göre, ateşin her zaman diğer elementleri ateşe dönüştürmesi gerekiyordu; neden, diye sordu Boyle, doğa o kadar sıklıkla onun kimya potalarında "amacından şaşıyordu?"

> Ateş, akkor haline getirdiği tuğlaları ateşe dönüştürmüyor; ne potaları, ne kal potalarını,# ne de tamamen kapladığı altın ve gümüşü... ve ateş ahşaba etki ettiğinde bile, yalnızca bir kısmı ateşe dönüşüyor, çünkü is ve dumanı saymazsak bile, küller geride sabit ve yanmaz şekilde kalıyor.[14]

---

[13] Partington, *Short History of Chemistry*, 29, 36; Levere, *Transforming Matter*, 7–8.

[#] Kemik külünden yapılan, erimiş metalleri karıştırmakta kullanılan potalar.

[14] Robert Boyle, *A Free Enquiry into the Vulgarly Received Notion of Nature*, der. Edward B. Davis ve Michael Hunter (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1996), 114–15.

Paracelsus'un üç ilkesine gelince, Boyle kükürdün "kadim element" olarak kabul edilmesi gerektiğinden kuşkuluydu, çünkü laboratuvarında, genellikle "kimyagerler" tarafından hiç kükürt içermediği kabul edilen damıtılmış sıvılar kullanarak bir "kükürtsü sıvı" elde etmeyi başarmıştı.[15]

1661'de, Boyle ikinci büyük eseri olan *The Sceptical Chymist*'i [*Kuşkucu Kimyager*] yayımladı. Bu, geleneksel bir şekilde, dört karakterin bir diyaloğu şeklinde inşa edilmişti: Themistius, Aristoteles'in bir müridi; Philoponus, bir Paracelsusçu; Carneades, Boyle'un kendi bakış açısını yansıttığı sözcüsü; ve Eleutherius, ilgili bir gözlemci. Eleutherius gayet bilgili sorular sorar; Themistius ve Philoponus sırasıyla dört element ve üç ilke çözümlerini savunur; ve Carneades bunları çürütür.

Ama *The Sceptical Chymist* Carneades'in sunduğu ispatlar açısından tamamen gelenek dışıdır. Aristoteles ve Kopernik'in yaptığı gibi, daha iyi, daha tutarlı bir çözüme ulaştığı iddiası üzerinden tartışmaz. Doğrusu, her ne kadar Carneades madde üzerine farklı bir kuram önerse de (Geber'in "zerrelerinin," ayrılabilen, değişebilen, dönüştürülebilen kitleler halinde kümelenen bir "evrensel maddenin" bir sürümü), bir ispatı olmadığının farkındadır.

Ama *yaptığı*, Aristotelesçi ve Paracelsusçu konumların *yanlışlığını* kanıtlayan tekrarlanan, ayrıntılı deneylerdir. Zeki, halktan bir adam olan Eleutherius'un bu çok hoşuna gider. "Çok hoşlandım," der Carneades'e, onaylayarak,

> Bu vesileyle, kıyaslama yerine deneylerde ısrarcı olmanızdan. Çünkü ben, kuşkusuz siz de, uzun süredir araştırmacıların fizyolojik sırlar konusunda sıklıkla uyguladığı bu diyalektik inceliklerin, aklı başında gerçek aşıklarının bilgisini arttıracak ya da kuşkularını ortadan kaldıracağına, bunları uygulayanların iradesini beyan etmekten fazlasını yapmadığını gözlemledik.[16]

Tutarlı, birleşik sistemlerde gerçek, kıyaslamalarda değil, tekrarlanan deneylerde bulunur.

---

[15] Boyle, *Philosophical Works* (1725), 3:391.

[16] Boyle, *Sceptical Chymist*, 17.

Boyle, *The Sceptical Chymist*'in sayfalarında, yaklaşık 150 kez deneysel ispatlara atıfta bulunur. Dahası, önsözde belirttiği gibi, bunlar yalnızca düşünce problemi olarak oluşturulan değil, bir elaboratuvarda *gerçekleştirilen* deneylerdir. Boyle çağdaşlarının edindiği, maddi dünya üzerine, "kuşkusuz hiç girişmedikleri kimyasal deneylere dayanarak" felsefe yapma âdetine çok kızıyordu, "çünkü bu deneyleri yapmış olsalar... gerçek olmadıklarını göreceklerdi." Özellikle, sıvıların davranışları üzerine vardığı sonuçların deneylere dayandığını iddia eden çağdaşı Blaise Pascal'ın *Physical Treatises*'ına çok canı sıkılıyordu, çünkü Pascal'ın "denemeleri" aslında yalnızca zihinsel deneylerdi: "Her ne kadar bir matematikçi tarafından kolaylıkla varsayılsalar bile, bir zanaatkârın çok zor imal edebileceği pirinç silindirler ve tıkaçlar gerektiriyordu," diye yakınıyordu Boyle. Bu yeterli değildi. Gerçeklere yalnızca aklın işletilmesiyle erişilemezdi: "karmaşık ve titiz deneyler" *yapılmalıydı*. Bu nedenle Boyle'un önsözü okuru aynı zamanda "deneyleri aktaran kişinin, bunların kendi bilgisi dâhilinde gerçekleştirildiğini bildirmemesi durumunda, bunlara inanmaması" konusunda uyarır.[17]

Ve o zaman bile, deneyler yeniden yapılmalıydı, sonra da *yeniden*. "Üzerine önemli kuramsal ya da pratik üstyapılar inşa edeceğiniz bu deneyleri çok dikkatlice ve birden çok kez tekrarlayın," Boyle daha sonra okurlarına, "ve... tek deneylere çok fazla dayanmayı güvenli addetmeyin," der. Koşullarda ya da malzemedeki değişiklikler bir deneyin sonucunu yaşamsal ölçüde etkileyebilir. Yalnızca defalarca tekrarlanabilen sonuçlar bir kuramın dayanağı olarak kullanılabilir.[18]

Bacon modern bilimsel yöntemin temellerini atmıştı, ama Boyle'un aletleri ve yardımı kullanması modern bilimin deneysel safhasını gerçekten hayata geçirdi. *The Sceptical Chymist*'in tarihteki yerini belirleyen sonuçları değil, yordamlarıdır; sonunda bulduğu gerçek değil, oraya varmak için kullandığı yoldur.

---

[17] Michael Hunter, der., *Robert Boyle Reconsidered* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2003), 61; Boyle, *Sceptical Chymist*, 3

[18] Hunter, *Robert Boyle Reconsidered*, 72.

1662'de, The Sceptical Chymist'ın yayımlanmasından bir yıl sonra, Boyle'un laboratuvar asistanı Robert Hooke yeni bir iş edindi: yeni gelişen Royal Society of London'ın deney küratörü.#

1640'lardan beri, Boyle'un "görünmez akademiye" ilk atıflarından da anlaşılacağı gibi, küçük doğa filozofu grupları gayrı resmi olarak hem Londra hem de Oxford'da toplanıyordu: "Ne Kuralları ne de belli bir Yöntemleri yoktu," der, Royal Society'nin ilk tarihçisi Thomas Sprat, "[ve] amaçları birleşik, istikrarlı ya da düzenli bir soruşturmadan çok... buluşları hakkında... birbirleriyle haberleşmekti." Bu yapı yoksunluğu, İngiltere Topluluğunun kargaşalı, belirsiz yıllarına uygundur: İngiliz Hükümetinin baş aşağı olduğu, Boyle'un da kendi kurduğu laboratuvarında sessizce ve tek başına çalıştığı yıllar.#

Ama topluluğun sürükleyicisi ve Lord Protector'u (koruyucu lord) 1658'de öldü; II. Charles muzaffer bir şekilde tahtına döndü ve geleneksel İngiliz hiyerarşileri yeniden kuruldu. II. Charles'ın yeniden tahta oturmasından altı ay sonra Kralcı araştırmacı Christopher Wren –mimar, astronom ve fizikçi– Londra'da yeni kurulan "College for the Promoting of Physico-Mathematical Experimental Learning"in (Fiziksel-Matematiksel Deneysel Eğitimin Desteklenmesi Akademisi) ilk toplantısına başkanlık etti. 1662'de, "akademiye" II.

Royal Society of London'ın erken dönem tarihi biraz belirsiz ve aynı zamanda da çok tartışmalıdır. İlk anlatılardan, Thomas Sprat'ın *The History of the Royal Society of London*'ına (1667) yakın zamanlarda karşı çıkılmıştır; Michael Hunter'ın *Establishing the New Science: The Experience of the Early Royal Society* (Boydell Yayınları, 1989) kanıtlara dayalı canlı ve yararlı bir araştırmadır.

İngiltere Topluluğu (The English Commonwealth, 1649-60) İngiliz monarşisinden kısa süreli ve şiddetli bir sapma dönemidir. Aralarında Püriten Oliver Cromwell'in de bulunduğu Parlamento önderleri Kral I. Charles'a karşı bir isyan başlatmışlar ve bu isyan da kralın tutuklanıp, yargılanıp idam edilmesiyle sonuçlanmıştı. Nominal ölçülerde cumhuriyetçi bir yönetim I. Charles'ın yerini almıştı; dört yıl içinde Cromwell "Lord Protector" unvanıyla İngiltere üzerinde kişisel denetim kurmayı başarmıştı. Topluluk Cromwell'in ölümüyle alçaltıcı bir şekilde sona ermiş, sonrasında I. Charles'ın oğlu ve veliahtı tahta yeniden davet edilmişti.

Charles tarafından bir berat bahşedilmiş, adı da Royal Society of London (Londra Kraliyet Cemiyeti) olmuştu.[19]

Artık kraliyetin desteklediği bir kurum olan Royal Society aniden büyüdü; doğrusu, bilimdışı üyelerinin sayısı kısa sürede doğa filozoflarını aştı. Hooke'un deneyler küratörü olarak atanması, anlaşılan grubun düzenini korumayı amaçlıyordu. İki görevi yerine getirmek üzere tam zamanlı ücret alıyordu: toplanan Royal Society'ye bir dizi haftalık deneyler sunmak ve bunları açıklayıp göstermek; ve gerektiğinde üyelerin kendi deneylerinde yardımcı olmak.[20]

Bu ücretli görev Robert Hooke'u (herhalde) tarihteki tam zamanlı ücretli ilk bilim insanı yapıyordu. Royal Society astronomlardan, coğrafyacılardan, fizikçilerden, filozoflardan, matematikçilerden, optikçilerden ve hatta birkaç da kimyagerden oluşuyordu, bu yüzden Hooke tüm doğa felsefesi alanında deneylere katılmaya çağrılıyordu. Konumun alanındaki bu genişlik ona mükemmelen uyuyordu. Boyle'la birlikteki laboratuvar çalışmaları yeteneklerinin yalnızca yüzeyine değmişti. Mükemmel bir matematikçiydi (Boyle değildi), mercek üretimi ve kullanımında uzmandı, bir barometre icat etmişti, modern meteoroloji araştırmalarının (bir anlamda) kurucusuydu, yetkin bir jeolog ve biyolog, mimar ve fizikçiydi.

Hooke'un, haftalık toplantılarda Royal Society'ye sunduğu deneyler, becerilerinin tamamını kapsıyordu. Thomas Biech tarafından kaydedilen bir dizi gösteri, sıvıların hidrostatik dengeye nasıl ulaştıklarını gösteren bir deneyle başlıyor, dana derisinin "salata yağı"na daldırılarak sugeçirmez hale getirildiği bir Paris yöntemiyle devam ediyor ve "bir tür Portekiz soğanıyla" sona eriyordu, bunları herkes ilgiyle izliyordu, çünkü "bunun benzeri" evvelce hiç görülmemişti.[21]

Başka deneyler de sarkaçlar, damıtılmış idrar, basınçlı kaplara konmuş böcekler, renkli ve düz cam arkasından göz-

[19] Robert D. Purrington, *The First Professional Scientist: Robert Hooke and the Royal Society of London* (Birkhauser, 2009), 34.

[20] Margaret 'Espinasse, *Robert Hooke* (California Üniversitesi Yayınları, 1962), 43–44.

[21] Thomas Birch, *The History of the Royal Society of London* (A. Millar, 1757), 3:344–45.

lemler ve suyun ağırlığıyla ilgiliydi. Ama giderek artan oranda, Hooke'un deneysel gösterilerinde mikroskop kullanılıyordu.

Mikroskop kullanılan ilk doğa felsefesi çalışması kırk yıl önce, Roma'dan Galileo'yla yazışan Federico Cesi tarafından kaleme alınmıştı. *Apiarium* adlı bu çalışma, arıların alışkanlıklarının ayrıntılı bir araştırmasıydı; Cesi mikroskopu hem Aristoteles'i onaylamak ("Aristoteles'in yazmış olduğu gibi... onların polenlerini tüylerinde taşıdıklarını görüyor ve gözlemliyoruz) ama ara sıra da çelişmek için kullanıyordu. Başka mikroskop araştırmaları da Cesi'nin meslektaşları tarafından gerçekleştirilmişti ve mercek teknolojisi de yavaş yavaş ilerliyordu.[22]

Hooke mikroskopa özellikle ilgi duyuyordu. Ustası Boyle gibi, o da doğa felsefesinin aletlere ihtiyacı olduğuna inanıyordu: "Böylesi yapay Aletlerin ve yöntemlerin eklenmesiyle, diye yazmıştı, 1664'te, "Duyuların eksiklikleri için... bir şekilde bir düzeltme yapılmış olabilir":

> [Doğanın] kimi parçaları anlaşılabilmesi için çok büyüktür, kimileri de algılanamayacak kadar küçük. Buradan da ortaya çıkıyor ki, onun hakkındaki kavrayışlarımız eksik ve kusurludur... dolayısıyla, sık sık şeylerin gölgesini özü olarak, küçük görünümleri iyi benzerlikler olarak, benzerlikleri de tanımlar olarak alırız. ... Duyular konusunda, özen gösterilmesi gereken eksikliklerini Aletlerle desteklememiz ve böylece doğaya yapay Organlar eklememizdir... Mikroskopların yardımıyla, soruşturmamızdan kurtulacak kadar küçük bir şey yoktur; dolayısıyla, anlayışımıza keşfettiğimiz yeni bir görülebilir Dünya vardır.[23]

Hooke bu "yeni görülebilir Dünya"yı üyelere gösteriyordu ve onlar da ilerlemelerini takdir ediyorlardı. 1663 Nisanında, Royal Society'nin tutanakları, "Bay Hooke her toplantıda en

---

[22] David Freedberg, *The Eye of the Lynx: Galileo, His Friends and the Beginnings of Natural History* (Chicago Üniversitesi Yayınları, 2002), 180.

[23] Robert Hooke, "Preface," *Micrographia* içinde (James Allestry, 1664).

azından bir mikroskobik gözlem getirmekle görevlendirilmiştir," der. Bir sonraki toplantıda, Hooke mikroskop altında yosunun nasıl gözüktüğünü "hazır bulunanlara gösterdi." Tutanaklar, "devam etmesi arzulanıyordu," diye açıklar. Hooke mantar, ağaç kabuğu, küf, sülük ve örümceklerin ve Dr. Goddard adlı bir üyeye ait olan "ilginç bir taşlaşmış ağacın" mikroskobik yapılarını gösterdi.[24]

Dr. Goddard ondan bu garip örneği inceleyip bir rapor hazırlamasını istemişti ve Hooke da hemen görevini yerine getirdi. Taşlaşmış ağaç, onun yazdığına göre, gözenekleri ve yapısı itibarıyla canlı ağaca benziyordu, ama kaya kadar sert ve nüfuz edilemezdi. Sonra Hooke bir açıklama getirdi:

> Nedeni... şu olabilir. Bu taşlaşmış ağaç bir yere devrilmiş, burada taşlaştırıcı suya (yani taşlık ve topraklı partiküllerle iyice yüklü bir su) iyice batmış, gerilim ya da filtrasyon ya da belki çökelti, yanaşım veya pıhtılaşma yoluyla dereceli olarak çokça bulunan bu taşlık partikülleri içerilerine nüfuz eden sudan ayırmıştır; bu taşlık partiküller... kendilerini... gözeneklerine taşımıştır... Taşlaşmış partiküllerin bu nüfuzuyla... ağacın daha küçük gözeneklerinin taşlık partiküllerle tamamen dolması sonucu... aynı zamanda sert ve kırılgan olmuştur.[25]

Aletlerle gözlem, var olan kuramların aksini kanıtlamanın ötesine, yeni bir yere gitmişti: görmediği (ve göremeyeceği) ama çıkarsayabileceği yeni bir fiziksel sürecin tespitine. İlk kez olarak, fosilleşme sürecini betimlemiş ve bunu yaparken, edindiği bilgiye –fosillerin kayalardan oluşan ve onların oluşturduğu inorganik biçimler olduğuna– karşı çıkmıştı.

Bu aletlerle yardımın kullanılmasının bir sonraki adımıydı: bu daha yakından gözlemlerin, duyuların yapay yollardan ilerletilmesinin, yeni *düşünme* yolları için bir başlangıç noktası olarak kullanılmasıydı. Yalnızca duyular değil, akıl da bu aletler ve yardım tarafından arttırılmıştı. Mikroskopla teles-

[24] Thomas Birch, *The History of the Royal Society of London* (A. Millar, 1756), 1:215 vd.

[25] *A.g.e.*, 262.

kopun, hava pompasıyla vakum odasının gerçek nihai amacı yalnızca gözlem değildi; yeni kuramlara götüren gözlem, insan aklının o zamana kadar olmadığı ölçüde ileriye gitmesini sağlayan gözlem.

1664'te, Royal Society Hooke'tan resmen mikroskop gözlemlerini basmasını talep etti. Diğer becerilerinin üzerine Hooke yetenekli bir çizimci ve sanatçıydı. Buluşlarını yalnızca sözcüklerle betimleyeceğine ya da çizimlerini gerçekleştirmek üzere bilim insanı olmayanları tutacağına, kendi çizimlerini kendisi gerçekleştirdi: geniş, çok ayrıntılı ve mükemmel berraklıkta.

Sonuçta ortaya çıkan eseri *Micrographia* 1665'te yayımlandı. İlk elli yedi çizim ve gözlem mikroskobikti; son üçü, ışık kırılması, yıldızlar ve ay hakkındakiler de teleskopik. Çizimlerin kalitesi evvelce görülmüş olanların ışık yılları kadar ilerisindeydi ve kitap derhal bir sansasyon yarattı.

Ama her ne kadar göz alıcı resimler çok dikkat çekiyorsa da, daha da dikkat çekici olan, Hooke'un yeni gelişmiş duyularını yeni kuramların inşasında kullanmış olmasıydı. Muskovit ("Moskova camı" ya da beyaz mika) renklerini ve tabakalarını dikkatle inceledikten sonra, gözlemlerinin ötesine gitti ve ışığın nasıl işlediğine dair bir kuram üretti: "Homojen bir ortamda doğru boyunca" ilerleyen "çok kısa salınımlı hareket" olduğunu öne sürdü.[26]

Fosilleşme kuramı gibi, bu model de doğrudan kanıtlanamıyordu. Ama Hooke yalnızca Micrographia'nın "Önsöz"ünde ortaya koyduğu yöntemi uyguluyordu. Duyuları yalnızca aletler aracılığıyla geliştirmek yeterli değildi; akıl da bu gözlemlerin açtığı yolda ilerlemeli, bunları yorumlamalı ve sonra yeniden kendisini sınamalıydı. William Harvey'nin dolaşım sistemini örnek olarak kullanan Hooke, doğa felsefesinin

> Eller ve Gözlerle başlayıp, Hafızaya geçip, Akılla devam edeceğini açıklıyordu; burada da durmayacak, yeniden Ellerle Gözlere dönüp böylece, insan kanının vücudun çeşitli parçasından, Kollardan, Ayaklardan, Ciğerlerden, Kalpten ve Kafadan geçmesiyle olduğu gibi, bir yetiden

[26] Hooke, *Micrographia*, Gözlem 9.

> diğerine geçerek, yaşamını ve kuvvetini koruyacaktı. Bu yöntem bir kez özenle ve dikkatle izlendiğinde, İnsan Aklının gücünün [erişemeyeceği] hiçbir şey yoktur... Savlar üzerine konuşmalar ve tartışmalar sonunda işlere dönüşecekti; Görüşlerin ince rüyaları ve titiz beyinlerin lüksünün tasarladığı evrensel metafizik doğalar hızla yok olacak ve yerlerini somut Tarihlere, Deneylere ve Çalışmalara bırakacaktı. Ve başta insanlığın yasak Bilgi Ağacının tadına baktığı için düşmesinde olduğu gibi, biz, onların ardılları, aynı şekilde, yalnızca bakıp izleyerek değil, doğal bilgi ağacının hiçbir zaman yasaklı olmayan meyvelerini de tadarak, kısmen de olsa düzelebiliriz.[27]

Aletler ve yardımlar artık yalnızca duyuların uzantıları değildi: Hooke için, onlar Bilgi Ağacı, mükemmele ulaşan yol olmuşlardı.

The Sceptical Chymist *ve* Micrographia*'dan önemli alıntılar için, bkz., http://susanwisebauer.com/story-of-science.*

ROBERT BOYLE
The Sceptical Chymist
(1661)

The Sceptical Chymist kolay okunan bir metin değildir (Lawrence Principe'in sözleriyle, lafı çok uzatan, tekrarlarla dolu, kopuk kopuk ve ara sıra da çelişkili).[28] Ama Önsöz, Fizyolojik Koşullar ve İlk Kısım Boyle'un meşgaleleri ve deneylere bağlılığı konusunda mükemmel bir görüş verir.

Robert Boyle, *The Sceptical Chymist: The Classic 1661 Text*, Dover Publications (karton kapak ve e-kitap, 2003, ISBN 978-0486 428253).

ROBERT HOOKE
Micrographia
(1665)

---

[27] *A.g.e.*, Önsöz.

[28] Lawrence Principe, "In Retrospect: The Sceptical Chymist," *Nature* 469 (Ocak 6, 2011): 30.

Her ne kadar *Micrographia*'nın birçok yeni basımı bulunsa da, çok azı Hooke'un devrim yaratan çizimlerini özgün boyutunda ve yeterli ayrıntılarla verir. Çizimleri görmenin en iyi yolu, özgün kitabın sayfalarının berrak taramalarını PDF formatında, büyütülebilir, döndürülebilir ve renkli ya da siyah beyaz olarak görülebilir şekilde veren Octavo CD'sidir.

Robert Hooke, *Micrographia*, Octavo Digital Rare Books (CD-ROM, 1998, ISBN 1-891788-02-7).

Ama Octavo taramalarından metnin kendisini (modernleştirilmemiş yazımıyla) çözmek aşırı zordur. Hooke'un bu çizimlere eşlik eden denemelerini –özellikle de duyularla akıl yürütme arasındaki ilişkiyi açıkladığı Önsözü– okuyabilmek için (Gutenberg Projesinde bulunanlar gibi) bedava e-kitap sürümlerinden birini ya da basılı bir sürümünü tercih edin.

Robert Hooke, *Micrographia*, Project Gutenberg (e-kitap, 2005).

Robert Hooke, *Micrographia*, Cosimo Classics (karton kapak, 2007, ISBN 978-1602066632).

ON İKİ

AKIL YÜRÜTMENİN KURALLARI

Deneysel yöntemi tüm evrene yaymak

> Gövdelerin... üzerinde deneyler gerçekleştirilebilecek tüm gövdelerde bulunabilecek bu nitelikleri tüm gövdelerin evrensel nitelikleri olarak kabul edilmelidir.
>
> –Isaac Newton *Philosophiae naturalis principia mathematica*, 1687/1713/1726

Micrographia'nın yayımlanmasından beş yıl sonra, Royal Society'nin 21 Aralık 1671 tarihli toplantısında, (Hâlâ deneyler küratörü olan) Robert Hooke yeni bir müzik notasyon sistemi tanıttı ve cıvanın ahşabın içinden geçmesi için gerekli kuvveti ölçecek bir deney önerdi. Toplantıya katılmış bulunan Robert Boyle "havanın suyun geçemediği yerden geçebileceğini" gösteren bir deney tanıttı. Ve üyelik için yeni bir aday önerildi: "Cambridge Üniversitesinde matematik profesörü Bay Isaac Newton."[1]

Isaac Newton yirmi dokuz yaşındaydı, Cambridge'de eğitim görmüştü ve dört yıldır mezun olduğu okul olan Trinity College'da öğretim görevlisiydi. 1672 Ocak toplantısında usulüne göre seçildi ve bu toplantı sırasında "Bay Newton'ın teleskoplar konusunda sağladığı ilerlemelerden özellikle söz edildi"; Newton Royal Society'ye saygılarıyla aletlerinden birini göndermişti.

Newton, Boyle ve Hooke gibi, yapay yardım kullanıyordu, gerçeğin peşinde duyularını geliştirme arzusu taşıyan bir ma-

[1] Thomas Birch, *The History of the Royal Society of London* (A. Millar, 1756), 2:501.

tematikçiydi. Şubat toplantısında, üyelik belgesinin mürekkebi daha yeni kurumuşken, derneğe en yeni "felsefi buluşunu" betimleyen bir mektup sundu:

> Işık benzeşik değil ayrışık, özünde farklı kırılma katsayıları bulunan ve içinden geçtikleri gövdelerden ayrılabilen farklı ışınlardan oluşan bir birimdir; ve renkler şu ya da bu ışınlardan oluşur, ki bunların kimileri, kendi doğalarında, kırmızı, kimileri yeşil, diğerleri mavi ya da mor renkler üretirler... ve beyazlık da her türden rengin bir karışımıdır ya da her türden rengin bir araya getirilmesinden oluşur.[2]

Newton mikroskop ya da teleskoplarla değil, prizmalarla çalışıyordu: doğal ışığı oluşturucu parçalarına ayırmak üzere büken ("işkence eden") aletler.

Newton mektubunda, ışık üzerine buluşunu "doğanın işleyişi konusunda o zamana kadar gerçekleşmiş en önemli değilse bile en garip" buluş olarak nitelendirir. Bu hiç de mütevazı olmayan iddia, eşit ama ters bir tepki doğurur. Royal Society Bay Newton'ı buluşları nedeniyle ciddiyetle kutladı ve bir yanıt vermek üzere Hooke'u görevlendirdi; Hooke Newton'ın önerisinde "bir zorunluluk görmediğini" söyleyerek karşılık verdi. Bu, ışığın beyaz ve bağdaşık olduğu yönündeki ortak akla tamamen karşıydı. Bunu (örneğin Hooke'un *Micrographia* içinde belgelediği bir deneyde olduğu gibi saydam taş tabakaları gibi) çeşitli maddelerden geçirmek yalnızca değiştirip farklı renklere bürünmesini sağlardı. Hooke Newton'ın yeni açıklamasının doğru *olabileceğini* kabul ediyordu, ama doğru olması için var olan kuramın sahip olduğundan daha büyük bir olasılığa sahip değildi; Newton "bu kuramın mutlak bir ispatını" sağlamadı, diye itiraz ediyordu ve Hooke ikna olmayı reddediyordu. O yılın sonlarına doğru, Newton'ın deneyini Royal Society için tekrarladı ve "Bay Newton'ın söylediklerini doğruladı," ama "bu deneylerin ışığın farklı maddelerden oluştuğunu

[2] Thomas Birch, *The History of the Royal Society of London* (A. Millar, 1757),3:1,10.

kanıtlamakta yetersiz" oldukları yolundaki ısrarını sürdürdü. Newton'ın elde ettiği sonuçları açıklayabilecek en azından iki başka "farklı varsayım" düşünebilirdi.[3]

Bu iki adam arasındaki kavgalı ilişkinin başlangıcıydı. Düşmanlık kısmen iki çok yetenekli ve egosu güçlü kişilik arasındaki doğal çatışmadan, kısmen de felsefelerdeki farklılıktan kaynaklanıyordu. Hooke, Royal Society'nin önde gelen birçok üyesiyle birlikte, tamamen deneysel yönteme kendini vermişti, ama bundan evrensel sonuçlar çıkartma konusunda ihtiyatlıydı. Dernek Newton'ın "ışık kuramı"ndan etkilenmişti, ama bir sonuç çıkartılmadan önce daha birçok deney yapılmasını öneriyordu. Bu deneyler bunu izleyen üç yıl boyunca tekrar edip durdu ve Newton'ın Cambridge elaboratuvarıyla Royal Society'nin Londra merkezi arasında ileri geri uçuşan mektupları da beraberinde getirdi.

1675'te Newton çileden çıkmak üzereydi. Derneğe çok daha kapsamlı bir elyazması gönderdi ve deneyleriyle "esir" içinden geçen ışığın hareketlerinin neler ortaya çıkarttığı üzerine çok daha ayrıntılı bir açıklamayı ortaya koydu. 16 Aralıkta, Hooke bu elyazmasını Royal Society'ye sundu: "bu söylemi okuduktan sonra," der tutanaklar, "Bay Hooke bunun ana bölümünün kendi *Micrographia*'sında bulunduğunu ve Bay Newton'ın yalnızca bunu bazı özellikleri açısından ileri götürdüğünü söylemiştir."

Newton, hiç de şaşırtıcı olmayan bir şekilde bundan alındı ve karşılığında Hooke'u aralarında (*Discours de la Méthode*'u kırk yıl önce yayımlamış olan) René Descartes ve bizzat Newton'ın da bulunduğu diğer düşünürlerden biraz fazla serbestçe "ödünç almakla" suçladı. İkisi arasındaki ağız dalaşı keskinleşti ve alenileşti. Karşılıklı başka mektuplar da yazıldı ve başka deneyler önerildi. Newton giderek daha fazla kızdı; kısmen Hooke'a, ama daha çok Royal Society'nin sürekli daha başka kanıtlar talep etmesine. 1676'da bizatihi derneğe yazdığı bir yanıtta, keskin bir dille, "bakılması gereken deneylerin sayısı değil, ağırlığı; ve de nerede bir tanesinin yeterli olduğu, nerede de birçoğunun gerçekleştirilmesi gerektiği değil mi-

[3] *A.g.e.*, 5, 14, 50.

dir?" diyordu. Ve bir meslektaşına, acı acı, "Görüyorum ki, insan ya yeni bir şey ortaya koymamaya razı olmalı, ya da bunu savunmak için köle olmalıdır," diye yazmıştı.[4]

Newton kademeli bir şekilde Royal Society'nin gündeminden çekildi. Adı giderek tutanaklarda daha az görülmeye başladı. Hooke'un küratörlüğünü yaptığı ve derneğin üyeleri tarafından talep edilen sonu gelmez deneylere katılmaktansa, Newton kendini kendine ve kendi araştırmasına adadı: yalnızca ışık ve optik üzerine değil, aynı zamanda gezegenlerin yörüngeleri ve bunları açıklayabilecek gök mekaniği üzerine. Hooke'la yaşadığı patırtının on iki yıl sonrasında, ilk büyük eserini yayımladı: *Philosophiae naturalis principia mathematica* ya da "Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri."

Principia, büyük ölçüde Galileo'nun güneş-merkezli modeliyle ilgiliydi: gezegenlerin güneşin etrafındaki yörüngeleri. Giderek gerçekle daha uyumlu olarak görülen Galileo'nun güneş sistemi hâlâ sorunlarla doluydu. Galileo bunların en önemlilerini çözmüştü, ama hepsini değil. Güneş-merkezli sistem gelgitlerin hareketi için en iyi açıklamaydı ve onun teleskop gözlemleri gezegenlerin yerküre *olmayan* gök cisimlerinin etrafında dönüyor olabileceğini ortaya çıkartmıştı. Pisa kulesinden olsun olmasın, atılan ağırlıklarla yaptığı deneyler, yerkürenin eşyalar üzerinden uçmadan dönebileceğini göstermişti.

Ama ağırlıkların düşmesini sağlayan kuvvetin (*gravitas* ya da "ağırlık") nasıl çalıştığını açıklamaya çalışmamıştı. Aslında, her ne kadar Aristoteles fiziğinin bazı merkezi veçhelerinin yanlışlığını kanıtlamayı başardıysa da, gravitas'ın onları etkileyen bir dış kuvvet değil, fiziksel nesnelerin içsel bir özelliği olduğu yolundaki Aristotelesçi fikre de muğlak bir şekilde tutunmuştu.[5]

---

[4] *A.g.e.*, 269; Charles Hutton, George Shaw, ve Richard Pearson, *The Philosophical Transactions of the Royal Society of London* (C. & R. Baldwin, 1809), 2:341; Adrian Johns, "Reading and Experiment in the Early Royal Society," *Reading, Society, and Politics in Early Modern England* içinde, der. Kevin Sharpe ve Stephen Zwicker (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2003), 260–61.

[5] Peter Machamer, der., *The Cambridge Companion to Galileo* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1998), 153–54.

Ve Galileo, gezegenler güneşin etrafında dönüyorlarsa, dairesel yörüngeler üzerine hesapların neden hareketlerini açıklamadığını da açıklayamıyordu. Çağdaşı Johannes Kepler daha iyi sonuçlara yol açan eliptik yörüngeler için yasalar önermişti; ama ne Kepler ne de Galileo yörüngelerin *neden* dairesel değil de eliptik olmaları gerektiğini açıklayamadı. Galileo evreninde, bir gezegeni daire değil de elips şeklinde bir yörüngeye sokacak ne bir kuvvet vardı, ne de fiziksel gövdelerin sahip olduğu bir özellik.

İşte Newton'ın çözdüğü problem buydu.

Bunu, Galileo'nun yerkürede ağırlıklarla yaptığı deneyleri gök cisimlerine yayarak gerçekleştirdi. Galileo nesnelerin *gravitas*'ının, ne kadar uzağa düşerlerse düşsünler aynı hızda hareket etmeyi sürdürecekleri anlamına geldiğini kuramlaştırmıştı; Newton *gravitas*'ın içsel bir nitelik değil bir kuvvet olduğunu ve güneş tarafından gezegenlere, gezegenler tarafından da çevrelerindeki aylara uygulandığını önerdi. Galileo'nun nesnelerini yerküreye çeken aynı *gravitas* ayları da yerküreye çekiyordu; ama bu kuvvetin gücü mesafeye göre aynı kalmıyordu. *Değişiyordu*. Gezegenler güneşten uzaklaştıkça, onları çeken kuvvet azalıyordu; elipsin nedeni de buydu.[6]

Bu yeni kuvveti yöneten yasaları –en önemlisi, iki nesne arasındaki uzaklıkla aralarındaki *gravitas*'ın gücü– tam olarak açıklamak için Newton süregiden küçük değişmeleri hesaba katacak gelişmiş bir matematik bulmak zorundaydı. Koşulların sürekli kaydığı, kuvvetlerin değiştiği, etmenlerin ortaya çıkıp uzaklaştığı bir ortamda sonuçları kestirebilecek bu yeni matematik "değişme matematiği" olarak adlandırıldı.[7]

Böylece, *Principia* iki devrim yapan görevi birlikte yerine getiriyordu. Gezegenlerin yörüngelerindeki elipsin ardındaki nedeni açıklıyor ve bunu yaparken, ilk kez olarak evrendeki yeni bir kuvveti ortaya çıkartıyordu: kütleçekim kuvvetini. Aynı zamanda matematiğin tamamen yeni bir dalını da tanıtıyordu; on

---

6 I. Bernard Cohen, *Revolution in Science* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 1985), 163–70.

7 Ron Larson ve Bruce Edwards, *Calculus* (Cengage Learning, 2013), 42.

yedinci yüzyılda kalkülüs (*calculus*) olarak tanınacak olan dinamik matematik: aritmetik hesaplayıcılarında kullanılan küçük çakıl taşlarının Latince adından türetilmiştir.#

Principia'yı oluşturan dört kitap kütleçekimin tabi olduğu yasaları ortaya koyar. Eser boyunca, Newton üç ilkeyi oluşturup kullanır (Newton'ın Hareket Yasaları):

Yasa	Formül	Matematiksel olmayan ifade	Açıklama
1. Atalet Yasası	$\Sigma F=0=dv/dt=0$	Bir nesnenin hızı, dengelenmemiş bir kuvvet bu nesneye etki etmedikçe sabit kalır	Bir dış kuvvetin uygulanmaması durumunda, hareket halindeki nesneler hareket halinde, durağan nesneler de durağan halde kalır
2. İvme Yasası	$F=m.dv/dt=ma$	Bir nesne üzerindeki net kuvvet, nesnenin kütlesiyle ivmesinin çarpımına eşittir ve ivmenin yönündedir.	Bir kütleye kuvvet uygulandığında, ivme oluşur. Kütle ne kadar büyük olursa, ivme için gereken kuvvet o kadar büyüktür.
3. Etki ve Tepki Yasası	$FA = -FB$	"Eğer bir nesne ikinci bir nesneye bir kuvvet uygularsa, ikinci nesne de birinci nesneye eşit kuvvette bir kuvvet uygular	Her etki için, eşit ve karşıt bir tepki vardır.

Matematiksel olmayan ifadeler Larry Kirkpatrick ve Gregory Francis, *Physics: A World View* (Thomson, 2007), 37, 41'den alıntıdır.

Isaac Newton ve çağdaşı Gottfried Leibniz eşzamanlı ve birbirlerinden bağımsız olarak bu yeni "*calculus*"e doğru ilerliyorlardı. Sonrasında, *kalkülüsün* hangi veçhesini kimin bulduğu ve kimin kimden kopya çektiği üzerine sert bir kavgaya tutuştular; bu tartışma Newton üzerine literatürün önemli bir bölümünü işgal eder, ama buradaki çıkarlarımız açısından ilgisizdir. Yararlı bir özeti şu kitabın 15. Bölümünde bulabilirsiniz: Niccolo Guicciardini, *Isaac Newton on Mathematical Certainty and Method* (MIT Yayınları, 2009).

Kitap I ve II hem soyut durumdaki (sürtünme olmaksızın) hem de direnç karşısındaki hareket yasalarını oluşturur; üçüncü kitap evrensel bir kuvvet olarak kütleçekimi ele alır.

Bunların hiçbiri kolay değildi. *Principia* başlığı kitabın en büyük zorluğuna işaret eder: büyük ölçüde Newton'ın yeni kalkülüsünde ortaya konan nüfuz edilemez matematiksel açıklamalardan kuruludur. Newton'ın uzun süreli dostu ve meslektaşı William Derham daha sonra kitaptaki müphemliğin kasıtlı olduğunu yazmıştır. Newton ona "her türlü meydan okumadan nefret ettiği için," yazdığı "*Principia*'yı kasten çapraşık yaptığını," böylece "Matematikteki küçük yarım akıllılar tarafından kışkırtılmaktan kaçınacağını" söylemişti. "Küçük yarım akıllılar" muhtemelen ben de dâhil olmak üzere ilgili modern okuyucuların çoğunluğu için uygun bir tanım olduğuna göre, *Principia*'nın ana bölümü çoğumuzun anlayışının dışında kalır. (Bu modern eğitimin kaçınılmaz bir başarısızlığı değildir. James Axtell'in belirttiği gibi, Newton'ın stratejisi "*Principia*'yı kendi zamanının bilginleri ve entelektüel vatandaşları için de etkin bir şekilde anlaşılmaz kılmıştı"; Kızgın bir Cambridge mezununun, Newton yanından geçerken söylediği ünlü sözlerde olduğu gibi, "İşte hem kendisinin hem de başka herkesin anlamadığı kitabı yazan adam geçiyor.")[8]

Ama Principia'da Newton'ın yoğun formülcü nesri terk edip açıkça yazdığı iki kesim vardır: Principia'nın en sonunda yer alan "General Scholium" (yani "Genel açıklayıcı yorumlar") ve III. Kitabın başında yer alan "Doğa Felsefesinin İncelenmesi için Kurallar."

"Kurallar," bir yerde, Newton'ın Royal Society'ye verdiği nihai yanıttır. Principia'nın sonuçlarının kitabi düşünceliler için "akıllıca Romans" olarak nitelendirilebileceğinin farkındaydı; yani yalnızca tahminler, havada spekülasyonlar. Ne de olsa, ay üzerinde deneyler yapmamış, ya da gezegenleri, yörüngelerinin hızlarını ölçmek için farklı uzaklıklarda döndürmemişti. Bunun yerine, yerkürede gerçekleştirilen deneylerin sonuçları-

[8] James L. Axtell, "Locke, Newton and the Two Cultures," *John Locke: Problems and Perspectives* içinde, der. John W. Yolton (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1969), 166–68.

nı almış ve bunların sonuçlarını gökyüzüne uyarlamıştı: bilgiç Royal Society'nin pek de hoş karşılamayacağı bir yöntem.[9]

"Kurallar" Newton'ın ay ve gezegenlerin hareketleri üzerine vardığı sonuçların, Hooke'u tatmin edecek şekilde deneysel olarak kanıtlanamayacak olmasına karşın neden güvenilir olduğunu açıklar. İlk üçü şöyledir:

1. Basit nedenlerin doğru olma olasılığı, karmaşık olanlarınkine göre daha yüksektir.
2. Aynı türden olguların (örneğin Avrupa'da düşen nesnelerle Amerika'da düşen nesneler) nedenleri muhtemelen aynıdır.
3. Eğer bir özelliğin deneylerin uygulandığı bütün nesnelere ait olduğu gösterilebilirse, evrendeki tüm nesnelere ait oldukları varsayılabilir.

"Kurallar" Principia'nın ilk basımında tam olarak böyle değildi, ama Newton'ın çıkarttığı sonuçlar aklında bunları bulundurarak hareket ettiğini gösteriyordu. 1713'te yayımlanan ikinci basıma kadar, bu çalışma kabullerini sözcüklere dökmeyi başaramamıştı. Ve dördüncü ve nihai kuralı da ancak Principia'nın 1726'daki üçüncü basımına koymuştu:

4. Özgül olgulara ya da deneysel sonuçlara dayanan bir genel kuram, *yeni* olgular ya da *ek* deneysel sonuçlar başka bir kuramı daha olası kılana kadar, gerçek kabul edilmelidir.

Bu Bacon'ın hep özgüllüklerden genelliklere giden tümevarımcı akıl yürütmesiydi, ama Newton tarafından nefes kesici mesafelere genişletilmişti: tüm evren sathına.

Ama (aynı zamanda doğal felsefede Tanrı'nın yeri üzerine ünlü bir tartışma da içeren) "General Scholium" yönteme sınırlar getirir. Kütleçekim, Newton'ın açıkladığı gibi,

---

[9] Barry Gower, *Scientific Method: A Historical and Philosophical Introduction* (Routledge, 1997), 69.

> Etkileme güçleri hiçbir şekilde azalmadan güneşin ve gezegenlerin merkezlerine kadar nüfuz eden, etkide bulunduğu parçacıkların *yüzeylerinin* niceliğine orantılı olarak değil... katı madde niceliğine orantılı olarak etkili olan ve etkisi hep uzaklığın karesine göre azalarak her yönde muazzam uzaklıklara yayılan bir kuvvettir.[10]

Ama uyarır, "kütleçekime daha bir neden atfetmiş değilim." Kütleçekim yasalarını yerküre üzerine deneylerinden çıkarsamaktadır, ama kütleçekimin *nedenleri* onu aşar.

Yasalardan nedene varmak, Newton'ın görüşüne göre, ispatların yokluğunda kuramlaştırmaktır; kadim filozofların uyguladığı türden büyük paradigma icadı. Bunu, küçümseyerek, "varsayım taklidi yapmak" olarak adlandırır: "Ben daha, kütleçekimin bu özelliklerinin gerekçelerini olgudan çıkarsamayı başaramadım," diye sonuçlandırır, "ve varsayım taklidi yapmıyorum." Evrenin neden böyle davrandığı yolunda evrensel bir açıklama –her şey için bir kuram– sağlama gereği duymaz. "Deneysel felsefe" başlığı altında,

> Öneriler olgudan çıkarsanmış ve tümevarımla genelleştirilmiştir. Cisimlerin girimsizliği, hareketliliğiyle dürtüsü ve hareket yasasıyla kütleçekim yasası bu yöntemle bulunmuştur. Ve kütleçekimin gerçekten var olması ve öne sürdüğümüz yasalar uyarınca hareket etmesi kâfidir ve gök cisimleriyle denizlerimizin tüm hareketlerini açıklamaya da yeterlidir.[11]

Kâfidir: bununla, Newton tatmin olmuştur. Deneysel yöntemin erimini tüm evrene yaymış, ama aynı zamanda uzak kenarına bir sınır çizgisi çekmiştir.

Principia'*dan önemli alıntılar için, bkz., http://susanwise-bauer.com/story-of-science.*

---

[10] Isaac Newton, *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*, çev. I. Bernard Cohen ve Anne Whitman (California Üniversitesi Yayınları, 1999), 942.

[11] *A.g.e.*, 943.

ISAAC NEWTON
Philosophiae naturalis principia mathematica'dan*
"Doğa Felsefesinin İncelenmesi için Kurallar" ve "General Scholium"
(1687/1713/1726)

Principia'nın tamamını okumak isteyen okurların birçok seçeneği mevcuttur. I. Bernard Cohen ve Anne Whitman tarafından gerçekleştirilen en berrak modern (İngilizce) çeviri 950 sayfalık yüklü bir karton kapaklı kitap şeklinde bulunabilir; kitabın ilk yarısının tamamı yorumlar, açıklamalar ve bir "bu kitabı nasıl okumalı" rehberidir.

Isaac Newton, *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy: A New Translation*, çev. I. Bernard Cohen ve Anne Whitman, Julia Budenz'in yardımlarıyla, California Üniversitesi Yayınları (karton kapak, 1999, ISBN 978-0520088177).

1729 Andrew Motte çevirisinin de birçok basımları mevcuttur. Eski tarihli ve yer yer de yanlış olmasına karşın, nesri Cohen ve Whitman çevirisinden önemli ölçüde daha zor değildir.

Isaac Newton, *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*, çev. Andrew Motte, Daniel Adee, publisher (bedava e-kitap, 1846).

Isaac Newton, *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*, çev. Andrew Motte, Snowball Publishing (e-kitap ve karton kapak, 2010, ISBN 978-1607962403).

Principia'dan seçme alıntılar ("Kurallar" ve "General Scholium"dan alıntılar da dâhil olmak üzere) ve birçok başka Newton yazıları, yorumlarla birlikte, Newton'ın çalışmalarının Norton Critical Edition basımında bulunabilir.

I. Bernard Cohen ve Richard S. Westfall, der., *Newton: Texts, Backgrounds, Commentaries*, W. W. Norton (karton kapak, 1995, ISBN 978-0393959024).

---

* Bu eserin kısaltılmış bir Türkçe çevirisi mevcuttur, ancak baskısı tükenmiş görünüyor: Isaac Newton, Doğal Felsefenin Matematiksel İlkeleri (*Philosophiae naturalis principia mathematica*), çev. Aziz Yardımlı, Idea Yayınevi, 2000.

KISIM

III
YERKÜREYİ OKUMAK

Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon, *Histoire naturelle: générale et particulière* [*Doğa Tarihi: Genel ve Tikel*] (1749–88)
James Hutton, *Theory of the Earth* [*Yeryüzünün Kuramı*] (1785)
Georges Cuvier, "Discours Préliminaire" ["İlk Tartışma"] (1812)
Charles Lyell, *Principles of Geology* [*Jeoloji İlkeleri*] (1830)
Arthur Holmes, *The Age of the Earth* [*Yeryüzünün Yaşı*] (1913)
Alfred Wegener, *The Origin of Continents and Oceans* [*Kıtaların ve Okyanusların Kökeni*] (1915)
Walter Alvarez, *T. rex and the Crater of Doom* [*T. Rex ve Kıyamet Krateri*] (1997)

ON ÜÇ

JEOLOJİNİN BAŞLANGICI

Yerküre biliminin yaratılması

> Yerkürenin genel tarihi ürünlerininkinden önce gelmeli
> –Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon,
> *Histoire naturelle: générale et particulière* (1749–88)

Fizik ve astronomi gelişirken, yerkürenin incelenmesi büyük ölçüde coğrafya düzeyinde kalmıştı.

Coğrafyayı (tabii ki) Yunanlar yaratmıştı. Eski Babillilerden beri haritalar çiziliyordu, ama MÖ dördüncü yüzyılda Büyük İskender'in fetihleri Yunan haritacıları için aniden yeni olanaklar yaratmıştı. Yüz yıl sonra, İskenderiye'deki kütüphaneci Eratosthenes yerkürenin topografyasının ilk akademik araştırmasını kaleme aldı. *Geographika*'nın (sözcüğün bilinen ilk kullanımı) üç cildi yeni, dünya çapında paraleller ve meridiyenler sistemi oluşturuyordu. Çok geçmeden, Yunan astronom Hipparkhos ay üzerine gözlemlerini bugün enlem ve boylam olarak bildiğimiz hatlar ızgarasını yaratmakta kullanarak, Yunanların yarattığı haritaların hassasiyetini daha da ileriye götürdü.[1]

Böylece yerküre bilimi başlamış oldu. Ama Yunan coğrafyası yalnızca yerkürenin yüzeyinin o anki halini gözlemliyordu. Gezegenin o anda içinde bulunduğu duruma nasıl geldiğini ve neden öyle davrandığını açıklamıyordu. Ne de olsa, Aristote-

[1] James Oliver Thomson, *History of Ancient Geography* (Biblo & Tannen, 1965), 124ff, 342–43; Duane W. Roller, der. ve çev., *Eratosthenes' Geography* (Princeton Üniversitesi Yayınları, 2010), 161, 263–64.

lesçi felsefe yerkürenin tarihinin sonsuz olduğunu ve zaman çevrimlerinin sonsuza kadar tekrarlanacağını kabul ediyordu; bu Yunanların kürenin kökenlerini araştırmanın bırakın dünyanın bugünkü durumunu anlamakta yararlı olduğunu, mümkün olduğunu bile düşünmemelerini sağlıyordu.[2]

Kimya ve fizikteki gelişmeler yerkürenin içinde yer alan fiziksel süreçler üzerine kimi yararlı içgörülere neden olmuştu. Ama yıldız biliminin daha büyük bir olgunluğa erişmesine kadar, *bizatihi* (olağanüstü, ama şimdi birçok diğerleri gibi bir gök cismi; dolaşan gezegenlerle aynı nitelikleri paylaşan ama insan ırkının yurdu olarak eşsiz) yerküre bir araştırma konusu olmadı. Jeoloji, Charles Van Hise'ın gözlemlediği gibi, astronominin çocuğuydu.[3]

Ama on yedinci yüzyılın ilk bölümünde, jeoloji yeni bir bilim olarak yerini almaya daha hazır değildi. Doğa felsefesinin yalnızca başka bir dalıydı, hâlâ hangi soruları sorması gerektiğini düşünüyordu. Ve bu ilk sorular astronomlar ve fizikçiler değil, ilahiyatçılar ve filozoflar tarafından soruldu.

1647'de, doğa filozofu John Lightfoot, yerkürenin yaşını hesaplamak için Eski Ahtin soyağacı anlatılarını kullandı. MÖ 3928 Eylülünde yaratıldığını ilan etti. Üç yıl sonra, İrlandalı piskopos ve amatör astronom James Ussher İncil Kronolojilerini kendi astronomik gözlemleriyle birleştirerek, yaradılış tarihini biraz daha erkene aldı. Ussher, yazdığı *Annals of the World* içinde, "Başlangıçta, Tanrı gökyüzünü ve yeryüzünü yarattı," diyordu. "Zamanın başlangıcı, kronolojimize göre, MÖ 4004 yılının 23 Ekiminden önceki akşamın başladığı geceyarısı gerçekleşti."[4]

Bu tam anlamıyla bilim değildi. Ama öte yandan, yerkürenin yaşamının yaradılış sırasında gerçekleştiği yolundaki

---

2 Gian Battista Vai ve W. G. E. Caldwell, der., *The Origins of Geology in Italy* (Geological Society of America, 2006), 158; Gary D. Rosenberg, *The Revolution in Geology from the Renaissance to the Enlightenment* (Geological Society of America, 2010), 143–44.

3 Charles R. Van Hise, "The Problems of Geology," *Journal of Geology* 12, no. 7 (1904): 589–91.

4 G. Brent Dalrymple, *The Age of the Earth* (Stanford Üniversitesi Yayınları, 1991), 21; James Ussher, *Annals of the World* (E. Tyler, 1658), 17.

Hıristiyan ve İbrani geleneği, sonsuz bir şekilde tekrarlanan çevrimlerden oluşan Yunan geleneğinden ilerideydi. Yerküreye gerçek, doğrusal, kronolojik bir tarih atfetmek, kayalarının ve toprağının, dağlarının ve vadilerinin yaşanmış geçmişin izlerini taşıdığını akla getiriyordu.

Ussher tarihini belirledikten on dokuz yıl sonra, atanması öncesinde Kopenhag ve Amsterdam üniversitelerinde tanınmadan eğitim gören Danimarkalı din adamı Nicholas Steno, geçmiş üzerine bir deneme yayımladı: yerküre bilimi üzerine ilk gerçek girişim.

De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus (Doğal Süreçle Katı bir Maddenin içine Yerleşen Katı Maddeler Üzerine Anlatı) başlıklı çalışması, fosiller bilmecesiyle uğraşıyordu: genellikle denizden çok uzaktaki dağlarda bulunan ve canlı yaratıklara benzeyen taş oluşumları. Birinci yüzyılda Romalı filozof Plinius bunların gökten düşen kayalar olduğunu tahmin etmişti. Ortaçağ filozofu ve hekim İbn Sina bunların esrarengiz bir şekilde, kayalara yeni şekiller veren "plastik" bir kuvvet tarafından oluşturulmuş olabileceklerini önerdi. Bunlara mikroskop altında bakan Robert Hooke, bunların canlı organizmaların taşlaşmış kalıntıları olduğu sonucuna vardı, ama bunların nasıl olup da katı toprağın içinde bulunduklarını açıklayamadı.[5]

Steno Hooke'un vardığı sonuçları biraz daha ileriye götürdü. 1666'da, Steno İtalya açıklarında yakalanmış olan ve ona etkili bir tanıdığı, II. Fernando de Medici tarafından gönderilen garip bir köpekbalığının kafasında dikkatli bir teşrih gerçekleştirdi. Köpekbalığının dişleri, Steno ve başka on yedinci yüzyıl doğa filozoflarının iyi bildiği küçük diş şeklinde fosillerle aynıydı: glossopetrae, Avrupa'nın çeşitli yerlerinden toplanmış, minik, çatallı yılan diline benzer taşlar. "Anlatı" ilk başta, glossopetrae'nin, köpekbalığının dişi gibi, evvelce yaşamış hayvanların parçası olduğunu kanıtlamayı amaçlıyordu; ikincisi de, nasıl olup da taşların içinde bulunduklarını.

---

[5] William H. Stiebing, *Ancient Astronauts, Cosmic Collisions and Other Popular Theories* (Prometheus Books, 1984), 5.

Steno'nun ikinci için açıklaması, aydınlatmalar, nitelendirmeler, gereksiz ayrıntılar ve gereksiz uzunlukta cümleler yüzünden bulanıktır. Ama üç temel ilkeye indirgenebilir:

> *Steno'nun Üst üste Gelme İlkesi.* Kaya tabakaları kaya parçacıklarının suyun dibine çöktüğü ve sonra da sıkıştığında oluşur.
> *Steno'nun Özgün Yataylık İlkesi.* Kaya tabakaları her zaman yatay oluşur. Bir tabaka eğik ya da düşeyse, daha sonraki etmenler tarafından itilmiştir.
> *Steno'nun Yanal Devamlılık İlkesi.* Kaya tabakaları öylesine bitmez. Dolayısıyla, iki kaya tabakası yakın olup aynı mineral içeriğe, toprak içeriğine ve yapay olgu içeriğine sahip olup, birbirlerinden ayrıysa, özgün olarak aynı tabaka olup, daha sonraki bir vaka nedeniyle ayrılmışlardır.

Bu ilkelerin üçü de aynı derin içgörüye, evvelce hiç telaffuz edilmemiş olan bir şeye işaret ediyordu: yerkürenin tabakaları, katmanlar (birbiri üzerine yığılı kaya ve toprak "battaniyeleri") birer birer, uzun yıllar boyunca yerleşmişti. Bunların içinde kazı yaparak, doğa filozofu zamanda geriye dönebilirdi.

Daha henüz jeoloji diye bir şey yoktu, ama Steno bu bilimin keşfini artık olası kılmıştı. Doğa filozoflarının Baconcı yöntemlerini üzerinde uygulayabilecekleri ham maddeleri tanılamıştı: yerkürenin tabakaları ve içlerindeki fosiller gözlemlenmesi, çözümlenmesi ve kuramlaştırılması gereken şeylerdi.

Bu ham madde derhal ilahiyatçılarla filozofların vardığı sonuçlar üzerine kuşkuların doğmasına neden oldu.

Steno şahsen yaradılış yılı olarak MÖ 4004 tarihinde bir güçlük görmüyordu. Fosillerin ırmakların dibine çökmüş canlı varlıkların kalıntıları olduğuna inanıyordu ve kabuk ve tırnak gibi kırılgan nesnelerin (taşlaşmış da olsalar) binlerce yıl dayanmaları inanılırlığı zorluyordu. "Anlatı" içinde, Steno açıkça MÖ 4004 gibi bir yaradılış tarihinin çok fazla geride olduğundan açıkça endişeleniyordu.[6]

---

[6] Rosenberg, *Revolution in Geology*, 144–45.

Ama başka düşünürler ham maddeye başka türlü bakıyordu. Fosillerden çok yerkürenin çekirdeğine gözünü diken Isaac Newton, yerkürenin başlangıçta erimiş bir küre olabileceğini düşünmeye başlamıştı. Bu durumda, dünyanın yaşı, demirin soğuma oranı hesaba katılarak bulunabilirdi (her zaman için, hızla soğuyan yüzeyle kürenin geri kalanı arasındaki ilişki değiştiğinden, büyük kürelerin küçüklere göre ısıyı farklı koruyacağı akılda tutulmalıydı). "Ve dolayısıyla," der Newton,

> Akkor demirden oluşan, bizim yerküremizle aynı boyda, yani çapı 40.000.000 ayak olan bir küre eşit sayıda günde ya da 50.000 yılda pek soğumaz. ... gerçek oran deneyle soruşturulabilse memnun olurdum.[7]

Diğer bir deyişle, eğer yerküre başlangıçta erimiş durumdaysa, yalnızca 6000 yaşında olması mümkün değildi. Ama bu, Newton açısından "taklit" varsayımdı, bilimin daha kanıtlayacak araçlara sahip olmadığı bir varsayım.

Newton'ın meslektaşı ve zaman zaman rakibi Alman matematikçi Gottfried Wilhelm Leibniz benzer bir düşünce ortaya attı: yerkürenin bir zamanlar metal gibi sıvı olduğu ve zaman içinde sertleştiği. Bu süreç büyük kabarcıklar oluşturmuştu; bunların bir kısmı sertleşip dağları oluşturmuş, başkaları da dağılıp yok olmuş ve vadileri oluşturmuştu. Ama Leibniz de taklit varsayımlar konusunda dikkatliydi ve o da yerkürenin yaşı için olası bir rakam vermekten kaçınıyordu.[8]

Yerkürenin yaşı ve kürenin tabakalarının bunu bulmak için nasıl yorumlanacağı açıkça ve dürüstçe tartışılan bir soru olarak kalabilirdi. Ama 1701'de, Winchester piskoposu William Lloyd, James Ussher'ın MÖ 4004 tarihini İncil'in 1611 Onaylı Sürümünün (İncil'in baskıdaki en çok okunan ve en etkili İngilizce sürümü) en yeni sürümünün yan notlarının arasına kattı. Bu da Ussher'in tahminine kutsal yetke görüntüsü veriyordu; o andan itibaren, yerküre için 6000 yıldan daha yüksek bir yaş söylemek, beraberinde kutsal metinlerin inkârı lekesini taşıyacaktı.

---

[7] Isaac Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, çev. Andrew Motte (Daniel Adee, 1848), 486.

[8] Dalrymple, *Age of the Earth*, 28–29.

Bir araştırmacının daha uzun bir kronoloji önermeye cesaret etmesi için elli yıl geçmesi gerekti. O zaman bile, öneri kurmaca, üstelik yer altı kurmaca şeklinde oldu.

1720'de, Fransız doğa filozofu Benoît de Maillet özel olarak, Telliamed adlı bir Hint filozofla bir Fransız misyoneri arasındaki, yerkürenin yaşı üzerine bir dizi diyaloğu dolaşıma soktu.[#] Yüzyıllardır süren ve Akdeniz'in seviyesinin alçaldığını gösteren ölçümlere dikkat çekerek, tüm yerkürenin bir zamanlar denizlerle kaplı olduğunu, ama bu denizin sürekli olarak bir şekilde kürenin merkezindeki bir girdaptan emildiğini öne sürüyordu. Su seviyesinin düşüş oranı, yerkürenin yaşının en azından *iki milyar yıl* olduğu anlamına geliyordu.

Ama bu tahminin kutsal metinlerle bir çelişki oluşturmasına gerek yoktu: [yerkürenin yaşı sorununa] mutlaka dininizle ilgiliymiş gibi bakıyorsunuz," der Telliamed misyonere, "ama benim görüşümce, biri diğeriyle ilgisizdir."Yerkürenin incelenmesi, diye açıklar, inanç gözüyle bakılarak yapılamaz. Doğrusu, gezegen astronomun başka herhangi bir olguya getirdiği aynı nesnellikle incelenmelidir:

> Şimdi dünyanın geçmiş süresini kendi yıllarımızla ölçelim. Dikkatlice bu evrene, bizimki gibi birçok başka yıldızın parladığı semanın bu muazzamlığına baktığımızda karşımızda ne bulduğumuza bakalım... Teleskopların icadından bu yana hayli olası kılınmış olan şeyleri, bunlarla erişebileceğimiz, yerküreden bu uzaklıktaki en yüksek yerde yer alırsak belki de yukarımızda görüşümüzden daha az uzakta olmayacak çok daha fazla dünyaları keşfedebileceğimizi tahayyül edelim.[9]

Yerküre birçok başkasının arasında bir gök cismi olarak kabul edilene kadar, *jeoloji* var olamazdı. Ve her şeyin ölçütü olarak insanın var olduğu yıllardan vaz geçilene kadar jeolojinin gerektirdiği zaman çerçevesi kurulamayacaktı.

[#] Kilise yetkilileri muhtemelen Telliamed isminin de Maillet'nin tersten yazılmış hali olduğunu fark etmişlerdir, ama elimizde tepkilerine dair bir kayıt yok.

[9] Benoit de Maillet, *Telliamed, or, The World Explain'd* (W. Pechin, 1797), 194–95; Dalrymple, *Age of the Earth*, 25–29.

On sekizinci yüzyılın ortalarında, Comte de Buffon yeni bilimi inşaya başladı.

Buffon, bir tuz vergisi yöneticisinin oğlu George-Louis Leclerc olarak doğmuştu. Vergi yöneticisine muazzam bir servet miras kalmış ve bunu yakındaki Buffon köyünü satın almakta kullanmıştı; bu satın alma ona yeni bir asalet sağlamıştı. Genç George-Louis, mütevazı kökenlerinden hassasiyet duyduğundan, yirmili yaşlarında Leclerc soyadını terk etmiş, yaşamının geri kalan bölümünde imzasını "Buffon" olarak atmıştı.[10]

Aile serveti matematik, fizik, kimya, mikroskoplar ve botanikten oluşan geniş kapsamlı meraklarına eğilmesini olası kılmıştı. Kurcalamış, soruşturmuş, yazmış, ders vermiş, yayımlamıştı. Otuzlu yaşlarına geldiğinde, etkileyici ölçüde geniş kapsamlı başarıları Fransa sarayının dikkatini çekmişti. 1739'da kraliyet bahçelerinin küratörü makamına getirilmiş ve hem bahçeleri hem de içindeki hayvanat bahçesini geliştirip iyileştirme görevi verilmişti; yaşamının sonuna kadar bu görevde kaldı.

Buffon'un küratör olarak görevleri geniş kapsamlı ilgilerini yerküreye ve onun yaşayan sistemine daha yakından odaklamasını gerektirmişti. 1740'ta muazzam bir ansiklopedik çalışma olan elli ciltlik bir *Histoire Naturelle*'in [*Doğa Tarihi*] başlangıcını açıkladı. Bu Aristoteles'in *Hayvanlar Tarihi*'nin yalnızca hayvan yaşamını değil, botaniği de kapsayan çok iddialı bir uzantısıydı. Ve Buffon çalışmaya başladığında, bunların ikisine de başlayamayacağını fark etti. "Yeryüzünün genel tarihi," diye yazmıştı, "ürünlerininkinden önce gelmeli."[11]

Bu yüzden, *Histoire naturelle: générale et particulière*'in [*Doğa Tarihi: Genel ve Tikel*] ilk cildi küreyle ilgiliydi: iç yapısı, "biçimi, nasıl var olduğu" ve tarihi. Buffon bu konuları bilimsel, tümevarımcı, *Baconcı* bir şekilde ele almayı öneriyordu. Geçmişteki, ne gözlemlenebilecek ne de tekrarlanabilecek, "is-

[10] John R. Gribbin, *The Scientists: A History of Science Told through the Lives of Its Greatest Inventors* (Random House, 2003), 221–23.

