

Keyifli Okumalar Dileriz

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

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

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

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

SAGIT

Derleyen

RAHEVM

EDMUND BLAIR BOLLES

GALILEO'NUN BUYRUĞU

Bilim yazılarından bir derleme



TÜBİTAK

POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - <https://rantey.org>

9. Basım

Galileo'nun Buyruğu

bilim yazılarından
bir derleme

DERLEYEN
Edmund Blair Bolles



TÜBİTAK

POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

Ücretsiz PDF Kitap Arsivi - <https://rantey.org>

Galileo'nun Buyruğu - Bilim Yazılarından Bir Derleme
Galileo's Commandment - An Anthology of Great Science Writing

Derleyen: Edmund Blair Bolles

Çeviri: Nermin Anık

Türkçe metnin bilimsel danışmanı: Zafer Dursunkaya

© Edmund Blair Bolles, 1997

© Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, 1999

Bu yapıtın bütün hakları saklıdır. Yazılar ve görsel malzemeler,
izin alınmadan tümüyle veya kısmen yayımlanamaz.

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları'nın seçimi ve değerlendirilmesi
TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayın Kurulu tarafından yapılmaktadır.

ISBN 978 - 975 - 403 - 199 - 7

İlk basımı Kasım 2000'de yapılan
Galileo'nun Buyruğu
bugüne kadar 25.000 adet basılmıştır.

9. Basım Şubat 2008 (5000 adet)

Yayın Yönetmeni: Çiğdem Atakuman
Yayıma Hazırlayan: Kurtuluş Dinçer
Kapak Tasarımı: Cenal Töngür
Sayfa Düzeni: Seval Özgül
Basım İzleme: Yılmaz Özben
Mali Koordinatör: Tuba Akoğlu

TÜBİTAK

Popüler Bilim Kitapları Müdürlüğü
Atatürk Bulvarı No: 221 Kavaklıdere 06100 Ankara
Tel: (312) 467 72 11 Faks: (312) 427 09 84
e-posta: kitap@tubitak.gov.tr
İnternet: kitap.tubitak.gov.tr

Semih Ofset Matbaacılık
Büyük Sanayi 1. Cadde No: 74 İskitler - Ankara
Tel: (312) 341 40 75 Faks: (312) 341 98 98

Galileo'nun Buyruğu

bilim yazılarından
bir derleme

DERLEYEN

Edmund Blair Bolles

Çeviri

Nermin Arık

TÜBİTAK POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

**Laura
İçin**

İçindekiler

Giriş	I
BİRİNCİ KISIM	
Bilimsel Hayal Gücü Sorguluyor	3
I. Bölüm	
“Her Gerçek Problem Çözülebilir ve Çözülecektir”	
Isaac Asimov: Laboratuvarda Ölüm (1965)	7
Arthur S. Eddington: Algol Yıldızının Öyküsü (1927)	19
Ernst Mach: Yeni Bir Duyu (1897)	26
John B. Watson: Yeni Bilim: Hayvanların Davranışı (1909)	34
II. Bölüm	
“Gilbert ile Sullivan’ın Hoşlanacağı Bir Dil”	
Karl Popper: Yılmayan Bilim (1974)	47
John McPhee: Taşları Adlandırmak (1981)	56
Herbert Butterfield: Kimyanın Değişimi (1949)	61
Jean Piaget: Başkasının Gözüyle Görmeyi Öğrenmek (1928)	72
III. Bölüm	
“Bilinenin Gerçek Sınırları”	
Stephen Jay Gould: Darwin’in Suiistimali (1981)	81
Noam Chomsky: B. F. Skinner’in Sorgulanması (1971)	91
Francis Bacon: Kabile Putları (1620)	101

İKİNCİ KISIM

Bilimsel Hayal Gücü İş Başında 107

IV. Bölüm

“O Büyük Gerçeğe, Gizemlerin Gizemine Yaklaşma”

Galileo Galilei: Teleskoptan İlk Bakış (1610)	111
Leonardo da Vinci: Dağlardaki Deniz Kabukları (1480-1515)	119
Charles Darwin: Galapagos Kuşları (1839)	126
George B. Schaller: Çiftleşme Mevsimleri (1980)	131

V. Bölüm

“İyi de, Onlar Ne?”