[11] Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon, *Natural History, General and Particular*, 2. basım., çev. William Smellie (W. Strahan ve T. Cadell, 1785), 1:1.

tikrarsız" ve "sallantılı temeller üzerine bina edilmiş" tek bir olağanüstü olaya dayanan her türlü açıklamayı reddediyordu. (Burada, Buffon'un aklında matematikçi William Whiston tarafından önerilmiş olan ve yerkürenin şu andaki biçimini bir kuyruklu yıldızın kuyruğuyla gerçekleşen eski bir çarpışmaya borçlu olduğunu öne süren popüler bir kuram vardı.)[12]

Bunun yerine, Buffon yerküre biliminin neden olarak, yalnızca hâlâ gözlemlenebilecek olan fiziksel süreçleri benimseyebileceğinde ısrarcıydı: suyun hareketi, ısınan yüzeylerin kademeli soğuması, toprağın erozyonu.

> Burada bilgimizin sınırlarının dışına çıkmış nedenlerden, doğanın, en küçük sancısı küre için ölümcül olabilecek kıvranışlarından söz etmiyorum. Bir kuyruklu yıldızın yaklaşması, ayın yokluğu ya da sisteme yeni bir gezegenin girmesi benzeri şeyler tahayyülün kaptırıp gidebileceği olasılıklardır. Bu türden nedenler, istediğimiz herhangi bir sonuca neden olabilirler. Bu doğanın tek bir varsayımından, bin adet fiziksel roman yaratılabilir ve yazarları da bunları Yerküre Kuramları olarak şereflendirebilirler... Bu beyhude spekülasyonları reddediyorum: eğer harekete geçerlerse, evrende öyle bir yıkıma neden olacaklardır ki, küremiz, kaçak bir madde parçacığı gibi, gözlemimizden kurtulacak ve artık dikkatimize değer bir şey olmaktan çıkacaktır. Ama fikirlerimizi tutarlılığa kavuşturabilmek için, yerküreyi olduğu gibi almalı, farklı parçalarını titizlikle incelemeli ve tümevarım yoluyla, şu anda var olandan hareketle, gelecek üzerine bir yargıda bulunmalıyız. Nadiren harekete geçen ve eylemleri hep ani ve şiddetli olan nedenlerden etkilenmemeliyiz. Bunların, doğanın sıradan işleyişinde bir yeri yoktur. Yalnızca düzenli bir süreklilikle tekrar eden işlemler, kesintisiz birbirini takip eden hareketler akıl yürütmemizin temelinde yer alacak nedenler olmalıdır.[13]

---

[12] William Wbiston, *A New Theory of the Earth, from Its Original, to the Consummation of All Things*, 5. basım (John Whiston, 1737), 373; David Spadafora, *The Idea of Progress in Eighteenth-Century Britain* (Yale Üniversitesi Yayınları, 1990), 112–13.

[13] Buffon, *Natural History*, 1:33–34.

Peki, hangi "düzenli bir süreklilikle tekrar eden" işlemler dünyayı şekillendirmiş olabilir? Newton'a bir bakış atan Buffon, gezegenin yaşamına erimiş bir küre olarak başladığını, yavaşça şimdiki sıcaklığına doğru soğuduğunu öne sürmüştü.

Doğru, yerkürenin geçmişinin bu bölümünü kendi gözleriyle gözlemleme şansı yoktu. Ama yerkürenin yüzeyinin ve derinlere inen madenlerin sıcaklık ölçümleri, açıkça çekirdeğin yüzeyden daha sıcak olduğunu gösteriyordu ve *bu* da arka arkaya *tekrarlanabilecek* bir fiziksel süreçle açıklanabilirdi: Buffon çeşitli büyüklüklerde demir küreleri akkor hale gelene kadar ısıttı sonra da soğumaları için gereken zamanı ölçtü. Sonra bu sonuçları yerküre boyutlarındaki bir cisme uyarladı ve kürenin ilk soğumasının 74.832 yıl önce gerçekleştiği sonucuna vardı. Özel olarak, çok daha uzun bir zamanın söz konusu olduğunu düşünüyordu; belki de üç milyar yıl kadar uzun (Bu da günümüzdeki tahmin olan 4,57 milyar yıldan çok uzak değildir).[14]

Histoire naturelle'in birinci cildinde bu kuramları oluşturan Buffon bununla eşzamanlı olarak yerkürenin geçmişindeki herhangi bir olağanüstü ilahi müdahale olasılığını da reddetti ve Ussher'in kronolojisine karşı çıktı. Kitap on sekizinci yüzyıl için bir çoksatar oldu. Kitabın nüshaları Fransa, İngiltere, Hollanda ve Almanya'nın iyi eğitim almış erkek ve kadınlarının masalarında yerini aldı. Fransız Bilim Akademisinin önde gelen üyeleri arka arkaya Buffon'un sonuçlarına saldırdılar. Paris İlahiyat Fakültesi Tekvin anlayışı üzerine onunla uzun ve kuşkulu bir yazışma içine girdi.[15]

Buffon yazışmaları okudu, ama varsayımına olan bağlılığı daha da arttı. Otuz yıl sonra, *Histoire naturelle*'in var olan ciltlerine bir dizi düzeltme ve ek yayımladığında, yerkürenin oluşumunun safhalarının yedi döneme ayrılan daha ayrıntılı bir açıklamasını da bunlara kattı:

---

[14] Dalrymple, *Age of the Earth*, 29–30.

[15] Jacques Roger, *Buffon: A Life in Natural History*, çev. Sarah Lucille Bonnefoi (Cornell Üniversitesi Yayınları, 1997), 187–93.

Birinci Çağ	Yerküre soğumaya başlar.
İkinci Çağ	Yerküre sertleşir.
Üçüncü Çağ	Yerküreyi sular kaplar.
Dördüncü Çağ	Sular gerilemeye başlar ve volkanik etkinlik başlar.
Beşinci Çağ	Filler ve "güney hayvanları" sıcak kuzeyi doldurur.
Altıncı Çağ	Kıtalar ayrılır.
Yedinci Çağ	İnsan yaşamı başlar.

Bu "Doğa Çağları," yerküre kronolojisinin ilk "derin zamanlarıydı"; yüzyıllar sonra, John McPhee tarafından jeolojinin araştırılmasında kullanılan tamamen farklı zaman çerçevesini (bir milyon yıl bir gün gibidir) betimlemek için bulunan terim.

Doğanın Çağları kronolojisi Buffon'un İngilizce çevirmeni William Smellie için biraz şaşırtıcıydı –onun zevkine göre biraz fazla Britanyalı-dışı– bu yüzden 9. Cildin bu kesimini kısalttı. "Bu kuram, her ne kadar kıtada beğenildiyse de, soğukkanlı ve ölçülü Britanyalılar için biraz fazla fantezidir," diye açıklıyordu bir çevirmen notunda, "çevirmene bunu İngilizceye çevirmemesi önerilmiştir."[16]

Ama Buffon bahane aramıyordu. Açıklama olarak hiçbir *olağanüstü* olayın kullanılmaması –jeolojinin birinci ilkesi– onu, kaçınılmaz olarak ikinciye götürüyordu: yeryüzünün tarihi uzun, çok uzundu.[17]

Histoire naturelle: générale et particulière*'in önemli bölümlerini okumak için, bkz., http://susanwisebauer.com/story-of-science.*

GEORGE-LOUİS LECLERC, COMTE DE BUFFON
Histoire naturelle: générale et particulière
(1749-88)

[16] Buffon, *Natural History*, 1:258.

[17] Henry Gee, *In Search of Deep Time: Beyond the Fossil Record to a New History of Life* (Cornell Üniversitesi Yayınları, 2001), 2–4.

Birinci cilt iki önemli kesimden oluşur: Bölüm Bir, "Yerkürenin Tarihi ve Kuramı," Buffon'un yerkürenin oluşumu üzerine tüm kuramlarını içerir; ve çok uzun Bölüm İki, "Yerküre Kuramının İspatları," ayrıntılı savlar ve deneysel destekler içeren on dokuz "makaleye" bölünmüştür. Birinci bölüm yakın ve dikkatli bir okumaya değerdir; ikinciyi atlamak isteyebilirsiniz.

Dokuzuncu Cilt Birinci Ciltteki çeşitli kesimlere birçok ek ve tamamlayıcı ilave içerir. Yalnızca "Comte de Buffon'un Doğa Çağlarını Destekler Olgu ve Savlar: İnsanın Güçlerinin Doğanınkilere Yardımcı olduğu O Dönem Üzerine Devler, Buzullar, Kuzey-Doğu Geçidi Çağları" başlıklı kesimi okumanız gerekir.

William Smellie'nin çevirisi hâlâ tek İngilizce çeviridir; okunabilir ve eğlendiricidir, ama Doğanın Çağları üzerine kesimin şerhli olduğunu unutmayın. Bu birçok bedava e-kitap sürümünde okunabilir, ama en kolayı University of Michigan's Eighteenth Century Collections Online içindekidir (canlı bir bağlantı için, *bkz.*, http://susanwisebauer.com/story-of-science)

Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon, *Natural History: General and Particular*, çev. William Smellie, vol. 1 (e-kitap, 1780, no ISBN).

Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon, *Natural History: General and Particular*, çev. William Smellie, vol. 9 (e-kitap, 1785, no ISBN).

ON DÖRT

YENİ BİLİMİN YASALARI

Yerkürenin şu andaki durumu için iki farklı kuram önerilmiştir

> Mevcut kıtalarımızın üretimi belirsiz bir zaman almış olmalıdır... bir başlangıç emaresi görmediğimiz gibi, bir son olasılığı da yoktur.
>
> –James Hutton, *Theory of the Earth*, 1785

> Böylece, yerkürede yaşam sık sık feci olaylarla kesintiye uğramıştır.
>
> –George Cuvier, "Discours Préliminaire" (1812)

Varlıklı bir İskoç toprak sahibinin oğlu olan James Hutton doğuştan bir amatör meraklıydı; yeni bilimin istediği tam da buydu.

1740'ta, on dört yaşındaki Hutton Edinburgh Üniversitesine Yunanca ve Latince eğitimi almaya gitti. Kimyada şansını denemek amacıyla klasikleri terk etti, okulu hepten bırakıp bir avukatın çırağı oldu, yirmi bir yaşında Edinburgh'da tıp okumak üzere hukuku bıraktı, anatomide uzmanlaşmak üzere Paris'in yolunu tuttu, nihayet tıp eğitimini bitirdi, sonra da hekimlik yaşamının ona göre olmadığına karar verdi. Bir arkadaşının yardımıyla sal ammoniac (Amonyum klorür) olarak bilinen bir sanayi kimyasalını üretmek üzere bir şirket kurdu. Şirket başarılı oldu, ama çok geçmeden Hutton şirketin yönetimini arkadaşına bırakıp aile çiftliklerini yönetmeye karar verdi.

Tarım üzerine deneyler yaptı; Philosophical Society of Edinburgh'a (Edinburgh Felsefe Cemiyeti) katıldı ve botanik, mineraloji ve topçuluk üzerine makaleler sundu; kimyasal deneyler yaptı; tuz madenlerini ziyaret etti, jeolojik oluşumları incelemek üzere dağlara tırmandı, taş kömürü üretimini inceledi. Dostu ve yaşamöyküsü yazarı John Playfair, "mesleki faaliyetlerin kesintisinden azade," diye yazar, "zamanını tamamıyla kendi denetiminde tuttu ve aklını sürekli meşgul edecek kadar da zihinsel enerjiye sahipti."[1]

Hayatını kazanma zorunluluğundan onu kurtaracak bir gelirle de birleşen bu türden geniş bir ilgi yelpazesi, henüz üniversite kürsülerine, bir tanıma, sınıra, kabul görmüş bir isme sahip olmayan bir alan olan yerkürenin incelenmesi için bir önşarttı. Buffon kendini "tarihçi" olarak adlandırıyordu; onunla aynı zamanda gezegeni inceleyenler kendilerini astronom, matematikçi, doğa filozofu, beyefendi olarak adlandırıyorlardı. Hutton hayatının ilk yarısını kimyacı, imalatçı ve çiftçi kimlikleri arasında gezinerek geçirmişti. Elli yaşına kadar bir şey yayımlamamıştı. İlk yayımı *Considerations on the Nature, Quality, and Distinctions of Coal and Culm*# *(Taş Kömürü ve Culm'un Doğası, Niteliği ve Ayrımları üzerine Düşünceler)* gibi parıltılı bir başlığa sahip olan bir kitapçıktı. Çok sattığı söylenemez ("çok akıllıca ve tatminkâr," diye güvence verir Playfair, "ama belki de, ne amaçla yazıldığı göz önünde bulundurulursa, çok bilimseldi"), ama Hutton'ın yavaş yavaş odaklanan ilgisini gösterir. Giderek artan bir biçimde, yerkürenin bileşimini inceliyordu.[2]

Hutton'ın kitapçığının yayımlandığının ertesi yıl, İsviçreli matematikçi Jean André Deluc yerküre bilimine bir ad verdi.

Deluc yıllardır İngiltere Kraliçesi Charlotte'la yazışıyordu ve toplumsal ihtiraslara sahip düşünürlerin yaptığı gibi, mek-

---

1 Dennis R. Dean, *James Hutton and the History of Geology* (Cornell Üniversitesi Yayınları, 1992), 1–3; John Playfair, *The Works of John Playfair, Esq.* (Archibald Constable, 1822), 4:43–44.

"Culm" İngiltere'nin güneybatısında elde edilen özel bir antrasit türüne verilen addı.

2 Playfair, *Works*, 46.

tupları yayımlanmak üzere saklamıştı. 1778'de yayımlanan ilk cildin (çok mektup vardı) başlığı *Dağlar ve Yerküreyle İnsanın Tarihi üzerine Fiziksel ve Ahlaki Mektuplar*'dı. Deluc inançlı bir Protestandı ve kaya oluşumları ve toprak katmanları üzerine kuramlarını Tekvin anlatısıyla uzlaştırmaya çalışıyordu (Buffon'un kronolojisine şiddetle karşıydı ve gezegen için 10.000 yıllık bir yaşı uygun buluyordu). "Bu mektuplar, diye başlıyordu Deluc, "yalnızca bir Kozmoloji Çalışmasının ana hatlarıdır." Daha sonra, bir dipnotta, terimin uygunsuzluğundan yakınıyordu: "burada kozmolojiyle yalnızca yerküre bilgisini kast ediyorum. Bu anlamda, "jeoloji" doğru sözcük olur, ama kullanmaya cesaret edemiyorum, çünkü ortak kullanımda değil."[3]

Bu beyanına karşın, Deluc terimi kullanmayı sürdürdü. *Mektuplar*'ın popülerliği arttı ve jeoloji terimi işlerlik kazandı. Yerkürenin incelenmesinin sınırları hâlâ bulanıktı, ilahiyat ve İncil araştırmaları bir yanda, fizik ve astronomi diğer yanda, metalürji ve kimya bir üçüncü yandaydı; ama en azından bir etiketi vardı.

1783'te, kömür üzerine kitapçığının yayımlanmasından altı yıl sonra, Hutton gelişen jeoloji kuramlarını nihayet önemli bir aleni tanıtım için toparladı. Philosophical Society of Edinburgh, hem felsefe hem de doğa bilimlerinin araştırılmasına adanmış yepyeni Royal Society of Edinburgh'la daha yeni birleşmişti; yeni kurumu destekleme kaygısıyla Hutton, "yerküre sistemi" üzerine bir konferans vermeyi kabul etti. "Royal Society kurumunun," diye açıklar Playfair, "Dr. Hutton'dan, oluşturulması yaşamının büyük amacı olan yerküre kuramının ilk taslağını talep etmek gibi güzel bir etkisi oldu."[4]

Hutton artık elli yedi yaşındaydı. "Becerikli bir mineralog" olmuştu ve "jeolojinin büyük olgularını kendi gözleriyle incelemişti"; "fiziki coğrafya ve kimya konusunda yüksek beceriye"

---

3 Gian Battista Vai ve W. G. E. Caldwell, der., *The Origins of Geology in Italy* (Geological Society of America, 2006), 59–61: Martin J. S. Rudwick, *Bursting the Limits of Time: The Reconstruction of Geohistory in the Age of Revolution* (Chicago Üniversitesi Yayınları, 2005), 135.

4 Playfair, *Works*, 12.

sahipti; doğa tarihi konusunda çok okumuştu. Tüm bu becerileri yerkürenin ve sisteminin doğasını incelemeye adamış, ama o zamana kadar fikirlerinin pek azını başkalarıyla paylaşmıştı.[5]

7 Mart 1785'te, sunumunun ilk bölümü dostlarından biri tarafından Royal Society'de okundu; Hutton hastalığını bahane etmişti (muhtemelen heyecana kapılmıştı). Royal Society'nin zabıtları, "sunumunun ilk bölümü," der, "yaşanabilir yerkürenin Sisteminin, Süresi ve istikrarı açısından bir İncelemesini içerir." Bir ay sonra, derneğin Nisan toplantısında, Hutton şahsen Mart sunumunu özetleyip makalesinin gerisini okur.

Hutton'ın iddiasına göre, şimdi gördüğümüz tüm arazi tabakaları bir zamanlar okyanusların dibinde dolaşan serbest malzemeydi; sıcaklık bu malzemeyi bir araya kaynattı ve okyanusların yüzeyinin üzerine itip kuru araziyi oluşturdu. Bu kuru arazi de sonrasında ardı ardına çevrimler halinde çevresindeki sular tarafından aşındırıldı. Bu süreç bugün de okyanuslarda ve kıtalarda gözlemlenebilir.

Diğer bir deyişle, etrafımızdaki yerküre geçmişteki muazzam afetler sonucu ya da olağanüstü müdahalelerle değil yalnızca hâlâ devam etmekte olan aynı gelgitlerle, dalgalarla ve çekilmelerle, birikmelerle ve aşınmalarla oluşmuştu.[6]

Geçmişte olanlar yalnızca bugün incelenerek açıklanabilirdi; ya da daha sonraki düşünürlerin ifade edeceği gibi, "bugün geçmişin anahtarıdır." Bugün gördüğümüz doğa olaylarıyla çağlar öncesinin doğa olayları –ve çıkarsamayla, gelecektekiler– arasında, *birörneklilik* vardır. "Geçmiş zamanların doğa işlemlerini anlayabilmek –[ve] olayların gelecekteki akışı konusunda ilkeler oluşturmak– için," diye açıklıyordu Hutton, "bugünkü yerkürenin yapısını incelemeliyiz."[7]

Birörneklilik ilkesini kabul etmek (geçmişte büyük afetler olmamıştır; yerküre hâlâ ölçebileceğimiz doğal süreçler tarafından oluşturulmuştur) başka bir sonucu da getiriyordu. De-

---

5 *A.g.e.*, 49-50.

6 Dean, *James Hutton*, 17, 24–25.

7 Charles R. Van Hise, "The Problems of Geology," *Journal of Geology* 12, no. 7 (1904): 614–15.

ğişmeyi çok, çok yavaş üreten bu süreçler, çok uzun bir süredir devam ediyor olmalıydı. "Görüşleri toparlarsak," diye yazıyordu Hutton, "eminiz ki... bu işlem o kadar yavaştır ki, bir tahmin yürütebilmek için bir nicelik ölçütü bulamayız... Mevcut kıtalarımızın üretimi belirsiz bir zaman almış olmalıdır."[8]

Belirsiz: tanımlama yetimizin dışında. Makalesinin birinci bölümünün sonunda, Hutton bunu daha da güçlü terimlerle ifade etti: "Dolayısıyla, bu fiziksel araştırmanın sonucu şudur ki," diye sözünü bitiriyordu, "bir başlangıç emaresi görmediğimiz gibi, bir son olasılığı da yoktur." Bu Yunanların ebedi ve değişmez bir yerküre sürümü değil, daha doğrusu, içinde yaşadığımızdan çok daha farklı bir zaman cetvelinde değişen bir fiziksel dünya görüşüydü. Hutton'ın makalesi, Buffon'un yalnızca ima ettiğini yazıya dökmüştü: jeolojik zaman, "derin zaman," insani deneyimin zamanından o kadar farklıydı ki, bunu ifade etmek için bile yılları kullanmamız ucu ucuna mümkündü.[9]

Bu, Tekvin öyküsüne Buffon'un görece ılımlı çağlarının olduğundan daha da saldırgandı, bu da Hutton'ın Royal Society karşısına ilk programlı çıkışındaki sinirliliğini açıklayabilir. Ama gariptir, üç yıl sonra *Theory of the Earth* (Yerkürenin Kuramı) başlığı altında yayımlanan makalesi görece az öfke uyandırdı. Yaşamöyküsü yazarı Playfair bunu entelektüel yorgunluğa bağlar: "Dünya, genellikle açıklamayı önerdikleri olgular üzerine yanlış bilgilenmiş kişilerin jeolojik kuramlar oluşturma yolundaki başarısız girişimlerden bıkmıştı," diye hayıflanır.[10]

Jean André Deluc, Hutton'ın kronolojisini çürüten bir yazı yayımladı, İrlandalı kimyacı Richard Kirwan da Hutton'ı "akla ve Musa tarihinin akışına aykırı" bir kuram üretmekle suçladı. Ama jeoloji daha yepyeni bir alandı, uygulayıcıları çok dağınıktı ve *Theory of the Earth*'ün yayımlanışından on yıl sonra bile Hutton'ın birörneklilik ve derin zaman kuramlarına tep-

[8] James Hutton, "Theory of the Earth," *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 1 (1788): 301.

[9] *A.g.e.*, 304.

[10] Playfair, *Works*, 63–64.

kiler seyrekti. "Bu Yerküre Kuramı," diye yakınır Playfair, "derhal ve görünür bir tepki uyandırmalıydı ve... her yerdeki bilim insanları bunun gerçek değeri üzerine karar vermekte hevesli olmalıydılar. Ama doğrusu onların ilgisini çok yavaş çekti."[11]

Suçun bir bölümü, Hutton'ın dolambaçlı olma eğilimindeki yazısında aranabilir. (Dennis Dean'in belirttiği gibi, Hutton "hitabet yeteneğinden tamamen masundu.") Ve Hutton aynı zamanda, geçmişte *herhangi* bir zamanda herhangi bir afetin olmuş olma *olasılığı* konusunu da açıklamamıştı; bu da akıl karıştırıcıydı, çünkü tortu çökeltileri ve fosil katmanları geçmişte *bir zamanlar bazı* sıra dışı olayların olduğunun kanıtıydı. Ama *Theory of the Earth* bilim olduğu kadar felsefeydi de; Hutton yerküre bilimi için bir genel ilke oluşturmaya çalışıyordu ("Geçmiş üzerine, bugünün merceğinden gördüklerimizin dışında bir şey bilemeyiz"), tikel jeoloji tabakalarının tarihini yorumlamaya değil.[12]

Kronik böbrek yetmezliğinden çeken Hutton kuramının tamamen kabul gördüğünü ya da külliyen reddedildiğini görecek kadar yaşayamadı. Bunu izleyen on yılda, yavaşça ve zorlukla *Theory of the Earth*'ün gözden geçirilmesi ve genişletilmesi üzerinde çalıştı; bu da 1795'te yayımlandı ve ilk basımdan da daha fazla karanlıkta kaldı.

1797 Martında, uzun bir çalışma gününün ardından titremelere ve kramplara tutuldu. Doktorunu çağırttı, ama tam doktor geldiğinde, öldü.[13]

Hutton'ın ölümünden bir yıl önce, George Cuvier adlı bir Fransız doğa bilimci ilk önemli makalesini Paris'teki Ulusal Bilim ve Sanat Enstitüsüne (Academie des sciences) sundu.

Yirmi yedi yaşındaki Cuvier Ulusal Enstitüye (Royal Society'nin Fransız muadili) yeni üye seçilmişti. Fransa ve Almanya'da eğitim görmüş, hem Aristoteles'in *Peri ta zoa histori-*

---

[11] Dean, *James Hutton*, 18, 154.

[12] *A.g.e..*, 18; J. E. O'Rourke, "A Comparison of James Hutton's Principles of Knowledge and Theory of the Earth," *Isis* 69, no. 1 (Mart 1978): 19.

[13] Jack Repcheck, *The Man Who Found Time: James Hutton and the Discovery of Earth's Antiquity* (Perseus, 2003), 160–61.

ai'sini (Hayvanların tarihi) hem de Buffon'un yirmi beş ciltlik Histoire naturelle'ini hatmetmişti ve yakın zamanda da Paris'teki Ulusal Doğa Tarihi Müzesine atanmıştı; buradaki görevi hiç doğru dürüst düzenlenmemiş olan ("mezarlık" olarak adlandırdığı) muazzam fosil kemikleri koleksiyonunu örgütleyip kataloglamak ve bunun yanında halka hayvan anatomisi üzerine seminerler vermekti.

1796 yılındaki makalesi olan *Mémoires sur les espèces d'éléphants vivants et fossiles* (Yaşayan ve fosil durumundaki fil türleri üzerine memoranda), Hindistan ve Afrika fillerini Sibirya'da bulunan fosilleşmiş kemiklerle karşılaştırıyordu. Birçok doğa bilimci bu kemiklerin kadim fillere ait olduğunu düşünüyordu, ama Cuvier kafatası şekli, fildişleri ve dişlerin tamamen farklı bir türe ait olduğunu öne sürdü: kesinlikle bir fil değil, artık yok olmuş olan bir "mamut" hayvanı. "Mamut"un, diyordu, nesli tükenmişti; artık yerkürede yaşamayan bir "kayıp tür."[14]

Bu hayli tartışmalı bir ifadeydi.

Nicholas Steno'dan sonra, birçok doğa bilimci fosillerin garip şekilli kaya oluşumları değil, canlı yaratıkların kalıntıları olduğunu kabul etmişti. Ama hayvan türlerinin tümden yok olmuş olabileceği fikri üç farklı açıdan sorunluydu. İlahiyat açısından sorun oluşturuyordu: nasıl olur da Tanrı hayatta kalamayacak kadar iyi tasarlanmamış hayvanlar yaratabilirdi? Birçok hayvan anatomisi araştırmacısı tarafından kabul edilen Aristotelesçi biyoloji ilkeleriyle çelişiyordu: hayvanlar yapılarını iyi işlemeleri ve çevrelerinde yaşayabilecekleri şekilde geliştirmişlerdi. Ve Hutton'ın yakın bir tarihte önerdiği çok küçük kademeler halinde değişme kuramıyla çelişiyordu: bu değişme kuşkusuz yaratık sınıflarının hepten yok olmalarını sağlamayacak kadar yavaştı, o kadar ki, kemikleri hâlâ ortadaydı.

Birçok hayvan yaşamı araştırmacısı, (Sibirya mamutu gibi)

---

[14] Martin J. S. Rudwick, *The Meaning of Fossils: Episodes in the History of Palaeontology*, 2. basım. (Chicago Üniversitesi Yayınları, 1985), 104; Claudine Cohen, *The Fate of the Mammoth: Fossils, Myth, and History*, çev. William Rodarmor (Chicago Üniversitesi Yayınları, 2002), 106–8; John Reader, *Missing Links: In Search of Human Origins* (Oxford Üniversitesi Yayınları, 2011), 45.

fosillerin halen var olan türlerin varyasyonları olduklarını ya da (amonitler olarak bilinen yumuşakça kalıntıları gibi) çok derin okyanus diplerinde ya da insanlar tarafında kolaylıkla incelenemeyecek yerlerde yaşadıklarını iddia ediyordu. Ama Cuvier bu fikre katılmıyordu.

Henüz kimi türlerin neden yok olduğuna dair bir açıklaması yoktu. Büyük, her şeyi kapsayan bir yaşam kuramı oluşturup mamut fosillerini buraya yerleştirmeye çalışmamıştı. Bunun yerine, bilimsel, Baconcı yöntemi uygulamıştı: özgül doğa olgularının yakından ve dikkatlice incelenmesi. Bu inceleme onun şu sonuca varmasına neden olmuştu: mamut bir fil değildi. Başka bir şeydi ve artık mevcut değildi.

Yerküreyi dolduran (ve halen üzerinde yaşayan) farklı hayvan türlerinin tarihini bir araya getirmeye çalışırken, Cuvier kendini, beklenmedik bir şekilde, bizatihi yerkürenin tarihini inşa eder buldu. 1796 makalesinde, "İlk bakışta anatomiyle bu kadar yakın bir ilişkisi olduğu fark edilmeyen bir bilim var," diyordu,

> Yerkürenin yapısıyla ilgilenen, kürenin fiziksel tarihinin anıtlarını toplayan ve cesur bir elle geçirdiği devrimlerin bir resmini karalamaya çalışan; bir sözcükle, jeoloji ancak anatominin yardımıyla onun temellerini oluşturan olguların birçoğunu kesin bir şekilde belirleyebilir.[15]

Devrimler: Bastille'in işgalini yalnızca yedi yıl önce yaşamış bir ülkede, bu hiç de masum bir sözcük değildi. Cuvier'nin zihninde olası bir açıklama tomurcuklanmaya başlamıştı bile: mamutun ve diğer (Ohio'da bulunan ve daha sonra "mastodon" olarak adlandıracağı muazzam iskelet gibi) fosil türlerin olağanüstü, küresel etkileri olan, bir seferlik bir afet sonucunda ortadan silindiği.

Cuvier için, hiçbir şey kürenin tarihinin insan toplumunun fırtınalı geçişlerini yansıtmasından daha olası görünmüyordu.

---

[15] Martin J. S. Rudwick, *Georges Cuvier, Fossil Bones, and Geological Catastrophes: New Translations & Interpretations of the Primary Texts* (Chicago Üniversitesi Yayınları, 1997), 21; C. L. E. Lewis ve S. J. Knell, *The Making of the Geological Society of London* (Geological Society Publishing House, 2009), 77–78.

Ve bu yüzden, iskeletleri dikkatlice çözümlemesinin ardından, spekülasyona girişti:

> Artık izini bulamadığımız bu iki muazzam hayvana ve kalıntıları dünyanın her yerinde bulunan, belki de hiçbiri artık yaşamayan başka birçoklarına ne oldu? ... Tüm bu olgular... bizimkinden önce var olan, bir tür afet sonucu yok olmuş başka bir dünyanın varlığını kanıtlar gibidir. Ama bu ilkel yerküre neydi? İnsanın hâkimiyetine tabi olmayan bu doğa neydi? Ve hangi devrim yarı yarıya çürümüş kemiklerden başka hiçbir iz kalmamacasına bunu silip süpürebildi?

Baconcı bilime sadık olan Cuvier bu soruları yalnızca sorabiliyor, onlara hiçbir şekilde kesinliği olan yanıtlar veremiyordu:

> Bu soruların önümüze getirdiği geniş varsayımlar yelpazesine dalmak bizim işimiz değil. Yalnızca daha cesur filozoflar buna girişebilir. Ayrıntılı araştırmayla ve gözlerinin ve neşterinin önündeki nesnelerin titiz karşılaştırılmasıyla kısıtlı mütevazı anatomi bu yeni yolu onu takip edecek dehalara açma onuruyla yetinecektir.[16]

Bunu izleyen üç ya da dört yıl boyunca, Cuvier "mütevazı anatomiyle" ilgilendi, "mezarlığındaki" kemikleri çözümleyip sınıflandırdı. 1800 yılında, hepsi de yok olmuş gibi duran yirmi üç yeni tür belirlemişti. Ve giderek artan ölçüde, kendisini o "geniş varsayımlar yelpazesine" doğru itilir buldu: bizatihi yerkürenin bir kuramı. 1804 ve 1805'te halka hitaben verdiği bir dizi konferansta, fosil yataklarının "kürenin her zaman şimdiki halinde olmadığına dair çok güçlü kanıtlar" ortaya çıkarttığını öne sürdü. Fosillerin bulunduğu kaya tabakaları yerkürenin gelişiminin zaman çizelgesini oluşturmakta kullanılabilirdi; fosil katmanları, yerkürenin geçmişinin algılı kişilerce okunabilecek bir kitabıydı. Önerileri arasında şunlar vardı:

[16] Rudwick, *Georges Cuvier*, 23–24.

> Örgütlü cisimler içermeyenler, en eski olanlardı. Yani yaşam her zaman yoktu.
> Ardı ardına birçok durum değişikliği olmuştu, denizden karaya, karadan denize.
> Farklı fosiller üreten farklı çağlar vardı.
> Kürenin durumunu değiştiren devrimlerin birçoğu ani olmuştu.[17]

Cuvier "varsayımdan" kurama geçmişti: yerkürenin kitabı, artık inanıyordu ki, afetlerle bezeliydi.

Halka açık seminerlerini hazırlayıp sunarken, aynı zamanda Ulusal Müzedeki meslektaşlarından biri olan mineralog Alexandre Brongniart'la da Paris civarındaki kaya katmanlarının çözümlenmesinden oluşan bir projede çalışıyordu. Kent çökelti kayalardan oluşan 18.000 kilometrekarelik bir havzada yer alıyordu; Cuvier ve Brongniart titizlikle havzanın tabakalarının kesitlerinin bir haritasını oluşturuyorlardı. 1808'de bulgularını Ulusal Enstitüye sundu ve 1811'de bulgular, genişletilmiş haliyle kamuya sunulmak üzere basıldı.

Bassin de Paris, (Paris Havzası) diye açıklıyorlardı, eski bir tebeşir temelinin üzerinde birer birer tabakaların birikmesiyle oluşmuştu. Bu tabakaların her biri eşsiz fosiller barındırıyordu. Paris Havzasında tebeşir de aralarında olmak üzere altı farklı tabaka vardı; dünyanın geçmişinden, her biri kendine ait, kiminin nesli tükenmiş bitki ve hayvan nüfusuna sahip, altı değişik çağ.

Ardışık bir geçmişin karışık ve sıklıkla da bozulmuş tabakalarının bu düzenli okuması doğa felsefesi âleminde küçük bir sansasyona neden oldu; hem Avrupa hem de Britanya'da, başka mineraloglar ve "jeologlar" (bu hâlâ yeni bir terimdi) yerel kaya tabakalarını da aynı şekilde çözümlemeye koyuldular. Cuvier de daha da geniş bir bakış benimsedi. Kısa bir süre sonra, Paris Havzasının altı tabakası, gezegenin bir mikrokozmosudur diye bir sonuca vardı; ve hemen arkasından, buluşlarını yerküre çapında bir kurama taşımaya koyuldu.

Bu kuramı 1812'de fosiller üzerine toplu makalelerinin ilk kesimi olarak yayımladı (*Recherches sur les ossemens fossiles*

---

[17] *A.g.e.*, 84–85; Reader, *Missing Links*, 49.

de quadrupèdes [Dört ayaklıların fosilleşmiş kemikleri üzerine araştırma], 1804'ten beri sunduğu tüm farklı araştırmaların bir antolojisi). *Recherches* uzmanlara hitap eden teknik bir çalışmaydı ama Cuvier'nin "Discours préliminaire" olarak adlandırdığı ilk kesimi halka hitap ediyordu.[18]

Yerküre, diyordu Cuvier, altı farklı felaketli değişme yaşamıştı. Her Paris tabakasının fosil içeriği aniden ve belirgin bir biçimde değişiyordu, (Hutton'ın birörneklilik kuramının önerdiği gibi) kademeli ve dereceli bir biçimde değil; dolayısıyla, neredeyse dünya çapında afetlerin çeşitli flora ve fauna nüfuslarını yok ettiği açıktı, yalnızca etkilenmemiş küçük alanlar kurtulmuştu ve hayatta kalan hayvanlarla bitkiler buradan yerkürenin yeni değişmiş yüzeyine göç etmişlerdi. "Discours" titiz ve metodik bir şekilde bu altı afetin fosil yataklarındaki, toprak katmanlarındaki ve dağlardaki kayalardaki kanıtlarını içerir. "Yani, yerküredeki yaşam sık sık feci olaylarca etkilenmiştir," sonucuna varıyordu Cuvier, "belki de ilk başta afetler yerkürenin tüm kabuğunu derinlere kadar sarsmıştı... bu büyük ve feci olaylar, okumasını bilen gözler için her yerde açıkça izlerini bırakmışlardı." Cuvier Hutton'la aynı yöntemsel güzergâhı izliyordu, ama yerkürenin yakından incelenmesi, her iki adamı da taban tabana zıt yönlere sürüklemişti: biri, düzenli, gösterişsiz, birörnek bir yönde yuvarlanan bir yerküre tarihine; diğeri birçok beklenmedik afetin işaretlediği bir geçmişe.[19]

"Discours préliminaire" ayrı olarak tekrar tekrar çevrildi ve basıldı, Cuvier'nin umduğundan çok daha geniş bir okuyucu kitlesine ulaştı. Tekrarlayan afetler ya da felaket kuramı okuyucuda karşılık bulmuştu; yalnızca yakındaki devrimin ertesinde yaşayan Fransızlarda değil, İncil anlatılarıyla büyümüş Britanyalı ve Avrupalı okuyucularda da. Cuvier'nin altı "çağı" yaradılışın altı günüyle kolaylıkla uzlaştırılabilirdi; onun olağanüstü olayları durduğu yerde yaradılışı anımsatıyordu, Düşüşü, Büyük Tufanı.

---

[18] Rudwick, *Georges Cuvier*, 168.

[19] *A.g.e.*, 190; Trevor Palmer, *Perilous Planet Earth: Catastrophes and Catastrophism through the Ages* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2003), 30.

Cuvier'nin amacı muhtemelen bu değildi. Paris Havzasının tabakalarını okuyordu, Tekvin kitabını değil. "Discours"un en sonunda, İncil'deki Tufanın, Çin ve Hindistan'daki tufan anlatıları gibi, altı afetin en sonuncusunun anısını koruyor olabileceğini söylüyordu: "Tüm bilinen gelenekler toplumun yenilenmesini büyük bir afete kadar geriye götürür, diye yazar, "[ama] tarih beş ya da altı bin yıldan geriye gidemez... Ama bu ülkelerde... evvelce, insanlar olmasa bile en azından hayvanlar yaşıyordu." Bu sonuca fiziksel kanıtlar sonucunda varmıştı, İncil öyküleri aracılığıyla değil.

Doğrusu, her ne kadar Büyük Tufan insan uygarlığının başlangıcını gösteriyor olsa da, insanın varlığının çağı yeryüzünün tüm tarihiyle kıyaslandığında, küçük ve yakın bir çağdı. Cuvier lafını, "yeryüzünde yalnızca bir an bahşedilmiş bulunan İnsan," diye bitiriyordu, "varlığından önce gelen binlerce yüzyılın ve çağdaşı olmayan binlerce varlığın tarihini canlandırma onuruna sahip olabilir."[20]

Bu da derin zamanın bir sürümüydü, insan ırkından önce gelen binlerce yüzyılın.

Cuvier'nin felaketçiliği değişme için Hutton'ın sürecindeki uzun, yavaş birörneklilikten çok farklı bir değişme mekanizması öneriyordu. Bunu izleyen onyıllarda, birörneklilik ve felaketçilik (doğal afetler) yerkürenin ham verilerinin yorumlanması üzerine mücadele edeceklerdi. Ama farklılıklarına karşın, iki kuram da ortak bir taahhüdü paylaşıyordu: her ikisi de Piskopos Ussher'in tarihini, yerkürenin tarihinden bir anlam çıkartmak için çok, çok yakın buluyordu.

Theory of Earth*'den önemli alıntılar için, bkz., http://susanwisebauer.com/story-of-science.*

JAMES HUTTON
Theory of the Earth
(1785/1788)

James Hutton'ın nesri ona fayda sağlamaz; en büyük hayranlarından yaşamöyküsü yazarı Playfair bile nazikçe, akıl yü-

[20] Rudwick, *Georges Cuvier*, 248.

rütmenin "bazen onu kesinlikle mantıklı kılma titizliğiyle zarar görmekte olduğunu" ve "geçişlerin, yazarın garip örgütleme mefhumları nedeniyle sık sık beklenmedik ve ani olduğunu" belirtir. Ama Hutton'ın uzun ve birörnek tarih savı modern jeolojinin temelini sağlamıştır. Bütün o gereksizce muğlak *Theory of the Earth*'ün tamamını okumak gerekmez, ama Hutton'ın kıtaların nasıl şekillendiği konusundaki temel yöntemini özetleyen ve aynı zamanda Hutton'ın derin zaman anlayışını açıklayan ilk bölümü okumalısınız.

Her ne kadar internette arşivlenmiş olarak özgün 1785 ve 1788 İngilizce metinlerinin birçok sürümü bulunsa da, bunların yazımları modernleştirilmemiştir ve taramalar da genellikle belirsizdir. Kindle için modern yazımla dijital bir sürümü de bulunabilir.

James Hutton, *Theory of the Earth*, Amazon Digital Services (e-kitap, tarihsiz, ASIN B0071FII7O).

Basılı bir sürümü de Kessinger Publishing tarafından yayımlanmıştır

James Hutton, *Theory of the Earth*, Kessinger Publishing (karton kapak, 2010, ISBN 978-1162713540).

"Discours préliminaire"den önemli alıntılar için, bkz., http://susanwisebauer.com/story-of-science.

GEORGE CUVIER
"Discours préliminaire"
(1812)

Cuvier'nin en iyi modern (İngilizce) çevirisi, Cuvier'nin çalışmalarının Martin J. S. Rudwick tarafından toparlanıp çevrilen antolojisi içinde bulunabilir. Yalnızca "Discours préliminaire" değil, Cuvier'nin devrim yaratan 1796 makalesini, Paris Havzası üzerine 1811 yayımını ve başka çalışmaları da içerir.

"Discours préliminaire" ya da ayrıca yayımlandığında verilen adla "The Revolutions of the Globe" 15. Bölümdedir. Neredeyse "Discours" kadar uzun, ama o kadar incelikle yazılmamış olan Rudwick'in önsözünün tümünü okumanız gerekmez.

Martin J. S. Rudwick, *Georges Cuvier, Fossil Bones, and Geological Catastrophes: New Translations & Interpretations of the Primary Texts*, Chicago Üniversitesi Yayınları (karton kapak ve e-kitap, 1998, ISBN 978-0226731070).

Robert Jameson'ın *Essay on the Theory of the Earth* başlığıyla 1818'de yayımlanan çevirisi yer yer arkaik kalmasına karşın mükemmelen okunabilir; birçok e-kitap sürümünün yanında, kütüphanelerde de bulunabilir.

Georges Cuvier, *Essay on the Theory of the Earth*, çev. Robert Jameson, Kirk & Mercein (ciltli [baskısı tükenmiş] ve e-kitap, 1818, no ISBN).

ON BEŞ

UZUN VE İSTİKRARLI BİR TARİH

Birörneklilik norm olur

> Doğanın düzeni, en eski çağlardan beri, birörnek olmuştur.
>
> –Charles Lyell, *Principles of Geology*, 1830

1830'da, jeolog Charles Lyell ağırlığını Hutton'ın savından yana koydu. Ve onun uzun, yavaş değişme lehine savları o kadar güçlüydü ki, felaketçilik jeologların sözlüğünden –bir buçuk yüzyıl boyunca– çıktı.

Kendisi de İskoç olan Charles Lyell Hutton'ın öldüğü yıl doğmuştu. 1816'da hukuk okumak amacıyla Oxford'a girmişti; ama yerküre onun hobisiydi ve ikinci yılının önemli bir bölümünü Corpus Christi'de William Buckland tarafından verilen jeoloji derslerinde geçirdi.

Kimya ve mineraloji eğitimi görmüş olan Buckland atanmış bir din adamı ve hevesli bir jeologdu. Cuvier'nin müridi, felaketçiliğin güçlü bir destekçisiydi ve (çağdaşlarının çoğunluğu gibi) Tekvin'e inanıyordu. Kurgusal Telliamed gibi, jeolojiyle inanç arasında bir çelişki görmüyordu: "Esasen," diye açıklıyordu derslerinde, "Musa açıklaması modern bilimin buluşlarıyla tamamen uyum halindedir." Tekvin'deki yaradılış anlatısı yerkürenin tarihinin ana hatlarına değiniyordu (ilk yaradılışı ve insan ırkının yükselişi); jeoloji de aradaki ayrıntıları dolduruyordu.

> Jeoloji daha ileri gider de gezegenin şu andaki sisteminin daha eski bir tanesinin yıkıntı ve harabelerinin üze-

> rine inşa edildiğini bulursa, burada tüm maddi evrenin başlangıçta Yüce Tanrı tarafından yaratıldığı yolundaki Musa beyanatıyla çelişkili hiçbir şey yoktur: ve her ne kadar Musa tarihinin ayrıntılarını bu kürenin insan ırkına hazırlanmasıyla kısıtlı tutmuşsa da, evvelce başka şeylerin sisteminin varlığını da reddetmez.[1]

Genç Lyell bu ifadeyi tamamen ikna edici buldu. 1818'de Paris'e gerçekleşen bir saha çalışmasında Buckland'e eşlik etti: "Jardin des Plantes'a gidildi," der günlüğünde, "orada Cuvier'nin, önceki bir dünyadan kalma üç muhteşem kalıntının da aralarında bulunduğu fosil kalıntılarıyla dolu seminer salonuna yeniden baktım." Bu önceki dünyalar, Tanrı'nın yerküreyi ilk yaratışıyla insanı ortaya çıkartan ilahi müdahale arasındaki boşlukta birçok kez yıkılmıştı.[2]

Ama zaman ilerledikçe, Lyell Cuvier'nin planının giderek onu daha az tatmin ettiğini fark etti. Bunun üzerinde düşünecek çok fazla zamanı olmuştu, çünkü kendisi (ilk jeologların çoğunun olduğu gibi) bağımsız bir servete sahipti; Oxford'dan sonra hukuk mesleğinde düzensiz bir girişimde bulunmuş daha sonra bundan vaz geçip, zamanını yerküreyi incelemek için gerekli olan farklı bilgi alanlarına hâkim olmaya adamıştı (onun listesinde "kimya, doğa felsefesi, mineraloji, zooloji, karşılaştırmalı anatomi, botanik vardı; kısacası, ... organik ve inorganik doğayla ilgili tüm bilimler"). Arazide de zaman harcadı, bütün İskoçya'yı dolaşıp kayalık tepelerde ve uzak göllerdeki çökelti tabakalarını inceledi; Geological Society of London'a katıldı ve bulguları üzerine makaleler sundu; diğer yerküre bilimcileriyle yazıştı.

1825'te, Lyell afetin geçmiş olguların zorunlu nedeni olmayacağına dair bir öneri girişiminde bulundu. "Şu anda bildiklerimiz doğrultusunda," diyordu, Londra'daki *Quarterly*

---

1 William Buckland, *Vindiciae geologicae: or, The Connexion of Geology with Religion Explained* (Oxford Üniversitesi Yayınları, 1820), 24.

2 Charles Lyell, *Life, Letters, and Journals of Sir Charles Lyell, Bart.*, der. Katharine M. Lyell (John Murray, 1881), 1:63; J. M. I. Klaver, *Geology and Religious Sentiment: The Effect of Geological Discoveries on English Society and Literature between 1829–1859* (Brill, 1997), 19.

Review dergisine yazdığı makalesinde, "var olan etmenlerin, uzun vadede böylesi etkiler doğurmayacağına karar vermek için çok erkendir." Olağanüstü, yerküreyi yıkıntıya çevirecek afetler Cuvier'nin koleksiyonundaki örnekleri üretmiş *olabilirdi*. Ama dünyada şu anda işlemekte olan "var olan etmenlerin" –bildiğimiz erozyon, sıcaklığın artıp düşmesi, gelgitin düzenli işlevi– olanlardan, bunların yerine sorumlu *olmadıkları* da kanıtlanmamıştır.[3]

Yalnızca biraz daha zaman alacaklardı.

Lyell daha yıllarca o "var olan etmenlerin" zaman içinde Cuvier'nin afetleri kadar güç kullanabileceklerini gösteren kanıtların peşinde koştu. Üç yıl sonra, Fransa'nın Limagne ovasında, eski bir nehir yatağı buldu, bu yatak granit ve lav tabakalarında muazzam bir hendek açmıştı ve bu hendeğin şekli, bunun bir tufan ya da kabarmanın değil, ancak "çağların yavaşça ilerlemesinin" sonucu olabileceğini gösteriyordu. "Bu bir nehrin binlerce ya da yüzbinlerce yıllık aşındırmasıyla neler yapabileceğine dair şaşırtıcı bir kanıt," diye yazdı Lyell babasına. Daha sonra Sicilya'ya gitti, Etna Dağına tırmandı ve İtalya'nın güneyinde dolaşıp eski ve yeni nedenlerin aynı olduğuna dair daha fazla jeolojik kanıtlar buldu.[4]

Tüm bu buluşların altında yatan, Lyell'in felaketçiliğin jeoloji için bir çıkmaz sokak olduğuna dair giderek güçlenen inancıydı. Yerkürenin şu andaki halinden tek seferlik geçmiş olaylar sorumluysa, jeologların akıl yürütmeyle bugünkü durumu anlamalarının bir yolu yoktu. Jeologlar her zaman için gezegeni açıklamakta felaket doğuran bir tufanı veya yakından geçen bir kuyruklu yıldızı ya da deneysel olarak hiçbir zaman kanıtlanamayacak başka bir olayı kullanabilirlerdi. Jeoloji tarihin incelenmesi olarak kalır, öyküyle yorumu gözlemle karıştırarak hiçbir zaman bilimsel olarak *kanıtlanamayacak* spekülasyonlarla doldurabilirdi.

---

[3] Charles Lyell, *Principles of Geology*, der. James A. Secord (Penguin, 1997), 3, 6; Klaver, *Geology and Religious Sentiment*, 21–22.

[4] Lyell, *Life, Letters, and Journals*, 186–87; Klaver, *Geology and Religious Sentiment*, 22, 26.

1829'daki İtalya yolculuğunun sonunda, Lyell jeolojiyi gerçek bir bilim haline getirecek ilkeleri oluşturmaya karar vermişti. Bir Napoli hanında otururken, bir arkadaşına bu konudaki kitabının artık "kısmen yazılmış, hepten planlanmış" olduğunu yazdı:

> Jeolojide bilinenlerin hepsinin bir özetini bile verme iddiası olmayacak, yalnızca bilimdeki *akıl yürütmenin ilkesini* oluşturmaya girişecek; ve benim tüm jeolojim bu ilkeler üzerine görüşlerimin açıklaması olarak ortaya çıkacak.

Bu ilkeler jeologların bilimlerini Newton fiziği ya da Galileo astronomisiyle aynı sağlamlıkta yürütmelerini sağlayacaktı:

> Geriye dönüp baktığımızda, şimdi etkili olanlar dışında, en eski zamanlardan bu yana *hiçbir neden* etkili olmamıştır; ve... bunlar hiçbir zaman şimdi olduğundan farklı bir enerji düzeyinde etkili olmamışlardır.[5]

Lyell'ın açıklamalar ansiklopedisine yalnızca şimdi gözlemlenebilir olan kuvvetler dâhil edilebilirdi. Başka bir mektubunda yazdığı gibi, yerküreyi şöyle anlamaya niyetliydi:

> Bir kuyruklu yıldızın, astronomik bir değişmenin, başlangıçtaki akkor çekirdeğin soğumasının, merkezi ısının ya da eğiklik açışının, sıcak buharların ve suların ya da başka parlak fikirlerin yardımıyla değil, yavaşça ve doğal olarak.[6]

Lyell jeoloji rehberinin ilk cildini yayımladığında, bağlılıklarını açıkça ortaya koyacak bir başlık seçti: *Principles of Geology, Being an Attempt to Explain the Former Changes of the Earth's Surface, by Reference to Causes Now in Operation* (Jeolojinin İlkeleri, Yerkürenin yüzeyindeki Eski Değişmeleri Şimdi Etkili Olan İşlevlere Atıfla Açıklama Girişimi Olarak).

Yirmi altı kısa bölüm boyunca, Lyell jeoloji için birbirine geçmiş ve bugünlerde *aktüalizm*, *felaketçilik-karşıtı* ve (daha

---

[5] Lyell, *Life, Letters, and Journals*, 234–35.

[6] *A.g.e.*, 262.

garip şekilde) *durağan bir sistem olarak yerküre* olarak bilinen üç ilkeyi ortaya koydu.

> *Aktüalizm.* Geçmişte etkin olan her kuvvet, hâlâ etkindir ve günümüzde gözlemlenebilir.
> *Felaketçilik-karşıtı.* Bu kuvvetler geçmişte daha yoğun bir şekilde etkin olmamışlardır; dereceleri değişmemiştir.
> *Yerküre durağan bir sistemdir.* Yerkürenin tarihinin yönü ve ilerlemesi yoktur; bütün dönemler özünde aynıdır.[7]

İki yıl sonra, İngiliz doğa filozofu ve din adamı William Whewell Lyell'in ilkelerine o zamandan beri bilindikleri ismi verdi: *birörneklilikçilik* (*uniformitarianism*).

The Principles of Geology derhal tükendi. Lyell'in kanıtları titiz yönetimi, berrak anlatımı ve aynı zamanda bir İlahi Tasarımcıya inandığına dair tekrar tekrar verdiği (belki de tam olarak samimi olmayan) güvenceler hemen İngiliz okuyucunun kalbini kazandı. Yarım yüzyılı aşkın bir süre sonra, doğa bilimci ve filozof Alfred Russel Wallace *Principles*'ın Britanya'daki başarısını özetledi:

> Ama 1830'da, Cuvier şöhretinin doruğundayken ve kitabı hâlâ yabancı dillere çevrilirken, evvelce tanınmayan bir yazar felaket kuramının köküne darbe vuran ve geniş bir olgular yelpazesi ve çok ikna edici bir akıl yürütmeyle bunun aşağı yukarı hayali ve en basit doğa öğretilerine karşı olduğunu gösteren bir çalışmanın ilk cildini yayımladı. Zafer eksiksizdi. "Principles of Geology"nin yayım tarihinden başlayarak, artık "Yerküre Kuramı'nın" başka İngilizce baskısı yoktur.[8]

Kuramın Avrupa'da kabul görmesi biraz daha vakit aldı. Ama o kadar berrak, o kadar akılcı, o kadar akla yatkındı ki, tüm dünyadaki jeologlar sonunda bunu benimsedi.

---

[7] Michael Ruse, *The Darwinian Revolution: Science Red in Tooth and Claw*, 2. basım. (Chicago Üniversitesi Yayınları, 1999), 17vd; Lyell, *Principles of Geology*, 240–42.

[8] Alfred Russel Wallace, *The Wonderful Century: The Age of New Ideas in Scienceand Invention* (Swan Sonnenschein, 1903), 349.

Ve benimsemeyi de sürdürdüler. Amerikalı jeolog Walter Alvarez, "1960'larda, birörneklilikçilik *hâlâ* alanın 'dogma'sıydı" der ve "bilimimizin yerleşik aklı, dramatik hiçbir şeyin –hiçbir afetin– gezegenin geçmişinde görülmediği yönündeydi." Uzun, yavaş, kademeli değişme yeni bilimde kabul edilen *tek* değişme olmuştu; Lyell muzaffer olmuştu.[9]

Principles of Geology*'den önemli alıntılar için, bkz., http://susanwisebauer.com/story-of-science.*

CHARLES Lyell
Principles of Geology
(1830-32)

Principles of Geology'nin en çok bulunan basımlarının hepsi, 1830-1832 arasında yazılmış olan üç cilttir. Başlangıçta, Lyell yalnızca iki cilt yazmayı planlamıştı, biri genel ilkelerini kapsayacak (Cilt 1) ikinci de daha özgün jeolojik kanıtları içerecekti (Cilt 3). Sonrasında, fosil kayıtları hakkında da bilgi vermesi gerektiğini fark etti ve araya bir cilt daha ekledi (Cilt 2). Jeolojinin amaçları açısından yalnızca birörneklilikçilik'i (uniformitarianism) anlatan Cilt 1'i okumanız yeterlidir.

Özgün 1830 metni İnternetten okunabilir ya da birçok kaynaktan PDF olarak indirilebilir. Penguin aynı zamanda James A. Secord tarafından derlenen ve yararlı bir girişle her üç cildi de içeren nitelikli bir karton kapak basım gerçekleştirmiştir.

Sir Charles Lyell, *Principles of Geology, Being an Attempt to Explain the Former Changes of the Earth's Surface, by Reference to Causes Now in Operation*, vol. 1, John Murray (e-kitap, 1930, no ISBN).

Charles Lyell, *Principles of Geology*, ed. James A. Secord, Penguin Books (karton kapak ve e-kitap, 1997, ISBN 978-0140435283).

---

[9] Walter Alvarez, *T. rex and the Crater of Doom* (Princeton Üniversitesi Yayınları, 2008), 51.

ON ALTI

YANITLANMAYAN SORU

Yerkürenin yaşını hesaplamak

> Jeolojinin temel sorunlarının bir kısmı yalnızca yerkürenin oluşumundaki süreçlere atıfla çözülebilir.
> –Arthur Holmes, *The Age of Earth*, 1913

Lyell'in olağanüstü olaylara karşı seferi şaşırtıcı bir başarı kazanmıştı.

Gerçekten de, *Principles*'ın yayımlanışından yaklaşık yüz yıl sonra bile, bir jeologun dünya tarihindeki bugünküler tarafından açıklanamayan geçmiş olaylar üzerine kuramlar oluşturması hâlâ kabul görmeyen bir işti. Böylesi spekülasyonlar, jeoloji bir *bilim* olmadan önceki, on yedinci yüzyıl ilahiyatçılığı, İncil yaradılışçılığı tadını veriyordu.

Sorun şuydu ki, katı birörneklilikçilik jeolojinin en büyük sorusunu yanıtsız bırakıyordu.

Kurgusal Telliamed gibi, Charles Lyell de kökenler sorusundan bunu jeolojinin değil, ilahiyatın alanına iterek kaçınmıştı. "Herhalde bir başlangıç vardı," diye yazmıştı, *Principles*'ın ilk yorumcularından birine, "–bu metafiziksel bir sorudur, ilahiyatçılara aittir– herhalde bir de son olacaktır." Ama gidebildiği de bu kadardı. Birörneklilikçilik onun *herhangi* bir köken sorununu yanıtlamasını olanaksız kılıyordu, çünkü başlangıçlar (ve sonlar) geçmişin (ve geleceğin) bugünden farklı *olduğunu* ima ediyordu.

Lyell, Tanrı'nın Nuh'un zamanında gökyüzünü açıp mucizevi bir tufan gönderdiğini kabul edemeyeceği gibi, yerkürenin

başlangıçta inanılmaz uzun bir sürede soğuyan erimiş bir küre olduğu fikrinden de söz edemezdi. Başlangıç Kuramlarının Baconcı akıl yürütmeyi kısa devre etme, gerçek anlayışa alternatif olarak daha kolay yeni ve açıklanamaz geçmiş nedenleri devreye sokma tehlikesi vardı. Principles'ın yayımlanışının hemen öncesinde, "Tek istediğim," diye yazmıştı Lyell, "geçmişin herhangi bir safhasında, bir 'başlangıca' sığınmanın şaşkınlığına kapılıp, soruşturmadan vaz geçmemeniz... Her durumda, 'Şimdi en yüksek olasılık hangisidir' diye sormamız gerekir, 'var olan nedenlerin tüm olası etkilerini bilmiyor olmam' mı yoksa 'başlangıç'ın bu şaşırtıcı olgunun nedeni olması mı?"[1]

Ama yerküre karmaşık bir araştırma nesnesiydi. Fizik yasalarının ya da kimya ilkelerinin aksine, yerküre bir *yerdi*, tarihi olan bir şey. Yüzeyinde uzun bir geçmişin izlerini taşıyordu. *Zamanda* yaşamış bir türün eviydi. "31 yaşındaki John Heddon," diye başlıyordu tipik bir on dokuzuncu yüzyıl haber bülteni, "ve 68 yaşındaki Thomas Gaydon, bir iskeleden yere düştüler." Söz konusu adamların yaşının olayla bir ilgisi yokmuş gibi görünür; ama birisinin (ya da bir şeyin) ne kadar zamandır var olduğu insanların bunu nasıl anladığını değiştirir. Biz tarih dışında kolayca var olamayız.[2]

Bu yüzden, Lyell-sonrası, bir dizi düşünürün genel birörneklilik ilkelerini yerkürenin yaşını belirleme yolundaki insani dürtüyle uzlaştırma girişimleri şaşırtıcı olmaz.

Principles'dan otuz yıl sonra, Belfast doğumlu matematikçi William Thomson –daha sonra Lord Kelvin olarak bilinecekti– evrensel bir yasayı güneş sistemine uyguladı ve hem bir son hem de olası bir başlangıç buldu. Evrensel yasa Termodinamiğin İkinci Yasasıydı: Enerji bir biçimden diğerine dönüştürülürken, bir kısmı süreç zarfında hep kaybolur.# Güneş enerjiyi ısıya dönüştüren doğal bir motordur. Demek ki, güneş her

---

1 Charles Lyell, *Life, Letters, and Journals of Sir Charles Lyell, Bart.*, der. Katharine M. Lyell (John Murray, 1881), 1:269, 270.

2 Untitled column, *Exeter Flying Post*, 3 Ekim 1844.

Termodinamiğin İkinci Yasası ilişkili ama daha basit haliyle belki de daha iyi bilinir: Evren entropiye meyleder. (Enerjinin kademeli, sürekli kaybı, evrendeki doğal motorların eninde sonunda üretmeye son verecek olmalarının nedenidir.)

dönüşümle enerji kaybetmektedir. Dolayısıyla, geçmişte şimdi olduğundan daha sıcak olmuş olmalıdır; ve gelecekte, soğumaya devam edecektir.

Diğer bir deyişle, birörneklilik *stasis*, yani gelişme yoksunluğu anlamına gelmiyordu. Thomson'ın yazdığına göre, "şu anda maddi dünyada işleyen bilinen işlemlerin" geçmişte etkin olanların hepsi olduğunu kabul edersek, sonuç basittir: "Sonlu bir zaman öncesinde yerküre insanın yaşamasına uygun olmayan bir yer olmuş olmalıdır ve sonlu bir zaman zarfında yine böyle olacaktır." Birörneklilik yerkürenin zaman içinde dramatik ölçüde değiştiği anlamına gelir. Güneş beş yüz milyon yıldan daha yaşlı olamaz (yüz milyon daha olası bir rakamdır); dolayısıyla yerküre de ebediyen onun etrafında dönmüş olamaz ve bir gün de yeniden dönmesine son verecektir.[3]

İki yıl sonra, İrlandalı fizikçi John Joly yerküreden okyanuslara sızan sodyum miktarını (süregiden, gözlemlenebilir bir süreç) kullanarak, okyanusların yaklaşık yüz milyon yaşında olduğunu tahmin etti. Onun çabası, Thomson'ınki gibi, Lyell'in ilkelerine saygılıydı.

Yüz milyon yıl uzun bir süreydi. Beş yüz milyon yıl daha da uzun bir süreydi. Ama ikisi de Lyell'in katı birörneklilikçiliğini tatmin edecek kadar uzun değildi. Bu yavaş, kademeli dönüşümler daha da uzun zamanlara gereksinim duyuyorlardı.

Yirminci yüzyılın ilk çeyreğinde jeoloji ufkunda yeni bir tarihleme yöntemi belirdi.

1895'te, Alman fizikçi Wilhelm Röntgen laboratuvarında "esrarengiz ışınlar," katı maddelere nüfuz edebilen enerji parçacığı akımları gözlemlemişti; bunları adlandırabilecek başka bir şey bulamadığından, "X-ışınları" olarak adlandırmıştı. Ertesi yıl, başka bir fizikçi, Parisli Antoine-Henri Becquerel benzer "ışınların" uranyum tuzlarından kaynaklandığını keşfetmişti. 1898'de, Marie S. Curie ve Pierre Curie aynı olgunun, bu kez toryumdan kaynaklandığını gözlemlediler. Curie'ler bu

[3] G. Brent Dalrymple, *The Age of the Earth* (Stanford Üniversitesi Yayınları, 1991), 32–33.

ışınlara radyoaktivite adını verdiler ve toryum ya da diğer elementlerden yayılan parçacıkların moleküllerden değil, bizatihi atomlardan kaynaklandığını önerdiler.#

Dört yıl sonra, fizikçi Ernest Rutherford ve kimyacı Frederick Soddy atomların fiilen çözüldüğüne karar verdiler. İstikrarsızdılar (belki de çok ağır olduklarından ya da çok fazla enerjileri olduğundan) ve bu yüzden dengelerini koruma çabaları esnasında parçacık fırlatıyorlardı. Ve çözülme hızları ölçülebilir, düzenli ve öngörülebilirdi.[4]

Bu da, Ernest Rutherford'un önerdiğine göre, istikrarsız bir element içeren minerallerin, çözülme aşaması ölçülerek, yaşının belirlenebileceği anlamına geliyordu: 1906'da, "yaşlarını hesaplamanın çok değerli bir yöntemi," diye yazmıştı. "Gerçekten de, olasıdır ki bunun çeşitli jeolojik oluşumların yaşını belirlemede en güvenilir yöntemlerden bir olduğu ortaya çıkacaktır. Kesin bir ölçüm veremiyordu, ama aklında bir sınır vardı: "Birincil radyoaktif minerallerin birçoğu," diyordu, "yerkürenin yüzeyine kuşkusuz 100 ila 1000 milyon yıl önce çökelmiştir."[5]

Yüz milyon yıl Rutherford'un okuyucuları için bir şok değildi; ama *bin* milyon yıl, bu tamamen farklı bir zaman ölçeğine doğru yola çıkmak anlamına geliyordu.

1906'da, Arthur Holmes on altı yaşındaydı: inançlı bir Metodist olarak yetişmiş, üniversitede fizik eğitimi görmeye hazırlanıyordu ve İncil'in yan notlarından şaşkınlığa uğramıştı. "Yaradılışın tarihi olan ve o zamanlar Tekvin kitabının yan notları arasında görülen MÖ 4004'ün neden olduğu sihirli şaşkınlığı hâlâ anımsıyorum," demişti, yaşamının daha sonraki bir aşamasında. "O garip 4 beni şaşırtmıştı, neden 4000 gibi bir toparlak rakam değil? Ve neden o kadar yakın bir tarih? Ve

Atom kuramının formülasyonu kısaca 26. Bölümde ele alınmıştır.

4 *A.g.e.*, 69–71; LaVerne Tolley Gurley ve William J. Callaway, *Introduction to Radiologic Technology*, 7. Basım (Mosby, 2011), 58–62; Kristin Iverson, *Full Body Burden* (Crown, 2012), 173.

5 Ernest Rutherford, *Radioactive Transformations* (Yale Üniversitesi Yayınları, 1906), 190–91, 194.

kim bilebilirdi ki?" Royal College of Science'taki fizik eğitimi, Rutherford'un yeni tarihlendirme tekniğiyle aynı zamana denk geldi; eğitiminin yarı yolunda, Arthur Holmes alanını fizikten jeolojiye çevirdi.[6]

Jeolojide ılımlı bir canlanma yaşanıyordu. William Thomson (1892'de Lord Kelvin olmuştu) daha yeni, seksen üç yaşında ölmüş ve ardında, ardı ardına hesaplamalar sonucunda yerkürenin yaşı için ilk tahmini olan beş yüz milyon yıldan yaklaşın yirmi milyona kadar gerilemiş bir rakam bırakmıştı. Rutherford'un "radyoaktif tarihlemesi" çok çeşitli ve farklı sonuçlar doğurmuştu; radyoaktif elementlerin çözülmeleri hâlâ çok az anlaşılabiliyordu ve çözülmenin ölçülmesi karmaşık ve değişken bir işti. Arthur Holmes, önce lisans, sonra da doktora öğrencisi olarak, bu yepyeni ve tamamen istikrarsız radyoaktivite alanına daldı.

Radyoaktif tarihlendirmeyle çok daha kesin sonuçlar alınabileceğine kani olmuştu: "Her radyoaktif mineral," diye yazmıştı, doktorasını almasının hemen ardından, "*hassas bir kesinlikle* kendi yaşını kaydeden bir kronometre olarak görülebilir."[7]

Ama hassas kesinlik daha gelecekteydi. Holmes'un ilk projelerinden birinde, Rutherford ve Soddy tarafından ortaya atılan çözülme oranlarını kullanarak, Norveç'teki bir kaya tabakasının yaşını 370 milyon yıl olarak tarihlendirdi. Kısa süre sonra, başka bir kaya örneğini 1,6 milyar yıl olarak hesapladı. Ve, yirmi üç yaşında ilk kitabını yazdığında, bunun önemli bir bölümü neden radyoaktif yöntemlerin bu derecede birbirinden uzak tarihler ortaya çıkarttığını açıklamaya ayrılmıştı.[8]

1913'te yayımlanan *The Age of the Earth* (Yerkürenin Yaşı) hâlâ jeolojinin mihenk taşlarından biridir: ama ima ettiği so-

---

6 Don L. Eicher ve Arcie Lee McAlester, *The History of the Earth* (Prentice-Hall, 1980), xvi; Cherry Lewis, *The Dating Game: One Man's Search for the Age of the Earth* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2000), 27.

7 Arthur Holmes, *The Age of the Earth* (London: Harper Brothers, 1913), 17.

8 Lawrence Badash, "The Age-of-the-Earth Debate," *Scientific American* 261, no. 2 (Ağustos 1989): 96.

ruya verdiği yanıt nedeniyle değil (Aslında, Holmes burada yerkürenin yaşının ne olabileceğini hiç söylemiyordu; bu yaşamının çok daha sonraki bir aşamasında gelecekti.)

The Age of the Earth yeni yetme bilimin güzergâhını değiştirmiş, Lyell'ın katı birörneklilikçiliğinden saptırmıştı.

Birörneklilikle Holmes'un bir sorunu yoktu. Doğrusu, hem Hutton hem de Lyell'ın köken kuramlarının terk edilmesini zorlayarak jeolojiye bir iyilik ettiklerini düşünüyordu. "Dünyanın kökeniyle ilgili spekülatif fanteziler," diyordu,

> Kayıtlara geçen en eski yazıların birçoğunun konusunu oluşturur ve insanlığın entelektüel tarihi boyunca bu problem aşırı hayranlık uyandırmıştır. Ama, yakın zamana kadar, muhayyilenin çabaları yerini akılcı varsayımlara bırakmamıştır... Başlangıçta, bir bilim statüsüne erişince, jeoloji o zamanlar geçerliliği olan kozmogonik fantezileri kararlılıkla reddetmişti. Eski dinsel savlar yerine doğanın doğrudan gözlemlenmesinin savunuculuğunu yapan Hutton jeolojiyi her şeyin başlangıcı üzerine o kadar da zamansız bir tartışmadan yükselen kaçınılmaz didişmelerden kurtaran kişi olmuştur.

Ama soru sonsuza kadar görmezden gelinemezdi:

> Bugün hâlâ yalnızca jeolojik olgulardan hareketle yerkürenin başlangıcına içimiz rahat olarak ulaşamıyorsak da, Hutton'ın yerkürenin yaradılışını tamamen göz ardı etmesini meşru kılan belirsizlik de yoktur. Astronomi, fizik ve kimya, hepsi birden... modern fikirlerimizi spekülasyonların tehlikeli bataklığından kurtarmakta çok yararlı olmuştur.[9]

Lord Kelvin, diye sözlerini bitiriyordu Holmes, yerkürenin yaşı konusunu yeniden gündeme sokarak jeolojiye büyük bir iyilikte bulunmuştu: "Jeoloji alanını işgal etmişti... Birörneklilik ilkesinin ölçüsüzce olduğunu düşündüğü kullanımını protesto etmeye kararlıydı."

---

[9] Holmes, *Age of the Earth*, 21, 22.

Ama yerkürenin yaşının sırrını çözecek olan Termodinamiğin İkinci Yasası değil, radyoaktivite kuramı olacaktı. Radyoaktif mineraller, diye sözlerini bitiriyordu Holmes, "başlangıç zamanlarında kurulmuş saatlerdi" ve "şimdi eminiz ki, bu saatleri okumanın yolu elimizdedir."

Bu emin oluş için biraz erkendi, çünkü radyoaktif tarihlendirme o sıralarda 370 milyondan bir milyar iki yüz milyon yıla kadar değişen tarihler veriyordu. İşin içindeki etmenler karmaşıktı; birçok şey henüz bilinmezlik içindeydi ve yapılacak daha çok iş vardı. Ama Holmes emindi. "Problem nitel safhadan nicel safhaya geçmiştir," diyordu, "ve tarihsel jeolojide ilk kez olarak, hassas deneysel çalışmalara dayanan doğru ölçümler artık olasıdır."[10]

1913'te bu, bir olgunun ifadesinden çok, kehanetti. Ama izleyen onyıllarda, radyoaktif çözülme çalışmaları daha çok ve daha iyi sonuçlara yol açtı ve yerkürenin yaşı tahminleri çok açık bir alana daralmaya başladı. Daha sonraki yayınlarda, Holmes 300 milyonluk duruşundan 1,6 milyar yıla, daha sonra da 3 milyar yıla çıktı; 1930'da, Ernest Rutherford da onu izledi ve yerkürenin "yaklaşık $4x10^9$ yıl önce" oluştuğunu hesapladı: 4 milyar yıl.[11]

Otuz yıl içinde, neredeyse tüm bilim topluluğu yönünü Holmes'un yeni güzergâhına döndürmüştü.

"Birörneklilik büyük bir ilerlemeydi," diye yazmıştı Holmes, "ama ayrıntılarında çok dogmatik bir şekilde uygulanırsa, bizi yolumuzdan şaşırtmaya adaydır. Birörneklilik jeolojinin temel kabulü olmayı sürdürdü; ama artık yerkürenin tarihinin bir başlangıç, bir yön ve (muhtemelen) bir son içerdiğinin anlaşılması gereğiyle değiştirilmiştir.[12]

---

[10] *A.g.e.*, 11, 164, 166.

[11] Ernest Rutherford, James Chadwick, ve Charles Drummond Ellis, *Radiations from Radioactive Substances* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1930), 536.

[12] Holmes, *Age of the Earth*, 173.

The Age of the Earth*'den önemli alıntılar için, bkz. http://susanwisebauer.com/story-of-science.*

ARTHUR HOLMES
The Age of the Earth
(1913)

The Age of the Earth'ün özgün metni online görülebilir (canlı bir bağlantı için, *bkz.*, http://susanwisebauer.com/story-of-science) PDF olarak da Forgotten Books içinde bulunabilir (okunabilir, ama indirilebilir bir formata dönüştürmek aralıkları değiştirmiş ve başlıkları o kadar mekanik bir şekilde üretmiştir ki, başlıklar genellikle sayfanın ortasında bulunur). Holmes'un çizimleri ve diyagramlarıyla birlikte özgün Harper's Library basımı, birçok üniversite ve çoğu halk kütüphanesinde bulunabilir. Fiziksel bir kopya sipariş ederken dikkatli olun, zira birçok kopya elektronik metnin düşük nitelikli talep üzerine baskı kopyasıdır. Bunlar yerine Ernest Benn ve Nelson & Sons'ın baskılarına bakın.

Arthur Holmes, *The Age of the Earth*, Harper & Brothers (ciltli ve e-kitap, 1913, no ISBN).

ON YEDİ

BÜYÜK KURAMIN DÖNÜŞÜ

Kıtaların kayması

> "Gerçeği" belirlemek... bütün bilinen olguları en iyi dizilimle gösteren ve dolayısıyla en yüksek doğruluk olasılığına sahip olan resmi bulmaktır
>
> –Alfred Wegener, *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane* (1915)

Radyoaktif elementlerin çözülmesi, Lyell'ın katı birörneklilikçiliğine, tik tak eden saati sokmuştu.

Şimdi artık yerküre zamanının (her ne kadar hiç kimse bunun tam olarak ne zaman olmuş olabileceğini bilemese de) bir başlangıcının *olduğunu* inkâr etmek olanaksız gibiydi. Yani, Lyell'ın uzun, yavaş, öngörülebilir büyük ölçüde birörnek değişme dizilerinin bir *başlangıcı* vardı.

Bu da birçok ilave soruya yol açtı. Başlangıçta yerküre neye benziyordu? Bu yavaş değişmeler onun ilk biçimin nasıl değiştirmişti? Ve (Lyell'ın ilkeleri doğrultusunda) bu yavaş değişmeler, bugün de devam ettiklerinden, belirlenebilir miydi?

Avusturyalı jeolog Eduard Suess, Newton'ın zaman içinde soğuyan eriyik yerküresinin Lyellcı erozyon ve birikme döngüleriyle birleştirilmesinden oluşan "termal kasılma" kuramıyla geniş bir taraftar kitlesi topladı. Kasılma kuramına göre, yeni doğmuş, aşırı sıcak yerküre soğumaya başlayıp katı bir küreye dönüşürken, kuruyan bir elma gibi kabuğu kasılıp buruşmuştu. Kabuğun bir kısmı içeri doğru çökmüş ve okyanus havzalarını oluşturmuş ve çöken havzaların aralarındakileri de yukarı

doğru itip kıtaları oluşturmuştu. Sonra, yerküre soğumaya devam ettikçe (radyoaktif elementlerin artık öne sürdükleri gibi o milyonlarca yıl boyunca), daha da kasılmış ve kıtalar çöküp okyanus havzalarını yukarı itmişti. Bu süregiden bir çevrimdi, fosil kalıntılarını dağların tepesinden denizlerin dibine ve sonra da yeniden yukarıya iten "sürekli bir kıtasal toprak ve su değişimi." Bu da neden deniz canlılarının fosillerinin şimdi artık dağlarda bulunduğunu ve neden aynı türden fosil kalıntılarının farklı ve bağlantısız kıtalarda bulunabildiğini açıklıyordu.[1]

Başka jeologlar temel kasılma modelini kabul ediyor, ama kıtalarla okyanusların hep aynı yerde bulunduklarını öne sürüyordu ("süreklilik kuramı"). Erozyon ve alüvyon ya da belki volkanik etkinlikler ve peşinden gelen depremler kıtalar arasında köprüler oluşturup yıkmıştı. Hayvanlar ve sonrasında da insanlar bu toprak köprülerinden geçmiş, bu köprüler sonrasında dağılmıştı.

Ama kasılma kuramıyla ilgili muazzam sorunlar vardı.

Bir kere, (Naomi Oreskes'in sözleriyle) "ortaya çıkıp yok olan toprak köprüleri" biraz doğaçlama gibi duruyordu. Işınım kuramı başka bir sorun ortaya çıkartıyordu: anlaşılan, kimi atomlar zaman içinde daha fazla ısı üretiyordu, bu da tekdüze sıcaklıkta bir yerkürenin şimdi soğuduğu fikriyle bağdaşmıyordu.[2]

Ve birçok fizikçinin yaptığı hesaplamalar kasılmaların yüksek dağlar ve derin okyanus havzaları oluşturabilmek için çok fazla yoğun olduğunu ortaya çıkartıyordu. Fizikçi Osmand Fisher, daha 1881'de, belki de kürenin katı olmadığını öne sürmüştü; belki de yerkürenin bir "sıvı altkatmanı" vardı, yukarıdaki yüzeyin kayıp, kırılıp hareket etmesine olanak sağlayan, daha aşağıdaki yumuşak ve elastik bir tabaka. Fisher'in çağdaşı, Amerikalı jeolog C. E. Dutton katı bir tabakanın nasıl aşa-

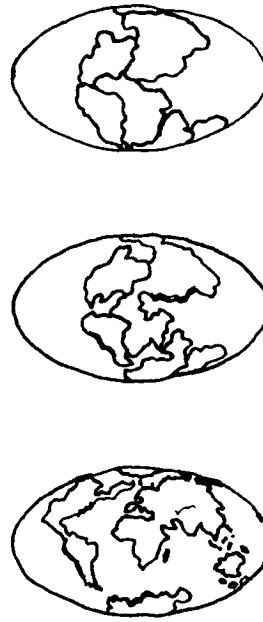
[1] Naomi Oreskes, *The Rejection of Continental Drift: Theory and Method in American Earth Science* (Oxford Üniversitesi Yayınları, 1999), 10, 16–17.

[2] Edmund A. Mathez ve James D. Webster, *The Earth Machine: The Science of a Dynamic Planet* (Columbia Üniversitesi Yayınları, 2004), 87.

ğı ve yukarı "aktığına" örnek olarak buzulların hareketlerini göstermişti. Ama bir sıvı alt tabakanın varlığını kanıtlamanın bir yolu yoktu ve yerkürenin kuru ve katı yüzeyinin bir buz tabakası gibi davrandığının kanıtı da yoktu.[3]

Hava durumuna özel ilgi gösteren bir Alman astronom olan Alfred Wegener'in aklında farklı bir çözüm vardı.

"Bir kürenin üzerinde Güney Amerika'yla Afrika'nın karşılıklı kıyılarını karşılaştıran herhangi birisi, iki kıyı hattının benzer biçimlerini fark etmemezlik edemez." Yapboz parçası gibi oturan kıyılar kıtaların bir zamanlar tek bir kütle, Pangea adını verdiği bir süper kıta olduğunu akla getiriyordu; uzun, çok uzun zaman önce, Pangea kırılmış, parçalar kayıp birbirlerinden uzaklaşmışlardı.[4]



17.1 Pangea ve Kıtaların Kayması

[3] Oreskes, *Rejection of Continental Drift*, 27, 33.

[4] Alfred Wegener, "The Origin of Continents and Oceans," *Living Age*, 8. seri, cilt 26 (Nisan/Mayıs/Haziran 1922): 657–58; Mathez and Webster, *Earth Machine*, 87.

Bu kuram, katı yerkürenin nasıl "kaydığına" bir açıklama getirmesini gerektiriyordu. O da yerkürenin aslında katı olmadığını öne sürdü. Aksine, sıvı bir çekirdeği, etrafında da yüzeye yaklaştıkça yoğunlukları değişen bir dizi kabuk vardı.

Bu jeologların aklına takılan tüm etmenlere yanıt bulan basit ve zarif bir açıklamaydı: çok uzak fosiller arasındaki garip benzerlik, kıta kıyılarının görünürde birbirlerine oturması, dağların varlığı (bunlar kayan parçaların çarpışıp üst üste bindiği yerlerde oluşmuştu). Ve Jeoloji âleminde alaycı çığlıklarla karşılanmıştı.

Tepki çok da akıldışı değildi. Her ne kadar harita üzerinde kıtaların kayması mantıklı duruyorsa da, Wegener bunu neredeyse başka hiçbir fiziksel kanıt olmadan formüle etmişti. Aristotelesçi geleneğe ait bir büyük kuramdı; başta bu her şeyi kapsayan kuramla ortaya çıkmış ve yalnızca kuramın kendi iç tutarlılığıyla savunmuştu. Bu pek de "bilimsel" değildi, Amerikalı Jeolog Harry Fielding Reid'in bir yorumunda belirttiği gibi: "Bilim gözlemlerin titiz ve azimli karşılaştırmasıyla gelişti," diye yazmıştı Reid, "ve sıkı tümevarım yoluyla, nedenlere doğru kısa bir geri adım atarak; önce nedenleri tahmin edip sonra olguyu çıkarsayarak değil." Paleontolog Charles Schuchert yakınıyordu, "Wegener'in varsayımındaki ve tüm yöntemindeki sorun... başka genellemelerden çok kolay genellemeler çıkartmasıdır." Schuchert'in meslektaşı, Johns Hopkins'te ders veren Edward Berry de aynı görüşteydi: "Wegener varsayımına esas itirazım, yazarın yöntemine," ve şöyle diyordu:

> Bu, bence, bilimsel değildir, başlangıçtaki aşina bir fikrin gelişimini alıp, literatürde destekleyici kanıtlar bulmak için seçici bir tarama yapıp, fikre aykırı olan olguların çoğunluğunu görmezden gelerek, öznel fikrin nesnel bir olgu olarak kabul edilmesine yol açacak bir kendi-kendini aşılama durumuna gelinir.[5]

[5] Oreskes, *Rejection of Continental Drift*, 157; H. E. Le Grand, *Drifting Continents and Shifting Theories* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1988), 65.

Diğer yandan, bırakın ortadan kaybolan toprak köprülerini kasılma kuramını destekleyecek çok miktarda titiz ve azimli gözlem ya da somut olgu da yoktu.

Wegener'in tümevarımcı hamlesine karşı oluşan toptan direncin bir nedeni de, alan sınırlarının savunulması olabilir; Wegener ne bir jeolog ne de bir paleontologdu. Uzman olmayan bir meteorolog, buzlu Grönland kampında hayatta kalmak için atlarını yemek zorunda kalmış olan bir maceraperest, I. Dünya Savaşında İttifak devletlerinin tarafında savaşmış olan bir Almandı. Ama kayma kuramında da inkâr edilemeyecek zayıflıklar vardı. Wegener bunun ardındaki mekanizmayı açıklayamıyordu; Pangea'nın neden bir süperkıta olarak kalmadığını açıklayamıyordu. Ve kıtaların kayması feci biçimde sezgi karşıtıydı. O muazzam kara parçalarının açık denize açılıp okyanusu bir yolcu vapuru gibi aştığını tahayyül etmek neredeyse olanaksızdı. Dört yüz yıl önce, sabit gibi görünen yerkürenin uzayda çok büyük bir hızla hareket ettiğini düşünmekten farksız bir düşünce sıçrayışı gerektiriyordu.

Wegener sorunların bilincindeydi, ama kuramının açıklayıcı gücünün açık kanıt eksikliğini gidereceğine inanıyordu. Diyordu ki, ne de olsa, yerküre dizilimi üzerine "doğrudan bilgi sağlamaz":

> Yanıt vermeyi reddeden bir savunma karşısındaki yargıç gibiyiz ve gerçeği dolaylı kanıtlardan bulmak zorundayız. Elde edebileceğimiz tüm ispatlar, bu tür kanıtlarda bulunan yanıltıcı karaktere sahipler... yalnızca tüm yerküre bilimlerinin sağladığı bilgiyi birleştirerek buradaki "gerçeği" belirleyebiliriz, yani bütün bilinen olguları en iyi dizilimle gösteren ve dolayısıyla en yüksek doğruluk olasılığına sahip olan resmi bulabiliriz.[6]

Wegener kuramı üzerinde çalışmayı sürdürdü, *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*'ye [*Kıtalarla Okyanusların Kökeni*] yeni savlar ekledi, üzerinde çalıştı ve yeniden yayımla-

[6] Alfred Wegener, *The Origin of Continents and Oceans*, çev. John Biram (Dover, 1966), viii.

dı. Kitap önce ikinci sonra da üçüncü basımını gerçekleştirdi. Avrupa ve Kuzey Amerika'daki seminerlerde ve sempozyumlarda kıtaların kayması üzerine savlarını özetledi. 1922'de, "Kuram birçok görünüşte çözülemeyecek soruna çözümler önermektedir," diye yazıyordu.[7]

Birçok jeolog hâlâ karşı görüşteydi. Ama 1928'de deniz astronomları F. B. Littel ve J. C. Hamilton Paris ve Washington'ın 1913 ve 1927'deki boylamlarını karşılaştırdılar. Okumalar kuşkuya yer vermeyecek bir şekilde iki kentin 4,35 metre uzaklaştığını gösterdi: yılda 0,32 metrelik bir kayma.

Paris Washington arası 6000 kilometre olduğuna göre, iki kentin bu kadar uzaklaşmaları on sekiz milyon yıl sürerdi. Ama kayma ölçülebiliyordu, kuşkusuz bir şekilde. Wegener *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*'nin dördüncü ve nihai basımını yayımladığında, son ek olarak Littel ve Hammond'ın ölçümlerini koydu: bu değişmenin yönü ve miktarı," diyordu, "kayma kuramı temelli sonuçlarla çok iyi uyuşmaktadır."[8]

Wegener tepkileri görecek kadar yaşayamadı. Dördüncü basım matbaadan çıkarken, o da Grönland'a dördüncü seferini planlıyordu. 1930 baharında buraya vardı ve adanın merkezine yakın Eismitte adı verilen yerde bir gözlem kampı kurmayı başardı. Ama yanlış gidebilecek her şey yanlış gitmişti: buz beklediklerinden daha kalındı, hava durumu istikrarsız ve sertti, tuttuğu adamlar daha fazla ücret için kulis yaptılar, erzakları ulaşmadı, köpek kızağı ekipleri kayboldu. Ağustos sonlarında bir meslektaşına "bu iş büyük bir felaket," diye yazmıştı.[9]

Kasım başlarında, yiyecek sıkıntısı ve sıfırın çok altına inan sıcaklıklarda, Wegener ve bir arkadaşı gözlem kampını terk edip 250 mil uzaklıktaki daha iyi ikmal edilen Scheideck ana kampına doğru yola çıktılar. Hiç varamadılar. 1931 baharında, Wegener'in cesedi Eismitte-Scheideck yolunun yarısındaki bir mezarda bulundu; arkadaşı tamamen kayboldu.

---

7 Wegener, "Origin of Continents and Oceans," 658.

8 Wegener, *Origin of Continents and Oceans*, 217.

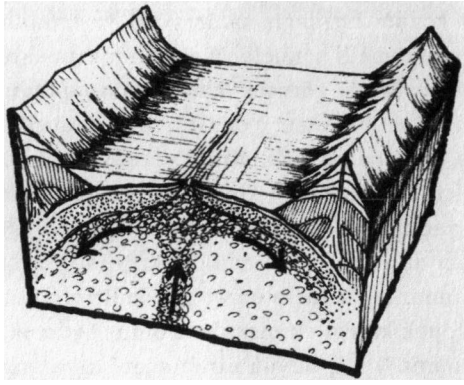
9 David M. Lawrence, *Upheaval from the Abyss: Ocean Floor Mapping and the Earth Science Revolution* (Rutgers Üniversitesi Yayınları, 2002), 17–18.

Kıtaların kayması kuramı savunucusunun yokluğunda kolayca kaybolabilirdi; ama açıklayıcı gücü çok fazlaydı.

Arthur Holmes bunu özellikle çekici buldu ve kıtaların hareketine *konveksiyon*un –yerkürenin kabuğunun altındaki sıcak tabaka olan mantonun yavaş hareketi– neden olabileceğini öne sürdü. Bu tabakanın fıkırdayan bir tencere yemeği gibi tembel akıntılarda dolanabileceğini ve dönerken de üzerindeki kabuğu hareket ettirebileceğini kuramlaştırdı.

Bunun doğru açıklama olduğu ortaya çıktı, ama Holmes da, Wegener gibi, kanıt için kabuğun altına bakma imkânına sahip değildi. Jeoloji de yapay yollardan duyularının genişletilmesine gereksinim duyuyordu, yani mikroskop ve "potaların" kimya için yaptıklarını yapacak aletlere.

Bu aletler nihayet savaş sırasında geliştirildi.



17.2 Konveksiyon

İlk başta gemilerin saldıran denizaltıları tespit etmeleri için geliştirilen sonar teknolojisi 1950'lerde okyanus tabanının haritasını çıkartmak için seferber edilmişti. İlk kez olarak, jeologlar derinlerin özelliklerini görebiliyorlardı: kıta sahanlıklarını, okyanus derinliklerindeki ovaları, okyanusların ortalarındaki sırtları ve çukurları, tüm bir denizaltı arazisini. Haritacılardan biri Harry Hess'ti, savaştan önce Princeton'da jeoloji dersleri vermiş ve savaş sırasında da sonarla tam donanımlı bir nakliye gemisine komuta etmişti. 1962'de okyanus

tabanındaki haritası yeni çıkartılan özelliklerin konveksiyonun kanıtı olduğunu öneren bir makale yayımladı; okyanus ortasındaki sırtlar mantoda yavaşça dolanan akıntıların sıcak malzemeyi deniz tabanına ittiği ve burada yeni bir kabuk oluşturduğu yerlerdi. Çukurlar da kabuğun mantoya geri döndüğü, eriyip yeniden akıntılara karıştığı yerlerdi. Holmes haklıydı: "Kıtalar okyanus kabuğunda bilinmeyen kuvvetlerin elinde sürüklenmiyor," diye yazdı Hess. "Doğrusu, manto malzemesi sırtın kıyısında yüzeye yükselip yanlamasına ondan uzağa doğru hareket ederken, edilgen olarak bunun üzerinde hareket ederler."[10]

Hess (daha sonra Cambridge'e katılacak olan iki araştırmacı, F. J. Vine ve Drummond Matthews'la birlikte) levha tektoniğinin temelini sağlamıştı: yerkürenin kabuğunun, mantonun üzerinde "yüzen" ayrı, sürekli hareket halindeki parçalardan ya da kabuk levhalarından oluştuğu yolundaki (ve nihayet 1960'ların sonunda formüle edilebilen) kuram. Bu, en sonunda, Wegener'in bulamadığı mekanizmaydı. Ve büyük kuram nihayet doğrulanmıştı; yarım yüzyıl sonra.

Wegener'in savının kendisi tarafından 1922'de yazılmış kısa özeti için, bkz., http://susanwisebauer.com/story-of-science.

ALFRED WEGENER
Die Entstehung der Kontinente und Ozeane
(1915/1929)

John Biram'ın 1966 tarihli (1929 tarihli dördüncü Almanca basımdan gerçekleştirilmiş) İngilizce çevirisi Dover Publications tarafından yeniden basılmıştır ve hem basılı hem de dijital ortamda bulunabilir.

Alfred Wegener, *The Origin of Continents and Oceans*, çev. John Biram, Dover Publications (karton kapak ve e-kitap, 1966, ISBN 978-0486143897).

[10] Mathez and Webster, *Earth Machine*, 90–91.

ON SEKİZ

FELAKET, DİRİLİŞ

Olağanüstü olayların yerkürenin tarihine yeniden getirilmesi

> Chicxulub'daki 65 milyon yıl önce gerçekleşen çarpma sonrasında, Yerküredeki yaşam ebediyen değişti.
> –Walter Alvarez, *T. rex and the Crater of Doom*, 1997

Kayma kuramının ilk yayımlanışından yalnızca yedi yıl sonra, J. Harlen Bretz yerkürenin biçimi için daha da olmayacak bir açıklama ortaya attı.

Chicago Üniversitesinde jeoloji profesörü olan Bretz, bir grup öğrencisini Columbia Platosu olarak bilinen doğu Washington'daki taşkın yatağına bir saha araştırmasına götürmüştü. Burası ürkütücü bir bazalt araziydi, oyulmuş ve sütunlarla kanallar oluşmuştu; Bretz burayı "Channeled Scablands [Kanallı Kabuk Bağlamış Ülke]" olarak adlandırmıştı. Sonradan, "Platonun aslında düzgün yüzeyini kat eden büyük yaralar gibi," diye yazmıştı, "uzun, çıplak, siyah kayalardan oluşan hatlar tanıktepeler ve kanyonlar oluşturuyordu... Doğanın altta yatan kayaları koruduğu toprak üstderideki büyük yaralar." Bretz'in görüşüne göre, bu hırpalanmış oluşumlar, ancak bir felaket sonucu meydana gelmiş olabilirdi ve en mantıklı açıklama da ani bir su baskınıydı: muhtemelen eriyen bir buzulun neden olduğu, uzun zaman önce gerçekleşmiş bir su baskını aniden platoyu kat etmiş, bazalt ovada yollar açıp delikler delmişti. 1923'te, Channeled Scablands'in "kuzeyden gelen buzul sularının neden olduğu büyük bir su baskını," "Columbia Pla-

tosunu süpüren bir felaket" sonucu oluştuğunu öne sürdüğü iki makale yayımladı.[1]

Wegener'in kuramının aksine, bu öneri tüm gezegenin biçimini açıklamayı hedeflemiyordu; yalnızca küçük bir bölümünü. Ama buna gösterilen tepki de aynı şekilde çığlıklardan oluştu. Önde gelen jeologlar derhal alındılar. Washington DC'de 1927'de toplanan bir sempozyum neredeyse tamamen Bretz'in kuramını ezmeye ayrılmıştı: katılımcılardan birinin yakındığı gibi, o "anormal su baskını" çok "şiddetli bir varsayımdı." Scablands'in birçok nehir ve çağlayanda gözlemlenebilen "o aynı düzenli ve uzun süre devam eden doğrudan erozyon" tarafından şekillendirilmiş olması çok daha mantıklıydı.[2]

Bretz, kafa üstü Charles Lyell'a toslamıştı.

Lyell'ın katı birörneklilikçiliği halen daha esnek bir ilkeye dönüştürülüyordu, yerkürenin bir başlangıcının olabileceği, zaman içinde önemli ölçüde değişebileceği bir ilkeye. Ama jeoloji uzun, yavaş değişmelere tutkulu bir biçimde bağlıydı. Ani afetler, yerel de olsalar, o eski kuyruklu yıldızlar ya da çarpışan gezegenlerden daha "bilimsel" görülmüyordu.

Ama Bretz inatla fikrini savundu. Scablands'deki özellikler olağanüstüydü ve olağanüstü bir açıklama gerektiriyorlardı. Ve o da bir açıklama bulma uğruna akademik teamüllere karşı çıkmaya razıydı.

"Benzersiz fikirler genellikle hoş karşılanmaz," diye yazmıştı 1928'de, "ve insanlar düzenli dünyalarına meydan okunduğunda şoke olurlar." Bunu izleyen otuz yıl boyunca vaktini geçmişin tekdüze "düzenliliğine" meydan okumakla geçirdi: ölçerek, yeni veriler toplayarak, başka kanıtlar toplayarak. 1956'da Scablands üzerine külliyatlı bir araştırma yayımladı ve çok sayıda gözlemlenebilir *olgunun* gücüyle, sadece yavaş

---

1 Victor R. Baker, "The Spokane Flood Debates: Historical Background and Philosophical Perspective," *History of Geomorphology and Quaternary Geology* içinde, der. R. H. Grapes, D. R. Oldroyd, ve A. Grigelis (Geological Society of London, 2008), 33, 36–37.

2 John Eliot Allen, Marjorie Burns, ve Scott Burns, *Cataclysms on the Columbia: The Great Missoula Floods*, 2. gözden geçirilmiş basım. (Ooligan Yayınları, 2009), 56.

ve kademeli erozyonun bu manzarayı açıklamakta yeterli olmadığını gösterdi.[3]

O ana kadar, Bretz'in karşıtlarının birçoğu Scablands'i şahsen ziyaret etmemişti; "anormal su baskınına" ilkesel olarak karşı çıkmışlardı. Yavaş yavaş, jeologlar, ellerinde araştırma, kendi gözleriyle görmek üzere Columbia Platosuna gelmeye başladılar. Gözlem yalnızca Bretz'in baştan beri ısrar ettiği şeyi doğruluyordu. Scablands'de bir felaket olmuştu. Saygıdeğer James Gilluly (birçok üniversitede okutulan jeoloji kitabının çok onurlandırılmış yazarı) örselenmiş bazalt sütunlarına baktı, başını salladı ve dedi ki, "İnsan bu kadar yanılabilir mi?" 1965'te, bir otobüs dolusu jeolog Scablands turlarının sonunda (seksen üç yaşına gelmiş olan) Bretz'e bir itiraf telgrafı gönderdiler: telgraf, "şimdi artık hepimiz felaketçi olduk," diye bitiyordu.[4]

Yavaşça biriken kanıtlar ani bir değişmenin mümkün olduğunu göstermişti. Ve yeni veriler de başka bir kaynaktan yeryüzüne yağmaya başlamıştı: ilerleyen uzay programı. 1968'de aya giden Apollo 8 seferi düzinelerce çarpma krateri ortaya çıkarttı; kadim zamanların kuyruklu yıldızları (ve asteroidleri) bir kez değil, defalarca çarpmışlardı. Bu da, ani değişmeydi: jeolojik açıklamaların uzun süredir sınırlarının dışına atılmış olan felaketlerin aslında bazen olduğunun kanıtı.

1968'de Amerikalı jeolog Walter Alvarez yirmi sekiz yaşındaydı, Hollanda'daki bir petrol şirketinde çalışıyordu. Princeton'daki doktorasını daha yeni tamamlamıştı, ama doğrusu jeolojiden biraz utanıyordu. Babası Nobel ödülü kazanmış bir fizikçiydi ve fizik çok daha çekici bir alanmış gibi duruyordu. Fizikçiler (Einstein'ın demiş olduğu gibi) "Tanrı'nın düşüncelerini okumaya" çalışıyorlardı, görelilikle uğraşıyor, kuantum mekaniğiyle didişiyorlardı. Bu arada, jeologlar kayaları sınıflandırıyor, haritalar çiziyor ve petrol şirketlerinde çalışıyorlardı.

Ama yeryüzü bilimi değişmekteydi. Bir zamanlar tek bir gezegene odaklanmış bir disiplindi; ama şimdi artık (Alvarez'in

[3] Baker, "Spokane Flood Debates," 47.

[4] Allen, Burns ve Burns, *Cataclysms on the Columbia*, 71–72.

sözleriyle) "o kadar çok gezegen ve aydan gelen verilerin altında ezilmişlerdi ki, hangisi olduğunu anımsamak bile güç oluyordu. Ve bu cisimlerin çoğu da çarpma kraterleriyle kaplıydı."[5]

1977'de Alvarez Berkley'de, California Üniversitesinde ders veriyordu ve uzay görevlerinden elde edilen verileri o yıllarca süren haritalandırma ve kayaları sınıflandırma çalışmalarını yorumlamakta yardımcı olarak kullanıyordu. Garip bir olgu fark etmişti: İtalya'da bir kaya tabakasında orada bulunmaması gereken, garip bir şekilde çok miktarda iridyum. Radyoaktif tarihlendirme kayanın yaşını altmış beş milyon yıl öncesine koymuştu: ilgi çekici bir tarih, çünkü K-T sınırı[#] denilen ve jeologların uzun süredir fosil içeriğinde bir devamsızlık gördükleri bir kaya katmanını gösteriyordu. K-T sınırı öncesinde çok sayıda dinozor ve ammonit yaşıyordu; bundan sonra, "ebediyete kadar yok oldular."[6]

Alvarez garip iridyum düzeyini babasına danıştı ve iki adam birlikte egzotik bir fikre kapıldılar. İridyum yerküre yüzeyinde olduğundan çok daha fazla kuyruklu yıldızlarda ve asteroidlerde görülüyordu. Belki de bu iridyum bir asteroidin yerküreyle çarpışmasından ortaya çıkmıştı. Ve eğer böyleyse, bu çarpışmanın K-T sınırıyla bir bağlantısı olabilir miydi?

Giderek artan sayıda kanıtın asteroidlerin aylar ve gezegenlerle çarpıştığını göstermesine karşın, bu fikirler Alvarez'in rahat edeceği alanın çok dışındaydı. Alvarez daha sonraları şöyle yazmıştı: "1970'lerin ortalarında, yerküre tarihindeki bir afet fikri rahatsız ediciydi. Bir jeoloji öğrencisi olarak felaketçiliğin bilim dışı olduğunu öğrenmiştim. Jeologların yerkürenin tarihini okumalarında aşamacı okumanın ne kadar yararlı olduğunu görmüştüm. Buna 'birörneklilikçilik' doktrini olarak

---

[5] Timothy Ferris, "It Came from Outer Space," *New York Times*, 25 Mayıs 1997, https://www.nytimes.com/books/97/05/25/reviews/970525.25ferrist.html; Walter Alvarez, *T. rex and the Crater of Doom* (Princeton Üniversitesi Yayınları, 2008), 45, 53.

[#] K-T (Kretase-Tersiyer) yok oluşu artık daha yaygın bir şekilde K-Pg (kretase Paleojen) yok oluşu olarak bilinir.

[6] Janine Bourriau, *Understanding Catastrophe: Its Impact on Life on Earth* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1992), 29.

saygı gösteriyor ve yerkürenin geçmişinde herhangi bir afetten söz etmekten kaçınıyordum. Ama sanki Doğa bize çok farklı bir şey gösteriyor gibiydi." Gözlem burada, Scablands'de olduğu gibi yavaşça birörneklilikçiliğin aksini kanıtlıyordu.[7]

Alvarez yerkürenin başka yerlerindeki K-T sınırında iridyum tabakaları aramaya koyuldu. Bunları bulduğunda, 1980 yılında kaleme aldığı (Babası Luis ve Berkeley'den meslektaşları Frank Asaro ve Helen Michel'in de ortak yazarları arasında bulunduğu) ve *Science* dergisinde yayımlanan bir makalede, "K-T sınırı iridyum anomalisi"nin pekâlâ bir asteroit çarpmasının sonucu olabileceğini öne sürdü. Dahası, bu çarpma fosillerdeki devamsızlığı da açıklayabilirdi:

> Yerküreye çarpan bir asteroidin sadmesi nesnenin kütlesinin 60 katını toz halinde kaya olarak atmosfere fırlatır; bu tozun bir kısmı yıllarca stratosferde kalacak ve tüm dünyaya yayılacaktı. Bunun sonucunda oluşan karanlık fotosentezi bastıracak ve beklenen biyolojik sonuçlar da paleontolojik kayıtlarda gözlemlenen yokoluşlarla da uyuşur.[8]

Kuram kuşkuculukla karşılandı, ama Wegener ve Bretz'in karşılaştığı düşmanlıkla değil. Böylesi bir çarpışmanın gerçekleşmiş olabileceğine dair zaten pek çok kanıt vardı. Açıkça belli olmayan, bunun gerçekte *olup olmadığıydı*.

Bu yüzden 1980'lerin kuşkuculuğu güçlü bir kanıt avı biçimini aldı. Alvarez'in daha sonra fark ettiği gibi iridyum anomalisi "açıkça gerçek ve muhtemelen küresel olduğundan, çarpma varsayımı yüzlerce bilim insanını çekti, ellerinde ne varsa bırakıp yokoluş olayıyla ilgili yeni kanıtlar toplamaya giriştiler." Yalnızca jeologlar değil, paleontologlar, kimyacılar, fizikçiler, meteorologlar ve hatta istatistikçiler sorunun farklı veçhelerine eğildiler. Bunu izleyen on yıl boyunca çarpma varsayımı üzerine iki binin üzerinde bilimsel makale sunulup yayımlandı.[9]

---

7 Alvarez, *T. rex*, 42.

8 Luis W. Alvarez vd., "Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction," *Science* 208, no. 4448 (6 Haziran 1980): 1095.

9 Alvarez, *T. rex*, 81–82.

Alvarez'in çalışmaları bir çarpma krateri aramaya odaklandı. Nihayet, 1991'de, on yıllık av sonuç verdi. Binlerce yıldır biriken çökeltinin altında gizlenen krater Yucatán kıyısındaydı; ve çapı *200 kilometreye* yakındı.

Bu çapta bir krater, çapı yaklaşık on kilometre olan bir cismin çarpmış olduğunu gösteriyordu; San Francisco çapında, Everest Dağından yüksek. Çarpma kabuğu buharlaştırmış, ormanları ateşe vermiş, okyanusların ötesine tsunamiler göndermiş ve atmosfere güneşin ışınlarını kesecek ve zehirli asit yağmurları yağdıran fırtınalar yaratmış olmalıydı. Çarpma, diyordu Alvarez, gezegenin yüzeyini değiştirmiş ve dinozorları yok etmişti.[10]

Tüm bilim âlemini yanına çekemedi. Saygıdeğer paleontologlardan oluşan, başını Alvarez'in Berkeley'den meslektaşı William Clements'in çektiği önemli bir alt kesim, dinozor popülasyonunun tek bir olaydan kaynaklanan ani yokoluşunu değil, yavaş, karmaşık bir gerileme sonucu yokolduğunu savunuyordu (ve hâlâ da savunuyor). Ama kıtaların kayması gibi, çarpma varsayımı da, birçok farklı bilimsel alana yayılmış tüm bir garip olgular bütününe basit, zarif bir açıklama sağlıyordu.

Ve bilim de güzel bir öyküye duyarsız değildir. Lyell'in uzun, düzenli tarihi özellikle çekici bir öykü değildi ve felaketçiliği yeniden gündeme getirmek alana biraz renk (biraz da melodram) getirdi. 1997'de, Alvarez varsayımının oluşum öyküsünü *T. rex and the Crater of Doom* [*T. rex ve Kıyamet Krateri*] başlıklı kitapla yayımladı. Büyük çoğunluğu Alvarez ve takımını sonuçlarına götüren ipuçlarının dikkatlice yazılmış, ayrıntılı anlatısından oluşan kitap, "Armageddon (Mahşer)" başlıklı bir bölümde, *The Lord of the Rings*'den [*Yüzüklerin Efendisi*] bir alıntı ve çarpmanın neye benzediğinin dramatik bir anlatısıyla başlar (ormanlar tamamıyla alev aldı ve kıtasal yangınlar toprakları kat etti... Ormanlar alevlere kapılırken, başka bir dehşet de kıyılara yaklaşıyordu.") Bilim yazarı Carl Zimmer'in belirttiği gibi, "Birdenbire, yaşamın tarihi herhangi bir bilim-kurgu filminden daha sinematografik olmuştu."[11]

---

[10] *A.g.e.*, 12-14.

[11] *A.g.e.*, ix.

Bu sinematografik tarih yalnızca jeolojiye ait değildi; felaketçilik bir dizi bilimsel alanı yeniden olağanüstü olaylar olasılığına açtı. Kuyruklu yıldızlar, asteroidler, süpernovalar, güneşte anormal patlamalar, süper yanardağlar; her biri önce bilimsel alana sonra da popüler kültüre girdi (ve sonunda haftanın Bilim Kurgu filmi oldu).

Harward'dan astrofizikçi Robert Kirsher 2002 yılında, "Bir dizi afet her birimizi içinde bulunduğumuz duruma getirdi," diyebilmişti. "Kemiklerimizi ve kanımızı oluşturan kalsiyum ve demir atomları, uzay felaketlerinin potasında döküldü." Artık bir seferlik afeti yalnızca yerkürenin değil, bizatihi kozmosun tarihine sokmak mümkündü.[12]

WALTER ALVAREZ
T. rex and the Crater of Doom
(1997)

Alvarez'in okunabilir ve aydınlatıcı anlatısı hem basılı hem de dijital biçimlerde bulunabilir.

Walter Alvarez, *T. rex and the Crater of Doom*, Princeton Üniversitesi Yayınları (karton kapak ve e-kitap, 2008, ISBN 978-0691131030).

[12] Bourriau, *Understanding Catastrophe*, 5.

KISIM

IV
HAYATI OKUMAK

(Özellikle Bize Göndermede Bulunarak)

Jean-Baptiste Lamarck, *Philosophie Zoologique* [*Zoolojik Felsefe*] (1809)
Charles Darwin, *On the Origin of Species* [*Türlerin Kökeni*] (1859)
Gregor Mendel, *Versuche über Pflanzenhybriden* [*Bitki Hibridlenmesi Deneyleri*] (1865)
Julian Huxley, *Evolution: The Modern Synthesis* [Evrim: *Modern Sentez*] (1942)
James D. Watson, *The Double Helix* [*Çift Sarmal*] (1968)
Richard Dawkins, *The Selfish Gene* [*Gen Bencildir*] (1976)
E. O. Wilson, *On Human Nature* [İnsan Doğası Üzerine] (1978)
Stephen Jay Gould, *The Mismeasure of Man* [İnsanın Yanlış Ölçümü] (1981)

ON DOKUZ

BİYOLOJİ

Yaşamın tarihini betimleme yolunda ilk sistemli girişim

> Yaşam ve örgütlenme... safi doğal olgulardır, ve herhangi bir bireyde yıkımları da doğal bir olgudur, mutlaka baştakini izler.
> –Jean-Baptiste Lamarck, *Philosophie Zoologique*, 1809

1761 yazı. Comte de Buffon büyük ansiklopedisinin son ciltlerini hazırlamak için hummalı bir çalışma içindeydi; James Hutton İskoçya dağlarında geziyor, tuz madenlerini ve maden kömürü çukurlarını inceliyordu; Piskopos Ussher'in altı bin yaşındaki yerküre tarihi, büyük ölçüde, hâlâ geçerliydi.

Ve Fransa ile İngiltere, yine savaşıyordu.

İki ülke arasındaki eski düşmanlık Kuzey Amerika kolonileri yüzünden katmerlenmişti. Atlantik'in öte yakasında, aralarında George Washington adında bir genç de bulunan Britanyalı koloniciler Fransızlar ve onların Amerikan Yerlisi müttefikleriyle karmakarışık bir orman savaşı sürdürüyorlardı; Avrupa'da, Büyük Britanya ve onların son büyük müttefiki Prusya Alman krallığı Fransa, İspanya, Avusturya ve Rusya'dan oluşan birleşik bir cepheye karşı savaşıyorlardı.#

On yedi yaşındaki Jean-Baptiste de Monet yaşına göre ufak tefekti, ama Fransız gururu ve çok genç bir erkeğin yıkılmazlık

İki Kıta savaşının en azından iki adı vardı; Avrupa'daki savaşa genel olarak Yedi Yıl Savaşı olarak bilinir, Kuzey Amerika çatışmasına da genellikle Fransız-Hint Savaşı ya da Fetih Savaşı denir.

duygusuyla yüklüydü. Babası bir yıl önce ölmüş onu da daha büyük on kardeşinin ilgisiz gözetimine bırakmıştı; o sıralar Alman Westphalia Düklüğünde Prusyalılara karşı savaşmakta olan Fransız ordusunun yardıma ihtiyacı vardı; bu yüzden Jean Baptiste yaşlı bir at buldu ve savaşmaya hazır olarak atın üzerine atladı. Cepheye tam da yakındaki Prusya-İngiliz kampına düzenlenecek önemli bir saldırıya katılabileceği bir zamanda vardı.

15 Temmuz akşamı, bağlı olduğu tümen büyük Teutoburg ormanını yıldırım gibi aşıp düşmanın en yakındaki kanadına denk geldi ve kılıçtan geçirildi. Ertesi güne kadar, beş binin üzerinde Fransız askeri ya ölmüş ya da esir düşmüştü; Jean-Baptiste ve on üç arkadaşı tüm alaydan tek kurtulanlar oldular.[1]

Sarsılan delikanlı teğmen rütbesiyle ödüllendirildi ama ertesi yıl bir arkadaşıyla eğlencesine giriştiği bir güreş müsabakasında boynunu sakatladı ve bu onu bir kez daha ölümün eşiğine getirdi. Karmaşık bir ameliyat ardından da aylar süren nekahet devresi yaşamını kurtardı ama onu hem güçsüz, hem de parasız bıraktı. Bir bankerin yanında çalışmaya başladı ve boş vakitlerinde yeni ilgi alanlarına eğildi: önce tıp, sonra yaşayan şeylerin incelenmesi ve nihayet yaşamın doğası.

İlk araştırması, yurtseverce bir projesi olan Fransa'nın bitkilerinin incelenmesi, yaşlı Comte de Buffon'un dikkatini çekti ve kraliyet bahçelerinde bir görev almasını sağladı. Bunu izleyen birkaç yıl boyunca, botanik çalışmalarını sürdüren Jean-Baptiste de Monet gerçek ilgisinin çekirdeğine giderek yaklaştı: yaşamın tanımı, ölümün kaçınılmazlığı ve ikisinin birbirine dolanmış ilişkisi.

Bu sıralarda imzasını da Chevalier de Lamarck olarak atmaya başladı, bu normal koşullarda en büyük ağabeyine ait olması gereken bir unvandı. Bunun nasıl ya da neden olduğuna dair kesin bir şey bilinmiyor. (Belki de, bir on dokuzuncu yüzyıl yorumcusunun da belirttiği gibi, diğer on ağabeyinin hepsi de ölmüştü.) Ama Lamarck, kuramı gibi, zaman içinde

[1] John Cassell, *Cassell's History of England* (Cassell, Petter, Galpin, 1884), 5:9; Georges Cuvier, "Biographical Memoir of M. de Lamarck," *Edinburgh New Philosophical Journal* 20 (Ekim 1835–Nisan 1836): 8.

gelişip değişiyordu. Yeniden yaradılışı başarılıydı, şimdi artık herkes tarafından Lamarck olarak biliniyordu.

Lamarck'ın gelişen düşüncesinin ipuçları, botanik dışı ilk yayını olan 1801'deki *Système des animaux sans vertèbres*'de [*Omurgası olmayan hayvanlar sistemi*] görülür. Bu çalışma Aristoteles'in "kansız" olarak betimlediği hayvanlarla ilgiliydi. Lamarck, isabetli bir şekilde, kansız hayvanların omurgalarının olmadığını gözlemlemiş ve modern bir terim olan *omurgasız* (Fransızca: invertébré) sözcüğünü bulmuştu. Ama *Système* içindeki en devrimci gözlem, "Fosiller üzerine" başlıklı son ekte geldi. Lamarck'ın yazdığına göre, fosilleşmiş kalıntılar, "kürenin yüzeyindeki farklı noktaların geçirdiği devrimlerin durumunun... (ve) yaşayan varlıkların ardı ardına yaşadığı değişmelerin" işaret levhalarıydı.[2]

Buffon-sonrası, yerkürenin değişmeler yaşadığını önermek hiç de devrimci değildi. Ama *yaşayan* canlılarda değişme; bu bambaşka bir öyküydü. O ana kadar doğa tarihçileri çoğunlukla hayvanlarla bitkileri kürenin yüzeyine geç gelmiş, aşağı-yukarı bu günkü durumlarında varmış kabul ediyorlardı. Yaşayan yaratıklar üzerine en öncü çalışma olan Carl Linnaeus'un (asalet bahşedildikten sonra Carl von Linné, latince adıyla Carolus Linnaeus) 1735 tarihli *Systema naturae*'si bile, yalnızca yaratıkların var olan özellikleriyle ilgileniyordu. Ama şimdi, Lamarck yaşamın tarihini, kürenin tarihiyle eşleştiriyordu. Gezegen değiştikçe, yüzeyindeki yaratıklar da değişmişti.

Ertesi yıl yayımlanan *Hydrogéologie* başlıklı çalışmasında, Lamarck bu fikri geliştirdi... yeryüzüyle üzerindeki yaşamın değişmeleri yakından ilişkiliydi, ama yine de farklı inceleme alanlarıydı. Doğa tarihçisi, diyordu önsözünde, araştırmalarının üç alana denk geldiğini düşünmeliydi: kürenin kendisi (yeni jeoloji alanı); gökler; ve yaşayan varlıklar. Bu son alana yeni bir isim verdi: *biyoloji*.[3]

---

[2] Martin J. S. Rudwick, *Bursting the Limits of Time: The Reconstruction of Geohistory in the Age of Revolution* (Chicago Üniversitesi Yayınları, 2005), 390.

[3] M. J. S. Hodge, "Lamarck's Science of Living Bodies," *British Journal for the History of Science* 5, no. 4 (Aralık 1971): 325.

Aristoteles'le başlayarak, yaşayan şeyleri sınıflandırma yolunda çeşitli girişimlerde bulunulmuştu; hayvanlar, fiziksel nitelikleri, alışkanlıkları, gıdalarıyla; bitkiler, yapıları, görünümleriyle. Lamarck'ın aklında çok daha temelden bir bölünme vardı: yaşayan (biyolojinin konusu) ve yaşamayan. Yerküredeki her şey ya organik ya da inorganikti, yaşayan ya da yaşamayan.

Bu ayrım bir "yaşayan" tanımı gerektiriyordu ve Lamarck da zaten bir süredir bunu düşünüyordu. Yaşayan bir beden, diyordu özel yazılarında, doğada görülebilir, "kısımları örgütlü" ve doğası gereği, "süresi kısıtlıydı." Yaşama sahip olan her şey, mutlaka "bunu kaybetmeye, yani ölümle karşılaşmaya mahkûmdur." İnorganik maddeler ölümsüzdü; yaşayan yaratıklar, istisnasız, ölüme mahkûmdu.[4]

Araştırma ve yazıyla geçen bir beş yıl, 1809'da Lamarck'ın başyapıtının yayımlanmasıyla son buldu: *Philosophie zoologique*, ya da Zoolojik Felsefe, yaşamın bir doğa tarihi. "Esas olarak yaşamı oluşturanları şu tanıma sokabiliriz," diye yazar Lamarck,

> Yaşam... şeylerin organik hareketlere imkan sağlayan düzen ve durumudur; ve bu hareketler... onları tahrik eden bir dürtücü nedenin eyleminden doğar... Yaşayan varlıklar... herkesin de bildiği gibi, beslenme, gelişme [ve] üreme becerilerine sahiptir ve ölüme tabidirler.[5]

Diğer bir deyişle, bütün canlılar içerisinden kaynaklanan harekete sahiptir. Aynı zamanda, değişerek ve dönüşerek dış dürtülere tepki verirler. Ve belki de en önemlisi, ölürler.

Bu yüzden, biyoloji (*bios*, tüm canlılar hakkında, *logos*, sözcük) –jeolojinin aksine– başlangıçları ve sonları görmezden gelme lüksüne sahip değildi. Hareket değişmeydi; doğum değişmeydi; ölüm değişmeydi. Biyolog yalnızca betimleyemezdi. Değişmenin mevcudiyetini ve amacını açıklamak zorundaydı.

---

[4] Andre Klarsfeld ve Frederic Revah, *The Biology of Death: Origins of Mortality*, çev. Lydia Brady (Cornell Üniversitesi Yayınları, 2004), 7.

[5] J. B. Lamarck, *Zoological Philosophy: An Exposition with Regard to the Natural History of Animals*, çev. Hugh Elliot (Macmillan, 1914), 51, 202.

Lamarck üç değişme ilkesi önerdi.

Birincisi, "kullanma ve kullanmama ilkesi," gerileme ve ölümü bizatihi yaşamın ileriye doğru gelişmesine dâhil ediyordu. Yeryüzü tarihiyle yaşamın tarihinin iç içe geçtiği yolundaki fikre geri dönerek, Lamarck canlı yaratıkların yerkürenin kaymalarına tepki gösterirken dönüştüklerini kuramsallaştırdı:

> Herhangi bir organın devamlı kullanımı onun gelişmesine yol açar, onu güçlendirir ve hatta büyütür, herhangi bir organın kullanılmamasına gelince, bu da gelişmesine zarar verir, bozulmasına ve en nihayet, kullanılmama kuşaklar boyunca uzun bir süre devam ederse, sonunda yok olmasına neden olur. Buradan, çevredeki kimi değişmelerin bazı hayvan ırklarının alışkanlıklarında değişmeye neden olacağını, daha az kullanılan organların yavaş yavaş öleceklerini, daha fazla kullanılanların ise daha çok gelişeceğini ve kullanımlarına orantılı bir güç ve boyut kazanacaklarını çıkartabiliriz.[6]

Çevredeki küçük değişmeler yaşamda küçük değişmelere yol açar; "çevredeki büyük ve kalıcı bir değişiklikse... yeni alışkanlıklara yol açar," bunlar da zaman içinde büyük değişmelere yol açarlar.

İkincisi, bu değişiklikler uzun süreler zarfında gerçekleşir ve doğa dışında bir etmen tarafından etkilenmez. Yirmi yıl önce Hutton'ın yaptığı gibi, Lamarck da eski tufan ve kuyruklu yıldızları reddeder: "Ama, gözlemleyebileceğimiz tüm olgular için doğanın daha iyi bilinen süreçleri dururken," diye yazar, "neden evrensel bir afet varsayalım?"

> Canlılarla ilgili olarak... doğa her şeyi azar azar ve ardı ardına yapmıştır... Doğanın tüm işlerinde hiçbir şey aniden olmamıştır, ... her yerde yavaşça ve birbirini izleyen safhalar halinde hareket eder... evrensel bir afetin her şeyi bir kenara attığını, doğanın kendi işinin büyük bir bölümünü yok ettiğini tahayyül etmek için bir neden yoktur.

---

[6] *A.g.e.*, 2.

Bir "Yüksek Amilin" her şeyin başında oynadığı rolü kabul eder, ama bu "sonsuz gücün" doğayı başka ilahi müdahale olmadan sürdürmek üzere tasarladığında ısrarcıdır: "Bizzat doğa," der, "organizasyon, yaşam ve hatta duyuyu yaratmıştır... Doğa kendi kendisini üretmek için gerekli güçlere ve yetilere sahiptir."[7]

Ve nihayet, tüm bu değişmenin belli bir yönü vardır: basitten karmaşığa, küçükten büyüğe, ilkelden en ileri olana. Yaşam, uzun süre önce, suda ve basitlikte başlamış, sonra da ileriye doğru evrilmiştir:

> Su tüm hayvan krallığının gerçek beşiğidir... doğa, tüm diğer hayvanların çıktığı en basit organize hayvancıkları var eden bu doğrudan ya da ani yaratımları yalnızca suda ya da en nemli ortamlarda oluşturmuştur... uzun kuşaklar silsilelerinin ardından, başlangıçta tek bir türe ait olan bu bireyler uzun sürede birinciden ayrı yeni bir türe dönüşmüştür.

Bu dönüşüm basit, "kusurlu" canlıları "en kusursuz... en karmaşık örgütlenmeye sahip olanlara dönüştürmüştür." Kayıp, ölüm ve bozulmanın bir amacı vardır: doğanın güzergâhı, nihayetinde, kusursuzluğa erişmiştir.[8]

Büyük bir kuramdı, ama Lamarck bu konuyu geleneksel iç tutarlılık temelinde ele almak zorunda kalmıştı. Önerisi deneysel ispatlara pek de açık değildi; yapabileceği en iyi şey, var olan canlı varlıkların çevrelerine mükemmel uyum sağlamış gözüktüğü, ama bu arada yerkürenin de muazzam ölçüde değişmiş olduğu gözlemini ortaya koymaktı. Varılacak mantıklı sonuç, bariz bir biçimde, canlı yaratıkların da zaman içinde muazzam değiştiğiydi.

Önerinin en büyük eksikliği, bir mekanizmanın olmayışıydı. Bir kuşaktan diğerine, bu değişmeler nasıl aktarılmıştı? Lamarck'ın hiçbir fikri yoktu (başka kimsenin de yoktu), bu yüzden dönüşümlerin gerçekleştirilmesini doğanın "iradesine"

---

[7] *A.g.e.*, 12, 41, 46.

[8] *A.g.e.*, 38–39, 60, 175–76; Ernst Mayr, "Lamarck Revisited," *Journal of the History of Biology* 5, no. 1 (Bahar 1972): 60–61.

bağlamak gibi Platoncu müphem bir dile başvurmak zorunda kalmıştı. Kullanma ve kullanmama ilkesini tamamen gülünç bulan Georges Cuvier, "bir şairin muhayyilesini eğlendirebilecek bir şey," diye burun kıvırmıştı.[9]

Eksik mekanizma sonunda kuramın sonunu getirdi; uyumdan çok muhalefet, kabulden çok aşağılama çekti. Ne toplumsal ne de eğitim açısından Fransız bilim insanlarının üst kademelerinde bulunmayan Lamarck, *Philosophie Zoologique*'in çektiği tepkiler yüzünden giderek aksileşti. Bunu savunmayı sürdürdü, ama delikanlılık yaşlarında geçirdiği sakatlık nedeniyle kırılgan olan sağlığı giderek bozuluyordu; gözleri kötüleşti, kısa sürede evinden çıkamaz oldu ve zihni de giderek başarısızlıklarının etrafında dolanır hale geldi. Hiç varlıklı olmamıştı ve tasarrufları da eridi gitti. Karısı öldü. Oğullarından biri sağır ve zihinsel özürlü doğmuştu, bir diğerini de bir tımarhaneye kapatmak zorunda kalmıştı. Devrimci kuramını yayımlamasından yirmi yıl sonraki ölümünde, Lamarck'ın hayatta kalan iki kızı ona doğru dürüst bir cenaze düzenleyemeyecek kadar yoksuldular; cesedi beş yılda bir boşaltılan, bütün kemiklerin üst üste yığıldığı bir yer altı katakombundaki genel mezara gömüldü. Bugün, son istirahatgâhının yeri bilinmiyor.

Zamanının biraz fazla ilerisindeydi, projeleri biraz fazla iddialı, fiziksel kanıtlara karşı biraz fazla ihmalkârdı. Ama sonraki biyologlar için bir yol açmış, ardından gelen her doğa tarihçisinin üzerine inşa edeceği bir çerçeve oluşturmuştu: yaşamın tarihi üzerine ilk tutarlı anlatı. Elli yıl sonra, önde gelen biyologlardan Ernst Haeckel –Charles Darwin'i destekleyen ve popülerleştiren kişi ve çok satan bir kitabın yazarı– nihayet Jean-Baptiste Lamarck'a hak ettiği mersiyeyi verdi, Haeckel sözlerini şöyle bitiriyordu: "İlk kez olarak, ilk düzenin bağımsız bir bilimsel kuramı ve tüm biyoloji biliminin felsefi temeli olarak nesebin bir kuramını oluşturmuş olmanın ölümsüz onuru her zaman ona ait olacaktır."[10]

---

[9] Robert J. Richards, *Darwin and the Emergence of Evolutionary Theories of Mind and Behavior* (Chicago Üniversitesi Yayınları, 1987), 63.