Herodotos: Mısır'ın Yaratılışı (MÖ 444)	141
Horace Bénédict de Saussure: Buzul Hareketleri (1796)	145
James Clerk Maxwell: Moleküller (1873)	150
Robert Kennedy Duncan: Radyoaktivite: Maddenin Yeni Bir Özelliği (1902)	160
I. P. Pavlov: Etkinlik Atomları (1924)	173
Annie J. Cannon: Yıldızları Sınıflandırma (1926)	179

VI. Bölüm

“Çok Çaba Gerektiren Bu Kanıtlama”

Galileo Galilei: Evrenin Merkezi Nerede? (1632)	185
Robert Boyle: Dört Elementten Kuşkulanma (1661)	195
Isaac Newton ve Robert Hooke: Işığın Doğası Konusunda Tartışma (1672)	203
Marie Curie: Radyumun Elde Edilmesi (1923)	213
Alfred Wegener: Anakara Yapbozu (1929)	218
Ernest Rutherford: Atomun Dönüşümü (1933)	227

James Watson: Çifte Baz (1968)	236
Carl Sagan: Dünya Geçmişte Ziyaret Edildi mi? (1973)	241
Walter Sullivan: Sürüklenmeyi Aramak (1974)	250
George Smoot: Büyük Patlamayı Aramak (1994)	265

VII. Bölüm

“Kitabı Yargılayacak Olanların Onu Okuması Gerekir.”

Johannes Kepler: Ay’da Denizlerin Olduğunu Kabul Ediyorum (1610)	271
Voltaire: Isaac Newton’un Önemi (1733)	277
Thomas H. Huxley: Darwin Varsayımı (1859)	285
William Bateson: Galton’un Genetiği (1909)	297
Edmund Blair Bolles: Gestalt Psikolojisi (1991)	304
Bertrand Russell: Einstein Ne Yaptı? (1925)	316
J. Robert Oppenheimer: Değişim Geçiren Bir Bilim (1953)	323

VIII. Bölüm

“Dalga Bir Şekilde Var Olmalıydı”

Sir James Jeans: Evrenin Sonu (1929)	335
Frederic C. Bartlett: Düşüncede İmgeleme (1932)	341
Gordon W. Allport: Olgun Kişilik (1937)	353
Fred Hoyle: Genişleyen Evren (1950)	359
Loren C. Eiseley: Küçük Adamlar ve Uçan Daireler (1953)	371
Werner Heisenberg: Atom Fiziği ve Nedensel Yasa (1958)	385
Richard Feynman: Geçmiş ile Geleceğin Ayırt Edilmesi (1965)	396
Edward Harrison: Edgar Allan Poe’nun Altın Duvarları (1987)	404

Fred Alan Wolf: Esintisiz Dalgalar (1986)	409
Heinz R. Pagels: Gözlemciyi Hesaba Katmak (1982)	414
Paul Davies: Schrödinger'in Kedileri ve Wigner'in Arkadaşları (1980)	419
IX. Bölüm	
"Genele Ulaşmaya Çabalayan Her Zihin O Güçlü Arzuyu Duymalıdır."	
Antoine-Laurent Lavoisier: <i>Kimyanın Elementleri</i> 'nin Önsözü (1789)	425
Alfred Wallace: Türlerin Orijinal Tiplerinden Sürekli Değişme Eğilimleri Üzerine (1859)	436
Hermann von Helmholtz: Enerjinin Korunumu (1863)	449
Albert Einstein: İki Görelilik Teorisi (1916)	458
ÜÇÜNCÜ KISIM	
Bilimsel Hayal Gücünde Üslup	463
X. Bölüm	
"O, Bir Bakıma Bir Tarihtir."	
Galileo Galilei: Düşen Cisimlerin Hızları (1638)	467
Lucretius: Atomların Kalıcılığı (MÖ yak. 60)	472
J. B. S. Haldane: Böcek Topluluklarında Besin Kontrolü (1928)	476
Julian Huxley: Hayvanlarda Kur Yapma (1943)	480
Rachel Carson: Dinmeyen Kar Yağışı (1951)	492
Louise B. Young: Buz Dünyayı Nasıl Değiştirdi (1983)	501
Richard Preston: Karanlık Zaman (1987)	515
Primo Levi: Karbon (1975)	529
<i>Kaynakça</i>	539
<i>Dizin</i>	543