[10] A. S. Packard, *Lamarck, the Founder of Evolution: His Life and Work*

Philosophie Zoologique*'ten önemli alıntılar için, bkz., http://susanwisebauer.com/story-of-science.*

JEAN-BAPTISTE LAMARCK
Philosophie Zoologique
(1809)

Lamarck'ın nesir üslubu berrak, ama tekrarlayıcıdır; *Philosophie Zoologique* olması gerekenden yaklaşık beş kat uzundur. Savlarının temelini kavrayabilmek için Önsöz, Discours Préliminaire, Kısım I'den Bölüm 1-4 ve Bölüm 7 ile Kısım II'den Bölüm 1 ve Bölüm 2 okunabilir.

Hugh Elliot'ın 1914 çevirisi hâlâ standart metindir. E-kitap olarak çokça bulunabilir ve aynı zamanda da Forgotten Books tarafından da karton kapak olarak yeniden (e-kitabın tıpkıbasımı olarak) basımı yapılmıştır.

Jean Baptiste Lamarck, *Zoological Philosophy: An Exposition with Regard to the Natural History of Animals*, çev. Hugh Elliot, Macmillan (e-kitap, 1914; karton kapak basım, Forgotten Books, 2012; ISBN yok).

(Longmans, Green, 1901), 56–58, 70.

YİRMİ

DOĞAL SEÇİLİM

Türlerin kökeni için ilk doğalcı açıklama

> Türler değişmiştir ve ardı ardına ufak elverişli farklılıkların birbirini izlemesi ve korunmasıyla hâlâ da yavaşça değişmektedir.
>
> –Charles Darwin, *On the Origin of Species*, 1859

Philosophie Zoologique, her ne kadar geniş ve kapsayıcı olsa da, muazzam bir soruyu yanıtsız bırakmıştı.

Lamarck, "en basit organize hayvancıktan," demişti, "tüm diğer hayvanlar çıkmıştır." Ama bu nasıl olmuştu? Yerküredeki tüm türler bir türden mi çıkmıştı? Öyleyse, onların bölünüp farklılaşmasının nedeni neydi? Zaten, tür neydi ki?

Bu sonuncu basit bir soru değildi. Bölümlerinden çok yaşamın kendisiyle ilgilenen Lamarck, buna tek satırlık bir tanımla değinmişti ("kendilerine benzer başkaları tarafından üretilen benzer bireyler topluluğu"). Ama bu konuda, çağdaşlarından bir farkı yoktu. Aristoteles'ten o yana, hiçbir doğa filozofu, tür için tatminkâr bir tanım –ya da farklı türlerin nasıl ortaya çıktığı konusunda tutarlı bir açıklama– getirememişti.[1]

Aristoteles çeşitli farklı kıstaslarla hayvanları gruplamıştı: anatomi, beslenme ve (en önemlisi) alışkanlıklar. Onun "türleri" her birinin belli bir yaşam biçimine nasıl uyum sağladığına bağlı olarak ayrılmıştı. Bu yüzden onun bölümleri karmaşıktı

[1] J. B. Lamarck, *Zoological Philosophy: An Exposition with Regard to the Natural History of Animals*, çev. Hugh Elliot (Macmillan, 1914), 35, 176.

ve kesişiyorlardı, suda yaşayanlar ve karada yaşayanlar, ayaklılar ve ayaksızlar, sabit ve serbest olanlar, kanlılar ve kansızlar.[2]

Ortaçağda da sürdürülen canlıları sınıflandırma çabaları aynı şekilde bitkilerle hayvanları yapıları, görünümleri, alışkanlıkları ya da aynı anda her üçüne göre sınıflandırarak bu eğilimi sürdürdüler. Dokuzuncu yüzyıldaki Ebu el-Dinaveri, *Kitab el-Nebat* içinde, "Bitkiler üç gruba ayrılır," diye yazar,

> Birinde, kök ve gövde kışı atlatır; ikincide kış gövdeyi öldürür, ama kök dayanır ve bitki kalan kökten yeniden gelişir; üçüncü grupta hem kök hem de gövde kışın ölür ve toprağa dökülen tohumlardan yeni bir bitki gelişir. Bütün bitkiler aynı zamanda üç başka grupta da toplanabilir; kimileri yardımsız bir gövde üzerinde yükselirler, başkaları da üzerine tırmanacakları başka nesnelerin yardımına gerek duyarlar, üçüncü gruptaki bitkilerse topraktan yükselmez, yüzeyde sürünür ve burada yayılırlar.[3]

Yedi yüz yıl sonra, İngiliz doğa bilimci Thomas Moufet böcekleri sınıflandırmak için hâlâ aynı kabataslak yöntemleri kullanıyordu. "Kimisi siyah, kimisi yeşil, kimisi de mavidir," diye yazmıştı, *Theatrum insectorum* içinde. "kimisi bir çift kanatla uçar, diğerleri daha çoğuyla; kanatları olmayanlar sıçrar, uçamayan ve sıçrayamayanlar da yürür; kiminin uzun bacakları vardır, kiminin de kısa. Kimileri öter, kimileri sessizdir."[4]

Ama on altıncı yüzyıl yerini on yedinciye bırakırken, kâşifler giderek daha fazla aşina olunmayan topraklara girdiler; yerleşimciler yabancı toprakları sürdüler ve bilinmeyen ormanlardaki egzotik hayvanları avladılar; ve görece sınırlı sayıdaki bilinen hayvanlar, bitkiler ve böcekler patlama yapıp bir sürü çeşide dağıldılar. Daha iyi bir örgütleme yöntemi ge-

---

[2] Richard A. Richards, *The Species Problem: A Philosophical Analysis* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2010), 31; Aristotle, *The History of Animals*, çev. Richard Cresswell (Henry G. Bohn, 1862), I.1, sec. 6–8.

[3] Monroe W. Strickberger, *Evolution*, 3. basım. (Jones & Bartlett, 2000), 9.

[4] A.g.y.

rekiyordu; bunun yanında, tüm bu organik bolluğu gruplara bölecek daha güvenilir bir yöntem.

1735'te, Carl Linnaeus'un *Systema naturae*'si canlıları sınıflandırma yolunda ilk gerçekten bilimsel çabaya girdi. *Systema naturae*'nin bu ilk sürümü sonrasında, İsveçli bir hekim ve botanikçi olan Linnaeus otuz yıl boyunca bunu gözden geçirip düzeltti ve on ikinci gözden geçirilmiş basımını ölümünden az önce yayımladı. Ortaçağ adetlerine uyarak bitkileri bir krallığa, hayvanları bir diğerine ve mineralleri de bir üçüncüsüne yerleştirdi (bizim için Yirmi Soru oyununda hâlâ korunan bir bölümlendirme). Ama taksonomisi hassaslığı ve kesinliğiyle ortaçağ uygulamasından ayrılıyordu: her canlı, morfolojisine (biçim ya da şekil) göre tek bir familyaya, tek bir takıma, tek bir sınıfa ayrılıyordu.

Devrimci hassaslığına karşın, *Systema naturae* Aristoteles'le ve canlıları kategorilere ayırmaya çalışan her doğa tarihçisiyle birlikte, en temel varsayımı yapıyordu: türler *farklıydı*.

Aristoteles'e göre bunlar özünde farklıydı, bizatihi varlıklarıyla ayrılıyorlardı, ortaçağ düşünürleri de aynı görüşteydi. Bir tür, Hippo'lu Augustinus'a göre, *similia atque ad unam originem pertinentia* idi, "benzer ve tek bir kökenden," her biri tek tek, birbirinden ayrı yaratılmıştı. Linnaeus'un türleri de o kadar statikti: "başta ne kadar farklı biçim yaratıldıysa," diyordu, "o kadar tür sayarız." Lamarck'ın aklında bile, bütün o daha karmaşık hayvanlara doğru gelişen hayvancıklar laflarıyla, her biri ani üremeyle yaşama kavuşmuş sonra da kendi daha karmaşık biçimlerine doğru gelişmiş bir *dizi* basit hayvancık vardı.[5]

Türler birbirlerinden gelişmemişti. Ernst Mayr'ın belirttiği gibi, sabit, kalıcı ve köprüsüzdü. Ve Linnaeus'un sınıflandırmasındaki hassaslık bu inancı yalnızca daha sıkıca yerine yapıştırmıştı.

Linnaeus'un ölümünden otuz yıl sonra, Charles Darwin İngiltere'de Shropshire'da varlıklı bir hekimin beşinci çocuğu

[5] Ernst Mayr, *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 1982), 257–58.

olarak doğmuştu. Sene 1809'du; ara ara deliren III. George İngiltere'yi büyülerle yönetiyordu; Jean-Baptiste Lamarck *Philosophie Zoologique*'i daha yeni yayımlamıştı, James Hutton'ın birörnekliliği yavaşça Piskopos Ussher'in genç yerküresini siliyor ve George Cuvier de alternatif felaket kuramı üzerinde sıkı bir şekilde çalışıyordu.

"Doğuştan bir doğa bilimciydim," demişti daha sonraları Darwin; çocukluğu koleksiyonculukla, balık avlamakla, yürüyüşle ve doğa tarihi okumakla geçmişti. Ama babası onu önce Edinburgh Üniversitesine tıp okumaya göndermişti, sonra da kiliseye katılması umuduyla Cambridge'e. Bu alanların ikisi de onu ilgilendirmemişti ("zamanım ziyan oluyor," diye yazmıştı "dersler beni hasta ediyordu") ve ders çalışacağına ata biniyor, Yunanca çalışacağına kuşları gözlüyordu. "Cambridge'deki hiçbir iş," diye anımsıyordu, "bana kınkanatlı böcek toplamak kadar keyif vermiyordu."[6]

Darwin okulunu 1831'de, saygıdeğer bir dereceyle, doğa dünyası üzerine ansiklopedik bir bilgiyle ve kesinlikle iyileştirmeye ya da vaaz vermeye ilgi duymadan bitirdi. Ama Cambridge profesörlerinden birçoğunu ders dışı çalışmalarıyla etkilemişti. Bunlardan biri olan botanikçi John Henslow onu başka bir tanıdığına, deniz subayı Robert Fitzroy'a, bir sonraki seferine mükemmel bir eleman olarak önerdi: Güney Amerika kıyısının eksiksiz bir coğrafi incelemesini yapacakları iki yıllık bir sefer.

Darwin derhal kabul etti. Fitzroy'un gemisi HMS *Beagle*'ın Noel günü için planlanan hareketi, tüm mürettebatın sarhoş olması nedeniyle ertelendi: 26 Aralık günü Darwin günlüğüne, "Çok güzel bir gün," diye yazmıştı, "denize açılmak için de mükemmel; neredeyse tüm mürettebat sarhoş olup ortadan kaybolduğu için, bu fırsat kaçtı." Nihayet, *Beagle* Plymouth limanından 27 Aralık 1831'de hareket etti.[7]

---

[6] *A.g.e.*, 394–96; Charles Darwin, *Charles Darwin: His Life Told in an Autobiographical Chapter, and in a Selected Series of His Published Letters*, der. Francis Darwin (John Murray, 1908), 20.

[7] Charles Darwin, *Charles Darwin's Beagle Diary*, der. R. D. Keynes (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2001), 16.

İki yıllık seyahat beş yıla uzadı ve *Beagle* Güney Amerika kıyısından Galapagos adalarına sonra da Tahiti ve Avustralya'ya devam etti ve eve dönmeden önce küreyi dolandı. Darwin gözlemleri hakkında ayrıntılı notlar aldı. Ardı ardına, bu notlar *türler* sorunu üzerine mücadelesini yansıtır.

Birincisi, tüm türler kavramı hâlâ kötü tanımlanıyordu. Çeyrek yüzyıl sonra, Darwin, "Hiçbir tanım bütün doğa bilimcileri tatmin etmedi," diye yazıyordu, "ama her doğa bilimci türlerden söz ederken neyi kastettiğini müphem bir şekilde biliyor." Ve türlerin sabitliği ve kalıcılığı (her neyseler) çoklu ilahi yaradılış eylemleri gerektiriyordu. Peki o zaman neden Avrupa yer kınkanatlıları, Alp mağara kınkanatlıları ve Amerikan mağara balıkları hep kördü? Turplar, şalgamlar ve çeşitli asma kabakları hep geniş saplara sahipti? Bunlar "üç ayrı ama yakından ilişkili yaradılış eylemine bağlanabilir miydi? Yoksa belki de bunlar ayrı türler değil, çeşitler miydi? Ama bu durumda, var olan *türler* tanımı ciddi biçimde yetersiz kalıyordu.[8]

Darwin'in soruları şimdi artık görmüş olduğu çok çeşitli canlı yaratıklarla daha da keskinleşmişti. Galapagos'daki her adanın kendi alaycı kuşu vardı; aralarında çiftleşmiyorlardı ve yaşamsal hususlarda farklılıkları vardı, yani her biri ayrı bir tür olarak kabul edilebilirdi; ama yine de özünde, benzerdiler. Nasıl sınıflandırılacaklardı? Farklılıklarını ve (daha da önemlisi) benzerliklerini getiren neydi?

Darwin sonradan, "Ben *Beagle*'dayken," diye yazmıştı, "türlerin kalıcılığına inanıyordum, ama anımsayabildiğim kadarıyla, müphem kuşkular ara sıra aklımı meşgul ediyordu. 1836'da eve döndüğümde, derhal güncemi yayıma hazırlamaya başladım" (anlatı 1839'da *Journal and Remarks* başlığıyla yayımlandı, ama günümüzde artık genellikle *The Voyage of the Beagle* [*Beagle'ın Yolculuğu*] olarak tanınır) "ve o zaman ne kadar da çok olgunun türlerin ortak kökenine işaret ettiğini gördüm, bu yüzden 1837 Temmuzunda sorunla ilgili olguları kaydetmek üzere bir defter tutmaya karar verdim; ama sanı-

[8] Charles Darwin, *The Origin of Species* (Wordsworth Classics, 1998), 36; Mayr, *Growth of Biological Thought*, 265–66.

rım iki ya da üç yıl geçene kadar türlerin değişebilir olduğuna ikna olmadım."[9]

Bu defter bir serinin yalnızca birincisiydi; ve hepsi de sorunlarla doluydu. Temmuz 1837-Şubat 1838 arasında tuttuğu defterde, kısmen şöyle yazmıştı:

> Türler tüm ülkede sabit mi?
> Her hayvanda değişme eğilimi var. Bunu kanıtlaması zor...
> Yanıt yok çünkü zaman kısa ve büyük değişiklik olmadı.
> Değişmenin nedenleri bilinmiyor...
> Her tür değişir. İlerler mi?
> Değişmeler hayvanların iradesiyle değil, uyum yasaları uyarınca.
> Türlerin ölümünde bireylerinkinden daha garip bir yön yok.
> İnsanın kendisi hakkında önyargısız olması zor.[10]

Türler sorunuyla mücadele ederken, Darwin aynı zamanda meslektaşı doğa tarihçilerinin kitaplarını da okuyordu: bazı ilkelerini ödünç alıp, bazılarını da reddediyordu. Charles Lyell *Principles of Geology*'yi tam da Charles Darwin HMS *Beagle*'la yola çıkarken yayımlamıştı; "İlk cildini yanımda götürdüm... ve dikkatle inceledim," der, "ve kitabın birçok açıdan bana çok hizmeti dokundu." Lyell'in uzun ve yavaş değişme felsefesini tamamen inandırıcı buldu ve benimsedi ("Natura non facit saltum," diye yazmıştı: *Doğa ani sıçramalar yapmaz*) ama Lyell'ın değişmelerin mutlaka ileriye doğru olmayacağı konusundaki ısrarına katılmıyordu. Darwin Lamarck'ın *Philosophie Zoologique*'ini de okudu ve Lamarck'ın daha karmaşık, daha "mükemmel" biçimlere doğru ilerleyen uyarlama görüşünü takdir etti; ama sayfa yanlarına kullanma ve kullanmama kuramını eleştiren güçlü notlar aldı. "Hayvanların alışkanlıkları-

---

[9] Frank N. Egerton III, "Darwin's Early Reading of Lamarck," *Isis* 67, no. 3 (September 1976): 453.

[10] C. R. Darwin, *Notebook B: [Transmutation of Species (1837–1838)] CUL-DAR121* (Çözüm Kees Rookmaaker), Darwin Online, http://darwin-online.org.uk, accessed May 2014.

nın böylesine," diye karalamıştı, "organların yok olmasına ya da tersine neden olması saçma."[11]

1838 sonbaharında, Thomas Malthus'un çok satan *Essay on the Principle of Population*'ının [*Nüfus İlkesi Üzerine*] son baskısını aldı. East India Company'nin yöneticileri için açtığı eğitim kolejinde tarih ve siyasal iktisat profesörü olan Malthus denemeyi ilk 1798'de yazmıştı ve o zamandan beri sürekli geliştiriyordu. İnsan ırkının geleceği, Malthus'a göre, iki etmen tarafından şekillendiriliyordu:

> Birincisi, Gıda insanın varlığı için gereklidir.
> İkincisi, cinsiyetler arasındaki tutku gereklidir ve şu andaki halinde kalacaktır.

Diğer bir deyişle, insanlığın içsel bir üreme dürtüsü vardır, bu da nüfusun sürekli artacağı anlamına gelir. Ama gıda arzı nüfus kadar hızlı artmadığı için doğanların büyük bir yüzdesi her zaman açlıktan ölecektir: "asgari gereklerin teminindeki güçlük" "nüfus üzerinde işleyen güçlü ve değişmez bir engel" oluşturur.[12]

Bu, Malthus açısından, hiçbir zaman, üyelerinin "rahat, mutlu ve görece keyifli" şekilde yaşayacağı kusursuz bir toplum olmayacağı anlamına geliyordu; insan ırkının bir bölümü *her zaman* yoksulluk ve açlık çekecekti. Ama Darwin hemen başka bir düşüncenin etkisine girdi. Daha sonraları, "birden bire aklıma geldi ki," diye yazmıştı, "bu koşullarda elverişli değişiklikler korunacak, elverişsiz olanlar yok olacaktır. Bunun sonucu, yeni türlerin oluşumu olacaktı."[13]

Darwin türler sorununun sonucunu bulduğuna inanıyordu. Bunun üzerinde biraz kafa yordu ve 1842 Haziranında bunu yazıya dökmeye koyuldu. 1844'te daha sonra *On the Origin of Species*'e [*Türlerin Kökeni*] dönüşecek olan denemenin ilk tas-

---

[11] Darwin, *His Life Told*, 52; Darwin, *Origin of Species*, 186; Charles Darwin, *On Evolution: The Development of the Theory of Natural Selection*, der. Thomas F. Glick ve David Kohn (Hackett, 1996), 83.

[12] T. R. Malthus, *Population: The First Essay* (Michigan Üniversitesi Yayınları, 1959), 4, 6.

[13] Darwin, *His Life Told*, 82.

lağını hazırlamıştı; birkaç yıl sonra bu taslağa bu değişikliklerin canlı yaratıklar "doğanın iktisadına" –etraflarındaki çevreye– uyum sağladıkça gerçekleştiği fikrini de ekledi.

Ama savlarını yayımlamaya daha hazır değildi; 1858'de, hâlâ bunları kusursuzlaştırmakla uğraşıyordu ki, Britanyalı kaşif Alfred Russel Wallace'dan bir mektup aldı. Darwin'den on dört yaş genç olan Wallace, Darwin'in *Journal and Remarks*'ını çok beğenmişti. Darwin'in örneğini izlemiş ve yurt dışında bir saha keşfine çıkmıştı: bu kez Amazon yağmur ormanlarına sonra da Doğu Hint Adalarına. On binlerce farklı tür üzerine kendi gözlemlerini toplamış ve yeni bir sonuca varmıştı: türler çevre baskısı nedeniyle değişiyor, farklılaşıyor, *evriliyordu*.

O sıralarda Endonezya'da bulunan Wallace sürekli tekrarlayan bir ateş nedeniyle her gün saatlerce yatakta yatmak zorunda kalmıştı. "Düşünmekten başka yapacak hiçbir şeyim yoktu," diye yazmıştı; sonra bir gün

> Bir şey aklıma Malthus'un on iki yıl önce okumuş olduğum *Principles of Population*'ını getirdi. Vahşi ırkların nüfusunu daha uygar halkların nüfusunun çok altında bir ortalamada tutan "artışa etken engelleri" –hastalık, kaza, savaş ve açlık– berrak olarak açıklamasını düşündüm. O zaman bu nedenlerin ya da eşdeğerlerinin hayvanların durumunda da sürekli etkin oldukları aklıma geldi... Bunun akla getirdiği muazzam ve sürekli yıkımı müphem bir şekilde düşünürken, aklıma şu soruyu sormak geldi, "Neden kimileri ölüyor da, kimileri yaşıyor?" ve yanıt açıkça şuydu ki, toplamda en hazırlıklı olanlar yaşıyordu. Hastalıkların etkisinden, en sağlıklı olanlar kurtuluyordu; düşmanlardan en güçlü, en hızlı, en akıllı olanlar; açlıktan, en iyi avcılar ya da en iyi sindirim sistemine sahip olanlar; ve benzerleri. Sonra birden bire aklımda bir şimşek çaktı, bu kendi kendine işleyen süreç kesinlikle ırkı ıslah edecekti, çünkü her kuşakta daha aşağı olanlar kaçınılmaz bir şekilde ölecek ve üstün olanlar kalacaktı; yani en hazırlıklı olanlar hayatta kalacaktı.[14]

[14] Alfred Russel Wallace, *Infinite Tropics: An Alfred Russel Wallace Anthology*, der. Andrew Berry (Verso, 2002), 51.

Wallace bu aklına gelenleri çabucak bir deneme haline getirdi "On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from the Original Type," ("Çeşitlerin Özgün Tipten Süresiz Olarak Ayrılma Eğilimleri Üzerine"), bunu Darwin'e gönderdiği mektuba ekledi ve bunu Charles Lyell ya da ilgisini çekebileceği başka doğa felsefecilerine aktarmasını istedi.

Darwin şoke olmuştu: "Bu deneme," dedi, "tam olarak benim kuramımı içeriyor." Talep edildiği gibi, bunu Lyell'a gönderdi ("Bundan daha çarpıcı bir tesadüfe denk gelmedim," diye yazdı, kapak mektubunda, "... tüm özgünlüğüm, artık ne kadar ediyorsa, tamamen yok olacak"), yanına da kendi ilerlemekte olan projesinin bir özetini ekledi.[15]

Lyell ve meslektaşı, Kraliyet Botanik Bahçeleri direktörü ve Darwin'in kişisel dostu Joseph Hooker her iki çalışmayı da, doğal tarihin tartışılması için kurulmuş yüz yıllık bir kulüp olan Linnean Society of London'a sundular; 1858 Ağustosunda, Wallace ve Darwin'in kuramları Linnean Society'nin süreli yayın organında yan yana yayımlandı.

Bu doğal seçilim yoluyla evrim kuramının ilk telaffuz edilişiydi. Bu doğa tarihi alanında bir dönüm noktasıydı, ama anlaşılan hiç kimse farkında değildi. Linnean Society'nin başkanı 1858 için yazdığı yıllık raporda ünlü olmuş şu cümleyi kullanmıştı: "Bu yıl... gerçekten de, bilimde devrim yapan o çarpıcı buluşlara tanıklık etmedi."[16]

Ertesi yıl, Wallace'la ortak buluşları doğal seçilim ilkesiyle de ateşlendiğinden, nihayet savının tamamını yayımlayabildi. Bu ilk basım *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*, [*Doğal Seçilim Yoluyla Türlerin Kökeni üzerine, ya da Yaşam Mücadelesinde Elverişli Irkların Korunması*], hepsi Darwin'in ana sonucunu destekleyen bir dizi sav öne sürüyordu: yaşam, bizatihi yerküre kadar, sürekli değişiyordu ve bu değişmede etkili olan *yalnızca* doğal nedenlerdi. Türler sorununu kendini tatmin edecek biçimde çözmüştü: Türler sabit, kalıcı ya da köprüsüz *değildi*. Önceki türler varyasyonlar ge-

[15] Darwin, *His Life Told*, 82; Mayr, *Growth of Biological Thought*, 423.
[16] Mayr, *Growth of Biological Thought*, 423–24.

liştirdiğinde ve bu varyasyonlar hayatta kalma savaşında başarılı olduğunda ortaya çıkıyorlardı.

On the Origin of Species derhal tükendi. Kitap çok tartışıldı, çok eleştirildi, çok övüldü ve mahkûm edildi: "Eleştiriler çok fazlaydı," demişti daha sonraları Darwin; "bir süre yayımlanan her şeyi aldım... ama bir süre sonra çaresizlikten bundan vaz geçtim." 1864'te iyi bilinen biyolog ve filozof Herbert Spencer Darwin'in kuramını betimlemek için "en uygun olanın hayatta kalması" terimini kullandı; bu terim derhal Darwin'in çalışmasıyla ayrılmaz bir şekilde iç içe geçti.

Bunu izleyen yirmi yıl boyunca, Darwin *Origin of the Species*'i beş kez elden geçirdi. Son sürümünde bile, kuramı mantıksal sonucuna vardırmadı; ama özel konuşmalarında doğal seçilim ilkelerinin insan ırkına da uygulanabileceği sonucuna varmıştı. "türlerin mutasyona uğrayabileceklerine kani olur olmaz," diyordu, daha sonraları yazdığı *Autobiography*'de, "insanın da aynı yasaya tabi olacağı inancından kaçınamazdım."[17] 1871'de nihayet evrimci ilkelerini insan ırkına uyguladığı *The Descent of Man*'i [İnsanın Türeyişi] yayımladı.

Descent, Origin of the Species'in tüm çıkarımlarını göz önüne çıkartıyordu.

Charles Darwin biyolojiyi insan ırkının kendisi hakkındaki en sevgili fikriyle çakıştırmıştı: biricikliği. "Bay Darwin tarafından türlerin kökeni üzerine ortaya atılan sorular," diyordu eleştirmenlerden biri, "tam da dinbilimsel ve bilimsel düşünme tarzlarının temasa geldiği noktaya işaret ediyor... Bu kitapta evvelce yalnızca az ya da çok bir müphemlikte uzaklardaki ufukta belirmiş olan zor problemlerle yüz yüze getirildik."[18]

Bu zor sorular artık göz önündeydi ve orada kalacaklardı.

---

17 Darwin, *His Life Told*, 42, 46.

18 Untitled column, *Annual Register of World Events: A Review of the Year* 113 (1872): 368.

CHARLES DARWIN
On the Origin of Species[*]
(1859)

On the Origin of Species birçok edisyon ve formatta yaygın biçimde bulunabilir. Dipnotlara dikkat edin; özgün 1859 metni en berrak, en veciz ve genel okuyucu kitlesi tarafından en kolay kavranabilecek olanıdır. 1859 metninin birçok edisyonuna üçüncü (1861) metnine eklenen ve Lyell, Lamarck ve başkalarına duyduğu entelektüel borçluluk duygusunu ortaya koyan "Historical Sketch of the Progress of Opinion on the Origin of Species," başlıklı denemeyi de içerir; kısadır ve okumaya değer.

Aşağıda önerilen edisyon yalnızca bulabileceklerinizden biridir, hem 1859 metnini hem de "Historical Sketch"i içerir.

Charles Darwin, *The Origin of Species*, Wordsworth Editions (karton kapak ve e-kitap, 1998, ISBN 978-185326780).

[*] *On the Origin of Species*'in birden çok Türkçe çevirisi mevcuttur (örneğin, C. Darwin, *Türlerin kökeni*, çev. Öner Ünalan, Evrensel Basım Yayın 2009) ayrıca Darwin'in diğer önemli çalışması *The Descent of Man* de İnsanın Türeyişi başlığı altında birçok kez çevrilmiştir –çn.

YİRMİ BİR

SOYAÇEKİM

Kalıtımın yasaları ve mekanizmaları bulunur

Bu süreçle, A türü B türüne dönüşecektir.
–Gregor Mendel, *Versuche über Pflanzenhybriden*, 1865

Charles Darwin farklılıkların ebeveynden çocuklara geçtiğinden emindi, ama bunun nasıl işlediğini bilmiyordu. "Soyaçekimi yöneten yasalar bilinmiyor," diye yakınıyordu *Origin of Species*'in ikinci bölümünde. "Hiç kimse bir özelliğin neden... bazen devralındığını, bazen de alınmadığını söyleyemez."[1]

On dokuzuncu yüzyılda en geniş kabul gören soyaçekim modeli, "harmanlama" doğal seçilim için muazzam sorunlar oluşturuyordu. Hem anne hem de babanın belirleyici özelliklerinin bir şekilde çocuklarına geçip mutlu bir ortam yaratmak üzere harmanlanacağını önerir: siyah bir küheylanla beyaz bir kısraktan gri bir tay doğacağı, bir seksen boyunda babayla bir altmış boyunca bir anneden bir yetmiş boyunda bir çocuk çıkacağı gibi. Birincisi, bunun (genellikle) yanlışlığı ortaya çıkar. İkincisi, farklılığı teşvik edeceğine, ortadan kaldırır.

Origin of Species'in yayımlanışından dokuz yıl sonra, Darwin soyaçekimin *gemula* adı verilen, organizmanın her parçasından ortaya çıkan ve cinsel organlarda toplanıp buradan çocuklara geçen "minik parçacıkların" varlığıyla açıklanabileceğini öne sürdü. Bu kuram lehine en güçlü savı, aklına

[1] Charles Darwin, *The Origin of Species* (Wordsworth Classics, 1998), 13.

daha iyi bir şey gelmemesiydi. "Çok acele ve kaba bir kuram," diye yazmıştı dostu T. H. Huxley'ye, "ama yine de zihnimi hayli rahatlattı ve büyükçe bir olgular grubunu buna bağlayabilirim."[2]

Aklına daha iyi bir çözüm gelmedi ama gerçeğin anahtarı fiilen onun çatısının altındaydı.

1882'de Darwin'in ölümünde, kütüphanesinde Avusturyalı bir botanikçi (ve Augustinusçu bir keşiş) olan Georg Mendel'in, 1865 yılında kendi yerel doğa tarihi derneğine sunduğu Almanca kısa bir makalenin açılmamış kopyaları bulunuyordu. Makale Mendel'in dokuz yıllık melezleştirme deneylerini anlatıyordu; otuz dört farklı bezelye çeşidini melezleyerek yeni türler yaratmaya çalışmıştı ve her ne kadar başarısız olduysa da, bezelyelerin belirleyici özelliklerinin (tohum ve kabukların şekli ve rengi, çiçeklerin konumu, sapın uzunluğu) aktarılmasına hâkim oluyormuş gibi gözüken bir dizi yasa bulmuştu.[3]

Mendel'in belirttiğine göre, bu yasalar "çarpıcı bir düzenlilikle" çalışıyordu. Bezelyelerin belirleyici özelliklerinden kimileri her seferinde bir sonraki kuşağa "tamamen ya da neredeyse hiç değişmeden" geçiyordu; bunlara "dominant" belirleyici özellikler adını vermişti. Diğer özellikler göründüğü kadarıyla bir sonraki kuşakta kayboluyor, ama birçok kuşak geçtikten sonra değişmemiş bir şekilde yeniden ortaya çıkıyordu, bu örtük (latan) hale gelen özellikleri Mendel "resesif" (gerileyen) olarak adlandırmıştı.

Bezelyelerin kuşaklar boyunca titizlikle çapraz döllenmesi, Mendel'in bu dominant ve resesif özelliklerin aktarılması üzerine bir dizi formül üretmesini sağlamıştı. Açıktır ki, bu özellikler ebeveyn bezelyeden evlat bezelyeye yumurta ve polen hücreleriyle aktarılıyordu, dolayısıyla (Mendel'in önerdiği-

---

[2] Charles Darwin, *The Variation of Animals and Plants under Domestication* (D. Appleton, 1897), 2:371; P. Kyle Stanford, *Exceeding Our Grasp: Science, History, and the Problem of Unconceived Alternatives* (Oxford Üniversitesi Yayınları, 2006), 65.

[3] Michael R. Rose, *Darwin's Spectre: Evolutionary Biology in the Modern World* (Princeton Üniversitesi Yayınları, 1998), 33; Peter Atkins, *Galileo's Finger: The Ten Great Ideas of Science* (Oxford Üniversitesi Yayınları, 2004), 45–46.

ne göre) bu hücreler münferit birimler ya da *elementler* içeriyor, her element içinde belli bir özelliği taşıyordu: "iki bitkinin belirleyici özelliği," diyordu sonunda, "nihayetinde... yalnızca temel-hücrelerde var olan elementlerin bileşimi ve gruplanmasındaki farklılıklara bağlıdır." Bu elementlerin usulünce işlenmesi, bir sonraki kuşağın belirleyici özelliğini değiştirebilir ve en sonunda, bir türü diğerine dönüştürebilirdi.

> Eğer *A* türü *B* türüne dönüştürülecekse, her ikisi de döllemeyle birleştirilmeli ve ortaya çıkacak melez de *B*'nin polenleriyle döllenmelidir; o zaman, ortaya çıkan çeşitli evlatlardan, *B* ile en yakın olan biçim seçilmeli ve bir kez daha *B* poleniyle döllenmelidir ve böylece, *B* ile aynı olan ve sonraki kuşaklarda da sabit kalan bir biçim elde edilene kadar bu sürdürülmelidir. Bu süreç sonucunda, *A* türü *B* türüne dönüşecektir.[4]

Darwin'in canını sıkan sorunun yanıtı buydu, varyasyonun bir kuşaktan diğerine geçişinin ve nihai olarak bir türü başka bir şeye dönüştüren mekanizma.

Ama birbirini izleyen bir dizi olay Mendel'in araştırmasını daha fazla ilerletmesini engelledi. Birincisi ve en önemlisi, o bir bilim adamı değil, bir keşişti, bu yüzden makalesinin çevrilmesi ve dağıtılması için uğraşmadı; büyük ölçüde yalnız 1865'te onun bunu okumasını dinlemeye gelen kırk kişiye ulaştı. Bunu fark eden tek önemli bilim adamı, İsviçreli botanikçi Karl Wilhelm von Nägeli harmanlanan soya çekimin katı bir taraftarıydı ve Mendel'in sonuçlarını sert bir şekilde eleştirdi. Nägeli Mendel'in tüm deneyi farekulağı kullanarak tekrarlamasında ısrarcı oldu, ama bu girişim fena halde başarısız oldu, çünkü farekulağının tohum üretmesi için polenlere gereksinimi yoktu (yani sonuçta ortaya çıkan tohumların hiçbiri melez değildi). Ve 1868'de, Mendel'in manastırı onu ömür boyu baş keşiş seçti; bu onu yalnızca deneylerinden uzaklaştırmakla kalmadı, aynı zamanda manastırın ödemesi gereken vergi

[4] Gregor Mendel, *Experiments in Plant Hybridisation* (Cosimo Classics, 2008), 15, 21vd, 47.

konusunda Avusturya hükümetiyle karmaşık, zaman alıcı bir tartışmaya da bulaşmasına neden oldu.

Gene de, Mendel kendisini bir doğa bilimci olarak düşünmeye devam etti; çiçeklerin, meyve ağaçlarının ve bal arılarının üreme ve melezleştirilmesi üzerine deneyler yapmayı sürdürdü ve bunu izleyen onyılda, meteorolojik gözlemleri ve kuramlarıyla da tanınır oldu. "Bilimsel çalışmalarım bana büyük tatmin getirdi," demişti 1883'te, ölümü öncesindeki yıl bir meslektaşına, "ve çok geçmeden tüm dünya tarafından takdir göreceğinden eminim."[5]

Muhtemelen diğer meraklarının gölgesinde kalmış olan bezelye araştırmasından söz etmiyordu; ama dünyanın anımsadığı, bezelyeler oldu.

Mendel'in makalesinin yayımlanmasının üzerinden yalnızca bir yıl geçmişti ki, Alman biyolog Ernst Haeckel soyaçekimin hücrenin çekirdeğinin derinliklerindeki bir şey tarafından kontrol edilebileceğini önerdi. Elinde bu kuramı kanıtlayabilecek ne cihazları ne de verileri vardı, ama yirmi yıl sonra, yurttaşı Walther Flemming çok daha ileri mikroskop mercekleri ve daha iyi boyama teknikleriyle, bölünmeye başlayan (mitoz) hücrelerde örgü benzeri çok küçük yapılar gözlemledi. Flemming'in meslektaşı Wilhelm Waldeyer bunların *kromozom* olarak adlandırılmasını önerdi, bu basitçe boya emme becerilerini betimleyen bir addı (*chroma*, "renk"; *soma* "gövde").[6]

Ve o zaman bezelyeler yine suyun yüzüne çıktı.

8 Mayıs 1900'de, botanikçi William Bateson, Royal Horticultural Society of England'da (İngiltere Kraliyet Çiçekçilik Derneği) bir konuşma yapmaya gidiyordu. Yanına trende okumak üzere bir tomar araştırma makalesi almıştı; Mendel'in Almanca makalesi de bunların arasındaydı. Tesadüfen, Bateson'un eli ilk Mendel'in makalesine gitti; yarı yolda, formülle-

---

5 Atkins, *Galileo's Finger*, 48–49; Alain F. Corcos ve Floyd V. Monaghan, *Gregor Mendel's Experiments on Plant Hybrids: A Guided Study* (Rutgers Üniversitesi Yayınları, 1993), 28–30.

6 J. A. Moore, *Heredity and Development*, 2nd ed. (Oxford Üniversitesi Yayınları, 1972), 29, 45; Atkins, *Galileo's Finger*, 52–55.

rin soyaçekim sorununun anahtarı olduğunu idrak etti. (Muhtemelen makaleyi evvelce de okumuştu, ama sonrasında hep tren öyküsünü anlattı; bunun daha dramatik bir tınısı vardı.)

Tesadüfen, iki başka araştırmacı da Mendel'in çalışmasına denk gelmişti: kendisi de melezleştirme konusunda deneyler yapan Felemenk botanikçi Hugo de Vries; ve Nägeli'nin bir öğrencisi olan Carl Correns. Bir yıl içinde, bu üç adam da kalıtım konusunu ele alan makaleler yazdılar ve Mendel'in soyaçekim "yasalarına" atıfta bulundular. 1901'de Royal Horticultural Society Almanca araştırmanın İngilizceye çevrilmesi için kaynak sağladı ve Mendel'in yasalarını kamunun gözünün önüne getirdi.[7]

Geriye kromozomlarla yasaları bağlantılandırmak kalıyordu.

1902'de Alman biyolog Theodor Boveri bir dizi deney gerçekleştirerek denizkestanesi embriyolarının normal gelişmeleri için tam olarak otuz altı kromozoma gereksinim duyduklarını gösterdi; bu da kromozomların eşsiz ve gerekli bilgi parçaları taşıdığına dair kuvvetli bir belirtiydi. Eşzamanlı olarak, Columbia Üniversitesinde çalışan Amerikalı lisansüstü öğrencisi Walter Sutton da çekirgeler üzerinde gerçekleştirdiği deneyler sonucunda kromozomların "bazı kesin nitelik dizilerinin fiziksel tabanını" taşıdığı sonucuna vardı. Darwin'in gemulaları ya da Mendel'in elementleri değil: *genler*, bir kuşaktan diğerine bilgi taşıyıcıları.[8]

Bu terim kromozomlar ve onların soyaçekimle ilişkisinin incelenmesini *genetik* olarak ilk kez adlandıran William Bateson ve *gen* sözcüğünü ayırıp bunu kalıtım birimine uygulayan Danimarkalı botanikçi Wilhelm Johannsen'in ortak buluşudur. Mendel deneylerini ilk kez yayımladıktan kırk yıl, ölümünden yirmi yıl sonra, biyolojinin içinde yeni bir alan yaratmıştı.

Öngördüğü gibi, bütün dünya sonunda onun çalışmasını takdir etmişti.

---

7 Rose, *Darwin's Spectre*, 41.

8 Moore, *Heredity and Development*, 74.

GREGOR MENDEL
Versuche über Pflanzenhybriden
(1865)

Mendel'in makalesi İngilizceye 1901'de Royal Horticultural Society tarafından çevirtilmiştir; bu berrak ve özlü çeviri hâlâ standarttır. W. P. Bateson'ın içinde makalenin İngilizcesinin tamamının bulunduğu 1909 tarihli kitabı *Mendel's Principles of Heredity* online olarak bulunabilir; Cosimo bunu yüksek nitelikli kağıt baskı olarak tüm formüller ve diyagramlarla birlikte yayımlamıştır.

Gregor Mendel, *Experiments in Plant Hybridisation*, Cosimo Publications (e-kitap ve karton kapak, 2008, ISBN 978-1605202570).

YİRMİ İKİ

SENTEZ

Hücre düzeyindeki buluşları ve büyük evrim öyküsünü bir araya getirmek

> Biyoloji, yeni disiplinlerin sırayla oluşturulup görece yalıtılmış olarak çalışmalarının ardından, şu anda bir sentez dönemine girmiştir... Darwinciliğin yeniden canlandırılmasının ilk meyvelerini görmeye başladık bile.
>
> —Julian Huxley, *Evolution: The Modern Synthesis*, 1942

I. Dünya Savaşı bitmişti ve Charles Darwin'in başı beladaydı.

Bunlar birbirinden ilgisiz olaylar değildi. Amerikalı biyolog Raymond Pearl, "Batı Avrupa'nın bugün kendisini içinde bulduğu durumun temellerinin atılmasında hiçbir olayın sahip olmadığı kadar büyük etkiye sahip olan olay," diyordu, 1918 ateşkesinin hemen öncesinde, "*The Origins of Species* adlı kitabın yayımlanmasıdır." Geniş kabul gören bir görüşü dillendiriyordu: Darwinci doğal seçilim, insan ırkını Tanrı'nın amaçlı ve eşsiz yaratısı olmak gibi özel bir konumdan, hayvanlar krallığının acısını çektiği aynı acı, ahlak dışı hayatta kalma mücadelesinin içine atıvermişti. "Bütün doğa savaşta," demişti, bizatihi Darwin. Bu savaşın *Homo sapiens*'i de sarmış olmasında şaşılacak bir şey yoktu; Pearl (ürkütücü bir öngörü taşıyan cümleyle), Almanların acımasızca başka bir ulusun "biyolojik olarak saf dışı edilmesine" giriştiklerini yazmıştı.[1]

[1] David Paul Crook, *Darwinism, War and History: The Debate over the Biology of War from the "Origin of Species" to the First World*

The Origin of Species'e karşı dinbilimsel itirazlar da hız kazanmaya başlamıştı. Alexis de Tocqueville'in bir yüzyıl önceki ünlü gözleminde olduğu gibi, "Tüm dünyada Hıristiyan dininin insanların ruhları üzerinde bu kadar etkisinin olduğu Amerika'dan başka bir ülke yoktur;" ve Amerika'da Darwin'e karşı çıkış, Tekvin anlatısına kelimesi kelimesine, inatçı bir bağlılığa dönüşmüştü. 1925'te Tenessee'de yasalaşan Butler kararı, doğal seçilimin özel yaradılış yerine öğretilmesini yasakladı ve Scopes yargılaması de kararın yasallığını korudu.[2]

Ama doğal seçilim ahlak üzerine etkisinden çok evrim konusundaki sonuçlarıyla ilgilenen biyologlar tarafından da topa tutuldu.

Doğal seçilim, rastgele farklılıklar yoluyla zayıfları ayıklamaktan fazla bir şey yapmamıştı; bu yaşamın tarihinin bir bölümü olan ilerlemenin, artan karmaşıklığın, *yönün* tamamen yetersiz bir açıklamasıydı. Doğal seçilimin gelişigüzel, dümensiz bir değişme üretmesi daha olasıydı. Bu yüzden birçok önde gelen biyolog (Alman Lev Berg, Avusturyalı Ludwig von Bertalanffy, Alman Otto Schindewolf ve birçok başkaları) çeşitli türlerde *ortojenez*, türlerin kökeninin ardında yatan önceden belli *herhangi* bir eğilim, hedef ya da amaç olduğu güvencesi önerdiler.

Daha iyi aletler, daha fazla veri ve ilerleyen araştırma teknikleri, yoğun ve hızlı buluşlara yol açıyor, bunların birçoğu (sitoloji, biyometri, embriyoloji, genetik alanlarında) doğal seçilimin gerçekten de organik yaşam için yerinde bir açıklama olduğunu akla getiriyordu. Ama bu araştırmalar uzman olmayanların çözemeyeceği teknik bir dil tarafından örtülüyordu. Ernst Mayr'ın sözleriyle, "biyolojinin çeşitli disiplinleri arasında olağanüstü bir iletişim boşluğu vardı," ve biyolojiyle diğer bilimler arasında bunun çok daha büyüğü mevcuttu. Özel-

---

War (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1994), 1, 15; Raymond Pearl, "Biology and War," *Journal of the Washington Academy of Sciences* 8, no. 11 (4 Haziran 1918): 355.

[2] Alexis de Tocqueville, *Democracy in America* (D. Appleton, 1899), 1:326, 328; Edwin Scott Gaustad and Mark A. Noll, der., *A Documentary History of Religion in America since 1877*, 3. basım. (Wm. B. Eerdmans, 2003), 350.

likle genetik içgörü üzerine içgörü üretiyor ama genetikçiler kendi buluşlarıyla doğal tarih alanındaki saha çalışmalarının ortaya çıkardıkları arasında köprüler inşa etmek için hiç vakit harcamıyorlardı: hayvan davranışları, fosilleşmiş kalıntılar, yaşayan çevrelerin karmaşık karşılıklı ilişkileri.[3]

1920'lerin standart üniversite metinlerinden *Lehrbuch der Zoologie*, "Darwin'in seçilim kuramı... sayısız adaptasyonun nihai nedenini açıklamaktan çok uzaktır," diyordu. Önde gelen botanikçi Wilhelm Johannsen'in sözleri daha da vurguluydu: "Kesinlikle açıktır ki, genetik Darwin seçilim kuramını temelinden tamamen mahrum bırakmıştır," diye yazmıştı. Fransız biyolog Jean Rostand da kabul ediyordu ki, "Evrimin mekanizmaları konusunda bu kadar kuşkulu olduğumuz hiç olmadı." Ve 1937'de, Paris'teki Musée national de l'histoire naturelle'in müdürü Paul Lemoine daha da ileri gitti: "Doğal seçilim hiçbir rol oynamaz," diyordu. "Genetiğin sağladığı veriler, evrim lehine hiçbir sav oluşturmaz... Evrim kuramı yakında terk edilecektir."[4]

Julian Huxley'nin genetik olarak kaderinde Darwin'i kurtarmak vardı.

Büyükbabası Thomas H. Huxley *Origin of Species*'i ilk okuyanlar arasındaydı ve daha sonrasında da Darwin'in en ateşli taraftarı ve dostu olmuştu. Kitabın ilk yayımlanışından on iki yıl kadar sonra bir dostuna, "*The Origin of Species*, biyoloji alanında, *Principia*'nın astronomide gerçekleştirdiği gibi eksiksiz bir devrim yaratmıştır," diye yazmıştı. Tüm yaşamı boyunca, T. H. Huxley Darwinci kuramın o kadar ateşli bir savunucusu olmuştu ki, bir seferinde kendi kendisini "Darwin'in Buldoğu" olarak adlandırmıştı."[5]

1887'de doğan genç Julian çocukluğundan beri bir doğa bilimcisiydi: "bitkiler ve hayvanlar, fosiller ve coğrafya" ile ilgile-

---

[3] Jan Sapp, *Genesis: The Evolution of Biology* (Oxford Üniversitesi Yayınları, 2003), 63; Ernst Mayr ve William B. Provine, *The Evolutionary Synthesis: Perspectives on the Unification of Biology* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 1998), 3, 8–9.

[4] Mayr ve Provine, *Evolutionary Synthesis*, 8, 282, 315, 316. Notes 2 71

[5] T. H. Huxley ve Leonard Huxley, *Life and Letters of Thomas Henry Huxley* (D. Appleton, 1900), 1:391.

niyordu, kurbağa toplar, kelebekleri sınıflandırır ve kuş izlerdi. Çocuk daha yalnızca dört yaşındayken seçkin büyükbabası, "Julian açıktır ki biyolojiye eğilimli," demişti. "Onu eğitmeyi ne kadar da isterim!" Oxford'da zooloji okudu ve 1909'daki mezuniyetinin ardından şaşırtıcı sayıda çok alanda deneyler sürdürmek üzere üniversitede kaldı: embriyoloji, ontogeni, hücresel farklılaşmalar, morfogeni, genetik ve (laboratuvar çalışmalarını hep alanda gözlemlerle birleştirirdi) kızılbacakların ve tepeli dalgıçkuşlarının kur ritüelleri.[6]

Julian Huxley 1920'lerin sonlarına kadar akademik dünyada kaldı: etkili ve çok saygın bir öğretmen ve araştırmacı, ama huzursuz, lisans öğrencilerinden giderek daha çok rahatsızlık duyan, mutsuz bir evlilik yapan ve depresyon ve mani krizleriyle mücadele eden birisi. 1926'da yazar H. G. Wells onu, alanın tüm ilerlemelerini toparlayacak büyük bir biyoloji ansiklopedisinde birlikte çalışmaya davet etti. Julian'dan yirmi yaş büyük olan Wells Londra'da bizatihi T. H. Huxley'nin döneminde biyoloji okumuştu; aynı zamanda *Zaman Makinesi* ve *Dünyalar Savaşı* (ve birçok başka kitabın) yazarı olarak ünlü olmuştu.

Julian bu fırsatı yakaladı, öğretmenlik görevini bıraktı ve çalışmaya başladı. Parlak bir yazardı, ama (özellikle talepkâr ve zor) Wells tarzını daha da inceltmesi konusunda ısrarcı oldu, böylece biyolojideki giderek karmaşıklaşan gelişmelerin sıradan okuyucuların erişebileceği bir hale gelmesi mümkün olacaktı. Huxley daha sonraları, "H. G.'nin katı rehberliğinde... zor fikirlerle muğlak olguların popülerleştirilmesi... ve birçok olgunun yönetilebilir bir bütüne dönüştürülmesi, ağaçların farkında olurken, ormanın gözden kaçırılmaması konularında çok şey öğrendim... Bu, eklemem gerekir ki, kolay olmadı," diyecekti.[7]

The Science of Life [*Yaşamın Kitabı*] uluslararası bir çoksatar oldu, ama çok büyük bir konuda yazabilme becerisi telif gelirlerinden de daha değerli olmuştu.

---

[6] Krishna R. Dronamraju, *If I Am to Be Remembered: The Life and Work of Julian Huxley with Selected Correspondence* (World Scientific, 1993), 5, 9–12, 15.

[7] *A.g.e.*, 42.

Giderek artan sayıda önemli bilim insanı –Julian Huxley de aralarında olmak üzere– genetikteki ve doğa tarihindeki diğer meseleleri bir bütün halinde birleştirmenin gerekliliğini görmeye başlamıştı: bir Büyük Öykü, her şeyin nasıl birbirine oturduğunun açıklaması. Gerekli olan Darwin'in savunulmasıydı, ama Darwin'in artık yaşı yarım yüzyılı geçmiş olan özgün kuramının, genetik ve sitolojideki en yeni buluşlarla güncellenmesi gerekliliğini de hesaba katarak. Hem bilim insanları hem de halk "evrimin işleyişinin," büyük kuramla özgül buluşların nasıl el ele yürüdüklerinin daha büyük bir anlayışına muhtaçtı.[8]

Böylece, dedesi, Darwin'in buldoğunun izinde, Julian Huxley 1936'da yeni bir derneğin kurulmasını önerdi: Association for the Study of Systematics in Relation to General Biology (Genel Biyolojiyle İlgili olarak Sistematiğin İncelenmesi Birliği). İlk başkanı da o oldu; ve 1937 Haziranının bir Cuma günü gerçekleşen ilk toplantısına yetmiş dört biyolog katıldı. Yeni derneğin amaçları arasında, *Nature* dergisinin aktardığına göre, "biyolojinin çeşitli dallarında çalışanların arasında tartışmaları teşvik etmek ve işbirliğini desteklemek" vardı.[9]

Huxley'le sürekli yazışanlardan Rus entomolog Theodosius Dobzhansky'nin yayını hazırdı bile. *Genetics and the Origin of Species* [*Genetik ve Türlerin Kökeni*] (1937), Dobzhansky'nin genetik konusundaki laboratuvar çalışmalarını, sahadaki gözlemlerini (yoğun bir biçimde meyve sinekleri üzerine çalışıyordu) ve nüfus genetiği üzerine (uzman olmayanlar için) biraz anlaşılmaz matematiksel hesaplamalarını içeriyordu; tüm bunlar Darwin'in doğal seçiliminin *gerçekten* de türlerin mevcudiyetinin açıklaması olduğunu savunmak içindi. Bu modern biyolojideki ilk sistemli, büyük resim çalışmalarından biriydi, ama sonuncu olmadı.[10]

---

8 Vassiliki Betty Smocovitis, *Unifying Biology: The Evolutionary Synthesis and Evolutionary Biology* (Princeton Üniversitesi Yayınları, 1996), 140.

9 Takvim girdisi ("Association for the Study of Systematics in Relation to General Biology"), *Nature*, 24 Temmuz 1937, 164.

10 John Krige ve Dominique Pestre, der., *Science in the Twentieth Century* (Routledge, 2013), 422.

Bunu izleyen on yıl içinde, George Gaylord Simpson'dan *Tempo and Mode in Evolution*, Bernhard Rensch'dan *Evolution above the Species Level*, ve Ernst Mayr'dan *Systematics and the Origin of Species, from the Viewpoint of a Zoologist* yayımlandı. Huxley de kendi büyük resim kitabı için çalışıyordu. *Evolution: The Modern Synthesis* başlıklı çalışması 1942'de yayımlandı, iki husus bunun ayrı bir yere konulmasını sağlar: Huxley, bilinçli bir şekilde, yalnızca bilimsel meslektaşlarının değil, bilgili ve ilgili sıradan insanların da anlayacağı şekilde yazmıştı; ve Huxley, ilk kez olarak, *sentez* sözcüğünü kullanmıştı.

"Darwinciliğin ölümü yalnızca kürsülerden değil, biyoloji laboratuvarından da iddia edilmiştir," diye başlar Huxley, "ama Mark Twain'in durumunda olduğu gibi, göründüğü kadarıyla haberler çok abartılıdır,* çünkü günümüzde, Darwincilik had safhada hayattadır." Ve ilk bölümde, amaçlarını sıralar:

> Son yirmi yılda biyoloji, yeni disiplinlerin ortaya atılıp görece yalıtılmış bir şekilde çalıştıkları bir dönemin ardından, daha birleşik bir bilim haline gelmiştir. Bir sentez dönemine girmiş ve sonunda bugün, artık bir dizi yarı-bağımsız ve büyük ölçüde çelişkili alt-bilimler görüntüsünden çıkıp fizik gibi bir daldaki ilerlemenin derhal diğer dallarda da ilerlemeye yol açtığı ve kuramla deneyin el ele ilerlediği eski bilimlerin birliğiyle rekabet eder duruma gelmiştir. Bir önemli gelişme olarak, Darwinciliğin yeniden doğuşu yaşanmıştır... Böylece yeni doğan Darwincilik değişik bir Darwinciliktir, çünkü Darwin'in bilmediği olgularla işlemektedir; ama evrime doğacı bir yorum getirmeyi hedeflemesi açısından hâlâ Darwinciliktir... Bundan sonraki bölümlerde, bu yeniden doğan Darwinciliği, küllerinden yükselen bu dönüşmüş Anka kuşunu ele alacağım.[11]

---

* Öldüğü haberlerinin yayılması üzerine, Mark Twain'in "öldüğüme dair çıkan haberler çok abartılıdır" dediği söylenir –çn.

[11] Julian Huxley, *Evolution: The Modern Synthesis*, nihai basım. (MIT Yayınları, 2010), 22, 26–28.

Bu yayılan, çokyüzlü bir görevdi ve *Evolution: The Modern Synthesis* de yayılan, çokyüzlü, sırasıyla paleontoloji, genetik, coğrafi farklılaşma, ekoloji, taksonomi, uyarlama ve evrimci süreç fikrini kapsayan bir kitaptı.

Ama Huxley'nin H. G. Wells'le geçirdiği eğitim sürecinin ona çok yararı dokunmuştu. Üslubunun berraklığı ve teknik fikirleri ayağı yere basan, bilimsel jargondan ari sunumu *Evolution*'ı hem okunabilir kıldı hem de hızlı bir başarı kazanmasını sağladı. "on yılın, belki de yüzyılın önde gelen evrimi ele alan bilimsel eseri," diyordu, alanın en önemli dergilerinden biri olan *American Naturalist* ve okuyucular da katılıyordu. Huxley'nin kitabı beş baskı ve üç basım gördü; sonuncu olan 1973 basımında dokuz önde gelen bilim insanının ortak yazarı olduğu, genel doğruyu ve sentezi olumlayıp verileri güncelleyen yeni bir giriş de vardır.[12]

1942'den yirmi birinci yüzyıla kadar, tüm bu girişim –hücre düzeyindeki genetik araştırmalarının büyük doğa tarihi dünyasıyla dikkatlice birleştirilmesi– devam edecek, giderek daha geniş bir gelişen alt-uzmanlıklar (örneğin yirminci yüzyıl sonlarının evrimci genom bilimi) yelpazesinden beslenecektir. Ve adını Huxley'nin kitabından almayı sürdürecektir: *modern sentez*. Huxley Darwin'i canlandırmıştı ve dönüşmüş Anka kuşu da ileriye doğru ilerliyordu.

JULIAN HUXLEY
Evolution: The Modern Synthesis
(1942)

2010 yılında, MIT Yayınları *Evolution: The Modern Synthesis*'in 1942 metnini Huxley'nin özgün önsözünün yanında, ikinci ve üçüncü basımların girişleriyle birlikte yayımladı.

Julian Huxley, *Evolution: The Modern Synthesis: The Definitive Edition*, MIT Yayınları (karton kapak, 2010, ISBN 978-0262513661).

[12] *A.g.e.*, 3, 6-7.

YİRMİ ÜÇ

YAŞAMIN SIRRI

Biyokimya soyaçekimin gizemini ele alıyor

> Bilim dışarıdan bakanların tasavvur ettiği doğrudan mantıklı yoldan nadiren ilerler.
>
> —James D. Watson, *The Double Helix*, 1968

Yüz yıldır –en azından Lamarck'tan beri– yaşam bilimi canlı yaratıkların özelliklerini çocuklarına aktardığını kabul etmişti. Ama bunun nasıl olduğu bir gizemdi. Bir şeyle soya çekimle aktarılıyordu; ama ne? Neye benziyordu; nasıl davranıyordu; neredeydi? Ve bu "pangen," bu bilgi birimi benzer bir göz rengi, ya da boy, kürk desenini bir sonraki kuşakta üretmeyi nasıl başarıyordu?

1953'te Cambridge'te çalışan genç Amerikalı James Watson ve Britanyalı meslektaşı Francis Crick yanıtı buldular: DNA, ebeveynlerin belirleyici özelliklerini çocukta yineleyen çift sarmal molekül büklümleri. Crick o kadar heyecanlanmıştı ki, en yakın puba gidip duyma mesafesindeki herkese "yaşamın sırrını" bulduğunu ilan etti. Bu, birçok bilim metninin de size söyleyebileceği gibi, "dünyayı değiştiren" bir buluştu; "yirminci yüzyılın en önemli bilimsel buluşlarından biri"; "modern biyolojinin doğumu." On beş yıl sonra, James Watson bu dönüm noktası olan anın ölümsüzlüğünü, DNA üzerine çalışmasının anında popüler olan bir anlatısıyla garantiledi: *The Double Helix*.[1]

---

[1] James D. Watson, *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA* (Scribner, 1993), 197; Daniel D. Chi-

Ama deoksiribonükleik asidin varlığı yüz yılı aşkın bir süredir biliniyordu. Ve çifte sarmallı yapısı da daha yıllarca gözlemlenemeyecekti. "DNA'nın bulunuşu," aslında, kimya, biyoloji ve hatta fizik alanındaki, kökleri on yedinci yüzyıl teknolojisinde yer alan on dokuzuncu yüzyılı yirminciye bağlayan onyıllarda sürdürülen, birçok bilim insanının çalışmasına bağlı bir dizi minik ilerlemeden oluşuyordu ve karizmatik bir araştırmacı tarafından çok satan bir popüler anlatıya aktarılmıştı.

Robert Hooke ilk kez olarak bir mikroskop aracılığıyla bir mantar parçasına baktığından beri, doğa bilimcileri, bir bal peteğinin minik tatlı parçalardan oluştuğu gibi canlıların da ayrı parçalardan oluştuğunu kabul etmişlerdi. Mantarın özü tamamen Havayla doludur," diye yazmıştı Hooke *Micrographia* içinde, "ve... bu Hava da hepsi birbirinden ayrı küçük Kutu ya da Hücrelerin tamamen içine kapatılmıştır." Hooke taşlaşmış ağaçtan örümceğe kadar çok farklı birçok canlıda hücreleri gözlemişti; onu izleyen başka gözlemciler her türlü bitkide, embriyolarda, hayvan dokularında hücreleri bulmuşlardı.

Bu hücrelerin içinde ne olduğu ve neden var oldukları (neden dümdüz et yoktu?) on sekizinci yüzyıl bilimini aşıyordu. Ama 1830'ların sonlarında, duyularını geliştirmek için daha iyi aletler kullanan iki farklı gözlemci (Fransız biyolog Félix Dujardin ve Bohemyalı Jan Purkinje) Hooke'un minik kutularının yapışkan ve ele avuca sığmaz, "glutinöz, yarı saydam" yaşam için elzem bir maddeyle dolu olduğuna karar verdiler: Purkinje'nin verdiği adla, *protoplazma*. Protoplazma en temel "yaşam malzemesiydi," tam amacı o zaman için tam olarak bilinmeyen temel bir jöle.[2]

1847'de, iki Alman doğa bilimci –botanikçi Matthias Jakob Schleiden ve zoolog Theodor Schwann– Hooke'un *hücrelerini*

---

ras, *Human Biology* (Jones & Bartlett, 2013), 357; John C. Kotz, Paul M. Treichel ve John Townsend, *Chemistry and Chemical Reactivity* (Cengage Learning, 2009), 392; Peter Atkins, *Galileo's Finger: The Ten Great Ideas of Science* (Oxford Üniversitesi Yayınları, 2004), 62.

[2] Robert Hooke, *Micrographia* (James Allestry, 1664), Observation 18; Robert C. Olby vd., der., *Companion to the History of Modern Science* (Routledge, 1990), 358–59.

yaşamın birinci ve en temel birimi olarak tanımladılar. Her yeni canlıda hücreler büyüyüp gelişiyor, minik zerreler olarak başlayıp dışarıya doğru yayılıyorlardı: Schwann, "Bu tümüyle mutlak bir yasadır," diye yazıyordu, "her hücre... ilk olarak çok küçük bir kesecik (vezikül) olarak ortaya çıkar ve kademeli olarak tam anlamıyla gelişmiş durumunda var olan boya kadar genişler." Bu hücre, Alman biyolog Max Schultz'un 1861 tarihli bir makalesinde onayladığı gibi, belli bir merkezi –bir çekirdek, ya da (Latince "çekirdek" ya da "öz" anlamında) *nucleus*– olan bir protoplazma topudur.[3]

Bu arada kimya –Robert Boyle'un on yedinci yüzyıldaki olgunlaştırmasından sonra metaller, gazlar ve diğer inorganik maddelerle ilgilenen bir alan– biyolojiyle kesişen bir güzergâha girmişti. 1828'de kimyacı Friedrich Wöhler laboratuvarında doğada idrarda bulunan üreyi kazara laboratuvarında üretmişti. (Bir meslektaşına, büyük bir heyecanla, "bir böbreğe gerek duymadan üre üretebiliyorum," diye yazmıştı.) Bu beklenmedik sentez, organik maddelerin de inorganik maddelere özgü olduğu bilinen aynı temel kimyasal yasalarla anlaşılabileceğini akla getiriyordu. Hücreler kimyasal reaksiyonları aracılığıyla dürtülebilir, uyarılabilir, katalize edilebilir, bölünebilir, kimyasal testlere tabi tutulabilir ve anlaşılabilirdi: *biyokimyanın* başlangıcı.[4]

Yeni doğan bu bilim çabuk büyüdü. 1833'te Fransız kimyacılar Anselme Payen ve Jean-François Persoz malt içindeki bir şeylerin (buna diyastaz adını verdiler) nişastayı şekere dönüştürebildiğini buldular. Diyastaz bilinen ilk enzimdi: bir kimyasal reaksiyonu harekete geçiren ve bir canlıyı değiştirme potansiyeline sahip olan organik bir molekül, genellikle bir protein. Dört yıl sonra, İsveçli kimyacı Jöns Berzelius *kataliz*

---

[3] Olby vd., *Companion to the History*, 359; Theodor Schwann, *Microscopical Researches into the Accordance in the Structure and Growth of Animals and Plants*, çev. Henry Smith (Sydenham Society, 1847), 242.

[4] J. Craig Venter, *Life at the Speed of Light: From the Double Helix to the Dawn of Digital Life* (Viking, 2013), 13; G. P. Talwar ve L. M. Srivastava, der., *Textbook of Biochemistry and Human Biology*, 3. basım (Prentice-Hall of India, 2003), xxiv.

sözcüğünü buldu, "evvelce bildiklerimizden farklı, bir maddenin oluşturanlarını yeni bir düzene getirerek onları başka ilişkilere" sokma gücüne sahip olan bir süreç. Katalizin bulunmasının, test tüpünün çok ötesinde bir anlamı vardı. Berzelius diyordu ki,

> Bu fikirle canlı Doğaya döndüğümüzde, tamamen farklı bir ışık bize görünür. Canlı hayvan ve bitkilerde dokularla sıvılar arasında binlerce katalitik sürecin yer aldığını ve bunların sıradan ham maddelerden, bitki özü ya da kandan oluşmasına bu gün için bir neden düşünemediğimizi ama gelecekte bu nedenleri muhtemelen organik dokuların katalitik gücünde bulacağımız birçok benzersiz kimyasal bileşik ürettiğini varsaymamız için bize yeterli neden sağlar.[5]

Biyolojik varoluşumuzun, şeklimizin ve biçimimizin nihai açıklaması *kimyada* yatar; hücrelerimizi oluşturan ve aralarındaki ilişkiyi düzenleyen reaksiyonları anlamada.

Ama hücre duvarları hala bilinmeyen topraklardı ve ne biyologlar ne de kimyacılar bunların çevresinde tahminler yürütmekten ileriye gidemiyordu.

1865'te, İsviçreli tıp öğrencisi Friedrich Miescher ateşli tifodan kalkmıştı, ama hasarsız değil: duyması bozulmuş, bir kulağı tamamen sağır olmuştu.

Bu bir doktorun hasta bakımını zorlaştırıyordu, bu yüzden Miescher bunun yerine tıp araştırmalarıyla ilgilenmeye karar verdi. İpucunu amcası, önemli bir hekim olan Wilhelm His'ten aldı: His daha sonraları özel yazılarında, "doku gelişmesi sorunlarının nihai çözümünün yalnızca kimya tarafından çözülebileceği sonucuna vardım," diyordu. Miescher'in kendi kimyasal ilgisi hücrenin tam yapısıyla ilgiliydi; özellikle işlevi bilinmeyen, göz atması zor esrarengiz çekirdekle. Lenfoid (beyaz kan) hücrelerinin çekirdeğinin, diğer hücrelere

[5] Joseph Needham, der., *The Chemistry of Life: Eight Lectures on the History of Biochemistry* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1970), 17–18.

göre gözlemlenecek kadar daha büyük olduğunu fark etmişti, bu yüzden atılan ameliyat bandajlarındaki cerahatleri toplayıp beyaz kan hücrelerinin çekirdeklerini (o zamanların kabul gören uygulamasına göre çeşitli solventler kullanarak) ayırıp, oluşumunu çözümlemeye karar verdi.[6]

Miescher'in iki yıllık bir dönemde sürdürdüğü ve sonuçlarını 1871'de yayımladığı deneyleri beklenmedik bir mevcudiyet ortaya çıkarttı. Genellikle çekirdeğin (bir şekilde) yaşamın temel yapı taşlarını oluşturduğu düşünülen protein içerdiği düşünülüyordu. Ama bu çekirdekler iki farklı parçaya ayrılmıştı; evet, bir protein, ama aynı zamanda evvelce bilinmeyen, hafifçe asit bir madde. Miescher bu yeni aside bir de ad verdi: *nüklein.*#

1929'da, kendi ülkesindeki antisemitizm yüzünden Birleşik devletlere sürüklenen ve artık New York'taki Rockfeller Enstitüsünde çalışan Litvanyalı biyokimyacı Phoebus Levene, Miescher'in nükleinindeki en yaygın bulunan elementin *deoksiriboz* adı verilen bir şeker içerdiğini gördü. Nükleindeki bu aside deoksiribonükleik asit adını verdi.[7]

Miescher DNA'yı bulmuş; Levene de adını koymuştu. Her ikisinin de bunun ne işe yaradığından haberi yoktu.

Biyokimyacılar yaşamın kimyasal yapısının daha da derinlerine daldıkça, biyologlar da Mendel'in genleri üzerinde uğraşmayı sürdürdüler.

Bir bilgi girdabı tepelerinde dönüp duruyordu, ama hiçbiri ilişkili parçaları havadan yakalayıp bir araya getirememişti. 1880'lerin başlarında, Walther Flemming bölünen hücrelerde kromozomları, minik örgü benzeri yapıları görmüştü; 1890'da biyolog Hermann Henking fark etti ki, bazı kromozomlar hücre bölünmesi sırasında dans figürleri yaparken karşılaşan squa-

---

[6] Paul O. P. Ts'o, der., *Basic Principles in Nucleic Acid Chemistry* (Academic Yayınları, 1974), 1:2; Rudolf Hausmann, *To Grasp the Essence of Life: A History of Molecular Biology* (Kluwer Academic, 2002), 42

Bu bağlamda, bir "asit," yalnızca suya eklendiğinde, suyun proton ya da Hidrojen iyonu (H+) konsantrasyonunu arttıran bir maddedir.

[7] Ts'o, *Basic Principles*, 8.

re dansçıları gibi sırayı bozmadan çift çift eşleşirken, kimileri (görünürde diğerleriyle aynı da olsalar) yeni oluşan hücrelerin yalnızca yarımını oluşturuyordu. Bunun neden böyle olduğuna dair hiçbir fikri yoktu, ama bu bir şekilde geciken kromozomlara bir ad verdi: X kromozomu (bir gizem).[8]

Alman biyolog Theodor Boveri 1902'de kromozomların Mendel'in "genlerini" bir kuşaktan diğerine aktarmaktan sorumlu olduklarını doğrulayınca, bir sonraki adım bu bilgi parçasını iki farklı kromozom türünün mevcudiyetine ilişkilendirmek olacaktı. Hepsi de Amerikalı üç farklı biyolog, gözlemlerini birleştirdiler: çekirgeler üzerine çalışan Clarence McClung X kromozomunun varlığının ya da yokluğunun belki de evladın cinsiyetinin belirlenmesinden sorumlu olduğunu ilk ortaya atan oldu; *hemipteranları*, (orakböcekleri, yaprak bitleri, tatlı patates böcekleri) inceleyen Edmund Beecher Wilson X kromozomunun dişi evlatlarda olması gerektiğini öne sürdü; ve meyve sineklerindeki üst düzey hücrelerle uğraşan Nettie Stevens Wilson'ın kuramını gözlemle doğruladı.[9]

Stevens meyve sineği sonuçlarını yayımladıktan sonra, zoolog Thomas Hunt Morgan Columbia Üniversitesinde kuşaklar boyu meyve sineklerini izleyebilecek yedi yıllık bir araştırma projesine önderlik etti. Meyve sinekleri o kadar hızlı ürüyorlardı ki, yedi yıl neredeyse derin zaman demekti; tasnif edecek o kadar bilgiyle, Morgan ve meslektaşları göz rengini belirleyen genetik bilginin X kromozomla taşındığını gösterebildiler.[10]

Bu belli bir *fenotipin* (boy, ağırlık, burun biçimi, saç rengi gibi gözlemlenebilir bir nitelik) özgül bir *genotiple* (kromozom düzeni) ilk kez olarak doğrudan ilişkilendirilmesiydi. Ve yüzyıllardır gözlemlenen bir şey için biyolojik bir açıklama

---

8 David Bainbridge, *The X in Sex: How the X Chromosome Controls Our Lives* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 2003), 5.

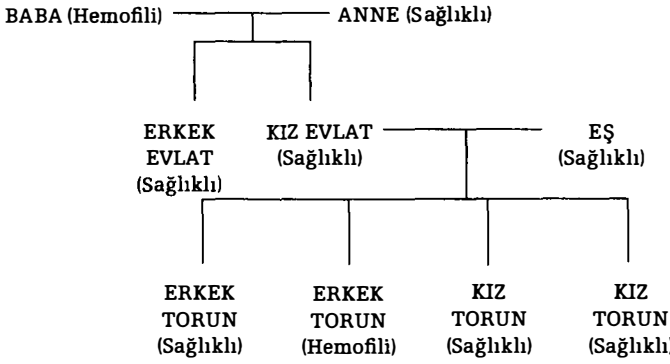
9 Eric C. R. Reeve, der., *Encyclopedia of Genetics* (Routledge, 2014), 7. 272 Notlar

10 Israel Rosenfield, Edward Ziff ve Borin Van Loon, *DNA: A Graphic Guide to the Molecule That Shook the World* (Columbia Üniversitesi Yayınları, 2011), 3.

sağlıyordu: bazı fiziksel niteliklerin babadan oğula doğrudan geçemeyeceğini.*

Bir ailenin üyelerinin yaraları çok kanarken, başka birininkiler az kanayabilir. Üçüncü yüzyıl dolaylarında derlenen Babil Talmud'u öyle der; bu, kanın pıhtılaşmasını önleyen bir rahatsızlık olan hemofili konusundaki en eski referanslarımızdan biridir. Sonraki yüzyıllarda, hekimler bu garip durumla cebelleşmiştir. Onuncu yüzyıldan Kurtubalı cerrah Ebu'l Kasım Zehravi sağlıklı annelerin hemofilisi olan oğullar doğurabildiklerini gözlemişti; on dokuzuncu yüzyılın başlarında, Philadelphialı doktor John Otto rahatsızlığın yalnızca erkeklerde çıkıyormuş gibi göründüğünü yazmıştı; ve Almanya, İspanya ve Rusya kraliyet aileleri hastalığın düzensiz bir şekilde prenslerinde görünmesinden çekiyordu.[11]

Charles Darwin soyaçekimin şablonunun çizelgesini hazırlamıştı:

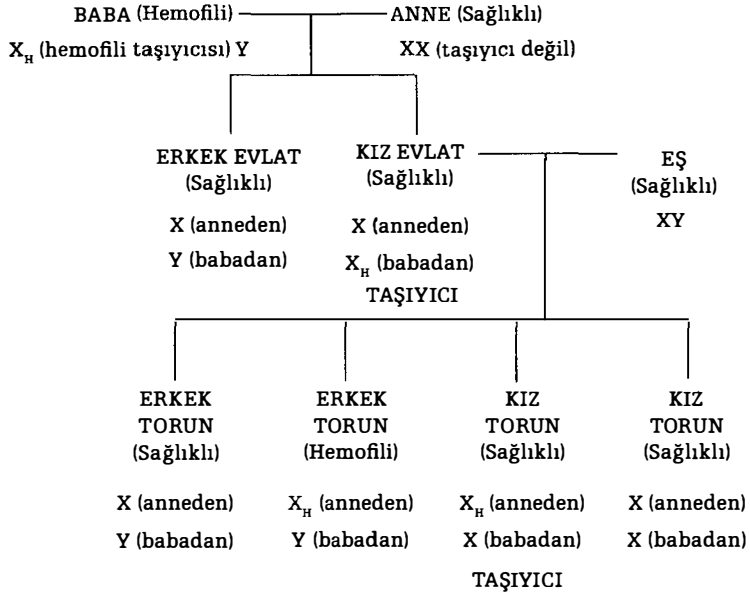


Çizim 23-1

* Cinsiyet belirlemenin meyve sinekleriyle memelilerde çok farklı olduğunu belirtmek gerekir, ama meyve sineği araştırmaları cinsiyetle ilgili belirleyici özelliklerin anlaşılması için kuramsal bir çerçeve sağlamıştır.

[11] Isidore Epstein, der., *Hebrew-English Edition of the Babylonian Talmud: Yebamoth* (Soncino Yayınları, 1984), 48.

Morgan'ın meyve sineği deneyleri artık şablonun garipliğini açıklamayı olası kılıyordu. Eğer hemofilinin genetik bilgisi yalnızca X kromozomuyla taşınıyorsa, hastalık yalnızca X kromozomunun tüm kopyaları etkileniyorsa ortaya çıkabilirdi. Ve erkek çocuklar yalnızca bir X kromozomuna sahip olduğuna göre, etkilenmeleri çok daha olasıdır. (Dr. Otto istatistikler tarafından yanıltılmıştı; kadınların hemofiliye yakalanmaları sık görülmez, ama olanaksız değildir.)



(Çizim 23-2

Morgan'ın çalışması görünmez iletişim hatlarının ortaya çıkmasını sağlamıştı: görünüşte sağlıklı bir kız evlat aslında sessiz bir hastalık taşıyıcısıdır, bunu erkek çocuğa aktarma olasılığı da 50/50'dir.

Ama tüm bunların henüz soyaçekimin mekanizmasıyla bir ilgisi yoktu. Genetik bilgi kromozomda nasıl taşındığı ve alıcıyı nasıl şekillendirip oluşturduğu (diğer bir deyişle genotip ile fenotip arasındaki ilişki) gizemini koruyordu. Kromozomlarla

ve genlerle çalışan biyologlar hâlâ istatistik tutmaktan pek de fazla bir şey yapmıyorlardı: hangi kromozomun nereye gittiğini ve sonucun ne olabileceğini gözlemlemek.

Kimya, biyoloji ve fizik kısa bir üç yönlü kesişme noktasında buluştuğunda, ufuk aydınlanmaya başladı.

1927'de, Morgan'ın meyve sineği projesinden çalışma arkadaşı biyolog Hermann Muller meyve sineklerini X-ışınlarıyla bombardıman etmenin genetik bilgilerini *değiştirdiğini* açıkladı. Işınlanmış sinekler bir dizi yeni fenotipe sahip yavrular çıkartıyordu; Muller'in saydıkları şunlardı: "lekeli kanat," "beyaz göz," "minyatür kanat," "çatallı kıllar" ve başkaları. Röntgen, Curie'ler ve Rutherford'un çalışmaları zaten ışınımın atomların ve moleküllerin yapısında *değişikliğe* neden olduğunu göstermişti.* Muller'in sonuçları, hâlâ gizemini koruyan genlerin, gerçekten de molekül –X-ışınlarının neden olduğu değişmelerden etkilenen yapılar– olduğunu akla getiriyordu. Ve ışınım arka arkaya hep aynı sonucu doğurmadığına göre, genler bir demet benzer parçacık, "kendi kendilerinin tekrarı" değil, tüm bir farklı moleküller dizisi olmalıydılar.[12]

Diğer bir deyişle: genler, kromozomlar tarafından ebeveynden çocuğa aktarılan moleküllerdi. Bu bilmecenin birinci kısmının yanıtıydı. İkinci soru hâlâ yanıtsızdı: bir molekül kulak memesinin şeklini, uzun bir ikinci parmağı, çilleri üretebiliyordu: *fenotipler* mi?

Yanıt ekmek küfü aracılığıyla geldi.

1940'larda, Stanford'dan iki biyokimyacı, George Beadle ve Edward Tatum, ekmekte yetişen (ve aynı zamanda soya fasulyesi parçalarını ve hindistancevizi kalıntılarını Endonezya'nın *oncom* adı verilen temel gıdasına dönüştüren) bir tür mantar olan *nörospor* üzerine bir dizi deney yapıyorlardı. Çalışmaları, genlerle oynandığında, kimi *enzimlerin* üretiminin durduğunu gösterdi; bu da bir organizmanın hücrelerinin kimi kimyasal reaksiyonları yürütmesini engelliyordu.

---

* *Bkz.*, Bölüm 16.

12 Hermann Joseph Muller, *The Modern Concept of Nature* (SUNY Yayınları, 1973), 36, 132; Hausmann, *To Grasp the Essence of Life*, 56.

Bu kimyasal reaksiyonlar organizmaya kimliğini veren şeylerdi. Bir yüzyıl önce, Anselme Payen ve Jean François Persoz ilk enzimi belirlemişler ve Jöns Berzelius da, "katalitik sürecin" canlılar için olan önemine parmak basmıştı. Bunu izleyen onyıllarda, biyokimyacılar bu bilgiyi geliştirip üzerine inşa ettiler, böylece Beadle ve Tatum kimyasal reaksiyonlarının tamamı olarak bir canlıyı –tüm yapısını, metabolizmasını ve fenotipini, nasıl işlediğini ve nasıl gözüktüğünü– tanımlayabileceklerdi. Enzimler bu kimyasal reaksiyonların katalizörleriydi. Değişikliğe uğramış bir gen, değişikliğe uğramış bir enzime neden oluyordu; değişikliğe uğramış bir enzim değişikliğe uğramış bir fenotipe; değişikliğe uğramış bir fenotip de cetlerinden farklı besinler gerektiren bir küf hücresi, bir meyve sineğinin kanadında bir leke, uzun bir ikinci parmak ya da çukur bir çene üretiyordu. Enzimlerle uğraşırsanız, organizmayı değiştiriyordunuz.

İşte burada en azından genotiple fenotip arasındaki bağlantı bulunmuş oluyordu. Beadle ve Tatum bunu izleyen birkaç yılı hangi kromozomla taşınan hangi enzimlerin farklı türde fenotipler ürettiklerinin çizelgesini hazırlamakla geçirdiler. Çalışmaları "bir gen, bir enzim" varsayımı adıyla tanınır oldu: genler (insan, bakteri ya da başkaları) enzimlerin üretilmesini etkiliyordu ve enzimler de canlıların belirleyici özelliklerini.[13]

Ama genin kendisi hâlâ gizemini koruyordu. Enzimler üzerinde böylesi bir gücü olan ne tanıdık bir molekül, ne bilinen bir organik madde ne de o zamana kadar tanımlanmış bir kimyasal bileşim vardı.

Eşzamanlı olarak, (Levene gibi New York'taki Rockfeller Enstitüsünde çalışan) Oswald Avery adlı bir biyolog da pnömokok virüslerini inceliyordu. Belli bir pnömokok türünün eşsiz bir niteliği vardı: virüs hücreleri kendi etraflarında polisakarid adı verilen karmaşık bir molekülden oluşan kapsüller oluşturabiliyordu. Bu kapsüller virüsleri kuvvetlendiriyor ve daha etkili kılıyordu.

---

[13] William Purves vd., *Life: The Science of Biology*, 7. basım. (Sinauer Associates, 2004), 107, 114, 234; Reeve, *Encyclopedia of Genetics*, 10; Hausmann, *To Grasp the Essence of Life*, 48.

Avery, polisakarin üretebilen pnömokok türünden bir DNA (Levene tarafından Miescher'in "nüklein"inin bir unsuru olarak tanımlanan asidik madde) solüsyonu alınıp başka pnömokok türlerine sokulabilirse, alıcı türlerin dönüştüğünü fark etti. Birden bire, onlar da polisakarid kapsülleri oluşturmaya başlıyordu.

Bu bir "Evreka" anı olabilirdi.

Aslında, temkinli, sorumlu bir insan olan Oswald Avery kardeşine yazdığı bir mektupta bu DNA solüsyonunun beklenmedik bir şekilde, bir "gen"in davranması gerektiği gibi davrandığını yazdı. Ama o ve çalışma arkadaşları kendi elde ettikleri sonuçlardan bir iddiada bulunmayacak kadar kuşkuluydular. Sonuçlarını *Journal of Experimental Medicine* dergisinde yayımladılar ama makale çok az ilgi çekti. Hücrelerin ve özelliklerinin incelenmesi alt alanlara ve minik buluşlara bölünerek disiplinler arasında öyle bir dağılmıştı ki, çok az biyolog (ya da biyokimyacı) tüm ilgili buluşlar hakkında bilgi sahibi olduğunu iddia edebilecek durumdaydı.[14]

Bu biyologların yalnızca küçük bir bölümü üçüncü, paralel ama ayrı soruşturmadan haberdardı: biyologlar Max Delbrück ve Salvador Edward Luria ile bakteriyolog Alfred Hershey Long Island'da bir laboratuvarda birlikte çalışıyor, bakterilere bulaşma becerisine sahip virüslerin tam yapısını bulmaya çalışıyorlardı. Bu virüsler ("bakteriyofaj"lar) bakteri hücrelerini istila ediyor, içlerinde çoğalıyor sonra da ana hücreyi yok edip serbest kalıyorlardı.

Bu virüslerin kendi kendilerini *tamı tamına* üretebilme yeteneğine sahip oldukları giderek açıklık kazanıyordu. Ve 1947'de, başka bir biyokimyacı, Seymour Cohen belli bir bakteriofaj türünün bakteri hücrelerini istila ettiğinde, bulaşık hücrelerin içindeki DNA sentezinin aniden durduğunu, sonra da birkaç dakika sonra büyüyen bir hızla yeniden başladığını fark etti. Bu, o tamı tamına çoğalmayla DNA'nın *bir şekilde* ilgisi olduğu yolunda güçlü bir göstergeydi.

Başka araştırmacılar da belki de DNA'nın hücrelerin çoğalmasını sağlayan etmen olabileceği yolunda fikir yürüttü-

[14] Hausmann, *To Grasp the Essence of Life*, 103–4.

ler. Ama nükleindeki proteinlerin genellikle bu role çok daha uygun olduğu düşünülüyordu. Her iki durumda da bilim insanları genetik bilginin ebeveyn hücre tarafından nasıl kodlandığını ya da bunun evlat hücre tarafından kodların nasıl çözüldüğünü tam olarak açıklayamadılar.[15]

Hâlâ doktorası üzerinde çalışan ve ne üzerine çalışacağını tam olarak bilemeyen çok genç bir James Watson 1948'de Long Island "faj grubuyla" çalışmaya başladı. Başlangıçta, "fikirlerin kolaylıkla aksinin kanıtlanamayacağı" bir alan olan nükleik asitlerin incelenmesine pek bir ilgi duymuyordu: daha sonraları, "proteinlerin üç boyutlu yapıları üzerine konuşmaların büyük bölümü hava cıvaydı," demişti. Kuramlar havada uçuşuyordu, ama hiçbiri denemeye tabi tutulamıyordu.

Ama 1951'da doktora sonrası bir bursla Avrupa'da bulunduğu sırada, Watson, Londra'daki Kings College'da DNA üzerine çalışan Britanyalı hekim ve biyolog Maurice Wilkins'in bir konuşmasına katıldı. Wilkins'in konuşmasına DNA'nın X-ışınlarıyla çekilmiş ve açık yapısal modeller gösteren resimler eşlik ediyordu ve Watson aniden buna kapıldığını hissetti. Açıktı ki, böylesi açık bir model DNA'nın "olağan yapısını" bulmakta yardımcı olabilir ve belki de bu yapı DNA'nın o ele avuca sığmaz genetik bilgiyi aktarmaktan sorumlu olduğunu gösterebilirdi.[16]

Bursunun koşullarını zorlayan Watson kendisine İngiltere'de, Cambridge'in Cavendish laboratuvarında biyofizikçi Francis Crick'le birlikte çalışabileceği bir pozisyon kopardı. Ondan on iki yaş büyük olan Crick bir süredir DNA'yla ilgileniyordu ama Watson –şaşkınlıkla– İngiliz toplumunun adetlerinin Crick'in daha fazla araştırma yapmasını önlediğini gördü. Watson *Double Helix* içinde, "O sıralarda," diye yazmıştı, "İngiltere'de DNA üzerine moleküler çalışmalar, her halükarda, Maurice Wilkins'in özel mülkiyeti kabul ediliyordu."

> Francis eğer Maurice'in yıllardır üzerinde çalıştığı bir soruna atlarsa kötü görünecekti... Farklı ülkelerde yaşıyor

[15] *A.g.e.*, 63-66.

[16] Watson, *Double Helix*, 33–35.

> olsalardı daha kolay olurdu. İngiltere'nin samimiyeti –bütün önemli kişiler, evlilikle bağlı olmasalar da, birbirlerini tanıyor gibiydiler– bir de İngiliz fair play anlayışı Francis'in Maurice'in problemine dalmasını engelliyordu. Belli ki fair play'in söz konusu olmadığı Fransa'da bu sorunlar çıkmazdı. Birleşik Devletlerde de böyle bir sorunun oluşmasına izin verilmezdi. Berkeley'de birisinin, sadece Cal Tech'de birisi daha önce başladı diye birinci sınıf bir problemi görmezden gelmesini bekleyemezdiniz.[17]

Chicago doğumlu Watson, Crick'i Wilkins'in alanına girmeye ikna edebildi ve birlikte iki adam bir DNA'nın en yeni yüksek nitelikli X-ışını portresini ele geçirmeyi başardılar; Wilkins'in asistanı Rosalind Franklin'in zahmetli ve zorlu çalışmasını sonunda elde edebilmişlerdi. Franklin Cambridge'deki koca çocuklar tarafından sorun çıkartan bir feminist olarak sürekli bir kenara itilen becerikli bir bilim insanıydı. (Watson, pek de sevimli olmayan bir anında, "Bir feminist için en uygun yer, başkasının laboratuvarıydı," demişti.)

Bu arada, neredeyse efsanevi Amerikalı biyokimyacı Linus Pauling de dikkatini DNA'ya yöneltmişti. Wilkins'in bir adım önüne geçmeye ve "[Pauling'i] kendi oyununda yenmeye kararlı Crick ve Watson DNA araştırmasına gömüldüler. Bu, Watson'ın yazdığı gibi, "hangi atomların yan yana oturacaklarını" sorma ve sonra da "yüzeysel olarak okulöncesi çocukların oyuncaklarına benzer bir moleküler model setiyle" varsayımsal yapılar inşa etme sorunuydu. Hedefleri hem Franklin'in elde ettiği X-ışını resimleriyle hem de söz konusu moleküllerin bilinen tüm kimyasal özellikleriyle uyumlu bir model oluşturmaktı.[18]

1953 başlarında, Pauling olası bir çözüm önerisinde bulundu: DNA içinde şeker-fosfat bir "omurgası" olan üç zincirli bir sarmaldı. Watson derhal bu modelin işlemeyeceğini gördü; fosfat molekülleri birbirlerini itecekti (ya da, kendi deyimiyle, "Linus'ün kimyası çatlaktı"). Ama Pauling belli ki çalışabilir bir modele yaklaşıyordu.

---

[17] *A.g.e.*, 14-15.

[18] *A.g.e.*, 20, 50.

Watson daha da enerjik bir şekilde yeni modeller tasarlamaya koyuldu ("Nobel ödülü için [onunla] yarışıyordum"). Takıntılı bir şekilde olası yapıları kağıt parçalarına karalayan, sert kartondan modeller inşa eden Watson sonunda DNA için yeni bir yapıda karar kıldı: "omurgası" dışarıda bir çifte sarmal. O ve Crick bu modelin kimyasal özelliklerin hesapladılar, var olan X-ışını verilerini modellerinin üreteceği hatlarla kıyasladılar ve varsayımın sağlam olduğuna karar verdiler. 1953 Nisanında *Nature* dergisinde yayımlanan kısa bir makalede bu modeli ortaya attılar; Crick tarafından kaleme alınan ve çifte sarmalın nükleik asitlerin hidrojen bağları kurmasına olanak sağlayacağı yolunda kısa bir cümlesiyle sona eriyordu; bu da DNA'nın çoğalabileceği anlamına geliyordu. Crick, "varsaydığımız özgül çiftlemenin derhal genetik malzeme için olası bir kopyalama mekanizmasını akla getirdiği," diye yazmıştı, "dikkatimizden kaçmadı."[19]

Kopyalama mekanizması hem çifte sarmallı DNA'yı hem de tek sarmallı ribonükleik asidi (RNA) öngörüyordu; biyolog Colin Tudge'ın açıkladığı gibi, Crick ve Watson DNA'nın iki sarmalının çözülüp

> İki tekli sarmala bölünmesini, ardından da her birinin çoğalmasını öngörüyordu... bir DNA sarmalı, bir kez eşinden ayrılınca, ya kendisinin tamamlayıcı bir kopyasını yapar ve böylece çoğalabilir ya da tamamlayıcı bir RNA sarmalı yapmaya başlayabilir, bu sonra çekirdekten ayrılıp sitoplazmada uygun proteinin imalatını gözetir.[20]

RNA DNA ile yeni üretilen protein arasında bir geçiş görevi görüyordu, ama bunun tam olarak nasıl olduğu (daha sonraki araştırmacılar üç farklı işlevi olan üç farklı türden RNA belirleyeceklerdi) hâlâ açık değildi.

Ama kaba hatlarıyla bile model inandırıcıydı: kimyasal açıdan sağlam, nükleik asitlerin gözlemlenen özellikleriyle tutarlıydı. Dünya çapında denenmiş, Frederick Sanger, Geor-

---

[19] *A.g.e.*, 174, 220.

[20] Colin Tudge, *Engineer in the Garden* (Random House, 1993), e-book, böl.2 altbaşlık "How Does DNA Work?"

ge Gamow, Marshall Nirenberg ve J. Heinrich Matthaei gibi biyokimya bilgeleri tarafından geliştirilmişti. James Watson 1968'de *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA* başlıklı kitabını yayımladığında DNA'nın çifte sarmallı yapısı ve genetik malzemenin üretilmesindeki rolü amentü gibi kabullenilmişti.

Francis Crick daha sonraları DNA'dan DNA'ya, DNA'dan RNA'ya ve proteine bilgi akışını modern biyolojinin "merkezi dogması" olarak nitelendirecekti, bu halen kullanılan bir nitelendirmedir. "Dogma" sözcüğünü kullanmış olmasına karşın, Crick kuramın henüz spekülasyon aşamasında olduğunu biliyordu: "büyük bir varsayım," diye yazmıştı, "ama ne kadar olası görünse de, çok az deneysel desteğe sahiptir." Gerçekten de, deneysel destek daha iki onyıl boyunca gelmeyecekti. 1970'lerin sonlarına kadar, bilim insanlarının DNA'nın gerçekten ayrıntılı bir haritasını çıkartacak teknik gereçleri yoktu ve protein-DNA etkileşimi 1984'e kadar anlaşılamadı. Watson'ın enerjik ve eğlendirici anlatısı şık bir biçimde adlandırılmıştı, ama ne o ne de Click DNA'yı "keşfetmemişlerdi." Kopernik gibi, onlar da on yılların gözlemlenebilir olgularını çok net bir şekilde açıklayan inandırıcı bir kuram geliştirmişlerdi.[21]

JAMES D. WATSON
*The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA**
(1968)

Watson'ın özgün metni hem karton kapak hem de e-kitap olarak bulunabilir. Daha kapsamlı, editoryal notlar, tarihsel arkaplan, kişisel mektuplardan alıntılar ve ek çizimler içeren bir basım, Simon & Schuster'dan da ciltli ve e-kitap olarak mevcuttur.

[21] Francis Crick, *What Mad Pursuit: A Personal View of Scientific Discovery* (Basic Books, 2008), 108–9.

* *The Double Helix*'in Türkçe çevirisi mevcuttur: James D. Watson, İkili Sarmal (DNA Yapı Çözümünün Öyküsü), Say Yayınları, 2013.

James D. Watson, *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA*, Touchstone (karton kapak ve e-kitap, 2001, ISBN 978-0743216302).

James D. Watson, *The Annotated and Illustrated Double Helix*, der. Alexander Gann ve Jan Witkowski, Simon & Schuster (ciltli ve e-kitap, 2012, ISBN 978-1476715490).

YİRMİ DÖRT

BİYOLOJİ VE KADER

Neo-Darwinci indirgemeciliğin yükselişi ve buna karşı direnç

> Biz hayatta kalma makinalarıyız; gen olarak bilinen bencil molekülleri körlemesine korumaya programlanmış robot araçlar.
>
> —Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, 1976

> Biz biyolojiğiz ve ruhlarımız serbestçe uçamazlar.
>
> —E. O. Wilson, *On Human Nature*, 1978

> Bir doğanın ayrılmaz parçasıyız, ama bununla insanın eşsizliği inkâr edilmiş olmaz.
>
> —Stephen Jay Gould, *The Mismeasure of Man*, 1981

Watson ve Crick'in modeli arkasından gelenleri de sürükledi.

Çifte sarmalın geliştirilmesi bunun Darwin'in bilmecesinin eksik parçası olduğu kabulünü güçlendirdi: soyaçekim mekanizması, Mendel'in geninin yeri ve aracı, yaşamın köşe taşı. İncelenecek daha çok şey vardı, ama 1960'larda yaşamın en büyük sırrı çözülmüş gibiydi. *Life* dergisi, 1965 Ekiminde "DNA molekülünün yay gibi şeklinde ve atomlarının karmaşık dizilişinde kalıtımın nihai sırları yatıyor," diye hayretini ifade ediyordu. "Bilim insanları genetik kodu okuyabilmeye başladılar. ... Bunu okuduğumuzda, DNA koduna 'yazmaya' başlayabileceğiz; yani genetik talimatlar vereceğiz. Bu olduğunda, insanın gücü gerçekten de tanrısal olacak." Tanrısal, yani yaratabilme

becerisi: "bundan önce evrende hiç görülmemiş yaratıkları," veya "Jüpiter'in yüzeyinde ya da Atlantik'in dibinde hayatta kalmaya daha iyi uyum sağlamış... yeni insanlık biçimlerini." Ya da hatta, daha da basiti, ideal insanları: DNA'nın manipülasyonuyla, "insanın iyi niteliklerini vurgulayıp, kötülerini saf dışı bırakmayı."[1]

Neredeyse fark edilmeyecek bir biçimde, DNA'ya yalnızca *ne* olduğumuzu değil, *kim* olduğumuzu belirleme gücü de atfediliyordu. Ve bu dürtü Watson-Crick modeli varlık bulmadan önce de var olan bir çalışma alanı tarafından sürdürülüyordu: nüfus genetiği.

Nüfus genetiği 1930'ların ve 1940'ların, hücre düzeyindeki araştırmaları organik yaşamın daha üst düzey öyküsüyle, mikrobiyolojideki bireysel buluşlarla tüm türlerin tarihiyle bağdaştırmaya çalışan "modern sentez"le yakından ilişkiliydi. T. H. Morgan ve ekibinin meyve sineği genlerinin haritasını çıkartmaya çalıştığı aynı onyıl içinde, İngiliz biyolog ve istatistikçi Ronald Fisher bu genlerin herhangi bir kuşakta ortaya çıkmaları olasılığını inceliyordu. Fisher –kardeşi doğumundan kısa süre sonra ölmüş olan bir ikiz, kendi alanından çok yaşam bilimleriyle ilgilenen Cambridge'de eğitim almış bir matematikçi– genellikle, Julian Huxley, Ernst Mayr, Britanyalı matematikçi ve biyolog J. B. S. Haldane ve birkaç başkasıyla birlikte, modern sentezin kurucularından addedilir. 1930'larda Fisher'in savunduğu, kimi genetik bilgilerin bir ebeveynden bir evlada geçme olasılığının hesaplanabileceği ve bu hesaplamaların daha da temel bir sonuca indirgenebileceğiydi: hangi bireylerin yaşayabileceğini, hangisinin de ölebileceğini öngörecek bir sayı.[2]

Bu paradigma kaymasına yol açacak bir fikirdi. Bir yüzyıl önce, "yaşama iradesi" öylesine insan olmanın anlamının bir parçası olarak kabul edilmişti. Bu tanımlanamaz, hesaplana-

[1] Albert Rosenfeld, "The New Man: What Will He Be Like?" *Life* 59, no.14 (1 Ekim 1965): 100.

[2] Michael Ruse ve Joseph Travis, der., *Evolution: The First Four Billion Years* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 2009), 579–81; Paul S. Agutter ve Denys N. Wheatley, *Thinking about Life: The History and Philosophy of Biology and Other Sciences* (Springer, 2008), 194.

maz bir etmen, fiziksel etmenlere indirgenemeyecek bir hayatta kalma "içgüdüsüydü" (aslında, bugünden çok farklı değildi).

Ama Fisher artık yaşama iradesinin nicel bir tanımını öneriyordu: kimyasal bir temeli olan, özgür insan psişesine dayanmayan bir tanım. Yaşama iradesi (Darwinci terimlerle "güç") ruh yerine beden, kararlılık yerine organlarla ilgiliydi. Fisher'in kimya laboratuvarındaki gaz moleküllerinden çok da farklı davranmayan bir torba etmen olarak düşündüğü belli bir gen bileşimine bağlıydı: rastlantısal karışma, eşleşme ve çoğalma.

Bu gen karışımı daha uzun bir pençeye, daha güçlü bir kasa, daha iyi kamuflaj renklerine, ya da yatıp ölmeyi reddedecek bir belirleyici özelliğe neden olabilir. Ama dördü de gen karışımlarının sonucudur; matematiğiniz yeteri kadar iyiyse, dördü de öngörülebilir. Cesaret, keskin bir diş gibi, genetik bir özelliktir; aşkın bir nitelik değil. Ve iyi matematik, cesaret ya da keskin dişin ileriki kuşaklarda ne kadar sıklıkla (ve çok kabaca nerede) ortaya çıkacağını öngörebilir. Nüfus genetiği tam da bunu yapmaya çalışıyordu: görünüm ve davranışta değişiklikler olarak genetik varyantların ne zaman ortaya çıkacaklarını hesaplamak sonra da bu öngörüleri var olan bitki, hayvan ve (hatta) insan nüfusunun belirleyici özellikleriyle karşılaştırmak.[3]

Nüfus genetiği nazik, dolambaçlı, emekleme aşamasında bir alandı. İlk uygulayıcıları *alellerin* (bir genin kromozomun belli noktalarında yer alan tikel biçimleri) ebeveynden evlada aktarılabileceği varsayımından hareketle çalıştılar; bir bezelyenin yuvarlak biçimi bir alel tarafından belirleniyordu, uzunca ya da kırışıklı biçimi de. Bu belirleyici özelliklerin nerede ortaya çıkabilecekleri her zaman değil ama büyük ölçüde matematiksel bir hesaplamanın sonucuydu. J. B. S. Haldane 1938'de, "Şu anda," diye yazmıştı, "evrimin matematiksel kuramının talihsiz bir konumda olduğu söylenebilir, biyologların çoğunu ilgilendirmek için fazla matematiksel, ama matematikçilerin çoğunu ilgilendirmeyecek kadar az matematiksel.

[3] John H. Gillespie, *Population Genetics: A Concise Guide*, 2. basım (Johns Hopkins Üniversitesi Yayınları, 2010), xi.

yine de, önümüzdeki yarım yüzyılda Uygulamalı Matematiğin saygıdeğer bir dalı olmaya yükseleceğini düşünmek mantıklı olur."[4]

Haldane şahsen evrimin matematiksel kuramına bağlanmıştı bile. Genetik bilginin sonraki kuşağa tam olarak nasıl aktarıldığını bilmeden önce bile yaşama irademizin belli alellerimizi koruma kaygısıyla ilişkili olduğunu düşünüyordu. Kendisini kardeşi için feda edip etmeyeceği sorusuna verdiği matematiksel yanıt ünlüdür: "Hayır," dediği söylenir. "İki kardeş ve sekiz kuzen." Her ikisi de aynı miktarda genetik malzeme koruyacaktır.[5]

Watson-Crick modeli yayımlandıktan sonra, bu "genetik malzeme" daha açık bir şekilde anlaşıldı: yaşama iradesi belli bir DNA düzenlemesini koruma ve aktarmayla ilişkiliydi. 1960'ların başlarında, İngiliz Biyolog William D. Hamilton DNA korunmasının kendini feda etme gibi *bencilce olmayan* davranışları açıklayabileceğini önerdi. Onun, "Hamilton Kuralı" adı verilen varsayımı fedakârlığın yakından ilişkili organizmalarda hep görüldüğünü öne sürüyordu; bir yaratık bir diğeri için kendini feda ettiğinde, bu hep aynı genleri paylaştıkları için oluyordu. Bir anne kuş hayatını tehlikeye atıp bir kediyi yuvasından uzaklaştırdığında, bu kendini feda eden davranışın gerçek faydalananı yavrular değildir; bebeklerinde üremiş olan ve artık korunması gereken *annenin* DNA'sıdır.

Hamilton bu kuramın arılarda ve karıncalarda görülen garip davranışı da açıkladığına dikkat çeker: her iki türün de dişileri kız kardeşlerini korumak için bebeklerini feda ederler. Arılarda ve karıncalarda *haplodiploid* sistem adı verilen kendilerine özgü bir üreme cinsi vardır. Yumurtaların bazıları erkekler tarafından döllenmeden ergenliğe ulaşır; bu yumurtalardan (gariptir) erkek yavrular çıkar. Ergin erkekler tarafından döllenen yumurtalardan dişi yavrular çıkar. Bunun sonucunda, erkeklerde yalnızca bir set kromozom varken, dişilerde

---

[4] Pierre-Henri Gouyon, Jean-Pierre Henry ve Jacques Arnold, *Gene Avatars: The Neo-Darwinian Theory of Evolution* (Kluwer, 2002), 98.

[5] Connie Barlow, der., *From Gaia to Selfish Genes: Selected Writings in the Life Sciences* (MIT Yayınları, 1992), 156.

iki set bulunur; bu da dişi arı ve karıncaların kız kardeşleriyle, yavrularıyla olduğundan daha fazla ortak geni olduğu anlamına gelir.[6]

Bu, der Hamilton, neden bir karıncanın kız kardeşiyle yemeğini paylaşıp çocuklarının aç kalmasına göz yumduğunu açıklar. Bencil olmamanın ve bunun potansiyel yararlananlarının olasılığı iki canlının paylaştığı ortak DNA miktarına göre hesaplanabilir: fedakârlığın matematiği.

Birkaç yıl sonra, Amerikalı kimyacı ve genetikçi George Robert Price böylesi davranışı öngörebilecek bir denklem önerdi: Price Denklemi, ebeveynin genetik malzemesiyle başarılı evlatların genetik malzemesi arasındaki ilişkinin ifadesi.

$$\bar{w}\Delta\bar{z} = Cov(w_i,z_i) + E(w_i\Delta z_i)$$

Burada *w* organizmanın güçlülüğü, *z* belli bir vasfı gösterir, bu denklemle *herhangi bir ölçülebilir özelliğin* varlığı ya da yokluğu öngörülebilir: evrim biyoloğu Steven A. Frank'ın da belirttiği gibi, "her koşulda evrimsel değişmenin kesin, eksiksiz betimlenmesi." (Denklemini yayımladıktan hemen sonra, Price Hıristiyanlığı seçti ve mallarının büyük bölümünü evsizlere ve yoksullara bağışladı; beş yıl sonra intihar etti.)[7]

1976'da Oxford'dan biyolog Richard Dawkins, *The Selfish Gene* [*Gen Bencildir*] adlı kitabını yayımladı, kitap Hamilton'ın Kuralını, Price'ın Denklemini ve nüfus genetiğinden makro açıklamalara içgörüler içeriyordu: bizimki dâhil tüm organik yaşam için kapsayıcı bilimsel bir açıklama. "Bir gezegendeki zeki yaşam, kendi varlığının nedenlerini ortaya çıkarttığında, olgunlaşmış olur," diye başlıyordu Dawkins ve bulduğu neden çok basitti: yeriz, uyuruz, cinsel ilişkiye gireriz, düşünür yaza-

[6] Gouyon, Henry ve Arnold, *Gene Avatars*, 159–60; Barlow, *From Gaia to Selfish Genes*, 156–57.

[7] Steven A. Frank, "The Price Equation, Fisher's Fundamental Theorem, Kin Selection, and Causal Analysis," *Evolution* 51, no. 6 (Ağustos 1997): 1713; Kalyanmoy Deb, der., *Genetic and Evolutionary Computation* (Springer, 2004), 915; Karthik Panchanathan, "George Price, the Price Equation, and Cultural Group Selection," *Evolution and Human Behavior* 32, no. 5 (Eylül 2011): 369, 371.

rız, uzay araçları ve savaş makinaları inşa ederiz, kendimizi ya da başkalarını feda ederiz ve tüm bunları DNA'mızı korumak için yaparız. Doğal seçilim en basit düzeyde, molekül düzeyinde olur; bedenlerimiz hayatta kalmalarını sağlama yolunda çalışan acımasızca bencil moleküller olan genlerimizi koruyup yaymaktan başka bir şey yapmayacak şekilde evrilmiştir.[8]

Bu dünya üzerine içimizi rahatlatacak bir görüş değildi ve *The Selfish Gene* halkta bir hayli kızgınlık uyandırdı. Ama Dawkins'in vardığı sonuçlar Darwinci doğal seçilimin sonuçlarının önceki onyılların nüfus genetiği ve mikrobiyolojisinin içgörüleriyle birleşmesinin mantıklı devamından başka bir şey değildi.

Onun (bir bilim kitabının iddia ettiği gibi) "bedenin yalnızca gen için evrimci bir araç olduğu... mefhumunu icat etmesi" kuşkusuz Watson ve Crick'in DNA'yı "keşfetmelerinden" daha doğru değildi. Gerçekten de, 1975'te, *The Selfish Gene* yayımlanmadan bir önceki yıl, biyolog E. O. Wilson (kendi kitabı *Sociobiology*'nin [*Sosyobiyoloji*] ilk bölümünde), "organizma yalnızca DNA'nın daha fazla DNA yapma yoludur," demişti. Ama Dawkins iyi bir yazar ve becerikli bir retorikçiydi, *The Selfish Gene* de bu fikrin sonuçlarını özellikle berrak bir şekilde, hem sıradan okura hem de yaşam bilimlerini inceleyenlere hitap edecek bir tarzda telaffuz etmeyi başarmıştı. Kitap piyasaya çıktığında bir doktora adayı olan evrim biyoloğu Andrew Read'in sözleriyle, "Entelektüel çerçeve ortadaydı, ama *The Selfish Gene* bunu billurlaştırdı ve görmezden gelinmesi olanaksız hale getirdi."[9]

Amerikalı biyolog E. O. Wilson hemen Dawkins'in ensesindeydi.

Yirmi yıl önce, Wilson ateş karıncalarının karmaşık ve ileri davranış biçimlerinin aslında kimyasal işaretlere dayandığını göstererek ünlenmişti. Entomologlar ateş karıncalarının bir-

[8] Richard Dawkins, *The Selfish Gene* (Oxford Üniversitesi Yayınları, 1976), 1; Barlow, *From Gaia to Selfish Genes*, 195.

[9] Matt Ridley, *The Red Queen: Sex and the Evolution of Human Nature* (Harper Perennial, 2003), 9; Alan Grafen ve Mark Ridley, der., *Richard Dawkins: How a Scientist Changed the Way We Think* (Oxford Üniversitesi Yayınları, 2007), 7.

birleriyle nasıl açıkça haberleşebildiklerini açıklamaya çabalıyorlardı (Antenlerini mi çarptırıyorlardı? Gövdelerine mi vuruyorlardı? Başka bir işaretleri mi vardı?). Bir olası açıklama, karıncaların kimyasal ipuçları bıraktıklarıydı, ama kimse *nasıl* olduğunu bulamamıştı. Daha otuzunu yeni geçmiş, doktorasını da taze vermiş olan Wilson ateş karıncalarıyla bir sürü garip şey deniyordu (çok sonraları, bunlar için "kontrolsüz deneyler," demişti, "hızlı ve dağınık... ilginç bir şey olacak mı bakalım diye yapılmış şeyler"). Güçlü bir mıknatısla yürüyen bir sıra karıncayı saptırmaya çalıştı. ("Karıncalar daha umursamaz olamazlardı.") Kolonileri soğutmayı ve kraliçelerini değiştirip farklı türleri karıştırıp karıştıramayacağını görmeye çalıştı; bu işe yaradı. Ve işçi karıncaların karınlarındaki, birçoğu tek bir kıldan geniş olmayan önemli organları tek tek aldı ve bunlardan birinin o kuramsal kimyasal işaretleri verip vermediğini bulmaya çalıştı.[10]

Organlardan biri, iğnenin hemen üzerindeki "neredeyse görünmez" Dufour bezi olumlu çıktı. Wilson kesilmiş bezi bir yolu işaretlemek için kullandığında, diğer ateş karıncaları yuvalarından fırlayıp bunu izlemeye koşuşturdular. Wilson feromonların, davranışları yalnızca yönlendirmeyi değil, aynı zamanda yoğunlaştırmaya, dondurmaya, *değiştirmeye* muktedir olan kimyasal maddelerin varlığını kanıtlamıştı.

Davranış kimyaya dayanır: bu Wilson'ın organik yaşama yaklaşımının köşe taşlarından biri olmuştu. Evrilen felsefesi *disipliner indirgemecilik* olmuştu; fizik ve kimyadan, deneyler aracılığıyla kanıtlanabilir, hesaplamalarla doğrulanabilir içgörüler tüm insani bilginin esasıydı. Biyoloji bu esasa dayanıyordu; biyolojik yasalar doğrudan fizik ve kimya ilkelerinden türetilmişti. Ve sosyal bilimler –psikoloji, antropoloji, etoloji (doğal hayvan davranışları), sosyoloji– yukarıda, tamamen aşağıdaki "katı" bilimlere bağımlı olarak süzülüyordu.[11]

1960'ların başlarında, Wilson Hamilton'ın ilişkili organizmalarda DNA'nın korunmasıyla ilgili çalışmasıyla, artık "ak-

[10] Edward O. Wilson, *Letters to a Young Scientist* (Liveright, 2013), 83–85.

[11] Barlow, *From Gaia to Selfish Genes*, 158.

raba seçilimi" olarak adlandırılan kuramla karşılaştı: Wilson daha sonraları, "akraba seçiliminin özgünlüğünün ve vaat ettiği açıklayıcı gücün büyüsüne kapıldım," diye yazmıştı. Böcek davranışlarını incelemeyi sürdürdükçe o da –Dawkins gibi– biyokimyasal buluşları, nüfus genetiğini, akraba seçilimini ve kendi saha gözlemlerini klasik olmuş iki metin içinde sentezledi. *The Insect Societies* (1971), karınca kolonilerinin organizmalar gibi davrandığını, iş bölümü yaptıklarını, bireylerin bütün uğruna kendilerini feda ettiklerini, her karıncanın birey olmaktan ziyade bütünün bir parçası, makinadaki bir diş olduğunu öne sürüyordu; tüm bu toplumun davranışı açıklanabilir, öngörülebilir ve tamamen fiziksel ve kimyasal etmenlerle anlatılabilirdi.[12]

Ve Wilson 1975'te, aynı savları bizimki de dâhil olmak üzere *bütün* toplumlara yayan *Sociobiology: The New Synthesis*'i yayımladı. İnsan davranışı, karıncalarınkinden farksız olarak, fiziksel gereklilikten daha aşkın bir şeyden kaynaklanmıyordu. Görünüşte soyut duygular ve dürtüler (nefret, sevgi, suçluluk, korku) bile,

> Hipotalamus ve beynin limbik sistemindeki duygusal denetim merkezleri tarafından sınırlanıp şekillendiriliyordu... O zaman, şunu sormamız gerekiyordu, hipotalamus ve limbik sistem neden oluşuyor? Doğal seçilimle evriliyorlar... hipotalamus ve limbik sistem DNA'yı sürdürmek üzere düzenlenmiştir.[13]

Pişmanlık veya fedakarlık iç güdüsü ya da umutsuzlukla doluyorsak, beyinlerimiz (bilinçli bilgimizden bağımsız olarak) genlerimizi en iyi şekilde koruyacak şekilde çevremize tepki gösterdiğindendir.

O zaman, "sosyobiyoloji" insan toplumunu yalnızca bir biyolojik dürtü ürünü olarak anlamaya çalışmalıydı. Etik, felsefe, sosyoloji, psikoloji: Wilson bunların hepsinin yerini, son

[12] Edward O. Wilson, *The Social Conquest of Earth* (W. W. Norton, 2012), 169; Barlow, *From Gaia to Selfish Genes*, 149–50.

[13] Edward O. Wilson, *Sociobiology: The New Synthesis* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 1975), 3.

tahlilde moleküler biyolojiye indirgenebilecek olan gerçek bilime bırakacağını öngörüyordu.

> Konvansiyonel akıl aynı zamanda hayvan davranışının tüm kalıplarının doğacı araştırması olan etolojiden ve yoldaş girişimi olan karşılaştırmalı psikolojiden de davranışsal biyolojinin merkezi, birleştirici alanları olarak söz eder. Bu doğru değildir; her ikisi de bir yandan nörofizyoloji ve duyusal fizyoloji, diğer yandan da sosyobiyoloji ve davranışsal ekoloji tarafından kemirilerek tüketilmeye mahkumdur... Gelecek, açıktır ki, günümüz etolojisini ve karşılaştırmalı psikolojisini simgeleyen doğaçlama terminoloji ve kaba modellerle olamaz. Hayvan davranışının tüm kalıpları kaçınılmaz olarak önce nöronları sınıflandırıp devrelerini yeniden inşa eden bütünleştirici nörofizyolojinin, daha sonra da molekül düzeyinde hücresel dönüştürücüleri simgelemeye çalışan duyusal fizyolojinin çerçeveleri içinde açıklanacaktır.[14]

Wilson, "Umarım çok fazla etoloji ve psikoloji araştırmacısı bu görüşten alınmazlar," diye ekliyordu ki bu, mantıksızca bir iyimserlikti. Sosyal bilimciler ve ciddi sayıda biyolog beklenebilecek bir hiddetle tepki verdiler. 1975 sonbaharında, Wilson'ın Harward'dan meslektaşı olan Stephen Jay Gould'un da aralarında bulunduğu bir grup bilim insanı "Sosyobiyoloji Araştırma Grubu" adıyla karşıt bir örgüt oluşturdular ve *New York Review of Books*'da yayımlanan bir açık mektupla itirazlarını ifade ettiler. Wilson'ın sosyobiyolojisi, diyorlardı, *belirlenimciydi* (deterministi): insan toplumundan özgür iradeyi ve seçmeyi çıkartıyor, içinde bulunduğumuz durumu kaçınılmaz görüyordu.

> Belirlenimci kuramlar... hep statüko ve sınıf, ırk ya da cinsiyetine göre bazı grupların var olan ayrıcalıkları için bir genetik meşrulaştırma sağlama eğilimindedir. Tarihsel olarak, güçlü ülkeler ya da bunların içindeki hâkim gruplar kendi güçlerinin sürdürülmesi ve genişletilme-

[14] *A.g.e.*, 6.

> si için desteği bilimsel topluluğun bu ürünlerinden almışlardır... Bu kuramlar, 1910 ve 1930 arasında Birleşik Devletlerdeki kısırlaştırma yasalarıyla göçmenlerin kısıtlanması yasalarının kabulü, Nazi Almanya'sındaki gaz odalarının kurulmasına yol açan öjenik politikaları için önemli bir temel oluşturmuştur.

Wilson'ın *Sociobiology*'si, yalnızca bu aynı tehlikeli fikirlerin başka bir sürümüdür, diye protesto ediyorlardı.

> [Bunun] sözüm ona nesnel, bilimsel yaklaşımı aslında siyasal varsayımları gizlemektedir. Böylece, bize "insan doğasının" kaçınılmaz sonucu olarak statükonun başka savunması sunulmaktadır...
> Wilson, çalışması toplumlarının kurumlarını, onları toplumsal sorumluluktan kurtararak desteklemeye yarayan uzun biyolojik belirlenimciler resmigeçidine katılmaktadır. Geçmişte böylesi kuramların toplumsal ve siyasal sonuçlarından gördüklerimize bakılırsa, bunlara karşı çıkmak üzere sesimizi çıkartmayı zorunlu görüyoruz.[15]

Wilson'ın karşıtlarını Marksist olmakla suçlayan yanıtı tartışmayı pek ileri taşımadı.

Ama laf atmalar devam ederken, başka biyologlar, biyokimyacılar ve genetikçiler *Sociobiology*'nin arkasında saf tuttular. İzleyen yirmi yıl boyunca Wilson'ın "yeni disiplini" başka bir bilimi de doğuracaktı: evrim psikolojisi.

Wilson *On Human Nature* ile kendi savunmasına soyundu. *Socibiology*'den üç yıl sonra yayımlanan bu kitap, daha yakından, insana odaklanıyordu. Son bölümü dışında *Sociobiology*'nin tamamı hayvan araştırmalarına ayrılmıştı: Wilson daha sonraları, "Son bölüm," demişti, "odaklanmış bir biçimde siyasal ideolojiler ve dinsel inançlardan kaynaklanan ve kaynaklanabilecek ana itirazlara hitap edecek... kitap boyutla-

[15] Elizabeth Allen vd., "Against 'Sociobiology,'" *New York Review of Books* 22, no. 18 (13 Kasım 1975), http://www.nybooks.com/articles/archives/1975/nov/13/against-sociobiology.

rında bir açıklama olmalıydı... *On Human Nature*'ı bu çeşitli amaçlara hizmet etmek için yazdım."[16]

On Human Nature, *Sociobiology*'nin "kabul edildiği gibi nahoş" sonuçlarından geri adım atmıyordu: Wilson, "İnsan zihni," diye başlıyordu, "hayatta kalmak ve üremek için bir araçtır ve akıl onun çeşitli tekniklerinden yalnızca biridir." Daha sonra çok değer verdiğimiz özelliklerimizin her birinin nasıl da genlerimizden kaynaklandığını açıklıyordu (örneğin, "En yüksek dinsel uygulama biçimlerinin... biyolojik avantajı sunduğu görülebilirdi," "seks işlevinin fiziksel zevkinin cinselliğin nihai işlevi olan genetik çeşitliliğin hizmetinde olduğundan" hiç söz etmiyordu). Ve sözlerini bilimsel düşünceye okuduğu bir zafer türküsüyle bitiriyordu:

> Fiziksel dünyayı açıklamak ve kontrol altına almaktaki ardı ardına zaferleri; testleri tasarlayıp gerçekleştirecek kadar yeterli olan herkese açık kendi kendisini düzeltici doğası; kutsal ve zındık, her türlü konuyu incelemeye hazır oluşu; ve şimdi, geleneksel dini evrim biyolojisinin mekanistik modelleriyle açıklama olasılığı... Sonunda... evrimsel kahramanlık öyküsü muhtemelen görmüş olduğumuz en iyi efsane olacaktır.[17]

James Watson ve Richard Dawkins gibi, Wilson'ın da güçlü mecazlar bulabilen yetenekli bir yazar olduğu görüldü. *On Human Nature* methedildi, şiddetle eleştirildi ve okundu; anında bir çoksatar oldu ve 1979'da Pulitzer Ödülünü kazandı.

1981'de, Stephen Jay Gould karşılık verdi.

Wilson'dan on iki yaş küçük olan Gould, (Niles Eldredge'le birlikte) birörneklilikçilikle felaketçilik arasında bir ara yol sunarak evrim biyologları arasında kendine önemli bir yer edinmişti bile: kesintili denge, yani türlerin (görece) hızlı önemli değişme dönemlerinin serpiştirildiği çok uzun süreler boyunca özünde aynı kaldığını öne süren kuram. Ve Wil-

---

[16] Edward O. Wilson, *On Human Nature* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 2004), xvii.

[17] *A.g.e.*, 2, 137, 188, 201.

son gibi, Gould da iyi bir yazardı: genele hitap eden *Natural History* dergisine sürekli denemeler yazıyordu; birçok mesleki çalışmanın yanında, iki de genel okuyucu kitlesi için hayli popüler bilim kitabı kaleme almıştı.

On Human Nature'a yanıt niteliğindeki kitabı *The Mismeasure of Man* [*İnsanın Yanlış Ölçümü*], (Wilson'ın kitabı gibi) genel okuyucuyu hedef alıyordu. Biyolojik belirlenimciliğin bir özgül noktasını çürütmeye odaklanmış güçlü bir metindi: biyokimyasal açıdan belirlenmiş bir nitelik olarak "zekânın soyutlanması," bunun (IQ testinin giderek artan popülerliği sayesinde) bir sayı olarak nicelleştirilmesi ve bu sayıların biyolojik olarak belirlenmiş "değerlilik serilerinde insanların sıralanmasında kullanılması."

Savlar yalnızca IQ testlerini çürütmekten daha geniş bir rol oynamayı amaçlıyordu: Gould, Wilson'ın çalışmasında o kadar öne çıkmış olan biyolojik belirlenimciliği ve disipliner indirgemeciliği çürütmeyi hedefliyordu. Giriş bölümünde, "*The Mismeasure of Man* temelde toplumsal ortamlardaki yanlış biyolojik savların genel ahlaki alçaklığı üzerine değildir" diyordu. "İnsanlar arasındaki eşitsizliğin genetik temeli lehine bir dizi sahte savlar hakkında bile değildir" (*Sociobiology*'ye açık bir atış). Daha çok,

> *The Mismeasure of Man* insan gruplarının sıralanması üzerine belli bir nicelleştirilmiş iddia biçimini ele alır: zekânın bütün insanları yapısal ve değiştirilemez zihinsel değerin doğrusal bir ölçekte sıralayabilecek tek bir sayıya anlamlı bir şekilde soyutlanabileceği savı. Neyse ki —ve ben de seçimimi maksatlı olarak yaptım— bu sınırlı konu, tüm o doğa ve yetiştirme konusunda en temel ve en geniş kapsamlı toplumsal etkiye sahip olan, en derin (ve en sık görülen) felsefi yanlışı içeriyor... yirmi yıldır süren aylık deneme yazarlığımda bir şey öğrendiysem, o da genellemeleri, tikelliklerle ele almanın gücünü anlamaktır.[18]

[18] Stephen Jay Gould, *The Mismeasure of Man*, göz. geç. ve gen. basım. (W. W. Norton, 1996), 20–21.

Wilson gibi, Gould da kimilerinin saldırısı (kendisi de zekânın genetik temeline inanan Hans Eysenck, "Okuduğum kitaplar arasında sayfa başına en fazla hatayı barındıranı" diye yapıştırmıştı) kimilerinin de methiyeleriyle karşılandı (kitap 1982'de National Book Critics Circle Award'ı [Ulusal Kitap Eleştirmenleri çevresi Ödülü] kazandı). Her iki tarafta da, savaşın safları oluşmuştu.[19]

Ve aşağı-yukarı hâlâ aynı yerde duruyorlar. Yirmi birinci yüzyılda, (en azından Birleşik Devletlerde) hâlâ evrimci bilim insanlarıyla yaradılışçılar arasındaki mücadele konusunda çok şeyler duyuyoruz. Ama biyolojik belirlenimcilerle belirlenimciliği reddeden evrim biyologları arasındaki mücadele çok daha geniş kapsamlı ve karmaşıktır. 1997'de Gould, "Darwinci köktencilik" olarak adlandırdığı, yaşamın tümünü açıklamakta doğal seçilimi kullanma konusunda acı acı yakınıyordu. İnsanları yalnızca "üreme başarısı için mücadele eden genler" olarak görmek, Gould açısından, "Darwin'in gerçekten radikal amaçlarının mantıken kusurlu ve temelde aptalca bir karikatürü olan hiper-Darwinci bir fikirdi."[20]

Gould ve takipçileri işin içine başka etmenlerin de girdiğine inanıyorlardı; ilahi müdahale değil ama genin basit hayatta kalmasına indirgenemeyecek kadar karmaşık çoklu, çakışan etmenler. İnsan zekâsının evrimi kuşkusuz bu etmenlerden biriydi, ama başka şeyler de bulunabilirdi. "Gould, 2002'de kanserden ölümünden kısa süre önce, "organik tasarım ve çeşitlilikte muazzam karmaşıklığa sahip bir dünyada yaşıyoruz," diyordu,

> Organizmaların bazı özelliklerinin algoritmik bir doğal seçilim biçimiyle, bazılarının aynı şekilde algoritmik seçilmemiş tarafsızlık kuramıyla, kimilerinin tarihin koşullarının aşırılıklarıyla ve kimilerinin de başka süreçlerin yan ürünleri olarak evrildiği bir dünya. Bu kadar karmaşık ve çeşitli bir dünya neden dar çerçeveli bir nedene bağ-

[19] Hans J. Eysenck, *Intelligence: A New Look* (Transaction, 2000), 10.

[20] Stephen Jay Gould, *The Richness of Life: The Essential Stephen Jay Gould*, der. Steven Rose (W. W. Norton, 2007), 446.

lansın ki? Bir dağılım olsun... kimi daha önemli ve genel, diğerleri tikel şeyler için; ama hepsi de bilimsel anlayışa tabi ve hepsi de anlaşılır bir şekilde birlikte işleyen.[21]

RICHARD DAWKINS
The Selfish Gene•
(1976)

İlk basımı kolayca ikinci el olarak bulunabilir, ama 2006'da yayımlanan otuzuncu yıldönümü (üçüncü) basımı güncellenmiş bir kaynakça ve yeni bir giriş bölümünün yanında, birinci ve ikinci basımların önsözlerini de içerir.

Bütün kitabı okuyun, ama özellikle Dawkins'in biyokimyasal olduğu kadar kültürel bilgilerin de kuşaktan kuşağa nasıl aktarıldığını ele aldığı Dokuzuncu Bölüme dikkat edin. "Kültürel aktarım birimi" için bir ad ararken (örnek olarak, "tınılar, fikirler, sloganlar, giysi modaları, çömlek yapma ya da kemer inşa usulleri" sıralar), Dawkins Yunanca *mimeme* sözcüğünü kısaltıp *meme* [*mem*] yapar ve İngilizceye yepyeni (ve artık sıradanlaşmış) bir sözcük kazandırır.

Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, Oxford Üniversitesi Yayınları (ciltli ve karton kapaklı, 1976, ISBN 978-0198575191).

Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, 30. Yıldönümü basımı, Oxford Üniversitesi Yayınları (karton kapak ve e-kitap, 2006, ISBN 978-0199291151).

E. O. WILSON
On Human Nature
(1978)

İlk basımın ciltli kopyaları yaygındır. 2004 basımı Wilson'ın, halkın özgün kitabı nasıl karşıladığına dair fikirlerini içeren yararlı bir önsöz içerir.

---

[a] *A.g.e.*, 465-466.

• *The Selfish Gene*'in Türkçe çevirisi mevcuttur: Richard Dawkins, *Gen Bencildir*, çev. Tunç Tuncay Bilgin, Kuzey yayınları, 2014.

Edward O. Wilson, *On Human Nature*, Harvard Üniversitesi Yayınları (ciltli, 1978, ISBN 978-0674634411).

Edward O. Wilson, *On Human Nature*, göz. geç. basım (yeni bir önsözle), Harvard Üniversitesi Yayınları (karton kapak ve e-kitap, 2004, ISBN 978-0674016385).

STEPHEN JAY GOULD
The Mismeasure of Man•
(1981)

1981 basımının karton kapak kopyaları ikinci el bulunabilir; W. W. Norton Gould'un savlarını savunmasının gözden geçirilmiş bir halini ve ilk basımdan beri biyolojik belirlenimcilikle olan ilişkilerini içeren gözden geçirilmiş ve genişletilmiş bir basımını yapmıştır.

Stephen Jay Gould, *The Mismeasure of Man*, W. W. Norton (karton kapak, 1981, ISBN 978-0393300567).

Stephen Jay Gould, *The Mismeasure of Man*, göz. geç. ve gen. basım, W. W. Norton (karton kapak ve e-kitap, 1996, ISBN 978-0393314250).

• The Mismeasure of Man'in Türkçe çevirisi: Stephen Jay Gould, İnsanın yanlış ölçümü, çev. Ebru Kılıç, Versus, 2014

KISIM V

KOZMOS'U OKUMAK

(Gerçeklik)

Albert Einstein, *Relativity: The Special and General Theory* [*Görelilik: Özel ve Genel Kuram*] (1916)
Max Planck, "The Origin and Development of the Quantum Theory" [*"Kuantum Kuramının Kökeni ve Gelişimi*] (1922)
Erwin Schrödinger, *What Is Life?* [*Yaşam Nedir?*] (1944)
Edwin Hubble, *The Realm of the Nebulae* [*Nebula Âlemi*] (1937)]
Fred Hoyle, *The Nature of the Universe* [*Evrenin Doğası*] (1950)
Steven Weinberg, *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe* (1977) [İlk Üç Dakika]
James Gleick, *Chaos* (1987) [*Kaos*]

YİRMİ BEŞ

GÖRELİLİK

Newton fiziğinin sınırları

> Uzay-zaman süremi üzerine fikirlerimizi daha da ileriye uzatmak zorundayız.
>
> —Albert Einstein, *Relativity: The Special and General Theory*, 1916

Yaklaşık iki yüzyıldır, evren Newtoncıydı.

Onun ilkeleri tüm *kozmos* soruşturmalarına egemendi: orada bulunan her şey, güneş sistemi ve galaksi, daha ötedeki galaksiler ve yıldızlar, yerküreyle içinde ve üzerinde bulunanlar. Newton kozmosu her yerde aynı şekilde işleyen evrensel yasalarla yönetiliyordu. (Doğal Felsefenin İncelenmesinin üçüncü kuralı, "eğer bir özelliğin deneyin uygulandığı tüm cisimler için aynı olduğu kanıtlanabilirse," diyordu, "evrendeki bütün cisimler için geçerli olduğu varsayılabilir.") Kütleçekim, evrenin her köşesinde aynı işliyordu. Zaman, her yerde, aynı hızla ilerliyordu. Hareket mutlaktı; en azından kuramsal olarak, sabit, değişmez uzaydaki ("mutlak uzay") sabit, değişmez bir noktaya göre ölçülebilirdi. Evren durağan ve sonsuzdu; ne genişliyor, ne de daralıyordu (bunların her ikisi de evrensel yasaların nasıl işlediğini değiştirirdi), ve ebediyen sürecekti.

En başta bile, ara sıra bazı sesler itiraz etti.

1721'de, *Principia*'nın üçüncü basımı yayımlanmadan hemen önce, matematikçi ve filozof George Berkeley Newton'ın "mutlak" uzay ve zamanını sorguladı. İnsan uzay ve zamanı yalnızca kendi duyularıyla ölçebildiğine göre, diyordu Ber-

keley, her türlü hareket göreli olmalıydı; bizim konumumuza, bizim anlayışımıza göre ölçülmeliydi. Mutlak hareket ve uzayın varlığını öne sürmek, bilimin ölçmeye muktedir olduğunun ötesinde kuramlar oluşturmaktı; felsefe âlemine uzanmaktı. "Doğa filozofu," diye yazmıştı, denemesi *De motu*'da açıkça, "tamamen deneyleri, hareket yasaları, mekanik ilkeleri ve bunlardan türettiği sonuçlar çerçevesinde kalmalıdır; başka konularda söyleyecek bir şeyleri varsa, ilgili yüksek bilimde kabul edilenleri aktarmalıdır."

Diğer bir deyişle, Newton kendini formüllerle sınırlandırmalı ve mutlak varoluş meselelerini "yüksek bilim" olan felsefeye bırakmalıydı. Berkeley, "Hareketi akla uygun bir şey olarak kabul edin... ve... göreli ölçümlerle yetinin," diye öneriyordu.[1]

Ama uygulamada Newton fiziği muzaffer oldu; çünkü mükemmelen işliyordu.

Doğrusu, Newton'ın umduğundan da daha iyi işliyordu. Kütleçekim ve hareket yasaları gök cisimlerinin hareketlerinin şaşırtıcı bir hassaslıkla öngörülmesini sağladı. Ama güneş sisteminin kütleçekim kuvvetleri, her cismin bir diğeri üzerinde etki etmesi, hareketle sürekli değişmesiyle o kadar karmaşıktı ki, kendi başına sonsuza dek işlemesi olanaksızdı. Newton anlaşılan Tanrı'nın ara sıra bu hassas dengeyi "sıfırlaması" gerektiğini düşünüyordu. Kuşkusuz bu kadar karmaşık bir sistemin, en azından bir ilahi başlangıç gerektirdiğine inanıyordu. "her ne kadar kütleçekim, gezegenlere güneşe doğru bir inme hareketi verse de," diyordu, 1690'ların başlarında, "birçok yörüngede dönmelerini sağlayan yanlamasına hareketlerin verilebilmesi ilahi bir kolun müdahalesini gerektirir." Ve başka bir mektupta, "O zaman kütleçekim gezegenleri harekete geçirebilir, ama ilahi bir güç olmadan güneşin etrafında yaptıkları gibi dairesel bir hareketi sağlayamaz."[2]

---

1 Eric Voegelin, *History of Political Ideas*, cilt 6, *Revolution and the New Science* (Missouri Üniversitesi Yayınları, 1998), 194–95; Nick Hugget, der., *Space from Zeno to Einstein: Classic Readings with a Contemporary Commentary* (Bradford Books, 1999), 182; George Berkeley, *De motu: Sive de motus principio & natura et de causa communicationis motuum*, çev. A. A. Luce (Jacobi Tonson, 1721), kesim 66.

2 Isaac Newton, *Newton: Philosophical Writings*, der. Andrew Janiak (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2004), 100–101.

Principia'nın ortaya çıkışından bir yüzyıl sonra, Fransız matematikçi ve astronom Pierre-Simon Laplace, Newton fiziğinin yalnızca güneş sistemindeki her hareketi açıklamakla kalmayıp, ebedi istikrarını da açıkladığını göstermek için yirmi beş yıl ve beş cilt tutacak açıklamalara girişti.

Başarılı da oldu. Çok daha sonraları, İmparator Napoléon'un (Laplace ona kısa bir süre içişleri bakanlığı yapacaktı) *Traité de la mécanique céleste*'in [*Gök Mekaniği*] beş cildini Tanrı'dan hiç söz etmemekle eleştirdiği anlatılmaya başlamıştı. Laplace'ın, "Efendim, o varsayıma hiç ihtiyacım olmadı" yanıtını verdiği söylenir.[3]

Bu konuşma yer almış olsun olmasın, Laplace'ın yanıtı gerçeğe uygun gibidir. Bu bir ateizm beyanı değil, olgunun ifadesidir. Güneş sistemini yerine oturtmak için ilahi bir parmağın dokunuşuna gerek yoktur.

Doğrusu, Laplace aynı zamanda, daha az matematiksel ve daha çok popüler *Exposition du système du monde* [*Dünya sisteminin açıklanması*] içinde, ilahi parmağın başlangıçta da gerekli olmadığını öne sürmüştü. Newton'ın kütleçekim yasası, güneşle gezegenlerin dönen ve bugün gördüğümüz cisimler oluşana kadar birbirlerini çekip bir araya gelen bir gaz parçacıkları bulutundan bu hale geldiğini öneriyordu. Filozof Immanuel Kant da yakın zamanda benzer bir öneride bulunmuştu. Bu daha çok bir büyük kuramdı, kanıtlanmaya açık değildi, ama Laplace'ın Newton yasalarına bağlılığıyla, yerlerine oturmuşlardı: evreni bir bütün halinde açıklayabiliyorlardı. Başka bir ilke, başka bir açıklama gerekli değildi.[4]

En azından, güneş sisteminden çok uzaklaşıp, evrenin çok daha uzak ve esrarengiz yerlerine gidene kadar.

Üçüncü Kurala karşın, Newton hiçbir zaman çok güzel ayarlanmış mekaniğini kozmosun uzak köşelerine gerçekten de u-

[3] Ioan James, *Remarkable Physicists: From Galileo to Yukawa* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2004), 69; Charles Coulston Gillispie, *Pierre-Simon Laplace, 1749–1827: A Life in Exact Science* (Princeton Üniversitesi Yayınları,2000), 273.

[4] Edward Harrison, *Cosmology: The Science of the Universe*, 2nd ed. (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2000), 70.

zatmaya kalkışmadı. Onun açısından "Evren" bilinen evrendi: yıldızlar, gezegenler ve görülebilen, takip edilebilen, yörüngesi çizilebilen diğer nesneler. Evrenin sonsuz olduğunu kabul etmişti, çünkü sonlu bir evrende, her şey eninde sonunda kütleçekimle merkeze doğru çekilecekti: kendi sözcükleriyle, "bu uzayın dışındaki madde kendi kütleçekimiyle, içerideki tüm maddeye doğru çekilecek ve dolayısıyla tüm uzayın merkezine doğru düşecek ve burada bir büyük küresel kütle oluşturacaktı." Sonsuz bir evrende, her parçacık eşit bir biçimde her yöne çekilecek ve denge, *stasis* oluşturacaktı.[5]

Evrensel kütleçekim bireysel kütlelerin (yıldızlar, gezegenler, yıldız kümeleri) aşağı yukarı düzenli bir biçimde sonsuz uzayda dağıldıklarını akla getiriyordu. Ama daha da iyi teleskoplar, yığınlar, seyrek noktalar, kümeler olduğunu gösterdi.

Bu kütleler durağan da değildi. Laplace'tan elli yıl sonra, Britanyalı astronom William Huggins yıldızların yerküreye göre hareket ettiği sonucuna vardı. Avusturyalı fizikçi Christian Doppler ses dalgalarının bu dalgaları yayanların ya da duyanların hareket halinde olmaları durumunda frekanslarının değiştiğini göstermişti; kısa süre sonra, Fransız araştırmacı Armand Fizeau bu "Doppler etkisinin" ışık dalga boyları için de geçerli olduğunu buldu. Huggins yıldızların ışığındaki değişmeleri ölçtü ("tayf çizgilerindeki... kayma") ve bunları kullanarak (diğerlerinin yanında) Sirius yıldızının bizden uzaklaştığını, başkalarının da yaklaştığını gösterdi: "Genelde konuşursak," diye yazmıştı, "spektroskopun yerküreden uzaklaştığını gösterdiği yıldızlar... gökyüzünde Hercules'ün karşısındaki bölümde yer alanlardır... bu bölgenin yakınındakilerse... yaklaşmaktadır."[6]

Newton sisteminde, bu hareketi açıklamak zordu.

Huggins beklenmedik ölçümler ortaya koyarken, matematikçi Carl Friedrich Gauss *tüm* ölçümlerin temeline bir meydan okumada bulunuyordu: evrendeki her şeyin yerinin üç boyutla (x, y, z koordinatları, uzunluk, genişlik, derinlik) belirlenebi-

---

[5] Newton, *Philosophical Writings*, 94; Harrison, *Cosmology*, 60–61.

[6] Harrison, *Cosmology*, 76; William Huggins, *The Scientific Papers of Sir William Huggins* (W. Wesley and Son, 1909), 221.

leceğini kabul eden Öklit geometrisi.* Sezgisel olarak, insanlar Öklit geometrisiyle uyuşur, çünkü biz üç boyutta yaşarız. Ama Gauss sonsuz evrenin yalnızca üç boyutlu düşünürlerin kolayca anlayabileceği yöntemlere bağlı kalmasının beklenemeyeceğini düşünmeye başlamıştı: "Meslektaşı Heinrich Schumacher'a," Sonlu insan sonsuzluğa, sıradan gözlem yöntemleri aracılığıyla kavranabilecek bir şeymiş gibi bakabileceğini iddia edemez," diye yazmıştı.[7]

Gauss iki boyutlu geometriyle ve bir eğri üzerinde uygulanan geometriyle oynamaya başladı (bir kürenin eğriliğinin, eğrinin yüzeyindeki bir tek noktadan hesaplanabileceği ortaya çıkmıştı, bu da eğri olması için üç boyutlu uzayın bunu çevrelemesi gerekmediği anlamına geliyordu; bu da kesinlikle Öklit-dışıydı.) Ama Gauss Öklit geometrisine, yayımlayıp arkasında durabileceği bir alternatif oluşturamadı: bir arkadaşına, "Belki de uzayın doğası üzerine şu anda erişemediğimiz bir içgörüye başka bir hayatta ulaşabiliriz," diye yazmıştı.[8]

Onun yerine, Gauss öğrencilerinden biri olan hassas ve dürüst Bernhard Riemann'ı bu meydan okumayı devralmaya zorladı. Riemann bu meydan okumaya öyle bir daldı ki, bir ruhsal bunalım geçirdi, ama 1854'te kendini yeteri kadar toparladı ve fikrini Göttingen Üniversitesi Fakülte Kuruluna sundu.

Riemann'ın önerdiğine göre, bir dördüncü boyut vardı. Cebirsel olarak ifade edilebilen bu boyutu tasavvur etmek olanaksızdı; mecazlarla anlatılması gerekiyordu ki, kuramsal fizikçi Michio Kaku bunu parlak bir biçimde yapmıştır:

---

* Gauss'un karşı çıkışının matematiği bu kitabın kapsamının çok dışındadır, ama uzman olmayanlar için yararlı bir açıklama (rakamlar ve çizimlerle birlikte) şurada bulunabilir: Eli Maor, *To Infinity and Beyond: A Cultural History of the Infinite* (Princeton Üniversitesi Yayınları, 1991), 108–34.

7 Eli Maor, *To Infinity and Beyond: A Cultural History of the Infinite* (Princeton Üniversitesi Yayınları, 1991), 131.

8 Ian Stewart, *In Pursuit of the Unknown: 17 Equations That Changed the World* (Basic Books, 2012), 16–17; Jeremy Gray, *Plato's Ghost: The Modernist Transformation of Mathematics* (Princeton Üniversitesi Yayınları, 2008), 48.

> Riemann bir kâğıt tabakası üzerinde yaşayan iki boyutlu yaratıklar tasavvur etti. Ama gerçekleştirdiği belirleyici hamle, bu kitap kurtlarını buruşuk bir kâğıt parçasına koymak oldu. Bu kitapkurtları, kendi dünyaları hakkında ne düşüneceklerdi? Reimann onların dünyalarının hâlâ mükemmelen düz olduğu sonucuna varacaklarını fark etti. Kendi bedenleri de buruşuk olacağı için, bu kitap kurtları dünyalarının çarpık olduğunu hiç fark etmeyeceklerdi. Ama Riemann, eğer bu kitap kurtları buruşuk kâğıt tabakasının içinden geçmeye kalkışırlarsa, onların bir doğru hat üzerinde ilerlemelerini engelleyen esrarengiz, görünmeyen bir "kuvvetin" farkına varacaklardı. Bedenleri kâğıttaki her buruşukluğa geldiğinde, sağa ya da sola sürükleneceklerdi.[9]

Riemann sonra iki boyutlu kâğıdın yerine bizim üç boyutlu, dördüncü boyutta buruşmuş dünyamızı koydu. Evrenimizin eğik olduğu bariz olmayacaktır. Ama bir doğru üzerinde yürümeye kalkıştığımızda bir şeylerin aksadığını derhal fark edecektik. Sarhoşlar gibi, görülmeyen bir kuvvet bizi itip kakıyor, sağa sola itiyormuş gibi yürüyecektik.

Dördüncü boyutun varlığı, ne Öklit geometrisinin, ne de Newton fiziğinin evreni olduğu gibi betimlemediğini akla getiriyordu. Dördüncü boyut, kütleçekim, manyetizma ve elektriğin nesneler üzerinde etki eden esrarengiz görünmez "kuvvetler" olmadığı sonucunu getiriyordu. Doğrusu, bunlar dördüncü boyutun eğrileştirmesinin neden olduğu geometrik etkilerdi.

Bu, dünyaya bakmanın yepyeni, şaşırtıcı bir yoluydu: matematikçilere derhal çekici geldi, çünkü bu "kuvvetlerin" nasıl çalıştığını öngörecek hesaplar Newton fiziğinin gerektirdiğinden daha basit ve daha zarifti. Ama hesaplamaları oluşturmak muazzam bir işti ve Riemann 1866'da, hâlâ sayılarla uğraşırken otuz dokuz yaşında tüberkülozdan öldü.

---

[9] Michio Kaku, *Hyperspace: A Scientific Odyssey through Parallel Universes, Time Warps, and the 10th Dimension* (Oxford Üniversitesi Yayınları, 1994), 36.

Yedi yıl sonra, İngiliz matematikçi William Clifford, Riemann'ın Göttingen fakülte kuruluna yaptığı uzay-sarsıcı sunumu çevirdi; İngilizcede ilk kez olarak *Nature* dergisinde yayımlandı. Clifford hareketin de basitçe dördüncü boyutun çarpılmasıyla açıklanabileceğini önerdi. "uzayın eğriliğindeki bu değişme," diye yazmıştı, "*maddenin hareketi* adını verdiğimiz o olguda gerçekte olandır."[10]

Bu fikrin matematiksel araştırması fizikçilerle astronomların bunu gerçek dünyaya uyarlayabilmelerinin ya da bunu gerçek olgular için kullanabilmelerinin çok önünde ilerledi. Ama 1900 yılında, giderek daha fazla fizikçi Newton'ın evreninin patinaj yaptığı sonucuna varmaya başlamıştı; geriye kalan tek şey, bu yeni Öklitçi olmayan evrene egemen olan yasaları oluşturmaktı.

1900 yılında, Albert Einstein ilk akademik derecesini (Zürih Politeknik Enstitüsünden) yeni elde etmişti ve birçok yeni mezun gibi, iş piyasasının zorlu olduğunu fark ediyordu.

Üst düzey araştırma yapacağı, akademik âlemde bir yerlerde bir iş imkânı bulmayı umuyordu. Ama bir imkân doğmadı ve bir dostu ona Bern'deki İsviçre patent ofisinde bir iş görüşmesi için yardım önerince, kabul etti. 1902'de Üçüncü Sınıf Teknik Uzman olmuştu: eğitimde bir patent müfettişi.[11]

Einstein hem tabiatı (sessiz, yalnız bir görevdi ve ona düşünmek için çok zaman veriyordu) hem de eğitimi (görevi elektromanyetizma alanındaki patentleri değerlendirmekti ki, bu onun özellikle ilgi duyduğu bir alandı) açısından bu göreve uygundu. 1905'te İkinci Sınıf Teknik Uzmanlığa terfi etme durumundaydı ve elektrik, manyetizma ve bununla ilgili uzay, zaman ve hareket konularında beş farklı makale hazırlıyordu. Biri parçacıkların sıvı içindeki hareketiyle, diğerleri de atomların hareketi ve ışığın yapısıyla ilgiliydi. Makalelerden birinde, enerjinin kütleye dönüştürülmesi için bir formül öneriliyordu:

---

[10] *A.g.e.*, 338.

[11] Peter Galison, Michael Gordin, and David Kaiser, eds., *Science and Society: The History of Modern Physical Science in the Twentieth Century* (Routledge,2001), 216.

$$E = mc^2$$

Burada, c ışık hızına eşitti.

Einstein, 30 Haziran 1905'de tamamladığı makalenin özel bir ilgi uyandıracağını düşünüyordu. Her ne kadar makalenin başlığı ("Hareket Halindeki Cisimlerin Elektrodinamiği") akla devrimci herhangi bir şey getirmiyorsa da, bu (Einstein'ın bir dostuna dediği gibi) "uzay ve zaman kuramında bir değişiklikten" başka bir şey değildi: daha sonraları *özel görelilik kuramı* olacak şey konusunda Einstein'ın ilk araştırması.

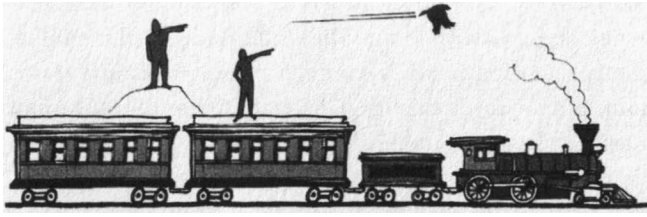
Makale görünüşte çelişkili iki yasayı uzlaştırmayı hedefliyordu. Birincisi, Galileo'dan beri bilinen *görelilik ilkesiydi*. Aydınlanma düşüncesinin köşe taşı, Baconcı bir kabul olan görelilik ilkesine göre, bir fizik yasası tüm ilişkili referans çerçevelerinde aynı şekilde işlemeliydi. Makalesinin genel okuyucuya hitap eden daha sonraki sürümlerinde, bir peronun yanından sabit hızda geçen bir tren vagonu örneğini verdi. Vagon perona göre konumunu sürekli değiştiriyor ("aktarıyor") ama eşzamanlı olarak dönmüyordu, bu yüzden buna "düzgün ötelenme" denir. Aynı zamanda, bir kuzgun da perona göre bir doğru üzerinde sabit bir hızda havada uçuyor; başka bir "düzgün ötelenme" örneği.

Peronda duran bir gözlemci, kuzgunun belli bir hızda uçtuğunu görür. Ama hareket halindeki vagonda duran bir gözlemci kuzgunun *farklı* bir hızda uçtuğunu görür.

Eğer peron "K koordinat sistemi" olarak, tren vagonu da "K' koordinat sistemi" olarak adlandırılırsa, şu ifadede bulunabiliriz:

> Eğer K koordinat sistemine göre K' sabit hızda hareket eden ve dönmeyen bir koordinat sistemiyse, o zaman doğal olgular K' sistemine göre, K sistemine göre olduğuyla tamamen aynı genel yasalar çerçevesinde gelişir.[12]

[12] Albert Einstein, *Relativity: The Special and General Theory*, çev. Robert W. Lawson (Pi Yayınları, 2005), 19.



25.1 Einstein'ın Demiryolu

Diğer bir deyişle, her iki gözlemci için de kuzgun, her ikisine göre hızı farklı görünse de, aynı yönde ve sabit hızla hareket ediyordur.

Çok basit, ama bir diğer fizik yasası görelilik ilkesiyle temelden çelişir. Einstein, "fizikte... ışığın uzay boşluğunda bir doğru üzerinde, c= 300.000 km/s. hızında hareket ettiğinden daha basit yasa yoktur," diye yazmıştı. Işığın boşlukta (hava, su ve diğer saydam ortamlar ışığın hızını azaltır) sabit hızla ilerlemesi, fizikçi Albert Michelson ve kimyacı Edward Morley 1880'lerin başlarında bunu tesadüfen bulduğundan beri defalarca denenmişti: Einstein diyordu ki, "varsayalım ki bu basit yasa... mantık ölçüleri içinde güvenilir olsun." O zaman, sorun neydi?[13]

Demiryolu hattının üzerinde boşluk olduğunu varsayın ve bir ışık huzmesinin burada, kuzgunla aynı yönde ilerlediğini. Görelilik ilkesi, perondaki bir gözlemcinin ve vagondaki bir gözlemcinin ışığın *iki farklı hızda* ilerlediğini gördüğünde ısrarcıdır; bu da ışık hızının sabit *olmadığı* anlamına gelir.

Ne yapılabilir? Ya görelilik ilkesinden ya da ışığın hızının sabit olmasından vaz geçilmesi gerekiyormuş gibi görünür; ve Einstein'ın da belirttiği gibi, fizikçilerin çoğunluğu görelilikten vaz geçmekten yanadır ("bu ilkeyi yalanlayacak deneysel bir veri elde edilmemiş olmasına karşın"). Ama aslında, her ikisinden de vaz geçmek gerekmez, yeter ki zaman ve uzay hakkındaki fikirlerimizi gözden geçirmeye razı olalım.[14]

---

[13] *A.g.e.*, 25, 28.

[14] Galison, Gordin, ve Kaiser, *Science and Society*, 223; Jay M. Pasachoff ve Alex Filippenko, *The Cosmos: Astronomy in the New Mil-*

İki gözlemci ışık hızını *saniyede* olarak ölçüyorlardı. Einstein değişenin saniyede ***hız*** olmadığını öne sürdü: saniye değişmeliydi. Evrenin her yerinde bir sabit olduğu varsayılan zaman, hiç de sabit değildi. Gözlemci hızlandıkça, zaman da genleşiyor, yavaşlıyordu. Bu yüzden her iki gözlemci de ışığın saniyedeki hızını ölçüyor, ama ***hareket*** eden gözlemci için, bir saniye daha *uzun* sürüyordu. Zaman dördüncü boyuttu, Öklitçi olmayan eklentiydi; üç boyutlu Öklitçi uzayı dört boyutlu "uzay-zaman"a dönüştürmüştü.

Özel görelilik ilkesi kütleçekimi hesaba katmıyordu ("özel" ya da "kısıtlı" sıfatı da buradan gelir). Ama bunu izleyen on yılda, Einstein kütleçekimle uğraştı, kütleçekimi de hesaba katacak bir görelilik kuramı aradı.

1916'da Bernhard Riemann'ın haklı olduğuna karar vermişti: kütleçekim bir sonuçtu, bir kuvvet değil. Kütle ya da enerjinin mevcudiyeti (formülü bunları eşitlemesini sağlamıştı) uzay-zamanın (bu da 1905 kuramıyla belirlenmişti) eğrilmesine neden oluyordu; eğriler boyunca serbestçe ilerleyen nesneler düşer gibi görünüyor, ama aslında uzay-zamanın yüzeyindeki "doğrular" boyunca ilerliyorlardı. (Riemann'ın kitap kurtlarının var olduklarını düşünün, ama kırışmış bir kâğıdın değil, lastik bir topun yüzeyinde; evreninin eğikliğini fark etmekten yoksun olan kitap kurdu, topun doğru parçası olduğunu düşündüğü eğikliğinde ilerler, ama dışarıdan bakan bir gözlemci için, kitap kurdu aşağıya doğru ilerlermiş gibi görünür.)

Kuram yakınlardaki en büyük kütleli nesne olan güneşe bakarak kontrol edilebilirdi. Görelilik var olan bir sorunu açıklayabilirdi: Merkür'ün yörüngesindeki güneşe en yakın nokta olan perihelyon geçen yüzyıllar boyunca kaymış, ya da devinmişti ve bu devinme diğer gezegenlerin kütleçekimiyle açıklanamayacak kadar fazlaydı. Einstein'ın yeni kuramı bunu açıklayabilirdi.

Ama ikinci bir test daha vardı, bir olguyu öngörebilecek olan bir test. Eğer Einstein haklıysa, yıldızlardan gelen ışık

---

lennium, 4. basım. (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2014), 239–40, 271–72.

güneşe doğru "çekilecek"; yıldızların ışığı, gözlemlenebilir bir şekilde güneş tarafından bükülecekti.

Bu kuramı kontrol etmek için tam güneş tutulması gerekiyordu. *Genel Görelilik Kuramı* 1916'da yayımlanmıştı, ama Einstein'ın öngörüsü Britanyalı astronom Arthur Eddington 1919'da bir güneş tutulmasından ölçümler yapana kadar doğrulanamadı. Eddington'ın hesapları yıldız ışığının güneşin yanından geçerken tam da Einstein'ın hesapladığı kadar kaydığını gösterdi.

Genel görelilik kuramı bize, Baconcı gözlemin sınırları olduğunu söyler; *gördüğümüzün* her zaman *olan* olmadığını; sağduyunun bizi yolumuzdan saptırabileceğini; duyularımızın bizi yanıltabileceğini, ama bunları görmezden gelmememiz gerektiğini. Einstein yirmi yıl sonra, "Bilim yalnızca bir yasalar bütünü değildir," demişti. "Bu insan aklının, serbestçe icat edilmiş fikirleri ve kavramlarıyla bir yaratısıdır. Fiziksel kuramlar gerçekliğin bir resmini oluşturmaya ve geniş duyu izlenimleri dünyasıyla bağlantısını kurmaya çalışır. Bu yüzden zihinsel yapılarımızın tek doğrulaması, kuramlarımızın böylesi bir bağı kurup kurmadığı ve nasıl kurduğudur."[15]

Eddington'ın ölçümleri Einstein'ın zihninin "yaratısını," genel görelilik kuramını, dünyayla bağlantılandırmıştı. Riemann'ın geometri kuramları var olan duyu izlenimlerini betimlemek amacıyla kullanıma sokulmuştu; fizik soyut matematikle kavuşmuş ve gerçeklik resmimizi değiştirmişti.

ALBERT EINSTEIN
The General Theory of Relativity•
(1916)

---

[15] Pasachoff ve Filippenko, *Cosmos*, 240, 274; Albert Einstein ve Leopold Infeld, *The Evolution of Physics: The Growth of Ideas from Early Concepts to Relativity and Quanta* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1938), 310; Maor, *To Infinity and Beyond*, 133.

• *Relativity:The Special and The General Theory*'nin Türkçe çevirisi mevcuttur: Albert Einstein, İzafiyet Teorisi, çev. Gülen Aktaş, Say Yayınları, 2004

Denklemlere karşın, Einstein'ın makalesi berrak, zarafetle yazılmış ve matematikçi olmayanların bile kolaylıkla ulaşabilecekleri bir metindir. Aşağıdaki metin birçok formatta bulunabilir, ama Robert W. Lawson'ın İngilizceye 1920 çevirisini bulmak da mümkündür; birçok basımda başlangıçta Einstein'ın özel kuram üzerine bulgularının özeti vardır. Her ikisini de okuyun, çünkü genel kuram özel üzerine inşa edilmiştir.

Albert Einstein, *Relativity: The Special and the General Theory*, çev. Robert W. Lawson, giriş, Roger Penrose, yorumlar, Robert Geroch ve tarihsel deneme, David C. Cassidy, Pi Yayınları (ciltli, karton kapaklı ve e-kitap olarak, 2005, ISBN 978-0131862616).

YİRMİ ALTI

KAHROLASI KUANTUM SIÇRAMALARI

Atom altı rastgele sapmaların bulunması

> Kuantum... fizikte, işlerin, kaderinde fizik kavramlarımızı tamamen dönüştürmek olan yeni bir durumunu haber veren temel bir rol oynayacaktır.
> —Max Planck, "The Origin and Development of the Quantum Theory," 1922

> Kuantum kuramının açığa çıkarttığı en büyük şey, Doğa Kitabında, süreklilikten başka her şeyin abes göründüğü bir bağlamda ayrıklığın özelliklerinin keşfedilmiş olmasıdır.
> —Erwin Schrödinger, *What Is Life?*, 1944

Albert Einstein'ın yeni fikirleri kavrama kapasitesi yüksekti. Uzayın görünmez bükülmesini kavramlaştırabiliyordu; içinde yaşadığı üç boyutlu gerçeklikten hayli farklı bir uzay-zaman sürekliliğini düşünebiliyordu; zamanın yavaşlayıp neredeyse durduğu bir dünyaya bir muhayyile sıçramasını gerçekleştirebiliyordu.

Ama kuantum sıçramalarıyla başa çıkamıyordu. Dostu Max Born'a, Born kuantum mekaniği üzerine çalışmalarından dolayı Nobel ödülünü kazanmadan çok az önce, "Buna ciddi ciddi inanamam," diye yazmıştı. "Bu kuram uzun erimli hayalet etkiler olmadan, fiziğin zaman ve uzayda gerçekliği temsil ettiği ilkeyle uyum içinde değildir."[1]

[1] Albert Einstein, aktaran Franco Selleri, *Quantum Paradoxes and Physical Reality: Fundamental Theories of Physics* (Kluwer Academic, 1990), 363.

Bu "uzun erimli hayalet etkileri," yirminci yüzyılın başlarında gelişen kuantum fiziğinin yalnızca bir dalıydı. Ama tüm kuantum fiziği aynı derin kökten doğmuştu: atomların özellikleri üzerinde çalışan kimyacı ve fizikçilerin çalışmalarından.

Bu atomlar ilk olarak her maddenin gözün göremeyeceği kadar minik parçacıklardan –*atomo*'lar, yani "bölünmeyenler"– oluştuğunu ortaya atan Yunanlı filozoflar Leukippos ve Demokritos tarafından öne sürülmüştü. İspat yokluğunda, bu varsayım birçok benzerlerinin arasına katıldı. On yedinci yüzyılda, Robert Boyle'un deneyleri atom kuramının ortaçağ sürümünün, zerrelerden oluşan bir dünyanın muhtemelen gerçeğe daha yakın olduğunu ortaya çıkartmıştı. Ama birçoklarının (birkaçını saymak gerekirse, Joseph Black, Henry Cavendish, Joseph Priestley, Antoine Lavoisier) gazlar üzerine deneylerinin üzerine inşa eden kimyacı John Dalton'un bu kuramı inançla bir kez daha ifade edebilmesi için yüz elli yılın geçmesi gerekti. Dalton'un öne sürdüğüne göre, atomlar bölünemezdi; farklı atomların farklı kütleleri vardı ve yalnızca bir tek atom varsa, söz konusu madde bir elementti. Farklı türden atomlar bir araya geldiklerinde, karışımları oluşturuyordu.

Dalton'un bölünmez atomu karmaşık olmayan bir maddeydi, ama on dokuzuncu yüzyılın son çeyreğinde, bir avuç fizikçi –birkaçını sayarsak, Cambridge'ten Joseph Thompson, Leiden'den Pieter Zeeman, Bonn'dan Walter Kaufmann ve Königsberg'den Emil Wiechert– katod ışınlarının (vakum tüplerine voltaj uygulandığında ortaya çıkan, ışıldayan huzmeler) en iyi atomların *içindeki* daha küçük parçacıkların varlığıyla açıklanabileceğini kuramlaştırıyorlardı. İrlandalı iki fizikçi, George Stoney ve yeğeni George Fitzgerald bu daha küçük parçacıklara *elektron* adının verilmesinden sorumluydular: negatif yüklü temel elektrik birimleri.

Bu ders kitaplarında sık sık belirtildiğinin aksine, "elektronun bulunuşu" değildir. Bilim felsefecisi Theodore Arabatzis'in belirttiği gibi, atomlar taşların altındaki böcekler gibi "gözlemlenebilir varlıklar" değildi, bu yüzden elektronların ya da atomların varlığının tartışmasız kanıtları hâlâ mevcut değildi. Doğrusu, atom kuramı, (yıldızların ışığının güneşin

yanından geçerken bükülmesi gibi) gözlemlenebilir olguların, altta yatan nedenler önerilerek açıklanması çabasıydı. Ama bu öneriler çok varsayımsaldı. Bunlara dayanan matematiksel modellerin gözlemlenebilir fiziksel olguları ne kadar yakından öngördüğüne bağlı olarak, bunlara az ya da çok ağırlık verilebilirdi. Ama bunlar kanıtlanamıyordu; kuşkusuz, Francis Bacon'ın onaylayabileceği şekilde değil. Doğrusu, daha sonraları kuantum kuramında öncü rol oynayacak olan kuramsal fizikçi Max Planck, elektronlar konusundaki kuşkularını ifade etmişti; yirminci yüzyıla girilirken, "bu kurama kesin bir güveni" hâlâ yoktu.[2]

Ama bunu izleyen on küsur yılda, atom kuramının çeşitli veçhelerine dayanan hesaplamalar şaşırtıcı düzeyde doğru sonuçlar vermeye başladı. 1905 makalelerinden birinde ("Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen," ["Durağan Bir Sıvı İçindeki Asıltı Parçacıklarının Moleküler Kinetik Kuramı Çerçevesindeki Hareketleri Üzerine"]) Albert Einstein, su içindeki parçacıkların görünürde rastgele hareketlerinin (ilk kez 1827'de Robert Brown tarafından gözlenmiş olan "Brown hareketi,") özelliklerini, onları bu varsayılan atomların hareketleriyle ilişkilendirerek öngören bir matematiksel formül ortaya attı.*

Einstein'ın hesaplamaları, kuramsal olarak, belli bir maddenin içindeki atom sayısının kestirilmesini sağlıyordu, ama 1908'e, Fransız fizikçi Jean Perrin bunların gerçekliğini doğru-

---

[2] Theodore Arabatzis, *Representing Electrons: A Biographical Approach to Theoretical Entities* (Chicago Üniversitesi Yayınları, 2006), 56, 61–62; Max Planck, *The Origin and Development of the Quantum Theory*, çev. H. T. Clarke ve L. Silberstein (Clarendon Yayınları, 1922), 5.

* Daha hassas bilgi isteyenler için: Einstein'ın hesaplamaları görünürde *moleküllerin* hareketleriyle ilgiliydi, ama vardığı sonuçlar, doğrudan atom kuramıyla bağlantılı ve Avogadro Sayısı ve Boltzman Sabiti olarak bilinen iki ölçümü de etkiliyordu. Avogadro Sayısı bir maddenin belli bir birimindeki atom sayısını hesaplamakta kullanılırken, Boltzman Sabiti bu atomların taşıdığı termal enerjinin öngörülebilmesini sağlıyordu. Tam bir açıklama için, *bkz.*, John S. Rigden, *Einstein 1905: The Standard of Greatness* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 2005), 57vd.

layan iki dizi deney gerçekleştirene kadar sayıların denenme fırsatı olmadı. Bu araştırma ona hem bir Nobel fizik ödülü hem de Einstein'ın teşekkürlerini kazandırdı: Ertesi yıl Einstein Perrin'e, "Bu konunun şansı, sizin onu incelemeye karar vermiş olmanızdır," diyecekti. Bu aynı zamanda fizikçilerin çoğunluğunu atomların varlığının tahmin olmadığına ikna etmişti. Başka bir Fransız fizikçi olan Henri Poincaré, "Atom varsayımı yakın zamanda yalnızca bir varsayım olmaktan çıkmasını sağlayacak kadar inanılırlık kazanmıştır," diye yazmıştı. "Atom artık yalnızca yararlı bir kurgu değildir; haklı bir şekilde onları gördüğümüzü söyleyebiliriz, çünkü onları sayabiliyoruz."[3]

Bir sonraki büyük soru, atomun *yapısıydı*. Joseph Thomson (elinde hiçbir kanıt olmadan) bir atomun erik muhallebisi gibi bir şey olduğunu, elektronların (zerrelerin) de bunun içinde düzenli bir şekilde dağıldıklarını öne sürmüştü. Sorun şuydu ki, onun görebildiği kadarıyla, elektronlar hep negatif yüklüydü, ama atomlar elektriksel açıdan yüksüzdü.# "Yüksüz bir atomda bir araya geldiklerinde," diye yazmıştı, görünür bir şekilde bilmecenin eksik parçası nedeniyle rahatsız bir şekilde, "negatif etki, zerrelerin içinde yayılmış bulundukları uzayın, zerrelerin negatif yüküne eşit miktarda pozitif elektrikle yüklüymüş gibi davranmasına neden olan bir şeyler tarafından dengelenmektedir."[4]

Jean Perrin atomun içinde başka türden bir parçacık olduğunu tahmin etti:

> Her atom, bir yanda bir ya da birçok pozitif yüklü kütlelerden –elektrik yükü bir parçacığınkini fazlasıyla aşacak olan bir tür pozitif güneş– diğer yanda da elektrik kuvvetlerin etkisi altında yörüngede dönen minik nega-

---

[3] John S. Rigden, *Einstein 1905: The Standard of Greatness* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 2005), 68–69.

[#] Bu pek de doğru değildi; atomlar bir bütün olarak elektriksel açıdan yüksüz değildi, ama Thomson bunların böyle olduğuna inanıyordu, bu da onu bir sonraki sonuca götürdü.

[4] Bernard Fernandez, *Unravelling the Mystery of the Atomic Nucleus: A Sixty-Year Journey, 1896–1956*, çev. Georges Ripka (Springer, 2013), 57–58.

> tif yüklü gezegenler gibi sayısız parçacıktan oluşacaktır, bunların toplam negatif yükü toplam pozitif yükü tam olarak karşıladığından, atomu elektriksel açıdan yüksüz kılacaktır.[5]

Bizim güneş sistemimiz çekiciliği çok güçlü bir karşılaştırmaydı; Thomson'ın müphem "bir şeyler"i etrafında elektronların döndüğü pozitif bir çekirdek olabilirdi. Ama Perrin birçok olası modelden yalnızca biri olduğunu kabul ediyordu; bu yalnızca bir varsayımdı, test edilmemiş, kanıtlanamaz.

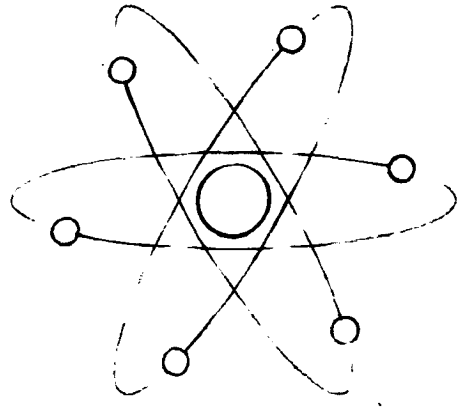
Hans Geiger adlı genç bir Alman fizikçi, çekirdeğe bakmanın bir yolunu buldu. İki meslektaşıyla birlikte –seçkin (son olarak 16. Bölümde, radyoaktif malzemenin yaşını bulduğunu gördüğümüz) Ernest Rutherford ve çok genç bir fizik öğrencisi olan Ernst Marsden– bozunan elementler tarafından fırlatılan parçacıkları *sayabilen* bir alet icat etmişti. Bu "Geiger Sayacı" salınan ışınımı ölçüyordu, ama Geiger ve Marsden garip bir şey fark etmişlerdi: parçacıklar çeşitli metal levhalardan geçirilirse, rastgele hareketle açıklanamayacak bir şekilde yön değiştiriyorlardı. Hatta aralarında geri dönenler bile oluyordu.

Bu sonuçları gözden geçiren Rutherford, "çok şaşırtıcı görünüyor," demişti. Metal levhaların atomlarının içinde bir şey parçacıklarla çarpışıyor ve bunları farklı güzergâhlara doğru saptırıyordu. Thomson'ın "erik muhallebisi" modeli parçacıkların yolları üzerindeki atomlardan tıpkı bir jöleden geçen saçmalar gibi geçmelerini gerektiriyordu; Rutherford bir atomun elektrondan daha büyük bir şeyler içermesi gerektiğine karar verdi, parçacıkların yön değiştirmelerini doğrulayacak kadar büyük bir şey. Bu, 1911 tarihli bir makalesinde önerdiği gibi, "bir noktada yoğunlaşmış ve etrafında aynı miktarda ters yüklü küresel elektrik bulunan merkezi bir elektrik yüküydü." Bu model, "Rutherford atomu" üzerinde çalışarak, bu içeriden geçen parçacıkların hareketlerini öngörmeyi başardı: her atomun etrafında elektronların döndüğü bir çekirdek içerdiğinin kanıtı.[6]

---

[5] *A.g.e.*, 58.

[6] *A.g.e.*, 73; Ernest Rutherford, *The Collected Papers of Lord Rutherford of Nelson* (Interscience, 1963), 2:212.



26.1 Rutherford'un Atomu

Bu zarif, sezgili bir modeldi. Çok güzel platonik bir niteliği vardı: evrendeki en küçük parçacıklar gökyüzündeki muazzam gezegen hareketlerini yansıtıyor. Bir yüzyıl kadar sonra, Rutherford'un atomu hâlâ her kimya öğrencisinin ilk gördüğü resim olmayı sürdürür.

Bunun yanlış olduğu ortaya çıktı. Bir şekilde.

On yıl kadar önce, fizikçi Max Planck "kara cisim ışınımı" olarak adlandırılan bir şey, üzerlerine vuran elektromanyetik ışınımı soğuran cisimlerin saldığı ışınım üzerinde çalışıyordu. (Farazi olarak *tamamen* siyah, mükemmel bir kara cisim üzerine vuran elektromanyetik ışınımın tümünü soğurur.) Kara cisimlerden yansıyan ışınımın davranışını doğru bir şekilde öngörebilmeyi amaçlayan Planck, enerjinin özellikleriyle uğraşması gerektiğini fark etti.[7]

Bilinen bütün fizik kuramlarına göre, enerji bir dalgaydı. Bu kara cisimlerden yumuşak, düzenli ve sürekli bir şekilde yayılmaları gerekiyordu. Ama Planck'ın hesapları yalnızca, aksine, enerji öbekler halinde yayılırsa tutuyordu; dalga olarak değil, ayrık birimler halinde. Enerji ayrı parçacıklar gibi ele alınabi-

[7] Vern Ostdiek ve Donald Bord, *Inquiry into Physics* (Cengage Learning, 2007), 316–17.

lirse (Planck bu farazi parçacıkları Latince "ne kadar" anlamına *quantus*'dan *kuantumlar [quanta]* olarak adlandırmıştı) ışınımın davranışını mükemmelen açıklayabilecek (Bugün Planck sabiti olarak adlandırılan) bir formül ortaya koyabilirdi.[#]

Planck bu çözümden o kadar da memnun değildi. Eğer bir kuantum bir kaya boyutlarında olsa, düzenli bir ileri hareket yerine, bir dizi zıplamayla ilerleyecekti; bu tür hareket en temel bazı fizik ve mekanik ilkelerine aykırı gözüküyordu. Otuz yıl sonra, bu "kuantum sıçramalarını" ilk formüle edişi üzerine yorumda bulunmak üzere, bir arkadaşına "Yaptığıma, umutsuzca bir hareket diyebiliriz. ... Bu soruna klasik fiziğin bir çözüm sunamayacağı açıktı... [bu yüzden] fizik yasaları üzerine önceki inanışlarımın hepsini feda etmeye hazırdım." Ama daha tatmin edici bir çözüm aramaya devam etmeye karar verdi; onun açısından, kuantum "yalnızca biçimsel bir varsayımdı," doğru yanıtlara açılan matematiksel bir cambazlık. Önceki yüzyılların bilim insanları gibi, Planck da yalnızca "olguyu kurtarıyordu."[8]

Dört yıl sonra, 1905 makalelerinden birinde, Albert Einstein Planck'ın çalışmasını ışığın daha önceki akılları karıştıran bazı özelliklerini açıklamakta kullandı. Einstein daha sonraları, "kuantum kuramının esas fikrini bir tek cümleyle nitelememiz gerekirse," diye yazacaktı, "şöyle diyebiliriz: *şimdiye kadar sürekli olarak düşünülen bazı fiziksel niceliklerin basit kuantumlardan oluştuğu varsayılabilir.*" Einstein 1905'te, belki, diye düşünüyordu, ışık yalnızca sürekli bir dalga *değildi*; belki de o da bireysel parçacıklardan oluşuyordu.[9]

[#] Planck'ın araştırmalarının daha teknik ama yine de okunabilir bir açıklaması için *bkz.*, Bruce Rosenblum ve Fred Kuttner, *Quantum Enigma: Physics Encounters Consciousness*, 2. basım. (Oxford Üniversitesi Yayınları, 2011), 55vd.

[8] Bruce Rosenblum ve Fred Kuttner, *Quantum Enigma: Physics Encounters Consciousness*, 2. basım. (Oxford Üniversitesi Yayınları, 2011), 59–60; M. S. Longair, *Theoretical Concepts in Physics: An Alternative View of Theoretical Reasoning in Physics*, 2. basım. (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2003), 339.

[9] Albert Einstein ve Leopold Infeld, *The Evolution of Physics: The Growth of Ideas from Early Concepts to Relativity and Quanta* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1938), 251.

Planck gibi, Einstein da kuantumları fiziksel gerçekliğin bir görüntüsü değil, kuramsal bir inşa, teknik bir çözüm olarak ele alıyordu. Ama kuantum daha fazla olguyu açıkladıkça, daha "gerçek" görünüyordu.

1913'te, genç Danimarkalı fizikçi Niels Bohr atom düzeyinde bir bilmeceyi kuantum kuramı yardımıyla çözdü. Bilmece, elektronları yerkürenin etrafında dolaşan uydular gibi tahayyül eden Rutherford modelinin istikrarıyla ilgiliydi. Yerkürenin etrafında dönen uydular enerjilerinin bir kısmını kaybederlerse, yörüngesi helezoni şekilde düşer ve yere çarpardı. Bir atom enerji yaydığında (örneğin hidrojen atomlarının yaptığı gibi, bazı fizikçilerin *foton* olarak adlandırdığı ışık parçacıkları saldıklarında), neden elektronların yörüngeleri azalmıyordu?

Bohr elektronların yörüngelerinin sürekli daireler olmayabileceğini önerdi. Daha doğrusu, bunlar *kuantize* idiler: bir elektron atom uzayında düzgün bir şekilde dolaşmıyor, ayrık bir noktadan ayrık bir noktaya zıplıyordu. Bir hidrojen atomu bir proton saldığında, elektron enerji kaybediyor, ama helezonlar çizip alçalmıyor; daha alçak bir yörünge güzergâhına "zıplıyordu," istikrarlı ama sürdürülmesi daha az enerji gerektiren bir yörüngeye. Yüksek ve alçak yörüngeler arasındaki fark hesaplanabilirdi. Atom tarafından yayılan enerjiye tam olarak karşılık geliyordu.[10]

Einstein Bohr'un sonuçlarını methetti, ama bunu izleyen on küsur yılda, o ve daha birçok fizikçi giderek kuantum mekaniğinin sonuçlarının ne kadar aykırı olduğunun farkına varmaya başladılar. Örneğin, atomun yeni "Bohr-Rutherford modelinde," bir elektron ardı ardına uzaylarda yumuşakça kayacağına yörüngeler arasında bir "kuantum sıçraması" gerçekleştiriyordu. Bu durumda, sıçramayı gerçekleştirirken elektron... hiçbir yerde olmuyordu.

Ve bu da, kuantum kuramı var olan fizik problemlerini çözmekte kullanıldığında ortaya çıkan paradokslardan yalnızca biriydi. Max Planck 1922 Nobel ödül töreni konuşmasında, kuantum kuramı, "fizik kavramlarımızı tamamen dönüştürme"

[10] Longair, *Theoretical Concepts in Physics*, 381–83; Einstein ve Infeld, *Evolution of Physics*, 267.

potansiyeline sahiptir diye açıklıyordu ve bu fizik dünyasında muazzam bir karışıklıktı.[11]

1926 Ekiminde, Avusturyalı fizikçi Erwin Schrödinger bu karışıklıkları şahsen görüşmek üzere Bohr'un yaşadığı kent olan Kopenhag'a gitti.

Bohr'un iki yaş küçüğü olan Schrödinger, parlak bir akademik kariyerin doruğundaydı. Berlin Üniversitesindeki kuramsal fizik kürsüsünde Max Planck'ın ardılı olmaya adaydı ve kendi –fiziksel olguları açıklamakta dalgalara dayanmakta ısrar eden– kuantum kuramı sürümünü daha yeni yayımlamıştı. Schrödinger problemlerin çözümünde kuantum kuramının değerini takdir ediyordu, ama dalgalardan vazgeçmek de onu endişelendiriyordu. Dalgalar olmadan, bir elektronun belli bir *güzergâhı,* uzayda izleyeceği bir yol olmayacaktı; Cheshire Kedisi* gibi, yalnızca kaybolup belirecek, bir sonraki anda nerede olacağı öngörülemeyecekti. Schrödinger'e göre, dalgalar olmadan fiziğin gerçeklikle, elektrodinamik yasalarıyla, bizim *deneyimlerimizle* bir bağlantısı kalmayacaktı.

Bohr geri adım atmayı reddetti. Kuantum sıçramalarının gündelik hayatı yöneten gündelik fizikle bir ilişkisi yoktu; doğrudan deneyimlenemezlerdi, ama bu onları daha az "gerçek" yapmıyordu. Bohr'un o zamanki asistanı, genç Alman fizikçi Werner Heisenberg'e göre, Schrödinger sonunda bıkkınlıkla, "Eğer bu kahrolası kuantum sıçramalarına katlanmak zorunda kalacaksak, kuantum kuramına bulaştığım için pişmanım," demişti.[12]

Schrödinger, kuantum sıçramalarının rastgeleliğine ve belirlenemezliğine direnmekte kararlı bir şekilde evine döndü. Bu arada, hâlâ Kopenhag'da bulunan Heisenberg bu sıçramaların daha iyi nasıl anlaşılabileceğini bulmaya çalışıyordu. Heisenberg'in vardığı sonuca göre, bir kuantum sıçramasının bitiş noktasını

---

[11] Planck, *Origin and Development*, 12.

* Cheshire Kedisi: Lewis Caroll'un *Alis Harikalar Diyarında* başlıklı eserinde geçen, en büyük özelliği ortadan kayboluvermek olan kurgusal kedi –çn.

[12] Walter J. Moore, *A Life of Erwin Schrödinger* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1994), 163; John Gribbin, *Erwin Schrödinger and the Quantum Revolution* (John Wiley & Sons, 2013), 110.

kesinlikle hesaplamak olanaksızdı. Bir kuantum parçacığının bir daha nerede belireceğini tam olarak öngörmemiz olanaksızdı; her ne kadar nerede ortaya çıkacağının *olasılığını* hesaplayabilecek olsak da, yeni yerinden ancak parçacık *fiilen* ortaya çıktıktan sonra emin olabilirdik. Ama bu da bir sorun çıkartıyordu: bir parçacığı ölçebilecek kadar hassas bir alet (örneğin, üzerlerinde elektronlar sektirerek parçacıkların yerini bulan bir elektron mikroskopu) yeniden ortaya çıkan parçacığa çarpmak zorundaydı, bu da onun yönünü değiştirecekti. Kısacası, zamanın tek bir noktasındaki kesin bir ölçüm tüm pratik amaçlar açısından, olanaksızdı. Bu sonucun matematiksel olarak ifade edilmiş hali, Heisenberg Belirsizlik İlkesi olarak bilinir oldu.[13]

Heisenberg hemen, molekülden büyük nesneler için belirsizliğin çok küçük olduğunu belirtti. Çok küçükten de az: aslında, sıfır. Yalnızca atomaltı düzeylerde, maddi dünyayı anlamamızda belirsizlik bir rol oynar. Bir hidrojen atomunun çekirdeğinin yörüngesindeki bir elektron beklenmedik bir sıçrama gerçekleştirebilir, ama bir tepenin yamacında otlayan keçinin beklenmedik bir yere gittiği yoktur.

Bu zaman ve uzayda öngörülebilir hareket gerçekliğine sıkı sıkıya tutunan Schrödinger'i tatmin etmedi. Onun çözümü alternatif bir kuantum kuramıydı: *dalga mekaniği*. Dalga mekaniği Bohr'un kuantum kuramı sürümünü baş aşağı etti. Schrödinger diyordu ki, elektronların hareketinin nedeni dalgaların aslında parçacıklar olması değil, parçacıkların aslında dalga olması olmasındı? Elektronlar da yalnızca bir dalganın varlığındaki belli bir saflıanın tezahürleriyse?

Daha sonra, Albert Einstein, sallandığı için üzerinde bir dalganın ilerlediği bir lastik ip benzetmesiyle dalga mekaniğini açıklayacaktı:

> Elimize çok uzun, esnek bir lastik tüpün ya da çok uzun bir yayın bir ucunu alsak ve bunu, ucu salınacak biçimde, ritmik bir şekilde aşağı yukarı hareket ettirmeye çalışsak. O zaman... salınım tarafından tüp boyunca belli bir hızla ilerleyecek olan bir dalga yaratılır...

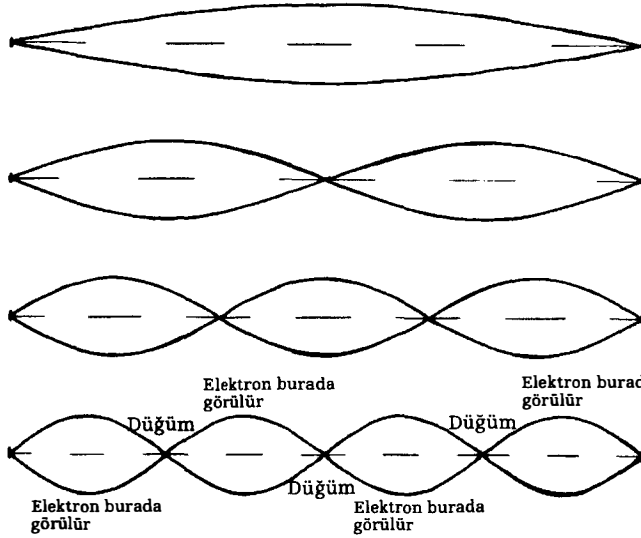
[13] T. J. Rice, *Joyce, Chaos, and Complexity* (Illinois Üniversitesi Yayınları, 1997), 152–53.

...

Şimdi başka bir durum. Aynı tüpün iki ucu sabitlenir. ... lastik tüp ya da ipin bir ucunda şimdi bir dalga yaratırsak ne olur? Dalga önceki örnekte olduğu gibi yolculuğuna başlar, ama kısa sürede tüpün diğer ucu tarafından yansıtılır. Şimdi artık iki dalgamız vardır: biri salınım tarafından yaratılan, diğeri de yansıma tarafından; karşıt yönlerde hareket ederler ve birbirlerine müdahale ederler. İki dalganın müdahalesini izlemek ve bunların üst üste binmesinden meydana gelen dalgayı keşfetmek zor olmaz; buna *durağan dalga* denir.[14]



26.2 Einstein'ın tüpü



26.3 Einstein'ın Dalgaları

[14] Einstein ve Infeld, *Evolution of Physics*, 273–74.

Durağan dalgada düğümler vardı, dalgaların birbirlerini götürdüğü yerler. Elektronlar, ayrık varlıklar olmak bir yana, dalga biçimi boyunca ilerliyorlardı, ama yalnızca düğümlerden en uzakta bulunan noktalarda –durağan dalganın en yüksek olduğu yerde– gözlemlenebiliyordu (ayrık *görünüyordu*).

Matematiksel açıdan, Schrödinger'in dalga mekaniğiyle Bohr'un kuantum sıçramaları (Bu "Kopenhag yorumu" olarak bilinmeye başladı) aslında benzer sonuçlar doğuruyordu. Aralarındaki fark, temelde felsefiydi. Schrödinger'in dalga mekaniği herhangi bir anda bir elektronun yerini Bohr'un Kopenhag kuramından daha iyi öngöremiyordu; ama Schrödinger kuantum sıçramalarından daha fazla gözlemlenebilir olmamasına karşın, gerçek dünyada görülebilecek olan bir etkiye benzer bir mekanik açıklamaya dayanıyordu. Max Planck ve yaşamının sonuna kadar Kopenhag yorumuna çok kuşkucu yaklaşan ve fark edilebilir bir fiziksel nedeni olmayan o "uzun erimli hayalet etkilerinden" çekinen Albert Einstein onun arkasındaydı.

Gerçekten de, Einstein Schrödinger'in Kopenhag yorumunun geçersizliğini göstermeyi amaçlayan bir düşünce deneyini önerdiği "Kuantum Mekaniğinin Şu andaki Durumu" başlıklı 1935 makalesini okumuş ve onaylamıştı.

> Bir kedinin şu (kedinin müdahale edemeyeceği şekilde ayarlanan) düzenekle birlikte çelik bir kutuya kapatıldığını tasavvur edin: bir Geiger sayacının içinde çok küçük, bir saat içinde bir molekülün belki bozunacağı ama aynı olasılıkla belki de bozunmayacağı bir radyoaktif malzeme parçası var; eğer bozunma olursa, sayacın tüpü boşalır ve bir röle aracılığıyla küçük bir hidrosiyanik asit şişesini kıracak bir çekici harekete geçirir. Eğer bu sistem bir saatliğine kendi haline bırakılırsa, bir atomun bozunmaması durumunda kedinin hayatta olduğunu söyleyebilirsiniz. Tüm sistemin ψ-fonksiyonu bunu, içinde yaşayan ve ölü kedilerin eşit oranda karışmış ve bulaşmış durumda bulundurarak ifade eder.
>
> Bu vakaların tipik özelliği, özgün olarak atom alanında kısıtlı bir belirsizliğin makroskobik bir belirsizliğe dö-

> nüştürülmüş olması ve bunun da doğrudan gözlemle çözülebilmesidir. Bu bizim bir "bulanık modelin" gerçekliği betimlediğini safdillilikle kabul etmemizi engeller. Kendi içinde hiçbir belirsiz ya da çelişkili bir şey içermez. Sallantılı ya da odaklanmamış bir fotoğrafla bulutların ya da sis tabakasının fotoğrafı arasında bir fark vardır.[15]

Diğer bir deyişle, Schrödinger kuantum kuramının "atomaltı" adı verilen uygun bir dolaba ayrılamayacağını inanmayı sürdürüyordu. Bize elektronların hareketleri üzerine hangi mesaj aktarılıyor olursa olsun, aynı mesaj gerçekliğin geri kalanı için de aktarılıyordu.

Einstein da aynı fikirdeydi. Makalenin ilk müsveddelerinden birini okuduktan sonra, Schrödinger'e şunları yazdı: "Kediniz tamamen aynı fikirde olduğumuzu gösteriyor... Hem yaşayan hem de ölü kediyi içeren bir kutu işlerin gerçek durumunun bir betimlemesi olarak kabul edilemez."[16]

Otuz yıl önce, kuantum kuramı diye bir şey yoktu; artık iki güçlü, iyi desteklenmiş kuantum kuramı vardı ve her ikisinin de pek çok destekçisi bulunuyordu.

Schrödinger'in 1944 tarihli kitabı *What is Life?* bu iki kuram arasındaki mücadeleden doğdu. Kitapta, Schrödinger kuantum fiziğiyle biyoloji arasındaki çakışmadan, kendimiz hakkındaki araştırmayla kozmos hakkındaki araştırma arasındaki ortak noktalardan söz ediyordu. Kuantum kuramını yörüngedeki elektronların davranışını açıklamak için kullanan Schrödinger bu davranışın kimyasal bağların oluşmasını nasıl etkilediğini ve bu kimyasal bağların da hücre davranışını, genetiği, evrimsel biyolojiyi nasıl etkilediğini göstermişti.

Julian Huxley ve Ernst Mayr'ın çalışmaları gibi, *What is Life?* da bir sentezdi: kuantum kuramının sadece uzun erimli hayalet etkilerinden ibaret *olmadığını* gösterme yolunda bir çaba. Başarısı, kitabı okuduktan sonra bundan ilham alıp

---

[15] Erwin Schrödinger, "The Present Situation in Quantum Mechanics," çev. John D. Trimmer, *Proceedings of the American Philosophical Society*, November 29, 1935, 328.

[16] Gribbin, *Erwin Schrödinger*, 133.

biyoloji araştırmalarına dönen fizikçi sayısıyla ölçülebilir. Schrödinger'in yaşamöyküsü yazarı Walter Moore, "Kuşkusuz moleküler biyoloji *What is Life?* olmadan da gelişecekti," diye yazar, "ama bu, daha yavaş bir tempoda ve en parlak birkaç yıldızı olmadan olacaktı. Bilim tarihinde kısa bir yarı-popüler kitabın büyük bir araştırma alanının gelecekteki gelişimini etkilediği başka bir örnek yoktur."[17]

"Yarı-popüler" uygun bir nitelemedir; *What Is Life?* devrim yaratan bir yirminci yüzyıl kuantum kuramı çalışması değildir. Saf kuantum kuramı büyük ölçüde fizikçiler dışında pek kimsenin giremeyeceği bir konudur. Doğrusu, fizik dağların tepesindeki bir koşuşturmacaya benzeme tehlikesi taşımaktadır, buluşları, yalnızca çok az kişinin nefes alabileceği kadar az havanın bulunduğu bir matematiksel dilde ifade edilmektedir.

Ama Schrödinger için, kuantum mekaniği duyularımızın ulaşabileceği bir gerçeklikten söz edebilmeliydi. Er ya da geç, kuantum mekaniği kediyi etkileyecekti.

MAX PLANCK
"The Origin and Development of the Quantum Theory"
(1922)

Planck'ın Nobel ödül töreni konuşmasının yazılı sürümü olan kısa deneme kuantum kuramının gelişmesi ve erken dönem güzergâhı üzerine büyüleyici bir bakış sunar. H. T. Clarke ve L. Silberstein tarafından gerçekleştirilen özgün İngilizce çevirisi internette yaygın bir şekilde bulunabilir, karton kapak basımları da vardır.

Max Planck, "The Origin and Development of the Quantum Theory," çev. H. T. Clarke ve L. Silberstein, Clarendon Yayınları (e-kitap, 1922; karton kapak basımı için, Forgotten Books, 2013, ISBN 978-1440037849).

[17] Walter J. Moore, *Schrödinger: Life and Thought* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1992), 404.

ERWIN SCHRÖDINGER
What Is Life?•
(1944)

Standart sürümü Cambridge Üniversitesi Yayınları tarafından yayımlanmıştır ve Schrödinger'in bilinç üzerine kısa denemesi olan "Mind & Matter"ı da içerir.

Erwin Schrodinger, *What Is Life?: The Physical Aspect of the Living Cell; with, Mind & Matter; & Autobiographical Sketches*, Cambridge Üniversitesi Yayınları (karton kapak ve e-kitap, 1992, ISBN 978-1107604667).

• Bu kitabın Türkçe çevirisi: Erwin Schrödinger, *Yaşam Nedir?* çev. Celal Kapkın, Evrim Yayınevi.

YİRMİ YEDİ

BÜYÜK PATLAMANIN ZAFERİ

Başlangıç sorununa geri dönüş ve sonu düşünmek

Nebulaların hepsi bizim yıldız sistemimizden uzaklaşıyorlardı, hızları da uzaklıkla orantılı olarak artıyordu.

—Edwin Hubble, *The Realm of the Nebulae*, 1937

Evrenin doğasının sürekli bir yaratı gerektirdiğini düşünmek zorunda hissediyorum kendimi; yeni ardalan malzemesinin sürekli yaratılmasını.

—Fred Hoyle, *The Nature of the Universe*, 1950

Başlangıçta, bir patlama vardı.

—Steven Weinberg, *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe*, 1977

Quantum fizikçileri giderek daha içerilere bakarken, astronomlar da gözlerini göklere, daha dışarılara dikmişlerdi.

Bir kez daha, Einstein'ın çalışması süregiden soruşturmaların şekillenmesine yardımcı oluyordu. Eğer genel görelilik geçerli bir kuramsa, üç olgu gözlemlenmeliydi. Birincisi, Merkür'ün perihelyonu zaman içinde belli bir noktaya kaymış olmalıydı; Einstein bunu şahsen göstermişti.* İkincisi, yıldız ışığı güneşi geçerken bükülmeliydi; Arthur Eddington bükülmeyi 1919'da ölçmüştü.

* İzleyen birkaç yılda, onun hesaplamaları başka fizikçiler tarafından tartışılacak, ama konumlarını koruyacaklardı.

Üçüncüsü de öngörülen kırmızı kayması vardı.

Einstein'dan kırk yıl önce, Britanyalı astronom William Huggins yıldız ışığındaki dalga boyu değişmelerini kullanarak yıldızların hem yerküreden uzağa hem de yakına doğru hareket ettiklerini göstermişti: Doppler etkisinin görsel sürümü.* Eğer Einstein'ın genel görelilik kuramı doğruysa, astronomlar güneş gibi büyük cisimlerden gelen çok özgül bir dalga boyu değişikliği türü fark edebilmeliydiler. Kütle uzay-zamanı büker, bu da ışık parçacıklarının uzaklaşmak için daha fazla çaba sarf etmeleri gerektiğini gösterir; sanki parçacıklar yatay bir satıhta kayacaklarına düzenli, eğik bir yüzeyde çırpınıyorlarmış gibi. Parçacıklar daha fazla enerji harcadıkları için (aslında daha uzun bir mesafe kat ettikleri için) ışınımları da daha düşük bir frekansa kayar; görsel olarak, tayfın kırmızı yanına doğru.

Bu "kırmızıya kayma"yı fark etmek, Einstein'ın da düşündüğü gibi, kolay değildi. "Güneş ışığının tayf çizgileri, yerkürenin ışık kaynaklarının tayf çizgilerine göre bir şekilde kırmızıya doğru bir kayma göstermelidir," diye yazmıştı, "[ama] kütleçekim potansiyelinden kaynaklanan etkinin gerçekten var olup olmadığını bulmak zordur." 1916 sonrası onyıllarda, hem güneş hem de Venüs'ten gelen ışıkta kırmızıya kaymayı göstermek için birçok girişimde bulunuldu, ama bilim insanları verinin yorumlanması üzerine tartıştılar. Britanyalı astronom John Evershed 1919'da, "Güneşteki Einstein kaymasının lehinde ya da aleyhinde karar vermenin güçlüğü, bizatihi kanıtların çelişkili doğasında yatar," sonucuna varmıştı; ne de olsa, kırmızıya kayma basınç, ısı, ya da (Huggins'in göstermiş olduğu gibi) hareketten de kaynaklanmış olabilirdi.[1]

Kırmızıya kayma sorunu ve kararsız test sonuçları Einstein'ın görelilik kuramını yıllarca rahatsız etmişti. Ama kır-

---

* Bkz, Bölüm 25.

1 Robert Bless, *Discovering the Cosmos* (University Science Books, 1996), 527; Jeffrey Crelinsten, *Einstein's Jury: The Race to Test Relativity* (Princeton Üniversitesi Yayınları, 2006), 48, 177–78; John Earman, Michel Janssen ve J. D. Norton, der., *The Attraction of Gravitation: New Studies in the History of General Relativity* (Center for Einstein Studies, 1993), 161–63.

mızıya kaymayı ölçmek astronomi ölçümlerinin standart bir parçası haline geldi. Ve 1930'larda astronom Edwin Hubble kırmızıya kaymayı ölçüyordu ki, hesapları onu yeni bir sonuca vardırdı.

Evren, evvelce sandığımızdan çok, çok daha büyüktü. Ve Albert Einstein'ın da şahsen düşündüğü gibi, istikrarlı ve sabit bir durumda da değildi.

On beş yıl önce, genç Edwin Hubble, *nebula* (Latince "sis" anlamında) adı verilen bulanık gök lekelerinin fotografik incelemesi üzerine doktora tezini tamamlıyordu. Nebulalar yüzyıllardır gözlemleniyordu ama teleskopların kısıtlı erimi bunların tam olarak nerede ve ne olduklarının görülmelerini olanaksız kılıyordu. Hubble nebulaları fotoğraflamak için son model 61 cm bir aynalı teleskop kullanmış ama belli bir hassaslıkla yerlerinin haritasını çıkartmış olmasına karşın bu ışıklı bulutların ne olduğu konusunda yalnızca spekülasyonlarda bulunabilmişti.

Spekülasyonları çok radikaldi: "Belki de," diye yazmıştı, "biz 'galaksi' kümeleri görüyoruz."[2]

O ana kadar bilim insanları yalnızca bir tek galaksi biliyorlardı: bizimki. Samanyolu Yunanlar tarafından adlandırılmıştı (*Kyklos galaktikos*, "Sütlü daire")* ve Galileo'dan bu yana sayısız yıldız içerdiği biliniyordu. Ama bunun sınırlarının ötesinde (her neredeyse) ne bulunduğuna dair pek az şey biliniyordu. Galaksi *evren*le eşdeğer de olabilirdi.

Kimi astronomlar bizimkinin dışında başka galaksiler ya da "ada evrenler" olabileceğini düşünmüştü ve Hubble'ın teleskop gözlemleri de bu nebulaların o galaksiler olabileceğini

---

[2] Robert William Smith, *The Expanding Universe: Astronomy's "Great Debate," 1900–1931* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1982), 112–13; Jay M. Pasachoff ve Alex Filippenko, *The Cosmos: Astronomy in the New Millennium*, 4. basım. (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2014), 414; David Levy, der., *The Scientific American Book of the Cosmos* (St. Martin's Yayınları, 2000), 60.

* Samanyolunun İngilizce (Milky Way), Almanca (Milchstraße) ve Fransızca (Voie Lactée) adları bu nedenle hep aynı anlamdadır: Sütlü Yol –çn.

düşünmesine yol açmıştı. Ama fotoğraflar kesin sonuç verecek gibi değildi ve Birinci Dünya Savaşı araştırmalarını kesintiye uğratmıştı. Doktorasını aldıktan hemen sonra, Hubble Birleşik Devletler ordusuna katıldı ve denizaşırı göreve gitti.

Savaşı fiilen çatışmalara hiç katılmayan bir tümende geçirdi ve ateşkesin hemen ardından astronomi çalışmalarına geri döndü. Bu kez California'daki Mount Wilson Gözlemevinde bir iş bulmayı başardı; burası dünyadaki en büyük teleskop olan yepyeni 2,5 m'lik bir teleskopla övünen bir yerdi. Burada, ilk kez olarak, bir nebulanın içini görebildi.

1923'te nebulanın içinde M31 adı verilen çok özgül bir nesne türü belirledi: bir Sefe değişkeni, düzenli bir şekilde parlayıp sönükleşen bir yıldız. Henrietta Leavitt (Radcliff mezunu ve yirminci yüzyıl başlarında astronomiyle uğraşan çok az kadından biri) ve Harlow Shapley (Hubble'ın doğal bir düşmanı; iki adam rakiptiler ve yapısal olarak birbirlerinden nefret etmeye eğilimliydiler) adlı iki astronom Sefe değişkeni yıldızlara olan mesafenin ölçülebilmesi için bir yönteme öncülük etmişlerdi.[#] Onların kıstaslarını kullanarak, Hubble M31'deki Sefe değişkeninin dünyadan uzaklığını 930.000 ışık yılı[##] olarak hesaplamıştı; Samanyolunun boyutlarının o zamana kadar olan tahminlerinin çok çok uzağında.

Sonuç açıktı, ya Samanyolu olanaksız büyüklükteydi ya da M31 nebulası galaksimizin dışındaydı.[3]

Hubble'ın bunu izleyen on yıl içinde devam eden nebula gözlemleri, titizlikle araştırdığı ve belgelediği çalışmalarını sunduğu *The Realm of the Nebulae* (1937) başlıklı araştırma-

---

[#] Herhangi bir yıldızın uzaklığını ölçmek kolay gibi duruyor, ama değildir. Gök cisimlerini ölçmenin tarihsel gelişimi ilginçtir, ama konumuz dışındadır; daha ayrıntılı ama teknik olmayan bir anlatı için, *bkz.*, Kitty Ferguson *Measuring the Universe: Our Historic Quest to Chart the Horizons of Space and Time* (Walker, 1999).

[##] Einstein ışık hızını bir sabit olarak belirlemişti, böylece, bir ışık yılı (ışığın Jülien yılda, yani 365,25 günde kat ettiği mesafe) 9.460.730.472.580,8 km. olarak hesaplanabilir.

[3] Levy, *Scientific American Book*, 100; Giora Shaviv, *The Synthesis of the Elements: The Astrophysical Quest for Nucleosynthesis and What It Can Tell Us about the Universe* (Springer, 2012), 211–13.

sıyla sonuçlandı: tüm kozmosa yalnızca M31 değil, *kırk dört bin başka galaksi* ("ada evren") yayılmıştı. Bu astronomlar Jay Pasachoff ve Alex Filippenko'nun sözleriyle, bir tür Kopernik devrimiydi. Kopernik yerkürenin yalnızca birçok başkası gibi bir yıldızın yörüngesindeki bir gezegen olduğunu göstererek bizi şaşırtmıştı; Hubble da Samanyolunun "yalnızca Evrendeki birçoklarının içinde bir galaksi" olduğunu göstermişti. Galaksimiz bir daha hiç *olup biten her şeyle* denk tutulmayacaktı. Şeylerin büyük düzeninde, o kadar küçük olmuştuk.[4]

Üstelik bu Hubble'ın vardığı en şaşırtıcı sonuç bile değildi. 1937'de, "Nebulalardan bize erişen ışık," diyordu, galaksiler için kullanmayı sürdürdüğü terimle," aldığı yolla orantılı olarak kırmızıya kayar. Bu olgu... nebulaların hepsinin bizim yıldız sistemimizden, uzaklıklarıyla doğrudan orantılı hızlarla uzaklaştıklarının kanıtıdır." Kırmızıya kayma zorunlu olarak Einstein'ın genel görelilik kuramını doğrulamıyordu (bu doğrulama, laboratuvarda üretilmiş ve *tekrarlanabilir* olarak 1959'a kadar gelmeyecekti), ama biraz da beklenmedik bir olguyu ortaya çıkartmıştı. Bu kırk dört bin galaksinin hepsi hareket ediyordu ve bu da Hubble'ın, ışıklarındaki kırmızıya kayma sayesinde, ölçebileceği bir şeydi.[5]

Hubble'ın hassas gözlemleri bu genişlemenin bir formülünü oluşturmasını sağladı: Hubble Sabiti, ya da H_o. Hubble sabitini galaksinin uzaklığıyla (D) çarpınca, galaksinin hangi hızla uzaklaştığı bulunuyordu (V):

$$V=H_o \times D$$

Diğer bir deyişle, bir galaksi ne kadar uzaklaşmışsa, o kadar hızlı ilerliyordu.[6]

---

[4] Pasachoff ve Filippenko, *Cosmos*, 416; William McCrea, "Astronomical Achievements Out of This Galaxy," *New Scientist* 98, no. 1354 (21 Nisan 1983): 174.

[5] Edwin Hubble, *The Realm of the Nebulae* (Yale Üniversitesi Yayınları, 1982), 21; Michio Kaku, *Einstein's Cosmos: How Albert Einstein's Vision Transformed Our Understanding of Space and Time* (W. W. Norton, 2004), 209.

[6] Kenneth R. Lang, *Astrophysical Formulae*, cilt 2, *Space, Time, Matter and Cosmology*, 3. basım. (Springer, 2006), 107.

Hubble, "Bu açıklama," diye yazmıştı, "kırmızıya kaymaları Doppler etkileri olarak yorumlar, yani fiili uzaklaşma hareketi gösteren hız kaymaları olarak. Temkinli bir şekilde, daha soruşturulması gerektiğini ekliyordu:

> Nebula kırmızıya kaymaları... çok büyük ölçeklerde olmaları dolayısıyla deneyimimizde yenidir ve aşina hız-kaymaları olarak geçici yorumlarının deneysel doğrulanması çok arzulanan bir şeydir. Eleştirel testler en azından ilkesel olarak mümkündür, çünkü hızla uzaklaşan nebulalar aynı uzaklıktaki sabit nebulalardan daha soluk görünmelidir... Kırmızıya kaymanın yorumlanması böylece en azından kısmen deneysel soruşturmanın erimi içindedir.[7]

Diğer bir deyişle, bu kuantum fizikçilerinin gerçekleştirdiğiyle aynı türden bilim değildi; kırmızıya kayma *görülebiliyordu* ve daha iyi teleskoplar bunları daha da görünür kılacaktı. "Ada evrenleri" kanıtlanabileceği gibi, kozmosta yolculuk ediyorlardı.

Biraz daha kuramsal olan soru şuydu: *Neden?*

Bu noktada Hubble daha temkinliydi. *The Realm of the Nebulae* içinde sözlerini şöyle bağlar: "Uzayın keşfi bir belirsizlikle sona erer. [Yerküreyle olan] uzaklığın artmasıyla, bilgimiz solar, üstelik hızla. Sonunda sönük sınıra ulaşırız: teleskoplarımızın en ileri sınırına. Orada, gölgeleri ölçeriz ve hayaletsi ölçüm hataları arasında bundan pek de somut olmayan kilometre taşlarının peşine düşeriz." Ama tereddütle bir açıklamada bulunur: Galaksiler hareket ediyor, çünkü evren genişliyor.[8]

Bu kuram Hubble'a özgü değildi. 1922'de genç Rus fizikçi ve matematikçi Alexander Friedmann Einstein'ın genel görelilik kuramının evrenin düzenli bir şekilde dışarıya doğru genişlemesini gerektirdiğini önermişti.[#] Üç yıl sonra, Friedmann

---

[7] Hubble, *Realm of the Nebulae*, 122.

[8] *A.g.e.*, 201-2.

[#] Daha ayrıntılı bir açıklama ve ilgili denklemler için, şu kitabın ilk iki bölümüne *bkz.*, Helge Kragh, *Cosmology and Controversy: The Historical Development of Two Theories of the Universe* (Princeton Üniversitesi Yayınları, 1996), 3vd.

tifodan öldü, çalışmaları da yarım kaldı; ama 1927'de Belçikalı astronom George Lemaître aynı sonuca vardı.

Einstein her iki makaleyi de okumuş, ama ikna olmamıştı. Kuramlarının sonlu miktarda madde içermesi ve statik olması, yani değişmeden sabit kalması koşuluyla daha anlamlı olacağını düşünüyordu. Evren sonsuz görünüyorsa, bu uzay ve zamanın eğikliğinden kaynaklanan bir yanılsamaydı. (Lemaître'e yazdığı mektupta, "Hesaplarınız doğru, ama fiziğiniz berbat," demişti.)[9]

Ama şimdi, ilk kez olarak, görünür kanıtlar konuyu gündeme taşıyordu. Einstein Mount Wilson Gözlemevine gitti, Hubble'la görüştü, Hubble'ın sonuçlarını gözden geçirdi, 2,5 m'lik teleskoptan baktı ve fikrini değiştirdi. Onu dinlemek üzere toplanmış California'lı bir dinleyici topluluğuna, "Uzak nebulaların kırmızıya kayması, bir çekiç darbesi gibi eski inşalarımı parçaladı," dedi.[10]

1930'ların sonunda astronomlarla fizikçilerin çoğunluğu Einstein'la aynı görüşteydi: evren sabit değildi, genişliyordu. Bunun geçmiş durumu konusunda da sonuçları olacaktı. Hesaplamalarını geriye doğru takip eden Lemaître, şu mantıki sonuca varmıştı: eğer evren düzenli şekilde genişliyorsa, bir noktada çok daha küçük olmalıydı. Doğrusu, sürecin *başlangıcına* kadar geri dönülürse, evrendeki tüm maddenin bir noktaya sıkı sıkıya toplanmış olduğu bir "sıfır" saatinin olması lazımdı.

O anki fizik yasalarıyla, bu noktayı açıklamak ya da nasıl davranacağını öngörmek hatta *ne* olduğunu anlamak mümkün değildi. Bu durumda Lemaître matematikten bir terim ödünç aldı: bu bir *tekillikti*, bildiğimiz dünyaya egemen olan kuralların geçerli olmadığı bir yer.[11]

---

9 Kaku, *Einstein's Cosmos*, 123–35; Helge Kragh, *Cosmology and Controversy: The Historical Development of Two Theories of the Universe* (Princeton Üniversitesi Yayınları, 1996), 29–31; David Topper, *How Einstein Created Relativity Out of Physics and Astronomy* (Springer, 2012), 168.

10 Kragh, *Cosmology and Controversy*, 34; Topper, *How Einstein Created Relativity*, 174.

11 Robert M. Wald, *General Relativity* (Chicago Üniversitesi Yayınları, 1984), 213.

Bu açıklama yokluğundan çok daha fazla bir açıklama değildi: evreni açıklayamayacağı bir noktaya erişen Lemaître, bunun yerine açıklama yokluğunu koymuş ve boş noktaya bir isim takmıştı. 1931'de boşluğu doldurmak için kuantum kuramından ödünç almaya kalkıştı. *Nature* dergisine, "Eğer dünya bir tek kuantumla başladıysa," diye yazmıştı,

> Uzay ve zaman mefhumlarının başlangıçta bir anlamı olmayacaktı; akla uygun bir anlama sahip olmaları ancak özgün kuantum yeterli sayıda kuantuma bölündüğünde başlayabilirdi. Eğer bu önerme doğruysa, dünyanın başlangıcı uzay ve zamanın başlangıcından biraz önce olmuş olmalıdır.[12]

Bu şapkadaki tavşan konumundaki tekilliği saf dışı bırakıyordu, ama Lemaître'in kuantumu, bir şekilde şu anda evrende bulunan bütün maddeyi içeren ve dışarıya doğru genişlemeye başlayarak uzay ve zamanı üreten "en eski atom" kolay açıklanır şey değildi: Lemaître, özür dilercesine, "Bu fikri ayrıntılarıyla takip etmek zor olabilir," diyordu.

Bunun yetersiz bir ifade olduğu görülecekti. Çözülmesi gereken tek sorun tekillik de değildi. Evren düzenli bir şekilde dışarıya doğru genişliyorsa (ve bunun uzunca bir süredir yapıyorsa), merkezde *incelmesi* gerekmiyor muydu? Uzaklaşan galaksiler eninde sonunda görülemeyecekleri kadar uzaklaşacaklarına göre, uzak gelecekteki bir gözlemci kendisini boş uzayın ortasında bulmayacak mıydı?

1948'de, Yorkshire doğumlu astronom Fred Hoyle "incelen evren" sorununu ele aldı ve aynı zamanda Lemaître'in en eski atomunu da yok etti. On milyar yılda, diyordu, kuramsal bir gözlemci şimdi gördüğümüz sayıda galaksi görecekti, çünkü

> görebileceğimiz uzaklığı aştıkları için kaybolanları telafi etmek üzere ardalan malzemesinden yeni galaksiler oluşacaktı. İlk bakışta bunun sonsuza kadar devam etmeyeceği düşünülebilirdi, çünkü ardalanı oluşturan malzeme

[12] Harlow Shapley, der., *Source Book in Astronomy, 1900–1950* (Harvard Üniversitesi Yayınları, 1960), 363.

> tükenecekti. Bunun böyle olmamasının nedeni, sürekli bir şekilde birleşip yeni galaksiler oluşturan ardalan malzemesini telafi edecek yeni maddenin ortaya çıkmasıdır... Evrenin doğasının sürekli bir yaratı gerektirdiğini düşünmek zorunda hissediyorum kendimi; yeni ardalan malzemesinin sürekli yaratılmasını.[13]

Hoyle "sürekli yaradılış" modelinin Lemaître'in açıklamasından daha bilimsel olduğunu öne sürüyordu. 1949 yılındaki, çok kişinin dinlediği bir radyo konuşmasında, "Evrendeki bütün maddenin çok geçmişteki belli bir zamanda bir tek büyük patlamayla yaratıldığı varsayımı... gözlemsel gerekliliklerle çelişkilidir," diye ısrar ediyordu. "Bu büyük patlama varsayımı... bilimsel terimlerle betimlenemeyecek akıldışı bir süreçtir."[14]

Otuz dört yaşındaki, Cambridge'deki astrofizik kürsüsünde dört yıldır görev alan Hoyle'un hitabet yeteneği vardı. Lemaître'in en eski atom varsayımı taraftarları derhal önerilen genişlemenin ne büyük (aslında, çok küçük olarak başlamıştı), ne de patlama (patlama yoktu, yalnızca uzayda düzenli bir genişleme vardı) olmadığını öne sürdüler. Ama "Büyük Patlama" (Big Bang) terimi kaldı.

1950'de Hoyle kendi "sürekli yaradılış" kuramını *The Nature of the Universe* adlı iyi yazılmış, çekici bir kitapta anlattı. Büyük patlamaya tutarlı bir seçenek sunuyordu: bir tekillikten ya da (henüz tanımlanmamış) bir kuantumdan kaynaklanacağına, evren bir "kararlı hal"deydi. Evrenin bir başlangıcı yoktu, sonu da olmayacaktı; minik miktarlarda madde (yalnızca kilometre küpte birkaç atom) sürekli oluşuyordu; evrenin genişlemesi ve var olan parçacıklarının arasında yeni maddenin yaratılması ebediyen devam edecekti.[15]

---

[13] Milton K. Munitz, der., *Theories of the Universe: From Babylonian Myth to Modern Science* (Free Yayınları, 1957), 425. Alıntı Hoyle'un 1948 tarihli bilimsel makalenin 1950'deki popülerleştirilmiş halindendir.

[14] Simon Mitton, *Fred Hoyle: A Life in Science* (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2011), 128–29.

[15] Topper, *How Einstein Created Relativity*, 180.

Açıkça, bu kuramın da kendine has zorlukları vardı. Ama Hoyle'un da şahsen belirttiği gibi, Lemaître'in varsayımındakilerden daha ölümcül değillerdi. Maddenin sürekli yaratılması, *bütün* maddenin bir seferde ortaya çıkmasından daha az olası değildi.

The Nature of the Universe hem muazzam bir popülerlik hem de geniş bir bilimsel destek topladı. Daha çok fizikçi ve astronom ağırlıklarını en eski atom kuramının arkasına koydular, ama bu küçük bir çoğunluktu. Her iki öneri de bazı olguları açıklıyor, ama başkalarını da açıklayamıyordu. Eninde sonunda, her ikisi de beklenmedik bir tavşanı görünmez bir şapkadan çıkartıyorlardı. Madde *belirmişti*. Bir şekilde.

Ama kararlı hal kuramının büyük bir avantajı vardı: geçmişin herhangi bir anında bilinen tüm fizik yasalarının terk edilmesini gerektirmiyordu.

Fiili ispatların yokluğunda, hem en eski atom destekçileri hem de kararlı hal düşünürleri kaçınılmaz olarak işi metafiziğe bağlıyorlardı: ayet ve sure numarası vermeden, kökenleri ve ilk ilkeleri tartışıyorlardı.

Ama doğrulama çabaları devam etti. *The Nature of the Universe* kararlı hal kuramını genel okuyucuya sunmadan iki yıl önce, Rus fizikçi –Büyük patlamanın kararlı destekçisi– George Gamow kısa ama iyi karşılanan bir makaleye ortak yazarlık etmiş, gözlemlenebilir evrendeki kimyasal elementlerin dağılımının ancak evren ilksel, süper yoğun, erimiş bir tekillikten düzenli bir şekilde dışarıya doğru genişlemesi durumunda açıklanabileceğini öne sürmüştü. Kısa süre sonra, Gamov'un alt-ortak yazarlarından Ralph Alpher sonuçları daha da ileriye götürmüş ve süper yoğun başlangıç noktası genişledikçe tekilliğin muazzam ısısının yayılacağını öne sürmüştü.* Ama bu ısının bir kısmı hala evrenin etrafından yayılacaktı; artık mikrodalga ışınımı, kozmostaki kararlı ardalan varlığı, "en eski

* Daha ayrıntılı ve okunabilir bir anlatı Gamow'un 1952 yılında yayımladığı, ilgili, uzman olmayan kişilere hitap eden ve 2012'de Dover Publications tarafından e-kitap olarak yeniden yayımlanan kitabı *The Creation of the Universe*'de bulunabilir.

ateş topunun" (belli ki Hoyle'un hitabet gücünden bir şeyler öğrenmiş olan daha sonraki bir araştırmacının terimi) saptanabilir kalıntısı.[16]

Bu ardalan kozmik uğultu belli *türde* bir ışınım olacaktı. "Planck tayfında" olacaktı; karakteri yalnızca sıcaklık tarafından belirlenecekti ve elektromanyetik ışınlar izotropik (her yönde aynı) olacak, belli bir *cisim* tarafından yayılmayacaklardı. Kararlı halde bir sistem bu türden ışınımı açıklayamazdı.

Varsa tabii.

Kozmik ardalan ışınımı *The Nature of the Universe* yayımlandıktan on beş yıl sonrasına kadar kuramsal düzeyde kaldı. 1965'te Princeton'dan astrofizikçi Robert Dicke ve takımı kozmik ardalan ışınımını belirleyecek kadar hassas bir alıcı inşa etmeye çalışıyorlardı; aynı zamanda, 30 mil ötede, Bell Laboratuvarları için çalışan iki fizikçi, Arno Penzias ve Robert Wilson son sistem mikrodalga antenleriyle açıklanamayan parazitler almaya başladılar. Ortak bir tanıdıkları aracılığıyla (tesadüfen) tanışan Princeton ve Bell bilim insanları paraziti çözümlediler. Gamow'un artık kozmik ışınımı olabilmek için doğru tayftaydı; Gamow'un kuramının ima ettiği gibi, izotropikti; kozmolojik kuramı Büyük patlamadan yana döndürmek için terazinin kefesine atılan ilk çakıl taşıydı.[17]

İzleyen birkaç yılda, bu kozmik ardalan ışınımının birçok ölçümü varlığını onayladı, sıcaklığını doğruladı ve tayfını berraklaştırdı. Kararlı hal kuramı bir sabah sefasından daha hızlı soluyordu. O sıralarda ilk bilim diplomasını tamamlamakta olan saygın fizikçi ve astronom Woodruff Sullivan, "1960'ların astronomi topluluğunun çoğunluğunun nezdinde, kararlı hal kuramının tesadüfi bir buluş tarafından öldürülmüş olması bana çok dikkat çekici gelmiştir," demişti. "Rakip kuramın az

---

[16] Mitton, *Fred Hoyle*, 116; Ralph A. Alpher and Robert Herıman, "'Big-Bang' Cosmology and Cosmic Blackbody Radiation," *Modern Cosmology in Retrospect içinde*, der. B. Bertotti vd. (Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1990), 147.

[17] Charles Seife, *Alpha and Omega: The Search for the Beginning and End of the Universe* (Penguin, 2004), 47; N. Mandolesi and N. Vittorio, der., *The Cosmic Microwave Background: 25 Years Later* (Kluwer Academic, 1990), 20–24.

bilinen, hiçbir zaman vurgulanmayan bir öngörüsünün gerçekleşmesi yüzünden ölmüştür."[18]

Fred Hoyle kararlı hal evrenini savunmayı sürdürdü. Kozmik ardalan ışınımının varlığı onu bu sinir bozucu tekillikle, tüm gözlemlenebilir fizik yasalarının inatçı ve şiddetli ihlaliyle daha rahat kılmamıştı. Yalnız değildi. Maryland Üniversitesi fizik bölüm başkanı Dennis Sciama 1967'de kozmik ardalan ışınımından yakındı: "İlave etmeliyim ki," demişti bir lisansüstü sınıfına, "benim için kararlı hal kuramının kaybı büyük bir üzüntüye neden olmuştur. Kararlı hal kuramı, açıklanamayan bir nedenle evrenin mimarının gözünden kaçmış gibi duran bir kapsama ve güzelliğe sahiptir. Evren aslında yarım yamalak bir iştir, ama sanırım elimizden geleni yapmalıyız."[19]

1960'ların sonlarında, fizikçiler ve astronomlar kitlesel olarak (yirmi beş yıl sonra hâlâ çalıştırma umuduyla kararlı hal kuramında ayarlamalar yapan Hoyle dışında) dönmüşlerdi. Büyük patlama muzaffer olmuştu: ne büyüktü ne de bir patlamaydı, ama inatla evrenin başlangıcında oturuyor, yasalarına uymayı reddediyordu.

Genel okuyucu kitlesinin katılması için birkaç yıl daha geçmesi gerekti. Kozmik ardalan ışınımı anlaşılması o kadar da kolay olan bir şey değildi. Çok özel cihazlarla ancak saptanabiliyordu, sadece çok ileri ve anlaşılmaz matematikle açıklanabiliyordu. Varlığının nedenlerini kavramak güçtü. Kararlı hal kuramının o kadar inandırıcı olmasının nedeni kısmen, Hoyle'un bunu çok iyi takdim etmesine bağlıydı. Evrenin süper yoğun, sıcak bir tekillikten genişlemesi de aynı düzeyde becerikli bir popülerleştiriciye gereksinim duyuyordu.

O da 1977'de ortaya çıktı: iki yıl sonra Nobel ödülünü kazanacak olan New Yorklu kuramsal fizikçi Steven Weinberg. Weinberg kozmik ardalan ışınımıyla ilgili yoğun ve çok teknik çalışmalar sürdürürken, bir yandan da *The First Three Minutes*'ı yazıyordu. Ama akademik üsluptan popüler üsluba başarılı bir şekilde geçti. Hoyl gibi, onun da benzetmelere yeteneği vardı ("Eğer kötü niyetli

[18] Bertotti vd., *Modern Cosmology in Retrospect*, 344.

[19] Frank Durham ve Robert D. Purrington, *Frame of the Universe* (Columbia Üniversitesi Yayınları, 1983), 208.

bir dev güneşi ileri geri sallarsa, yerküredeki bizler bunun etkilerini sekiz dakika sonra, bir dalganın güneşle yerküre arasındaki mesafeyi ışık hızında kat edeceği sürede hissederiz") ve evrenin erken döneminin bilimini çekici bir öykü haline getirmeyi başarmıştı. *The First Three Minutes* evrenin genişlemesi üzerine ardalan bilgilerini açıkça ortaya koyar, çeşitli açıklamaların (kararlı hal kuramı da dâhil olmak üzere) tarihsel gelişimini gözden geçirir ve kozmik ardalan ışınımının gerekliliğini gösterir.

Büyük Patlamanın geniş okuyucu kitlelerine ulaşan ilk açıklamasıydı ve sıradan okurun kozmoloji ve kuramsal fizik üzerine bunu izleyen on yıl süresince artan ilgisinin katalizörü oldu. Özgün bir öykü için Weinberg tarafından yaratılan ve birçok başka kitap (John Gribbin'den *In Search of the Big Bang: Quantum Physics and Cosmology* [*Büyük Patlamanın Peşinde: Kuantum Fiziği ve Kozmoloji*], Heinz Pagels'den *Perfect Symmetry: The Search for the Beginning of Time* [*Kusursuz Simetri: Zamanın Başlangıcının Peşinde*], James Trefil'den *The Moment of Creation: Big Bang Physics from Before the First Millisecond to the Present Universe* [*Yaradılış Anı: İlk Milisaniyelerden Günümüz Evrenine Büyük Patlama Fiziği*] ve birçok başkası) tarafından beslenen açlık doğrudan Stephen Hawking'in, bu dalgaya atlayıp hepsinden fazla satan *A Brief History of Time*'ına [*Zamanın Kısa Tarihi*] giden yolu açtı. (Fizikçi Paul Davies, Hawking'in kitabını ilk gördüğünde, "Herhalde Büyük Patlama ve sonrası hakkında başka bir kitap değildir," diye düşündüğünü anımsar.)[20]

Gene de, ne kadar devrimci olursa olsun, *The First Three Minutes* tüm köken öyküleriyle aynı sıkıntıları paylaşıyordu. Evrenin başlangıcı hakkında bir inanç sıçramasına ihtiyacı vardı; ve kaçınılmaz olarak, sonu hakkında spekülasyonlara neden oluyordu.

Weinberg kitabın girişinde, "İlk yüzde bir saniyede filan rahatsız edici bir müphemlik var," diye yazmıştı. Daha sonraki, zamanın bu ilk kesiti üzerine bölüm de daha iyisini söylemiyordu:

---

[20] Elizabeth Leane, *Reading Popular Physics: Disciplinary Skirmishes and Textual Strategies* (Ashgate, 2007), 35.

> Büyük ölçüde spekülatif bir kuram yardımıyla, evrenin tarihini zamanda sonsuz yoğunluktaki ana doğru öteleyebildik. Ama bu bizi tatmin etmedi. Doğaldır ki o anın öncesinde, evrenin genişlemeye ve soğumaya başlamasının öncesinde ne olduğunu bilmek istiyoruz... Zamandaki bir mutlak sıfır fikrine alışmak zorunda kalabiliriz, yani geçmişteki, öncesinde ilkesel olarak herhangi bir neden-sonuç zincirini takip etmenin olanaksız olduğu an.[21]

Baconcı bilimin hem sınırları vardı hem de bunların varlığını reddediyordu. Weinberg Büyük Patlamanın kimi özelliklerinin açıklamalara direndiğini teslim ediyor, ama aynı zamanda bunlara karşı mücadele ediyordu. "Rahatsız edici" tüm soruları yanıtlayabilmesi gerektiğini ima ediyordu (Bacon da buna katılırdı). Belirsizliğe pek bir yer bırakmıyordu.

Bu yüzden, *The First Three Minutes* spekülasyona dalsa bile, gayet kesin tınıyla bitiyordu. Hoyle'un önerdiği sürekli yaratılan malzemenin yokluğunda, Weinberg diyordu ki, evren, nihayetinde, genişlemeye son vermelidir; ya sona erecek, soğuk ve karanlıkta solacak, ya da, "bir tür kozmik 'sıçrama' gerçekleştirecek ve yeniden genişlemeye başlayacaktır... sonsuz geçmişe kadar uzanan, herhangi bir başlangıcı olmayan sonsuz bir genişleme ve büzülme tahayyül edebiliriz."

Sonra da Weinberg ara vermeden metafiziğe döner: "Bunların hiçbirinde rahatlama yoktur," diye yazar,

> İnsanların, evrenle özel bir ilişkimiz olduğunu, insan yaşamının, ilk üç dakikaya kadar uzanan bir dizi kazanın az çok mizahi bir sonucu olmadığını düşünmeleri neredeyse kaçınılmazdır.... Evren ne kadar anlaşılır olursa, o kadar anlamsız görünüyor.[22]

Tekillikten anlama geçmek kaçınılmazdır, aynı zamanda da bilim dışı. Rahatlama ve umutsuzluk da, tamamen Bacon-dışıdır.

---

[21] Steven Weinberg, *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe*, 2. basım. (Basic Books, 1993), 8, 149.

[22] *A.g.e.*, 153.

Her ne kadar *The First Three Minutes* kadim bir yaradılış mitosuyla (Norveç'ten *Edda*) Weinberg'in anlatmak üzere olduğu bilimsel öyküler arasındaki tezadı göstermekle başlasa da, aslında iki öykü arasında çarpıcı bir benzerlik vardır. Weinberg'in köken öyküsü öngörülen bir kıyametle ve (kitabın *en* sonunda) bir dersle, insanlığın amacıyla tamamlanır:

> Ama araştırmalarımızın meyvelerinde bir avuntu yoksa da, en azından araştırmanın kendisinde bir teselli bulunur. Erkekler ve kadınlar tanrılar ve devlerin öyküleriyle rahatlamaktan tatmin olmazlar, ya da düşüncelerini yaşamın gündelik işleriyle kısıtlamaktan; aynı zamanda teleskoplarla uydular da inşa ederler ve sonu gelmez saatlerce masalarında oturup topladıkları verilerden anlam çıkartmaya çalışırlar. Evreni anlama çabası insan yaşamını mizah düzeyinin biraz üzerine çıkartan, ona trajedinin zarafetinin bir bölümünü kazandıran çok az şeyden biridir.[23]

Weinberg ustaca fiziksel sorulardan yaşamın anlamına geçmiştir: bu da bilimi yüceltmek ve ebediyen sürdürmektir. Baconcı proje kendi kendine dönüp, kendi kuyruğunu ısırmıştır; deneylerle doğrulanabilecek şeylerin araştırılması olarak başlayan şey, hiçbir zaman dokunulamayacak olan gerçeklerin bulunmasına dönmüştür.

Aşırı kararlı olanlar için...

EDWIN HUBBLE
The Realm of the Nebulae
(1937)

Huble'ın metninin zorluğu, New Scientist'te çıkan toparlayıcı yorumda özetlenmiştir; şöyle der: "Genel okuyucu için yazılmış ciddi, sistemli bir anlatı," ve devam eder, "astronomideki Doktora sözlü sınavındaki zorunlu ilk sorunun, '*The Realm of the Nebulae*'yi okudunuz mu?' olması gerektiği önerilmiştir." Bunlar pek de aynı okuyucu kitleleri değildir ve Hubble'ın

[23] Leane, *Reading Popular Physics*, 18; Weinberg, *First Three Minutes*, 154–55.

nesri ulaşılabilir olandan nüfuz edilemez olana kadar uzanır. Ama, inatçı okuyucu Yale'in yeniden basımında, debelenmeyi haklı gösterecek kadar ilginçlik bulabilir.

Edwin Hubble, *The Realm of the Nebulae* (Silliman Memorial Lectures Series), Yale Üniversitesi Yayınları (karton kapak yeniden basım, 2013, ISBN 978-0300187120).

Geri kalanlarımız için...

FRED HOYLE
The Nature of the Universe
(1950)

Hoyle, ulaşılabilir, berrak yazı üslubunun bilimsel bir sese ne kadar yetke sağlayabileceğini gösterir. *The Nature of the Universe*'ün baskısı tükenmiştir, ama 1960 Harper ciltli basımı kolaylıkla ikinci el bulunabilir. Metnin en önemli bölümü Milton K. Munitz'in derlediği çalışmada bulunabilir: *Theories of the Universe: From Babylonian Myth to Modern Science*, (Free Yayınları, 1965).

Fred Hoyle, *The Nature of the Universe*, HarperCollins (ciltli, 1960, ISBN 978-0060028206).

STEVEN WEINBERG
The First Three Minutes:
*A Modern View of the Origin of the Universe**
(1977)

Baskısı hiç tükenmeyen klasik metin yeni bir önsöz ve daha da yeni (1993) bir sonsözle Basic Books tarafından gözden geçirilmiş ikinci basım olarak yayımlanmıştır.

Steven Weinberg, *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe*, Basic Books (karton kapak ve e-kitap, 1993, ISBN 978-0465024377).

* Bu kitabın Türkçe çevirisi mevcuttur: Steven Weinberg, İlk Üç dakika: Evrenin Kökenine Çağdaş Bir Bakış, çev. Zekeriya Aydın ve Zeki aslan, Kırmızı Kedi, 2014

YİRMİ SEKİZ

KELEBEK ETKİSİ

Karmaşık sistemler ve anlayışımızın (şimdilik) sınırları

Kaosun başladığı yerde, klasik bilim biter.
—James Gleick, *Chaos*, 1987

Sürekli bir şekilde seyrelen evren incelemesi artık en yüksek düzeylerde ve büyük ölçüde denklemlerle yürüyordu. En üst düzey kuram ciddi yüksek matematik bilen okuyucu için bile zor, buna sahip olmayanlar içinse erişilmezdi.

Bu erişilemezlik, akademik dili ikna edici anlatılara dönüştürebilecek yazarlara, popülerleştiricilere büyük güç sağlıyordu. Walter Alvarez kalemi kuvvetli bir jeologdu; Dawkins, E. O. Wilson ve Gould yazı yazabilen biyologlardı; Erwin Schrödinger gibi Steven Weinberg de hem popülerleştirici hem de fizikçiydi.

Ama fizikte –özellikle de fiziğin sık sık *kozmoloji* olarak adlandırılan dalı olan tüm evrenin ve işleyişinin araştırılmasında– yirminci yüzyılın son büyük paradigma kayması gün yüzüne bir İngilizce mezunu tarafından getirildi.

Kuantum mekaniği ve tekillikler çağında bile, Newton'ın ilkeleri dayanıyordu.

Bir kere, Newton'ın yasaları gündelik hayatta çok iyi işliyordu. Kurabiyenizi yere atın, Newton size nereye düşeceğini söylerdi. 100 kilometre hızla ilerleyen bir tren alın, Newton size trenin belli bir açıyla yaklaşan çöp kamyonuyla ne zaman

karşılaşacağını söyleyebilirdi. Washington DC'den bir 747'yle havalanın, Newton size (hava kontrolörleri işbirliği ederse) ne zaman Paris'e ineceğinizi söylesin.

On dokuzuncu yüzyılda, Fransız matematikçi Pierre-Simon Laplace,* var olan koşullardan türetilen Newton yasalarının gelecekte olabilecek herhangi bir şeyi öngörebileceğini düşünüyordu. Belirlenimciliğin bu sürümü –evrenin şu andaki hali "geleceğini tamamen tanımlar"– Laplace'ı her şeyi bilen, her şeyi gören ama zamana bağlı bir varlığın geleceği mutlak bir kesinlikle öngörebileceği sonucuna varmaya itti.

Belli bir anda doğayı harekete geçiren tüm kuvvetleri ve doğayı oluşturan her şeyin bütün konumlarını bilen bir zekâ, bu zekâ aynı zamanda bu verileri çözümlemeye tabi tutacak kadar genişse, evrenin en büyük cisimlerinin ve en küçük atomun hareketlerini tek bir formüle sığdırabilir; böylesi bir zekâ için hiçbir şey belirsiz olmayacak ve gelecek, geçmişte olduğu gibi, gözlerinin önünde olacaktır.[1]

Bu kuramsal zekâ daha sonra "Laplace'ın Şeytanı" olarak bilindi (şeytan bu bağlamda "kötü ruh" değil, "kuramsal varlık" anlamındaydı). Laplace'ın Şeytanı yalnızca doğal evrendeki tüm kuvvetleri görüp belli bir anda nerede olduklarını belirlemekle kalmaz, aynı zamanda karmakarışık hesaplar yapıp onlar için gelecekte bir güzergâh da çizebilir. Laplace'ın şeytanı için zaman anlamsızdır; evren ileri ya da geri giderken aynıdır. Kuramsal olarak, Şeytan geçmişe doğru geleceğe doğru olduğu kadar hassas hesaplayabilir.

Bunun Laplace'ın öne sürdüğü kadar açık olamayabileceğini 1910 dolaylarında öne süren ilk bilim insanı, başka bir Fransız olan matematikçi ve fizikçi Henri Poincaré olmuştur. Hayli basit görünen sistemlerle çalışan Poincaré, beklenmedik sonuçlar elde etmişti. Söz konusu kuvvetler açık olsa da, sonucu her zaman öngöremiyordu; ve bunun nedeninin başlangıç koşullarındaki, fark edemeyeceği kadar küçük değişiklikler olduğuna inanıyordu. "Başlangıç koşullarındaki küçük farklı-

* *Bkz.*, Bölüm 25.

[1] Pierre-Simon Laplace, aktaran, Leonard Smith, *Chaos: A Very Short Introduction* (Oxford Üniversitesi Yayınları, 2007), 2.

lıklar nihai olguda çok büyük farklılıklar doğuruyor," diye düşündü. "Birincideki küçük bir hata, sonrakinde muazzam bir hataya yol açacaktır. Öngörmek olanaksız olur."[2]

Yarım yüzyıl boyunca, bu içgörüyü kimse izlemedi.

1960'larda, Laplace'ın Şeytanı, en azından kısmen ve embriyo şeklinde sahnede belirdi: doğanın kuvvetlerini anlama becerisine sahip olmayan ama bir insan zihninin yapamayacağı ölçüde karmaşık hesaplarla başa çıkabilecek olan bilgisayarlar.

1961'de, Amerikalı matematikçi Edward Lorenz hava durumu üzerine çalışıyordu. Matematikçilerin çoğu tarafından haritalandırılmayacak kadar havai bulunduğu için görmezden gelinen hava durumu eğilimleri onu hep büyülemişti. Son sistem bilgisayar teknolojisini kullanarak çeşitli etmenleri (rüzgâr hızı ve mesafesi, atmosfer basıncı, sıcaklık vs) hesaba katıp hava durumu eğilimlerini öngörecek kodlar yazmıştı.

Bir akşam, Lorenz etmenlerini temsil eden sayıları girdi ve bilgisayar programı, itaatle bir eğilim öngördü. Lorenz bunu kontrol etmeye karar verdi ve aynı etmenleri yeniden girdi, ama bu kez ilk seferdeki gibi virgülden sonra altı hane değil, üç haneli sayı girdi.

Bunun bir farklılık oluşturmaması gerekiyordu, çünkü rüzgâr hızı ya da sıcaklık değerleri, dördüncü haneden itibaren kesinlikle önemsizdi; doğrusu, eğilimleri neredeyse hiç etkilemezdi. Ama Lorenz'i şaşkınlığa düşürecek şekilde hava durumu eğilimleri özgün değerlerden sapmaya başladı... sonra da tamamen uzaklaştı. Döngü sona erdiğinde, program tamamen farklı hava durumu olguları dizisi üretmişti. 1963'te Lorenz bu sonuçları aktardığı bir makale yayımladı: "Deterministic Nonperiodic Flow." (Belirlenimci dönemsel olmayan akış) belki de, diyordu, hava durumu sistemi bu minik başlangıç kaymalarına o kadar hassastı ki, çok küçük değişmeler muazzam farklı

[2] H. R. Shaw, *Craters, Cosmos, and Chronicles: A New Theory of Earth* (Stanford Üniversitesi Yayınları, 1995), 387; William E. Doll vd., der., *Chaos, Complexity, Curriculum, and Culture: A Conversation* (Peter Lang, 2008), 135–37, 154.

sonuçlara yol açabiliyordu.[3]

Çok küçük koşullara karşı bu hassasiyeti hesaplamak, bilgisayarların ve çoklu senaryoları hızla işleme becerilerinin ortaya çıkışı öncesi neredeyse olanaksızdı. Ama şimdi, Lorenz'in makalesi, özellikle bu tür "doğrusal olmayan denklemleri"* çözmek için bilgisayarları kullanmaya başlamış olan diğer matematikçilerin çok fazla ilgisini çekmişti. 1972'de, Lorenz ilk makalesine bir başkasını ekledi: "Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set Off a Tornado in Texas?" ("Öngörülebilirlik: Brezilya'daki bir kelebeğin kanat çırpışları, Teksas'ta bir tayfuna neden olur mu?") Bu, o küçük başlangıç değişiklikleri için bir kelebek kanadı benzetmesinin ilk kullanılışıydı: "kelebek etkisi" teriminin ilk kullanılışı.[4]

1975'te, iki başka matematikçi, Tien-Yien Li ve James A. Yorke doğrusal olmayan denklemler ve onların öngörülemeyen sonuçları üzerine bir makale yayımladılar ve bu öngörülemezliğe ilk kez bir ad taktılar. Buna *kaos* adını verdiler: 1975'te bile, İngilizce konuşan ve bunun İncil'deki anlamı üzerine bir şeyler bilen okuyucuların çoğunluğu için muazzam güçlü bir sözcük: aşırı biçimsizlik, karışıklık, düzensizlik.[5]

Bu matematiksel anlamda tam olarak kaos değildi. Burada kaos "öngörülemezlik" anlamına geliyordu; üstelik nihai, esas öngörülemezlik (aynı "ne kadar bilirsek bilelim, nihai sonucu öngöremeyiz" sözünde olduğu gibi) değil, aksine, olası, pratik öngörülemezlik ("Bu sistem başlangıç koşullarındaki mikroskobik değişikliklere o kadar hassas ki, şimdilik tüm olası sonuçları öngörebilmek için gerekli hassaslıkla bu başlangıç koşullarını çözümlemeye muktedir değiliz").

Ertesi yıl matematiğe yetenekli biyolog Robert May tarafından yayımlanan bir makale kaos kuramına daha gerçekçi

---

3 Doll vd., *Chaos, Complexity*, 154–55.

* Böylesi denklemlerin hepsinin çözümleri kaotik değildir; öyle olanlar daha büyük doğrusal olmayan denklemler kategorisinin bir alt kümesini oluşturur.

4 Danette Paul, "Spreading Chaos: The Role of Popularizations in the Diffusion of Scientific Ideas," *Written Communication* 21, no. 1 (Ocak 2004): 37–38; Doll vd., *Chaos, Complexity*, 155.

5 Doll vd., *Chaos, Complexity*, 155.

ama o kadar çekici olmayan bir ad verdi: "Simple Mathematical Models with Very Complicated Dynamics." (Çok Karmaşık Dinamiklere Sahip Basit Matematiksel Modeller) May'in makalesi bu "kaotik" sistemleri hava durumunun ötesine, biraz daha somut bir konuya getirmişti: böcek popülasyonlarında, belli bir topluluğun içindeki böcek sayısındaki *görünürde* rastgele dalgalanmaların o başlangıç koşullarıyla ilişkili olduğu öneriliyordu.

May'den sonra, kaos kuramı ve çeşitli alanlardaki (fizik, kimya, biyokimya, biyoloji) uygulamaları üzerine araştırmalar hızlandı. Ama *New York Times Magazine*'de köşe yazarı, serbest denemeci ve bilim muhabiri James Gleick ilk kitabının konusu olarak onu seçene kadar kaos kuramı ilk gençliğini yaşıyordu.

Chaos: Making a New Science, (*T. rex and the Crater of Doom* gibi, *The Double Helix* ve *The Mismeasure of Man* gibi) şık bir isme sahipti, çok güzel yazılmıştı ve canlı benzetmelerle bezenmişti. (Doğrudan *Deep Impact* [*Derin Darbe*] ve *Armageddon*, dolaylı olarak da birçok başka filme neden olan) *T. rex* gibi, Büyük Patlama gibi, kaos kuramı da halk muhayyilesini yakaladı. "Kelebek etkisi" gündelik bir laf oldu, özellikle de Jeff Goldblum'un *Jurassic Park*'ta canlandırdığı rock yıldızı havasındaki bilim insanı dünya çapında seyircilere kısaltılmış sürümünü verdiğinde: "Basitçe karmaşık sistemlerdeki öngörülebilirlikle uğraşır... Pekin'de bir kelebek kanatlarını çırpabilir ve Central Park'ta, güneş ışığı yerine yağmur görürsünüz... Minik değişiklikler... hiçbir zaman tekrarlanmaz ve sonucu büyük ölçüde etkilerler. Bu öngörülemezliktir."

Ama "kaos" terimi yanıltıcıdır; özellikle de denklemleri görmeden kuramı gören okuyucu için. Gleick, berrak (ve çok satmayı hak eden) anlatısında, "Kaosun başladığı yerde, klasik bilim biter," der. Ama özünde, kaos kuramının neredeyse Newtoncı olduğu görülür. Laplace'ın Şeytanı, geniş bilgi kaynakları ve sınırsız hesaplama kapasitesiyle –kuramsal olarak– kelebeğin kanatlarından ta yağmurlu Central Park'taki nihai hedefine kadar havayı ölçebilirdi.

Nihayetinde, karmaşık sistemlerin sonucunu öngöremeyiz, ama öngörülemez olduklarından değil, henüz onları şekillendiren etmenleri yeteri kadar derinliğine göremediğimizden. Ama kaos kuramının derinliklerinde gömülü olarak bunun hep böyle olmayacağının –doğru ya da yanlış– vaadi vardır.

JAMES GLEICK
Chaos: Making a New Science•
(1987)

Gleick'ın özgün 1987 metni hâlâ ikinci el bulunabilir; biraz gözden geçirilmiş ve yenilenmiş ikinci basımı 2008'de yayımlanmıştır.

James Gleick, *Chaos: Making a New Science*, Viking (ciltli ve karton kapaklı, 1987, ISBN 978-0670811786).

James Gleick, *Chaos: Making a New Science*, Penguin Books (karton kapak ve e-kitap, 2008, ISBN 978-0143113454).

• Bu kitabın Türkçe çevirisi mevcuttur: James Gleick, *Kaos (Kaosun Kutsal Kitabı)*, çev. İlkay A. Demir, Alfa Yayıncılık, 2014

KAYNAKÇA

Agutter, Paul S., ve Denys N. Wheatley. *Thinking about Life: The History and Philosophy of Biology and Other Sciences*. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2008.

Allen, Elizabeth, Barbara Beckwith, Jon Beckwith, Steven Chorover, David Culver, Margaret Duncan, Steven Gould, vd., "Against 'Sociobiology.'" *New York Review of Books* 22:18 (November 13, 1975), http://www.nybooks.com/articles/archives/1975/nov/13/against-sociobiology.

Allen John Eliot, Marjorie Burns, ve Scott Burns. *Cataclysms on the Columbia: The Great Missoula Floods*, 2. basım. Portland, OR: Ooligan Yayınları, 2009.

Alpher, Ralph A., ve Robert Herman, "'Big-Bang' Cosmology and Cosmic Blackbody Radiation." In *Modern Cosmology in Retrospect*. Ed. B. Bertotti, R. Balbinot, S. Bergia, ve A. Messina. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1990.

Alvarez, Luis W., Walter Alvarez, Frank Asaro, ve Helen V. Michel. "Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction." *Science* 208, no. 4448 (June 6, 1980): 1095–1108.

Alvarez, Walter. *T. rex and the Crater of Doom*. Princeton, NJ: Princeton Üniversitesi Yayınları, 2008.

Annual Register of World Events: A Review of the Year 113 (1872).

Arabatzis, Theodore. *Representing Electrons: A Biographical Approach to Theoretical Entities*. Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları, 2006.

Archimedes. "The Sand-Reckoner." In *The Works of Archimedes*. Çev. Thomas. L. Heath. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1897.

Aristotle. *The History of Animals*. Çev. Richard Cresswell. Londra: Henry G. Bohn, 1862.

———. *The Metaphysics*. Çev. William David Ross. In *The Works of Aristotle*, cilt 3. Franklin Center, PA: Franklin Library, 1982. [*Metafizik*, çev: Y. Gurur Sev, Pinhan Yay., 2015]

———. *Politics*. Çev. Ernest Barker. Oxford World's Classics. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları, 1988. [*Politika*, çev: Mete Tunçay, Remzi Yay., 200]

Atkins, Peter. *Galileo's Finger: The Ten Great Ideas of Science*. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları, 2004.

Axtell, James L. "Locke, Newton and the Two Cultures." In *John Locke: Problems and Perspectives*. Ed. John W. Yolton. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1969.

Bacon, Francis. *The Philosophical Works of Francis Bacon in Five Volumes*, cilt 4. Ed. James Spedding. Londra: Longman, 1861.

Badash, Lawrence. "The Age-of-the-Earth Debate." *Scientific American* 261, no. 2 (August 1989).

Bainbridge, David. *The X in Sex: How the X Chromosome Controls Our Lives*. Cambridge, MA: Harvard Üniversitesi Yayınları, 2003.

Baker, Victor R. "The Spokane Flood Debates: Historical Background and Philosophical Perspective." In *History of Geomorphology and Quaternary Geology*. Ed. R. H. Grapes, D. R. Oldroyd, ve A. Grigelis. Londra: Geological Society of Londra, 2008.

Barlow, Connie, ed. *From Gaia to Selfish Genes: Selected Writings in the Life Sciences*. Cambridge, MA: MIT Yayınları, 1992.

Barnes, Jonathan, ed. *The Cambridge Companion to Aristotle*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1995.

———. *Early Greek Philosophy*, tekrar basım, New York: Penguin, 2002.

Bauer, Susan Wise. *The History of the Renaissance World*. New York: W. W. Norton, 2013. [*Rönesans Dünyası*, çev: Mehmet Moralı, Alfa Yay., 2014]

Bendann, Effie. *Death Customs: An Analytical Study of Burial Rites*. New York: Routledge, 2010.

Berkeley, George. *De motu: Sive de motus principio & natura et de causa communicationis motuum*. Çev. A. A. Luce. Londra: Jacobi Tonson, 1721.

Birch, Thomas. *The History of the Royal Society of Londra*, cilt 1. Londra: A. Millar, 1756.

———. *The History of the Royal Society of Londra*, cilt 3. Londra: A. Millar, 1757.

Bless, Robert. *Discovering the Cosmos*. Sausalito, CA: University Science Books, 1996.

Bourriau, Janine. *Understanding Catastrophe: Its Impact on Life on Earth*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1992.

Bowen, Catherine Drinker. *Francis Bacon: The Temper of a Man*. Boston: Little, Brown, 1963.

Boyle, Robert. *A Free Enquiry into the Vulgarly Received Notion of Nature*. Ed. Edward B. Davis ve Michael Hunter. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1996.

———. *The Philosophical Works of the Honourable Robert Boyle*, vols. 2 ve 3. Londra: W. & J. Innys, 1725.

———. *The Philosophical Works of the Honourable Robert Boyle in Six Volumes*, cilt 1. Londra: J. & F. Rivington, 1772.

———. *The Sceptical Chymist*. New York: Dover, 2003.

Buckland, William. *Vindiciae geologicae: or, The Connexion of Geology with Religion Explained*. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları, 1820.

Buffon, Georges-Louis Leclerc, Comte de. *Natural History, General and Particular*, 2. basım., cilt 1. Çev. William Smellie. Londra: W. Strahan and T. Cadell, 1785.

Cassell, John. *Cassell's History of England*, cilt 5. Londra: Cassell, Petter, Galpin, 1884.

Chiras, Daniel D. *Human Biology*. Sudbury, MA: Jones & Bartlett, 2013.

Cohen, Claudine. *The Fate of the Mammoth: Fossils, Myth, and History*. Çev. William Rodarmor. Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları, 2002.

Cohen, H. Floris. *How Modern Science Came into the World: Four Civilizations, One 17th-Century Breakthrough*. Amsterdam: Amsterdam Üniversitesi Yayınları, 2010.

Cohen, I. Bernard. *Revolution in Science*. Cambridge, MA: Harvard Üniversitesi Yayınları, 1985.

Cohen, S. Marc, Patricia Curd, ve C. D. C. Reeve, ed. *Readings in Ancient Greek Philosophy: From Thales to Aristotle*, 4. baskı, Indianapolis, IN: Hackett, 2011.

Conrad, Lawrence I., Michael Neve, Vivian Nutton, Roy Porter, ve Andrew Wear. *The Western Medical Tradition: 800 B.C.–1800 A.D.* Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1995.

Copernicus, Nicolaus. *On the Revolutions of the Heavenly Spheres*. Çev. Charles Glenn Wallis. Amherst, NY: Prometheus Books, 1995. [*Göksel Kürelerin Devinimleri Üzerine*, çev: C. Cengiz Çevik, İş Bankası Yay., 2010]

———. *Three Copernican Treatises*. Çev. Edward Rosen. New York: Dover, 1959.

Corcos, Alain F., ve Floyd V. Monaghan. *Gregor Mendel's Experiments on Plant Hybrids: A Guided Study*. New Brunswick, NJ: Rutgers Üniversitesi Yayınları, 1993.

Coyne, George, ve Michael Heller. *A Comprehensible Universe*. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2008.

Crelinsten, Jeffrey. *Einstein's Jury: The Race to Test Relativity*. Princeton, NJ: Princeton Üniversitesi Yayınları, 2006.

Crick, Francis. *What Mad Pursuit: A Personal View of Scientific Discovery*. New York: Basic Books, 2008.

Crook, David Paul. *Darwinism, War and History: The Debate over the Biology of War from the "Origin of Species" to the First*

World War. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1994.

Cuvier, Georges. "Biographical Memoir of M. de Lamarck." *Edinburgh New Philosophical Journal* 20 (October 1835–April 1836): 1–21.

Dalrymple, G. Brent. *The Age of the Earth*. Stanford, CA: Stanford Üniversitesi Yayınları, 1991.

Dampier, William Cecil, ve Margaret Dampier, ed. *Cambridge Readings in the Literature of Science; Being Extracts from the Writings of Men of Science to Illustrate the Development of Scientific Thought*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1928.

Darwin, Charles. *Charles Darwin: His Life Told in an Autobiographical Chapter, and in a Selected Series of His Published Letters*. Ed. Francis Darwin. Londra: John Murray, 1908.

———. *Charles Darwin's Beagle Diary*. Ed. R. D. Keynes. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2001.

———. *On Evolution: The Development of the Theory of Natural Selection*. Ed. Thomas F. Glick ve David Kohn. Indianapolis, IN: Hackett, 1996. —. *The Origin of Species*, chap. 2. Hertfordshire, England: Wordsworth [*Türlerin Kökeni*, çev. Öner Ünalan, Evrensel Basım Yayın, 2009]

Classics, 1998. —. *The Variation of Animals and Plants under Domestication*, cilt 2. Londra:

D. Appleton, 1897.

———. *Notebook B: [Transmutation of Species (1837–1838)] CUL-DAR121*. Ed. Kees Rookmaaker. Darwin Online, http://cdarwin-online.org.uk, accessed May 2014.

Dawkins, Richard. *The Selfish Gene*. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları, 1976. [*Gen Bencildir*, çev. Asuman Müftüoğlu, TUBITAK Yayınları, 2007]

Dean, Dennis R. *James Hutton and the History of Geology*. Ithaca, NY: Cornell Üniversitesi Yayınları, 1992.

Deb, Kalyanmoy, ed. *Genetic and Evolutionary Computation*. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2004.

Deming, David. *Science and Technology in World History*, cilt 3. Jefferson, NC: McFarland, 2010.

Devlin, Keith. *The Language of Mathematics: Making the Invisible Visible*. New York: W. H. Freeman, 2000.

Doll, William E., M. Jayne Fleener, Donna Trueit, ve John St. Julien, ed. *Chaos, Complexity, Curriculum, and Culture: A Conversation*. New York: Peter Lang, 2005.

Drake, Stillman. *Galileo at Work: His Scientific Biography*. New York: Dover, 1978.

Dronamraju, Krishna R. *If I Am to Be Remembered: The Life and Work of Julian Huxley with Selected Correspondence.* River Edge, NJ: World Scientific, 1993.

Durham, Frank, ve Robert D. Purrington. *Frame of the Universe.* New York: Columbia Üniversitesi Yayınları, 1983.

Earman, John, Michel Janssen, ve J. D. Norton, ed. *The Attraction of Gravitation: New Studies in the History of General Relativity.* Boston: Center for Einstein Studies, 1993.

Egerton, Frank N., III. "Darwin's Early Reading of Lamarck." *Isis* 67, no. 3 (September 1976): 452–56.

Eicher, Don L., ve Arcie Lee McAlester. *The History of the Earth.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1980.

Einstein, Albert. *Relativity: The Special and General Theory.* Çev. Robert W. Lawson. New York: Pi Yayınları, 2005. [İzafiyet Teorisi, çev: Gülen Aktaş, Say Yay., 2004]

Einstein, Albert, ve Leopold Infeld. *The Evolution of Physics: The Growth of Ideas from Early Concepts to Relativity and Quanta.* Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1938. [*Fiziğin Evrimi*, çev: Öner Ünalan, Evrensel Yay., 2000]

Epicurus. *Letters and Sayings of Epicurus.* Çev. Odysseus Makridis. New York: Barnes & Noble, 2005.

Epstein, Isidore, ed. *Hebrew-English Edition of the Babylonian Talmud: Yebamoth.* Londra: Soncino Yayınları, 1984.

'Espinasse, Margaret. *Robert Hooke.* Berkeley: California Üniversitesi Yayınları, 1962.

Euclid. *The Thirteen Books of the Elements*, 2. basım. Çev. Thomas L. Heath. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1908.

Eysenck, Hans. J. *Intelligence: A New Look.* New Brunswick, NJ: Transaction, 2000.

Fahie, John Joseph. *Galileo: His Life and Work.* Londra: J. Murray, 1903.

Ferguson, Kitty. *Measuring the Universe: Our Historic Quest to Chart the Horizons of Space and Time.* New York: Walker, 1999.

Ferris, Timothy. "It Came from Outer Space." *New York Times*, May 25, 1997. https://www.nytimes.com/books/97/05/25/reviews/970525.25ferrist.html.

Finocchiaro, Maurice A. *Defending Copernicus and Galileo: Critical Reasoning in the Two Affairs.* Dordrecht, Netherlands: Springer, 2010.

Frank, Steven A. "The Price Equation, Fisher's Fundamental Theorem, Kin Selection, and Causal Analysis." *Evolution* 51, no. 6 (August 1997): 1712–29.

Freedberg, David. *The Eye of the Lynx: Galileo, His Friends and the*

Beginnings of Natural History. Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları, 2002.

Galilei, Galileo. *Dialogue concerning the Two Chief World Systems, Ptolemaic and Copernican*. Çev. Stillman Drake. Ed. Stephen Jay Gould. New York: Modern Library, 2001. [İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog, çev. Reşit Aşçıoğlu, İş Bankası Kültür Yayınları, 2008]

Galilei, Galileo, ve Maurice A. Finocchiaro. *The Essential Galileo*. Indianapolis, IN: Hackett, 2008.

Galison, Peter, Michael Gordin, ve David Kaiser, ed. *Science and Society: The History of Modern Physical Science in the Twentieth Century*. New York: Rout-ledge, 2001.

Gaustad, Edwin Scott, ve Mark A. Noll, ed. *A Documentary History of Religion in America since 1877*, 3rd ed. Grand Rapids, MI: Wm. B. Eerdmans, 2003.

Gee, Henry. *In Search of Deep Time: Beyond the Fossil Record to a New History of Life*. Ithaca, NY: Cornell Üniversitesi Yayınları, 2001.

Gilder, Joshua, ve Anne-Lee Gilder. *Heavenly Intrigue: Johannes Kepler, Tycho Brahe, and the Murder behind One of History's Greatest Scientific Discoveries*. New York: Random House, 2004.

Gillespie, John H. *Population Genetics: A Concise Guide*, 2. basım. Baltimore: Johns Hopkins Üniversitesi Yayınları, 2010.

Gillispie, Charles Coulston. *Pierre-Simon Laplace, 1749–1827: A Life in Exact Science*. Princeton, NJ: Princeton Üniversitesi Yayınları, 2000.

Gottlieb, Anthony. *The Dream of Reason: A History of Philosophy from the Greeks to the Renaissance*. New York: W. W. Norton, 2000.

Gould, Stephen Jay. *The Mismeasure of Man*, tekrar basım, New York: W. W. Norton, 1996. [İnsanın Yanlış Ölçümü, çev: Ebru Kılıç, Versus Yay., 2014]

———. *The Richness of Life: The Essential Stephen Jay Gould*. Ed. Steven Rose. New York: W. W. Norton, 2007.

Gouyon, Pierre-Henri, Jean-Pierre Henry, ve Jacques Arnold. *Gene Avatars: The Neo-Darwinian Theory of Evolution*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer, 2002.

Gower, Barry. *Scientific Method: A Historical and Philosophical Introduction*. New York: Routledge, 1997.

Grafen, Alan, ve Mark Ridley, ed. *Richard Dawkins: How a Scientist Changed the Way We Think*. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları, 2007.

Grant, Edward. *A Source Book in Medieval Science*. Cambridge, MA: Harvard Üniversitesi Yayınları, 1974.

Grattan-Guinness, I., ed. *Companion Encyclopedia of the History & Philosophy of the Mathematical Sciences*. New York: Routledge, 1994.

Gray, Jeremy. *Plato's Ghost: The Modernist Transformation of Mathematics*. Princeton, NJ: Princeton Üniversitesi Yayınları, 2008.

Gribbin, John. *Erwin Schrödinger and the Quantum Revolution*. New York: John Wiley & Sons, 2013. [*Erwin Schrödinger ve Kuantum Devrimi, çev:* Bahattin Mehmet Baysal, Alfa Bilim Dizisi, 2014]

———. *The Scientists: A History of Science Told through the Lives of Its Greatest Inventors*. New York: Random House, 2003.

Guicciardini, Niccolo. *Isaac Newton on Mathematical Certainty and Method*. Cambridge, MA: MIT Yayınları, 2009.

Gurley, LaVerne Tolley, ve William J. Callaway. *Introduction to Radiologic Technology*, 7. baskı, St. Louis: Mosby, 2011.

Guthrie, Kenneth S., ve David R. Fideler. *The Pythagorean Sourcebook and Library: An Anthology of Ancient Writings Which Relate to Pythagoras and Pythagorean Philosophy*. Newburyport, MA: Phanes Yayınları, 1987.

Hall, Marie Boas. *Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1958.

Hankins, Thomas L., ve Robert J. Silverman. *Instruments and the Imagination*. Princeton, NJ: Princeton Üniversitesi Yayınları, 1995.

Harrison, Edward. *Cosmology: The Science of the Universe*, 2. basım. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2000.

Hausmann, Rudolf. *To Grasp the Essence of Life: A History of Molecular Biology*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic, 2002.

Hetherington, Norriss S. *Cosmology: Historical, Literary, Philosophical, Religious, and Scientific Perspectives*. New York: CRC Yayınları, 1993.

Hippocrates. *The Corpus: Hippocratic Writings*. Çev. Conrad Fischer. New York: Kaplan, 2008.

—. *On Ancient Medicine*. Çev. Mark J. Schiefsky. Leiden, Netherlands: Brill, 2005.

Hirshfeld, Alan W. *Parallax: The Race to Measure the Cosmos*. Boston: Birkhäuser, 2000.

Hodge, M. J. S. "Lamarck's Science of Living Bodies." *British Journal for the History of Science* 5, no. 4 (December 1971): 323–52.

Hooke, Robert. *Micrographia*. Londra: James Allestry, 1664.

Hubble, Edwin. *The Realm of the Nebulae*. New Haven, CT: Yale Üniversitesi Yayınları, 1982.

Huffman, Carl. *Archytas of Tarentum: Pythagorean, Philosopher and Mathematician King*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2005.

Hugget, Nick, ed. *Space from Zeno to Einstein: Classic Readings with a Contemporary Commentary*. Boston: Bradford Books, 1999.

Huggins, William. *The Scientific Papers of Sir William Huggins*. Londra: W. Wesley and Son, 1909.

Hunter, Michael. *Establishing the New Science: The Experience of the Early Royal Society*. Suffolk, England: Boydell Yayınları, 1989.

———. ed. *Robert Boyle Reconsidered*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2003.

Hutton, Charles, George Shaw, ve Richard Pearson. *The Philosophical Transactions of the Royal Society of Londra*, cilt 2. Londra: C. & R. Baldwin, 1809.

Hutton, James. "Theory of the Earth." *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 1 (1788): 209–304.

Huxley, Julian. *Evolution: The Modern Synthesis*, Cambridge, MA: MIT Yayınları, 2010.

Huxley, T. H., ve Leonard Huxley. *Life and Letters of Thomas Henry Huxley*, cilt 1. Londra: D. Appleton, 1900.

Iverson, Kristin. *Full Body Burden*. New York: Crown, 2012.

Jaeger, Mary. *Archimedes and the Roman Imagination*. Ann Arbor: Michigan Üniversitesi Yayınları, 2008.

James, Ioan. *Remarkable Physicists: From Galileo to Yukawa*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2004.

Johns, Adrian. "Reading and Experiment in the Early Royal Society." In *Reading, Society, and Politics in Early Modern England*. Ed. Kevin Sharpe ve Stephen Zwicker. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2003.

Journal of the Optical Society of American and Review of Scientific Instruments 6, no. 6 (August 1922).

Jowett, Benjamin. *The Dialogues of Plato in Four Volumes*, cilt 2. New York: Charles Scribner's Sons, 1892.

———. *The Dialogues of Plato in Four Volumes*, cilt 4. New York: Hearst's International Library Co., 1914.

Kaku, Michio. *Einstein's Cosmos: How Albert Einstein's Vision Transformed Our Understanding of Space and Time*. New York: W. W. Norton, 2004.

———. *Hyperspace: A Scientific Odyssey through Parallel Universes, Time Wars, and the 10th Dimension*. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları, 1994.

Kendig, Keith. *Sink or Float: Thought Problems in Math and Physics*. Washington, DC: Mathematical Association of Virginia, 2008.

Kirkpatrick, Larry, ve Gregory Francis. *Physics: A World View*. Belmont, CA: Thomson, 2007.

Klarsfeld, André, ve Frédéric Revah. *The Biology of Death: Origins of Mortality*. Çev. Lydia Brady. Ithaca, NY: Cornell Üniversitesi Yayınları, 2004.

Klaver, J. M. I. *Geology and Religious Sentiment: The Effect of Geological Discoveries on English Society and Literature between 1829–1859*. Leiden, Netherlands: Brill, 1997.

Kotz, John C., Paul M. Treichel, ve John Townsend. *Chemistry and Chemical Reactivity*. Independence, KY: Cengage Learning, 2009.

Kragh, Helge. *Cosmology and Controversy: The Historical Development of Two Theories of the Universe*. Princeton, NJ: Princeton Üniversitesi Yayınları, 1996.

Krige, John, ve Dominique Pestre, *Science in the Twentieth Century*. New York: Routledge, 2013.

Kuhn, Thomas S. *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought*. Cambridge, MA: Harvard Üniversitesi Yayınları, 1957. [*Kopernik Devrimi*, çev: Dursun Bayrak, İmge, 2007]

Lamarck, J. B. *Zoological Philosophy: An Exposition with Regard to the Natural History of Animals*. Çev. Hugh Elliot. Londra: Macmillan, 1914.

Lang, Kenneth R. *Astrophysical Formulae*. Cilt 2, *Space, Time, Matter and Cosmology*, 3. baskı, Dordrecht, Netherlands: Springer, 2006.

Larson, Ron, ve Bruce Edwards. *Calculus*. Independence, KY: Cengage Learning, 2013.

Lawrence, David M. *Upheaval from the Abyss: Ocean Floor Mapping and the Earth Science Revolution*. New Brunswick, NJ: Rutgers Üniversitesi Yayınları, 2002.

Leane, Elizabeth. *Reading Popular Physics: Disciplinary Skirmishes and Textual Strategies*. Surrey, England: Ashgate, 2007.

Le Grand, H. E. *Drifitng Continents and Shifting Theories*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1988.

Levere, Trevor H. *Transforming Matter: A History of Chemistry from Alchemy to the Buckyball*. Baltimore: Johns Hopkins Üniversitesi Yayınları, 2001.

Leverington, David. *Babylon to Voyager and Beyond: A History of Planetary Astronomy*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2003.

Levy, David, *The Scientific American Book of the Cosmos*. New York: St. Martin's Yayınları, 2000.

Lewis, C. L. E., ve S. J. Knell. *The Making of the Geological Society of Londra*. Londra: Geological Society Publishing House, 2009.

Lewis, Cherry. *The Dating Game: One Man's Search for the Age of the Earth*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2000.

Lindberg, David C. *The Beginnings of Western Science*, 2. basım. Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları, 2007.

Linton, C. M. *From Eudoxus to Einstein: A History of Mathematical Astronomy*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2008.

Longair, M. S. *Theoretical Concepts in Physics: An Alternative View of Theoretical Reasoning in Physics*, 2. basım. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2003.

Longrigg, James. *Greek Rational Medicine: Philosophy and Medicine from Alcmaeon to the Alexandrians*. New York: Routledge, 1993.

Lucretius. *On the Nature of the Universe*, Çev. Ronald E. Latham. New York: Penguin Classics, 1994.

———. *On the Nature of the Universe*. Çev. Ronald Melville. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları, 1997. [Lucretius, *Evrenin Yapısı (De rerum natura)*, çev. Tomris Uyar, Turgut Uyar, Norgunk, 2011.]

Lucretius Carus, Titus. *Lucretius on The Nature of Things*. Çev. John Selby Watson. Londra: Henry G. Bohn, 1851.

Lyell, Charles. *Life, Letters, and Journals of Sir Charles Lyell, Bart.*, cilt 1. Ed. Katharine M. Lyell. Londra: John Murray, 1881.

Machamer, Peter, ed. *The Cambridge Companion to Galileo*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1998.

Magner, Lois N. *A History of the Life Sciences*, 3. baskı, New York: Marcel Dekker, 2002.

Maillet, Benoit de. *Telliamed, or, The World Explain'd*. Baltimore: W. Pechin, 1797.

Malthus, T. R. *Population: The First Essay*. Ann Arbor: Michigan Üniversitesi Yayınları, 1959.

Mandolesi, N., ve N. Vittorio, ed. *The Cosmic Microwave Background: 25 Years Later*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic, 1990.

Mankiewicz, Richard. *The Story of Mathematics*. Princeton, NJ: Princeton Üniversitesi Yayınları, 2000.

Maor, Eli. *To Infinity and Beyond: A Cultural History of the Infinite*. Princeton, NJ: Princeton Üniversitesi Yayınları, 1991.

Mathez, Edmund A., ve James D. Webster. *The Earth Machine: The Science of a Dynamic Planet*. New York: Columbia Üniversitesi Yayınları, 2004.

Mayr, Ernst. *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance*. Cambridge, MA: Harvard Üniversitesi Yayınları, 1982.

———. "Lamarck Revisited." *Journal of the History of Biology* 5, no. 1 (Spring 1972): 55–94.

Mayr, Ernst, ve William B. Provine. *The Evolutionary Synthesis: Perspectives on the Unification of Biology*. Cambridge, MA: Harvard Üniversitesi Yayınları, 1998.

McCrea, William. "Astronomical Achievements Out of This Galaxy." *New Scientist* 98, no. 1354 (April 21, 1983): 174.

McElhinny, Michael W., ve Phillip L. McFadden. *Paleomagnetism: Continents and Oceans*. New York: Academic Yayınları, 2000.

Mendel, Gregor. *Experiments in Plant Hybridisation*. New York: Cosimo Classics, 2008.

Mensch, Jennifer. *Kant's Organicism: Epigenesis and the Development of Critical Philosophy*. Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları, 2013.

Mitton, Simon. *Fred Hoyle: A Life in Science*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2011.

Moore, J. A. *Heredity and Development*, 2. basım. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları, 1972.

Moore, Walter J. *A Life of Erwin Schrödinger*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1994.

———. *Schrödinger: Life and Thought*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1992.

Muller, Hermann Joseph. *The Modern Concept of Nature*. Albany, NY: SUNY Yayınları, 1973.

Munitz, Milton K., ed. *Theories of the Universe: From Babylonian Myth to Modern Science*. New York: Free Yayınları, 1957.

Naddaf, Gerard. *The Greek Concept of Nature*. Albany, NY: SUNY Yayınları, 1995.

Napier, Macvey. *Lord Bacon and Sir Walter Raleigh*. New York: Macmillan, 1853.

Needham, Joseph, ed., *The Chemistry of Life: Eight Lectures on the History of Biochemistry*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1970.

Newton, Isaac. *Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Çev. Andrew Motte. Londra: Daniel Adee, 1848.

———. *Newton: Philosophical Writings*. Ed. Andrew Janiak. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2004.

———. *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Çev. I. Bernard Cohen ve Anne Whitman. Berkeley: California Üniversitesi Yayınları, 1999.

Olby, Robert C., G. N. Cantor, J. R. R. Christie, ve M. J. S. Hodge, ed. *Companion to the History of Modern Science*. New York: Routledge, 1990.

O'Malley, Charles Donald. *Andreas Vesalius of Brussels, 1514–1564*. Berkeley: California Üniversitesi Yayınları, 1964.

Oreskes, Naomi. *The Rejection of Continental Drift: Theory and Method in American Earth Science*. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları, 1999.

O'Rouke, J. E. "A Comparison of James Hutton's Principles of Knowledge and Theory of the Earth." *Isis* 69, no. 1 (March 1978): 4–20.

Osler, Margaret J. *Reconfiguring the World: Nature, God, and Human Understanding from the Middle Ages to Early Modern Europe*. Baltimore: Johns Hopkins Üniversitesi Yayınları, 2010.

Ostdiek, Vern, ve Donald Bord. *Inquiry into Physics*. Independence, KY: Cengage Learning, 2007.

Packard, A. S. *Lamarck, The Founder of Evolution: His Life and Work*. Londra: Longmans, Green, 1901.

Palmer, Trevor. *Perilous Planet Earth: Catastrophes and Catastrophism through the Ages*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2003.

Panchanathan, Karthik. "George Price, the Price Equation, and Cultural Group Selection." *Evolution and Human Behavior* 32, no. 5 (September 2011): 368–71.

Parker, Robert. *On Greek Religion*. Ithaca, NY: Cornell Üniversitesi Yayınları, 2011.

Partington, James Riddick. *A Short History of Chemistry*, 3. baskı, New York: Dover, 2011.

Pasachoff, Jay M., ve Alex Filippenko. *The Cosmos: Astronomy in the New Millennium*, 4. baskı, Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2014.

Paul, Danette. "Spreading Chaos: The Role of Popularizations in the Diffusion of Scientific Ideas." *Written Communication* 21, no. 1 (January 2004): 32–68.

Pausanius. *Pausanias's Description of Greece*, cilt 3. Çev. J. G. Frazer. Londra: Macmillan, 1898.

Pearl, Raymond. "Biology and War." *Journal of the Washington Academy of Sciences* 8, no. 11 (June 4, 1918): 341–60.

Placher, William C. *A History of Christian Theology: An Introduction*. Louisville, KY: John Knox Yayınları, 1983.

Planck, Max. *The Origin and Development of the Quantum Theory*. Çev. H. T. Clarke ve L. Silberstein. Oxford: Clarendon Yayınları, 1922.

Plato, *Plato's Timaeus: Translation, Glossary, Appendices, and Introductory Essay*. Çev. Peter Kalkavage. Newburyport, MA: Focus, 2001.

———. *Protagoras*. Çev. Benjamin Jowett. Rockville, MD: Serenity, 2009.

———. *The Republic: The Complete and Unabridged Jowett Translation*. New York: Vintage, 1991.

Playfair, John. *The Works of John Playfair, Esq.*, cilt 4. Londra: Archibald Constable, 1822.

Porter, Roy. *The Cambridge Illustrated History of Medicine*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1988.

Power, D'Arcy. *Masters of Medicine: William Harvey*. Londra: T. Fisher Unwin, 1897.

Principe, Lawrence. "In Retrospect: The Sceptical Chymist." *Nature* 469 (January 6, 2011): 30–31.

Prioreschi, Plinio. *A History of Medicine*. Cilt 1, *Primitive and Ancient Medicine*, 2. basım. Omaha, NE: Horatius Yayınları, 1996.

Purrington, Robert D. *The First Professional Scientist: Robert Hooke and the Royal Society of Londra*. Basel, Switzerland: Birkhäuser, 2009.

Purves, William, David Sadava, Gordon H. Orians, ve H. Craig Heller. *Life: The Science of Biology*, 7. baskı, Sunderland, MA: Sinauer Associates, 2004.

Reader, John. *Missing Links: In Search of Human Origins*. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları, 2011.

Reeve, Eric C. R., ed. *Encyclopedia of Genetics*. New York: Routledge, 2014.

Repcheck, Jack. *Copernicus' Secret: How the Scientific Revolution Began*. New York: Simon & Schuster, 2007.

———. *The Man Who Found Time: James Hutton and the Discovery of Earth's Antiquity*. Cambridge, MA: Perseus, 2003.

Rice, T. J. *Joyce, Chaos, and Complexity*. Urbana: Illinois Üniversitesi Yayınları, 1997.

Richards, Richard A. *The Species Problem: A Philosophical Analysis*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2010.

Richards, Robert J. *Darwin and the Emergence of Evolutionary Theories of Mind and Behavior*. Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları, 1987.

Ridley, Matt. *The Red Queen: Sex and the Evolution of Human Nature*. New York: Harper Perennial, 2003.

Rigden, John S. *Einstein 1905: The Standard of Greatness*. Cambridge, MA: Harvard Üniversitesi Yayınları, 2005.

Rochberg, Francesca. *The Heavenly Writing: Divination, Horoscopy, and Astronomy in Mesopotamian Culture*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 2004.

Roger, Jacques. *Buffon: A Life in Natural History*. Çev. Sarah Lucille Bonnefoi. Ithaca, NY: Cornell Üniversitesi Yayınları, 1997.

Roller, Duane W., ed. ve çev. *Eratosthenes' Geography*. Princeton, NJ: Princeton Üniversitesi Yayınları, 2010.

Rose, Michael R. *Darwin's Spectre: Evolutionary Biology in the Modern World*. Princeton, NJ: Princeton Üniversitesi Yayınları, 1998.

Rosenberg, Gary D., ed. *The Revolution in Geology from the Renaissance to the Enlightenment*. Boulder, CO: Geological Society of America, 2010.

Rosenblum, Bruce, ve Fred Kuttner. *Quantum Enigma: Physics Encounters Consciousness*, 2. basım. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları, 2011.

Rosenfeld, Albert. "The New Man: What Will He Be Like?" *Life* 59, no. 14 (October 1, 1965): 94–111.

Rosenfield, Israel, Edward Ziff, ve Borin Van Loon. *DNA: A Graphic Guide to the Molecule That Shook the World*. New York: Columbia Üniversitesi Yayınları, 2011.

Rudwick, Martin J. S. *Bursting the Limits of Time: The Reconstruction of Geohistory in the Age of Revolution*. Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları, 2005.

———. *Georges Cuvier, Fossil Bones, and Geological Catastrophes: New Translations & Interpretations of the Primary Texts*. Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları, 1997.

———. *The Meaning of Fossils: Episodes in the History of Palaeontology*, 2. basım. Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları, 1985.

Ruse, Michael. *The Darwinian Revolution: Science Red in Tooth and Claw*, 2. basım. Chicago: Chicago Yayınları, 1999.

Ruse, Michael, ve Joseph Travis, ed. *Evolution: The First Four Billion Years*. Cambridge, MA: Harvard Üniversitesi Yayınları, 2009.

Rutherford, Ernest. *The Collected Papers of Lord Rutherford of Nelson*, cilt 2. New York: Interscience, 1963.

———. *Radioactive Transformations*. New Haven, CT: Yale Üniversitesi Yayınları, 1906.

Rutherford, Ernest, James Chadwick, ve Charles Drummond Ellis. *Radiations from Radioactive Substances*. Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1930.

Santillana, Giorgio de. *The Crime of Galileo*. Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları, 1955.

Sapp, Jan. *Genesis: The Evolution of Biology*. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları, 2003.

Sarton, George. *A History of Science: Ancient Science through the Golden Age of Greece.* Cambridge, MA: Harvard Üniversitesi Yayınları, 1964.

Schrödinger, Erwin. "The Present Situation in Quantum Mechanics." Çev. John D. Trimmer. *Proceedings of the American Philosophical Society*, November 29, 1935, 323–38.

Schwann, Theodor. *Microscopical Researches into the Accordance in the Structure and Growth of Animals and Plants.* Çev. Henry Smith. Londra: Sydenham Society, 1847.

Seife, Charles. *Alpha and Omega: The Search for the Beginning and End of the Universe.* New York: Penguin, 2004.

———. *Zero: The Biography of a Dangerous Idea.* New York: Viking, 2000.

Selleri, Franco. *Quantum Paradoxes and Physical Reality: Fundamental Theories of Physics*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic, 1990.

Shapley, Harlow, ed. *Source Book in Astronomy, 1900–1950.* Cambridge, MA: Harvard Üniversitesi Yayınları, 1960.

Shaviv, Giora. *The Synthesis of the Elements: The Astrophysical Quest for Nucleosynthesis and What It Can Tell Us about the Universe.* Dordrecht, Netherlands: Springer, 2012.

Shaw, H. R. *Craters, Cosmos, and Chronicles: A New Theory of Earth.* Stanford, CA: Stanford Üniversitesi Yayınları, 1995.

Simmons, John G. *Doctors and Discoveries: Lives That Created Today's Medicine.* Boston: Houghton Mifflin, 2002.

Singer, Charles, ve C. Rabin. *A Prelude to Modern Science.* Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1946.

Smith, Leonard. *Chaos: A Very Short Introduction.* Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları, 2007.

Smith, Robert William. *The Expanding Universe: Astronomy's "Great Debate," 1900–1931.* Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayınları, 1982.

Smocovitis, Vassiliki Betty. *Unifying Biology: The Evolutionary Synthesis and Evolutionary Biology*. Princeton, NJ: Princeton Üniversitesi Yayınları, 1996.

Spadafora, David. *The Idea of Progress in Eighteenth-Century Britain.* New Haven, CT: Yale Üniversitesi Yayınları, 1990.

Stanford, P. Kyle. *Exceeding Our Grasp: Science, History, and the Problem of Unconceived Alternatives.* Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları, 2006.

Stewart, Ian. *In Pursuit of the Unknown: 17 Equations That Changed the World.* New York: Basic Books, 2012.

Stiebing, William H. *Ancient Astronauts, Cosmic Collisions and Other Popular Theories.* Buffalo, NY: Prometheus Books, 1984.

Strickberger, Monroe W. *Evolution*, 3. baskı, Sudbury, MA: Jones & Bartlett, 2000.

Talwar, G. P., ve L. M. Srivastava, ed. *Textbook of Biochemistry and Human Biology*, 3. baskı, Delhi: Prentice-Hall of India, 2003.

Taylor, C. C. W. *The Atomists, Leucippus and Democritus: Fragments*. Toronto: Toronto Üniversitesi Yayınları, 1999.

Thomson, James Oliver. *History of Ancient Geography*. New York: Biblo & Tannen, 1965.

Thorndike, Lynn. *A History of Magic and Experimental Science*, cilt 5. New York: Columbia Üniversitesi Yayınları, 1941.

Tocqueville, Alexis de. *Democracy in America*, cilt 1. Londra: D. Appleton, 1899.

Topper, David. *How Einstein Created Relativity Out of Physics and Astronomy*. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2012.

Trudeau, Richard J. *The Non-Euclidean Revolution*. Boston: Birkhäuser, 1987.

Ts'o, Paul O. P., ed. *Basic Principles in Nucleic Acid Chemistry*, cilt 1. New York: Academic Yayınları, 1974.

Tudge, Colin. *Engineer in the Garden*. New York: Random House, 1993.

Ussher, James. *Annals of the World*. Londra: E. Tyler, 1658.

Vai, Gian Battista, ve W. G. E. Caldwell, ed. *The Origins of Geology in Italy*. Boulder, CO: Geological Society of America, 2006.

Valleriani, Matteo. *Galileo Engineer*. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2010.

Van Helden, Albert. *Measuring the Universe: Cosmic Dimensions from Aristarchus to Halley*. Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları, 1985.

Van Hise, Charles R. "The Problems of Geology." *Journal of Geology* 12, no. 7 (1904): 589–616.

Venter, J. Craig. *Life at the Speed of Light: From the Double Helix to the Dawn of Digital Life*. New York: Viking, 2013.

Verbaal, Wim, Yanick Maes, ve Jan Papy, ed., *Latinitas perennis*. Cilt 1, *The Continuity of Latin Literature*. Leiden, Netherlands: Brill, 2007.

Vickers, Brian, ed. *Francis Bacon: The Major Works*. Oxford: Oxford Üniversitesi Yayınları, 2002.

Vitruvius Pollio. *Vitruvius: The Ten Books on Architecture*. Çev. M. H. Morgan. New York: Dover, 1960.

Voegelin, Eric. *History of Political Ideas*. Cilt 6, *Revolution and the New Science*. Columbia: Missouri Üniversitesi Yayınları, 1998.

Vonk, Jennifer, ve Todd K. Shackelford, ed. *The Oxford Handbook of Comparative Evolutionary Psychology*. Oxford: Oxford Üni-

versitesi Yayınları, 2012. Wald, Robert M. *General Relativity*. Chicago: Chicago Üniversitesi Yayınları, 1984.

Wallace, Alfred Russel. *Infinite Tropics: An Alfred Russel Wallace Anthology*. Ed. Andrew Berry. New York: Verso, 2002.

———. *The Wonderful Century: The Age of New Ideas in Science and Invention*. Londra: Swan Sonnenschein, 1903.

Watson, James D. *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA*. New York: Scribner, 1993.

Webster, Charles, ed. *The Intellectual Revolution of the Seventeenth Century*. New York: Routledge, 2011.

Wegener, Alfred. "The Origin of Continents and Oceans." *Living Age*, 8th series, cilt 26 (April/May/June 1922): 657–61.

———. *The Origin of Continents and Oceans*. Çev. John Biram. New York: Dover, 1966.

Weinberg, Steven. *Dreams of a Final Theory: The Scientist's Search for the Ultimate Laws of Nature*. New York: Vintage, 1994. [*Bir Ötesi Olmayan Kuram Düşleri*, çev. Ömür Akyüz, Evrim Yayınevi, 2007]

———. *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe*, 2. basım. New York: Basic Books, 1993. [İlk Üç Dakika, Zekeriya Aydın, Zeki Aslan, Kırmızı Kedi Yay., 2014]

Whiston, William. *A New Theory of the Earth, from Its Original, to the Consummation of All Things*, 5. baskı, Londra: John Whiston, 1737.

Williams, Malcolm. *Science and Social Science: An Introduction*. Londra: Taylor & Francis, 2002.

Wilson, Edward O. *Letters to a Young Scientist*. New York: Liveright, 2013.

———. *On Human Nature*. Cambridge, MA: Harvard Üniversitesi Yayınları, 2004.

———. *The Social Conquest of Earth*. New York: W. W. Norton, 2012. [*Yeryüzünün Sosyal Fethi*, çev: Gül Tonak, Say Yay., 2013]

———. *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge, MA: Harvard Üniversitesi Yayınları, 1975.

Wolpert, Lewis. *The Unnatural Nature of Science*. Cambridge, MA: Harvard Üniversitesi Yayınları, 1992.

DİZİN

abaton 18, 19
Adams, Francis 20
Advancement of Learning (Bacon) 74, 75, 87
Aforizmalar (Hippokrates) 6, 13, 15, 20, 79
Age of the Earth, The (Holmes) 6, 127, 130, 133, 134, 137, 162, 164, 165, 166, 167, 304, 310
Akdeniz 60, 134
aktüalizm 157
Alfonso, Savaşçı, İspanya Kralı 60
Almagest (Ptolemaios) 6, 13, 53, 57, 58, 59, 61, 62, 64, 66, 83
Almanya 137, 145, 223, 242
Alpher, Ralph 287
alüvyon 169
Alvarez, Luis 180, 301
Alvarez, Walter 6, 10, 11, 127, 159, 176, 178, 179, 182, 294, 301
American Naturalist 216
Amerika 124, 170, 173, 185, 196, 197, 211, 299
Amsterdam Üniversitesi 58, 63, 303
Anaksimandros 23
Anaksimenes 23
anatomi 81, 82, 83, 148, 155, 193
Annals of the World (Ussher) 130, 316
Annotated and Illustrated Double Helix, The (J. D. Watson) 232
antisemitizm 221
antropoloji 239
Apiarium (Cesi) 112
Apollo 37, 178
Arabatzis, Theodore 264, 265
Aristarkhos, Sisamlı 44
Aristoteles 6, 10, 13, 17, 23-34, 39, 41, 47, 53, 60, 63, 73, 74, 76-92, 95, 96, 97, 98, 99, 102-108, 112, 120, 135, 145, 187, 188, 193, 195
aritmetik 36, 40, 59, 89, 122
Arkhytas 41
Armageddon (film) 181, 298
arsenik 106
Asaro, Frank 180, 301
Asklepios 18, 19
asteres planetai (gezinen yıldızlar) 54
asteroidler 182
astrofizik 286
Astronominin Unsurları (Ahmed el-Fergani) 58
ataraxia (ruh huzuru) 48
Ateş 53, 107
Atlantis 26
atomcular 23, 24, 47, 68
atom kuramı 264
atomlar 23, 25, 47, 48, 50, 169, 264, 266
Aubrey, John 103, 106
Augustinus, Hippolu Aziz 195
Autobiography (Darwin) 202
Avery, Oswald 226, 227
Avogadro Sayısı 265
Avustralya 197
Avusturya 185, 207
Axtell, James 123

Bacon, Francis 6, 12, 71-81, 85, 86, 265, 302, 316
bakteri 226, 227
barometre 111
Bassin de Paris (Paris havzası) 149
Bateson, William 207, 208
bazalt 176, 178

Beadle, George 225
Beagle, HMS, Darwin'in yolculuğu 196, 197, 198, 304
Becquerel, Antoine-Henri 162
Bellarmino, Roberto 96
Berengario da Carpi, Jacopo 82
Berg, Lev 211
Berkeley, George 251, 252
Berlin Üniversitesi 271
Berry, Edward 171
Bertalanffy, Ludwig von 211
Berzelius, Jons 219, 220, 226
Bessarion, Johannes 60, 61
bezelye 205, 207
bilgisayarlar 296
Birch, Thomas 101, 111, 113, 117, 118
"bir gen, bir enzim" 226
birörneklilikçilik 158, 159, 160, 179
bitkiler 150, 188, 194, 212
biyokimya 231, 298
biyoloji 11, 146, 187, 188, 191, 212, 213, 215, 218, 225, 275, 276, 298
biyometri 211
Bizans 1
Black, Joseph 264
Bohr, Niels 270
Born, Max 263
Botanik 201
Boveri, Theodor 208, 222
Boyle, Robert 6, 71, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 109, 115, 117, 219, 264, 302, 303, 307, 308
Boyle Yasası 105
boyutlar 37
Brahe, Tycho 73, 306
Bretz, J. Harlen 176
Brief History of Time, A (Hawking) 290
Britanya 149, 158, 185
Britanyalı 138, 150, 185, 200, 217, 228, 234, 254, 261, 279
Brongniart, Alexandre 149
Brown hareketi 265
Brown, Robert 265
Buckland, William 154, 155
Buffon, Georges-Louis Leclerc, Kontu 6, 127, 129, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 144, 146, 185, 186, 187, 303, 314
bulunması 38, 263
Büyük İskender 42, 129

California Üniversitesi 83, 111, 125, 126, 305, 311, 312
Cambridge Üniversitesi 16, 17, 19, 22, 27, 32, 41, 42, 44, 46, 57, 66, 80, 82, 83, 92, 93, 102, 107, 109, 120, 123, 150, 164, 166, 171, 179, 194, 196, 211, 220, 252, 253, 260, 261, 269, 271, 276, 277, 280, 286, 288, 301-305
Cavendish, Henry 264
çekirdek 219, 267
Cesi, Federico 102, 112
Channeled Scablands (Kanallı Kabuk Bağlamış Ülke) 176
Chaos: Making a New Science (Gleick) 298, 299
Charles, II., İngiltere Kralı 78, 110
Charles, I., İngiltere Kralı 110
Charlotte, İngiltere Kraliçesi 141
Chicago Üniversitesi 58, 61, 77, 89, 112, 142, 146, 147, 153, 158, 187, 191, 265, 284, 301, 303, 306, 310, 311, 313, 314, 316, 317
Chicxulub 176
Çin 151
Clarke, H. T. 265, 276, 312
Clements, William 181
Clifford, William 257
Cohen, Bernard 11, 121, 125, 126, 311
Cohen, H. Floris 57, 58, 63
Cohen, Seymour 227
Columbia Platosu 176
Columbia Üniversitesi 61, 169, 222, 289, 305, 311, 314, 316
Commentariolus (Kopernik) 6, 13, 63, 64, 66, 68, 69
Commonwealth 110
Considerations on the Nature, Quality and Distinctions of Coal and Culm (Hutton) 141
Corpus (Hippokrates) 18, 19, 20, 154, 307
Correns, Carl 208
Cosmology and Controversy (Kragh) 283, 284, 309
Cowley, Abraham 78, 79
Creation of the Universe, The (Gamow) 287
Cremonini, Cesare 94

Crick, Francis 217, 228, 231
Cromwell, Oliver 110
Curie, Marie S. 162
Curie, Pierre 162
Cuvier, Georges 127, 147, 148, 150, 151, 153, 186, 191, 314

dalga mekaniği 272, 274
Dalton, John 264
Darwin, Charles 6, 31, 183, 191-206, 208, 210, 211, 212, 214, 215, 216, 223, 233, 245, 304, 305, 313, 314
Darwinci köktencilik 245
Darwincilik 215
Davies, Paul 290
Dawkins, Richard 6, 10, 12, 49, 183, 233, 237, 238, 243, 246, 306
Dean, Dennis 145
De circulatione sanguinis (Harvey) 88
Deep Impact 298
deferent 55, 56, 57
Demiurgos 25, 39
Demokritos 21, 23, 24, 25, 32, 47, 48, 264
deoksiriboz 221
De rerum natura (Evrenin Doğası Üzerine; Lucretius) 6, 13, 47, 49, 51, 310
De revolutionibus orbium coelestium 66, 68, 69
Derham, William 123
Descartes, René 119
Descent of Man, The (Darwin) 202, 203
De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus 131
Deterministic Nonperiodic Flow 296
Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, ptolemaico e copernicano (Galileo) 6, 71, 89, 94, 98, 99, 100
Diogenes Laertios 41
Discorso sul flusso e il reflusso del mare 97
Discours de la Méthode (Descartes) 119
"Discours Préliminaire" (Cuvier) 6, 127, 140, 192
diyastaz 219
DNA 217, 218, 221, 222, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 236, 237, 238, 239, 240, 314, 317
Dobzhansky, Theodosius 214
Doğanın Çağları 138, 139
Doğa Tarihi 127, 135, 146
doğrusal olmayan denklemler 297
Doppler, Christian 254
Double Helix, The: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA (J. D. Watson) 6, 11, 12, 183, 217, 219, 228, 231, 232, 298, 316, 317
Drake, Stillman 90, 92, 100, 306
Due Nuovo Scienze (İki Yeni Bilim; Galileo) 99
Dufour bezi 239
düğümler 274
durağan dalga 273
Dutton, C. E. 169
duygular 240
duyular 25, 95, 113

East India Company 199
Ebu el-Dinaveri 194
Ebu'l Kasım Zehravi 223
Edda 292
Eddington, Arthur 261, 278
Einstein 1905: The Standard of Greatness (Rigden) 265, 266, 269, 313
ekoloji 216, 241
eksantrik (evrenin çekirdeği) 55, 56, 57
ekuant 56, 57, 63, 66, 67
Eldredge, Niles 243
elektrik 24, 257, 264, 266, 267
elektromanyetizma 257
elektronlar 265, 266, 272
Elizabeth, I., İngiltere kraliçesi 74
Elliot, Hugh 188, 192, 193, 309
Ellis, Robert 80
embriyoloji 211, 213
Empedokles 23
Endonezya 200, 225
enerji 157, 162, 268, 270, 279
entomolog 214
enzimler 226
Epikuros 47, 48, 49, 79
epilepsi 18
episikl 55, 56, 57, 63

Epytoma in almagesti Ptolemei (Regiomontanus) 61, 63
Erasistratos 82
Eratosthenes 129, 314
Essay on the Principle of Population (Malthus) 199
Essay on the Theory of the Earth (Cuvier) 153
Establishing the New Science: The Experience of the Early Royal Society (Hunter) 110, 308
Etki ve Tepki Yasası 122
Etna Dağı 156
etoloji 239, 241
Eton 101
Evershed, John 279
Evolution above the Species Level (Rensch) 215
Evolution: The Modern Synthesis (Huxley) 6, 183, 210, 215, 216, 308
Evrim kuramı 212
Eysenck, Hans 245

farekulağı 206
Farrington, Benjamin 9
Felsefe 26, 95, 141, 183, 188
fenotipler 225, 226
Fergani, Ahmed el- 58
Ferguson, Kitty 281
Filippenko, Alex 259, 280, 282, 312
First Three Minutes, The: A Modern View of the Origin of the Universe (Weinberg) 6, 249, 278, 291, 293, 317
Fisher, Osmand 169
Fisher, Ronald 234
Fitzgerald, George 264
Fitzroy, Robert 196
Fizeau, Armand 254
Flemming, Walther 207, 221
Floransa 98, 101
Foscarini, Paolo Antonio 96
Fosiller 187
Franklin, Rosalind 229
Frank, Steven A. 237
Fransa 135, 137, 145, 156, 185, 186, 229
Fransız 134, 137, 145, 185, 186, 191, 212, 218, 219, 253, 254, 265, 266, 295
Fransız Bilim Akademisi 137
Fransız-Hint Savaşı 185
Friedmann, Alexander 283

Galenos 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88
Galileo 6, 67, 71, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 112, 120, 121, 157, 205, 207, 218, 253, 258, 280, 302, 304, 305, 306, 308, 310, 314, 316
Gamow, George 230, 287
Gauss, Carl Friedrich 254
Geber 106, 108
Geiger, Hans 267
"General Scholium" (Newton) 123, 124, 126
General Theory of Relativity, The (Einstein), 261
Genetics and the Origin of Species (Dobzhansky) 214
Geographika (Eratosthenes) 129
Geological Society of London 147, 155, 177
George, III., İngiltere kralı 196
Gerardo, Cremonalı (Gerardus Cremonensis) 60
gezegenler 55, 121, 254, 267
Gilluly, James 178
Gleick, James 6, 10, 249, 294, 298, 299
glossopetrae 131
Goddard, Dr. 113
Göttingen Üniversitesi 255
Gould, Stephen Jay 6, 92, 183, 233, 241, 243, 244, 245, 247, 306
gözlemleme 137
gravitas (ağırlık) 120, 121
Great Instauration (Bacon) 75, 76
Greek Science: Its Meaning for Us (Farrington), 9
Gribbin, John 135, 271, 275, 290, 307
Grönland, Wegener'in seferi 172, 173
Guericke, Otto von 104
Guicciardini, Nicolo 122, 307
güneş 16, 39, 44, 45, 50, 66, 67, 68, 73, 96, 97, 98, 120, 121, 161, 251, 252, 253, 261, 266, 267, 279, 298
Güney Amerika 170, 196, 197

Haeckel, Ernst 191, 207

Haldane, J. B. S. 234, 235
Hamilton Kuralı 236
Hamilton, William D. 236
Hammond, J. C. 173
Hareket ettirilmemiş Hareket ettirici 31
Harvard Üniversitesi 11, 26, 31, 33, 35, 49, 64, 105, 121, 195, 212, 222, 234, 240, 243, 247, 265, 266, 285, 302, 303, 307, 309, 311, 313, 314, 315, 317
Harvey, William 6, 11, 71, 81, 83, 86, 88, 89, 114, 313
bava pompası 104
Hawking, Stephen 69, 290
hayvancık 195
hayvanlar 32, 146, 151, 187, 188, 193, 194, 210, 212
Heath, Thomas 46
Heisenberg Belirsizlik İlkesi 272
Heisenberg, Werner 271
belyak doğuşu 16
hemofili 223, 224
Henking, Hermann 221
Henslow, John 196
Herodotos 47
Herophilos 82
Hess, Harry 174
Hipparkhos 55, 56, 57, 67, 129
Hippasos 38
Hippokrates 6, 10, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 81
"Historical Sketch of the Progress of Opinion on the Origin of Species" (Darwin) 203
History of Christian Theology, A: An Introduction (Placher) 95, 312
History of the Royal Society of London, The (Sprat) 110, 111, 113, 117, 118
His, Wilhelm 220
Hıristiyan 59, 60, 82, 95, 131, 211
Hollanda 92, 137, 178
Holmes, Arthur 6, 127, 160, 163, 164, 167, 174
Hooker, Joseph 201
Hooke, Robert 6, 71, 101, 104, 110, 111, 112, 116, 117, 131, 218, 305, 313
Hoyle, Fred 6, 249, 278, 285, 286, 288, 289, 293, 311
Hubble, Edwin 6, 249, 278, 280, 282, 293
Huggins, William 254, 279, 308
Hunter, Micbael 107, 109, 110, 302
Hutton, James 6, 127, 140, 141, 143, 144, 145, 151, 152, 185, 196, 304, 312, 313
Huxley, Julian 6, 183, 210, 212, 213, 214, 215, 216, 234, 275, 305
Huxley, Thomas H. 212
Hydrogéologie (Lamarck) 187

İamblikhos 36, 37
İbn Hayyan, Cabir 106
İdeal, Platoncu 40
I. Dünya Savaşı 210
İncil 67, 95, 96, 97, 104, 130, 133, 142, 150, 151, 160, 163, 297
Index Librorum Prohibitorum 96
Infeld, Leopold 15, 16, 261, 269, 305
inorganik 113, 155, 219
In Search of the Big Bang (Gribbin) 290
irrasyonel sayılar 38
Isaac Newton on Mathematical Certainty and Method (Guicciardini) 122, 307
İskenderiye, Mısır 82, 129
İskoçya 74, 155, 185
İspanya 59, 185, 223
İsveçli 195, 219
İsviçre 257
İtalya 60, 101, 131, 156, 157, 179
İvme Yasası 122

James, I., İngiltere kralı 74, 75, 78
Jameson, Robert 153
Jardin des Plantes 155
Jardine, Lisa 80
Jeoloji 10, 127, 130, 154, 156, 165, 171, 174
Jobannsen, Wilhelm 208, 212
Johns Hopkins Üniversitesi 40, 54, 103, 235, 306, 309, 312
Joly, John 162
Journal and Remarks (Tbe Voyage of the Beagle; Darwin) 197, 200
Journal of Experimental Medicine 227

Jowett, Benjamin 18, 26, 27, 28, 313
Jüpiter 54, 93, 94, 234
Jurassic Park (film) 298

Kaku, Michio 255, 256, 282
kaldıraçlar 43
Kalkavage, Peter 27, 28, 313
kara cisim 268
kataliz 219
Kaufmann, Walter 264
Kelebek etkisi 298
Kepler, Johannes 73, 94, 97, 102, 121, 306
kesintili denge 243
khymos 84
Kilise 134
kimyasal potalar 102
Kings College 228
Kirwan, Richard 144
Kitab el-Nebat (el-Dinaveri) 194
kırmızıya kayma 279, 282, 283
kıtalar 169
kömür 142
Konstantinopolis 57, 58, 60
Kopenhag 131, 271, 274
Kopenhag yorumu 274
kopyalama 58, 230
Kozmik ardalan ışınımı 288, 289
kozmoloji 290, 294
kozmos 251, 275
K-Pg (kretase Paleojen) yok oluşu 179
Kragh, Helge 283, 284
Kraliyet Botanik Bahçeleri 201
kromozom 207, 222, 236
Ksenophon 16
kuantum 12, 178, 263, 264, 265, 269, 270, 271, 272, 274, 275, 276, 283, 285
kuantum sıçraması 270
Kuhn, Thomas 66
kükürt 106, 107, 108
Kuran 58
Kuttner, Fred 269, 314
kuyruklu yıldızlar 177

Lamarck, Jean-Baptiste 6, 183, 185, 191, 196
Laplace'ın Şeytanı 295, 296, 298
Laplace, Pierre-Simon 253, 295, 306
Latham, Ronald E. 50, 51, 310
Lavoisier, Antoine 264
Lawson, Robert W. 258, 262, 305
Leavitt, Henrietta 281
Lehrbuch der Zoologie 212
Leibniz, Gottfried Wilhelm 133
Lemoine, Paul 212
Leukippos 23, 24, 264
Levene, Phoebus 221
Life 233
Lightfoot, John 130
Linnean Society of London 201
Linné, Carl von, (Carolus Linnaeus) 187
Linton, Christopher 57
Lippershey, Hans 92
Lloyd, William 133
Londra 74, 78, 81, 102, 103, 104, 110, 111, 119, 155, 213, 228, 301, 302, 303, 304, 305, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 315, 316, 317
Long Island 227, 228
Longrigg, James 21, 82
Lord of the Rings, The (Tolkien) 181
Lorenz, Edward 296
Lucretius 6, 13, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 79, 310
Luria, Salvador Edward 227
Lyell, Charles 6, 12, 127, 154, 155, 156, 159, 160, 161, 177, 198, 201, 310

M31 (yıldız) 281, 282
Maculano, Kardinal Vincenzo 99
Maillet, Benoit de 134
Malthus, Thomas 199
manyetizma 256, 257
Maor, Eli 255
Marsden, Ernst 267
Matthaei, J. Heinrich 231
Matthews, Drummond 175
Mayr, Ernst 190, 195, 211, 212, 215, 234, 275
May, Robert 297
McClung, Clarence 222
Measuring the Universe (Ferguson) 61, 281, 305, 316
Medici 131
mekanizması 151, 230, 233
Mémoires sur les espèces d'éléphants vivants et fossiles (Cuvier) 146

Mendel, Gregor 6, 183, 204, 206, 207, 209, 303
Mendel's Principles of Heredity (Bateson) 209
mercekler 102
Merkür 260, 278
Meteorologika (Aristoteles) 106
Meyve sinekleri 222
Michel, Helen 180
Michelson, Albert 259
Micrographia (Hooke) 6, 71, 101, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 218, 307
Miescher, Friedrich 220
mikroskoplar 103, 135
"Mind & Matter" (Schrodinger) 277
Mismeasure of Man 6, 183, 233, 244, 247, 298, 306
mitoz 207
Mısır 42
molekül 217, 219, 225, 226, 238, 241
Moment of Creation, The (Trefil) 290
Moore, Walter 276
morfogeni 213
Morgan, Thomas Hunt 222
Morley, Edward 259
Motte, Andrew 126, 133, 311
Moufet, Thomas 194
Muller, Hermann 225
müzik 37, 59, 117
myriades (M) 45

Napier, Macvey 79
Napoli 157
National Book Critics Circle Award 245
Natural History 244
Natural History: General and Particular (Buffon) 139
Nature 214, 230, 257, 285
Nature of the Universe, The (Hoyle) 6, 49, 50, 51, 52, 249, 278, 286, 287, 288, 293, 310
New Experiments Physico-Mechanical: Touching the Weight of the Air and Its Effects (Boyle) 105
New Scientist 282, 292, 311
Newton, Isaac 6, 71, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 133, 137, 157, 168, 251, 252, 253, 254, 256, 257, 294, 295, 302, 307, 311
New York 179, 221, 226, 241, 242, 298, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317
New York Review of Books 241, 242, 301
New York Times Magazine 298
Nirenberg, Marshall 231
nova stella 74
Novum organum (Bacon) 6, 71, 76, 78, 79, 103
nüfus genetiği 214, 234, 238
Nuh 160
nüklein 221, 227

occhialino 102
Of the Proficience and Advancement of Learning, Divine and Human (Bacon) 74
omurgalılar 32
On Airs, Waters and Places (Hippokrates), 19, 20
oncom 225
On Human Nature (E. O. Wilson) 6, 183, 233, 242, 243, 244, 246, 247, 317
On the Motion of the Heart and Blood in Animals 88
On the Origin of Species 6, 183, 193, 199, 201, 202, 203
Oreskes, Naomi 169
Organon (Aristoteles) 76, 80
Origin and Development of the Quantum Theory 6, 265, 276, 312
Origin of Continents and Oceans, The (Wegener) 127, 170, 172, 173, 175, 317
Osiris 16
Otto, John 223
Oxford Üniversitesi 23, 32, 34, 41, 49, 52, 75, 146, 155, 169, 205, 207, 212, 218, 238, 246, 256, 269, 295, 301, 302, 303, 304, 306, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317
özellikleri 16, 36, 102, 119, 205, 264
Özgün Yataylık 132

Padova Üniversitesi 83

Pangea 170, 172
pangen 217
Paracelsus 107, 108
Paris 111, 137, 140, 145, 146, 149, 150, 151, 152, 155, 173, 212, 295
Paris Havzası 149, 152
Pasachoff, Jay 282
Pascal, Blaise 109
Pauling, Linus 229
Paulus, III., Papa 68
Paulus V., Papa 96
Pausanius 19, 312
Payen, Anselme 219, 226
Pearl, Raymond 210, 211
Perfect Symmetry (Pagel) 290
Peri ta zoa historiai (Historia animalium) (Aristoteles) 6, 13, 29, 32, 33, 145
Perrin, Jean 265, 266
Philosophiae naturalis principia mathematica 6, 71, 120, 126
Philosophical Society of Edinburgh 141, 142
Philosophie zoologique (Lamarck) 188
Physical Treatises (Pascal) 109
Physika (Aristoteles) 6, 13, 29, 30, 32, 33, 34, 83
Placher, William C. 95
Planck, Max 6, 249, 263, 265, 268, 270, 271, 274, 276
planetaryum 43
Platon 6, 10, 13, 18, 21, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 36, 39, 40, 41, 47
Platoncu gelenek 39
Playfair, John 141, 313
Plinius 131
Plutarkhos 21
pneuma (hava) 84, 85
polisakarid 226, 227
Politeia (Platon) 39
Politika (Aristoteles) 41, 301
Price, George Robert 237
Priestley, Joseph 264
Princeton Üniversitesi 37, 62, 103, 129, 159, 179, 182, 205, 214, 253, 255, 279, 283, 284, 301, 303, 306, 307, 309, 310, 314, 315
Principe, Lawrence 115
Project Gutenberg 116
Proklos 42
protoplazma 218, 219
Prusya 185, 186
Psammites 6, 13, 35
Ptolemaios 6, 13, 42, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 64, 66, 73, 74, 83
Ptolemaios, I., Mısır kralı 42
Pythokles 48

quadrivium 59
Quantum Enigma: Physics Encounters Consciousness (Rosenblum and Kuttner) 269, 314
Quarterly Review 155

rakamlar 255
Read, Andrew 238
Realm of the Nebulae, The (Hubble) 6, 249, 278, 281, 282, 283, 292, 293, 308
Recherches sur les ossemens fossiles de quadrupèdes (Cuvier) 149
Reid, Harry Fielding 171
Relativity: The Special and General Theory (Einstein) 6, 258, 305
Rensch, Bernhard 215
Rheticus 66, 69
Riccardi, Niccolo 98
Riemann, Bernhard 255, 260
Rigden, John S. 265, 266
RNA 230, 231
Roma 1, 58, 59, 64, 82, 95, 97, 98, 99, 101, 112
Röntgen, Wilhelm 162
Rosenblum, Bruce 269
Rostand, Jean 212
Royal College of Science 164
Royal Horticultural Society of England 207
Royal Society of Edinburgh 142, 144, 308
Royal Society of London 78, 110, 111, 113, 117, 118, 120
Rudwick, Martin J. S. 142, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 187, 314
Rusya 185, 223
Rutherford, Ernest 163, 166, 267

safra 19

Sanger, Frederick 230
sarkaçlar 111
Sarton, George 26, 31, 49
Satürn 64
scala naturae (Doğanın Ölçeği) 32
Sceptical Chymist, The (Boyle) 101, 103, 108, 109, 110, 115, 303, 313
Scheiner, Christoph 102
Schindewolf, Otto 211
Schleiden, Jakob 218
Schrödinger, Erwin 6, 249, 263, 271, 275, 277, 294, 307, 311
Schuchert, Charles 171
Schultz, Max 219
Schumacher, Heinrich 255
Schwann, Theodor 218, 219
Sciama, Dennis 289
Science 180
Science of Life, The (Huxley) 213
Scopes yargılaması 211
Selfish Gene, The (Dawkins) 6, 11, 12, 183, 233, 237, 238, 246, 304
Şeytan (Laplace'ın) 295
Shapley, Harlow 281, 285
Sibirya 146
Sicilya 41, 156
Sidereus Nuncius (Yıldız Habercisi; Galileo) 94
Silberstein, L. 265, 276, 312
Silverthorn, Michael 80
Simpson, George Gaylord 215
simya 74, 106, 107
Sirius 16, 254
Sixtus, IV., Papa 82
Smellie, William 135, 138, 139, 303
Sociobiology: The New Synthesis (E. O. Wilson) 238, 240, 242, 243, 244, 301, 317
Soddy, Frederick 163
soyaçekim 204, 208, 233
Spedding, James 76, 80, 302
Spencer, Herbert 202
Sprat, Thomas 79, 110
Stanford Üniversitesi 130, 162, 296, 304, 315
Steno, Nicholas 131, 146
Stevens, Nettie 222
Stoikheia (Elementler, Eukleides) 41, 42
Stoney, George 264
Suess, Eduard 168
Sullivan, Woodruff 288
süreklilik kuramı 169
Sutton, Walter 208
Syrakusa 41
Systema naturae (Linneaus) 187, 195
Systematics and the Origin of Species, from the Viewpoint of a Zoologist (Mayr) 215
Système des animaux sans vertèbres (Lamarck) 187

Tahiti 197
taksonomi 216
Taliaferro, R. Catesby 62
Ta meta ta physika (Metafizik, Aristoteles) 17
Tannstetter, Georg 61
Tanrı 31, 32, 95, 98, 124, 130, 146, 155, 160, 178, 210, 252, 253
tasarım 25, 48, 245
Tatum, Edward 225
tebeşir 149
tekçiler 23, 24
teknoloji 102
Tekvin 137, 142, 144, 151, 154, 163, 211
teleoloji 31
Tempo and Mode in Evolution (Simpson) 215
Termodinamiğin İkinci Yasası 161, 166
Thales 16, 17, 18, 19, 23, 24, 35, 36, 47, 303
"Thales'in sıçraması" 17
Theatrum insectorum (Moufet) 194
Theories of the Universe: From Babylonian Myth to Modern Science 286, 293, 311
Theory of the Earth (Hutton) 6, 127, 136, 140, 144, 145, 152, 153, 308, 312, 317
Thomson, Joseph 266
Three Copernican Treatises 65, 69, 303
Timaios (Platon) 6, 13, 21, 25, 26, 27, 31
Tıp 89
Tocqueville, Alexis de 211
To Infinity and Beyond: A Cultural History of the Infinite (Maor) 255, 261, 310
Toledo, Arap kütüphanesi 60

Toomer, G. J. 62
To Symposion (Ksenophon) 16
Traité de la mécanique céleste 253
Trefil, James 290
trivium 59
Tudge, Colin 230
Twain, Mark 215

Ussher, James 130, 133
Usta (ilahi yaradan) 25, 29
Üst üste Gelme 132

Van Hise, Charles 130
Varlığın Büyük Zinciri 32
varsayım 12, 102, 119, 125, 133, 231, 264, 266
Venedik 92
Venüs 94, 97, 279
Versuche über Pflanzenhybriden (Mendel) 6, 183, 204, 209
Vesalius, Andreas 83, 312
Vincenzo 90, 99
Vine, F. J. 175
Vitruvius 42, 43, 316
Viviani 90
Voyage of the Beagle 197
Vries, Hugo de 208

Waldeyer, Wilhelm 207
Wallace, Alfred Russel 158, 200, 317
Wallis, Charles Glenn 68, 69, 303
Washington, George 185
Watson, James D. 6, 183, 217, 231, 232
Watson, John Selby 50, 52, 310
Wegener, Alfred 6, 127, 168, 170, 172, 175
Weinberg, Steven 6, 11, 24, 249, 278, 289, 291, 293, 294
Wells, H. G. 213, 216
Werner, Johannes 69
What is Life? (Schrodinger) 275, 276
Whewell, William 158
Whiston, William 136
Whitman, Anne 125, 126, 311
Wiechert, Emil 264
Wilkins, Maurice 228
Willis, Robert 88
Wilson, Edmund Beecher 222
Wilson, E. O. 6, 183, 233, 238, 294
Wolpert, Lewis 17, 35
Wren, Christopher 110

X-ışınları 162
X kromozomu 222

Yanal Devamlılık, Steno'nun İlkesi 132
yerküre 10, 22, 44, 50, 53, 54, 73, 95, 97, 120, 125, 129, 130, 131, 133, 136, 137, 138, 141-150, 154, 155, 158, 161, 162, 168, 169, 172, 179, 185, 201, 290

Zeeman, Pieter 264
Zeus 37
Zimmer, Carl 181
Zoological Philosophy (Lamarck) 188, 192, 193, 309
zooloji 155, 213

Birçok başka yazar tarafından çok sayıda bilim tarihi yazılmıştır. Kuşkusuz bu tarihler değerlidir, ama bir şekilde, bizatihi bilimin doğası ayrıntıların arasında kaybolmuş gibidir. Profesyonel bilim eğitimi almamış olan okurlara bilimin ne yaptığı ya da ne anlama geldiği konusunda açık bir görüş sunmazlar. Oysa Platon'dan Kepler'e, Francis Bacon'dan Isaac Newton'a, Comte de Buffon'dan Charles Darwin'e, Albert Einstein'dan günümüz bilim insanlarına kadar bilim tarihinin kilit figürlerini ve eserlerinin öyküsünü anlatan Bauer'in kitabı farklı bir tarihi gözler önüne seriyor. *Batı Biliminin Öyküsü*, büyük bilim yazımı ile bilimsel araştırmanın güzergâhını en doğrudan etkileyen ve değiştiren eserlerin gelişimini izliyor. Bilimin çok insani bir çaba olduğunu göstererek, gerçeğe giden yanılmaz bir rehber değil, dünyayı anlamanın çok kişisel, bazen hatalı, genellikle yanıltıcı, sık sık da parlak bir yolu olduğunu vurguluyor.

"Susan Bauer, tarihin en önemli bilimsel figürlerinin sesini kitaba taşıyor. En önemli eserleri kendi bağlamı içinde ve bilimin tarihsel gelişiminde oynadığı role göre değerlendiriyor." -
Alan Hershfeld - *Wall Street Journal*

"Açık, anlaşılır ve kapsamlı bir şekilde tarihi biçimlendiren erkek ve kadınların öyküsü."
-Kirkus Reviews

"Bir başucu kitabı."
-Booklist

ALFA
www.alfakitap.com
/alfakitap
/alfakitap
/alfakitap

ALFA BİLİM
ISBN 978-605-171-235-2