Tarih Sırasıyla İçindekiler

- MÖ 444 Herodotös: Mısır'ın Yaratılışı
- MÖ 60 Lucretius: Atomların Kalıcılığı
- 1480-1515 Leonardo da Vinci: Dağlardaki Deniz Kabukları
- 1610 Galileo Galilei: Teleskoptan İlk Bakış
- 1610 Johannes Kepler: Ay'da Denizlerin Olduğunu Kabul Ediyorum
- 1620 Francis Bacon: Kabile Putları
- 1632 Galileo Galilei: Evrenin Merkezi Nerede?
- 1638 Galileo Galilei: Düşen Cisimlerin Hızları
- 1661 Robert Boyle: Dört Elementten Kuşkulanma
- 1672 Isaac Newton ve Robert Hooke: Işığın Doğası Konusunda Tartışma
- 1733 Voltaire: Isaac Newton'un Önemi
- 1789 Antoine-Laurent Lavoisier: *Kimyanın Elementleri'nin Önsözü*
- 1796 Horace Bénédict de Saussure: Buzul Hareketleri
- 1839 Charles Darwin: Galapagos Kuşları
- 1859 Alfred Wallace: Türlerin Orijinal Tiplerinden Sürekli Değişme Eğilimleri Üzerine
- 1859 Thomas H. Huxley: Darwin Varsayımı
- 1863 Hermann von Helmholtz: Enerjinin Korunumu
- 1873 James Clerk Maxwell: Moleküller
- 1897 Ernst Mach: Yeni Bir Duyu
- 1902 Robert Kennedy Duncan: Radyoaktivite: Maddenin Yeni Bir Özelliği

- 1909 John B. Watson: Yeni Bilim: Hayvanların Davranışı
- 1909 William Bateson: Galton'un Genetiği
- 1916 Albert Einstein: İki Görelilik Teorisi
- 1923 Marie Curie: Radyumun Elde Edilmesi
- 1924 I. P. Pavlov: Etkinlik Atomları
- 1925 Bertrand Russell: Einstein Ne Yaptı?
- 1926 Annie J. Cannon: Yıldızları Sınıflandırma
- 1927 Arthur S. Eddington: Algol Yıldızının Öyküsü
- 1928 Jean Piaget: Başkasının Gözüyle Görmeyi Öğrenmek
- 1928 J. B. S. Haldane: Böcek Topluluklarında Besin Kontrolü
- 1929 Sir James Jeans: Evrenin Sonu
- 1929 Alfred Wegener: Anakara Yapbozu
- 1932 Frederic C. Bartlett: Düşüncede İmgeleme
- 1933 Ernest Rutherford: Atomun Dönüşümü
- 1937 Gordon W. Allport: Olgun Kişilik
- 1943 Julian Huxley: Hayvanlarda Kur Yapma
- 1949 Herbert Butterfield: Kimyanın Değişimi
- 1950 Fred Hoyle: Genişleyen Evren
- 1951 Rachel Carson: Dinmeyen Kar Yağışı
- 1953 J. Robert Oppenheimer: Değişim Geçiren Bir Bilim
- 1953 Loren C. Eiseley: Küçük Adamlar ve Uçan Daireler
- 1958 Werner Heisenberg: Atom Fiziği ve Nedensel Yasa
- 1965 Isaac Asimov: Laboratuvarda Ölüm
- 1965 Richard Feynman: Geçmiş ile Geleceğin Ayırt Edilmesi
- 1968 James Watson: Çifte Baz
- 1971 Noam Chomsky: B. F. Skinner'in Sorgulanması

- 1973 Carl Sagan: Dünya Geçmişte Ziyaret Edildi mi?
- 1974 Walter Sullivan: Sürüklenmeyi Aramak
- 1974 Karl Popper: Yılmayan Bilim
- 1975 Primo Levi: Karbon
- 1980 George B. Schaller: Çiftleşme Mevsimleri
- 1980 Paul Davies: Schrödinger'in Kedileri ve Wigner'in Arkadaşları
- 1981 John McPhee: Taşları Adlandırmak
- 1981 Stephen Jay Gould: Darwin'in Suiistimali
- 1982 Heinz R. Pagels: Gözlemciyi Hesaba Katmak
- 1983 Louise B. Young: Buz Dünya'yı Nasıl Değiştirdi
- 1986 Fred Alan Wolf: Esintisiz Dalgalar
- 1987 Richard Preston: Karanlık Zaman
- 1987 Edward Harrison: Edgar Allan Poe'nun Altın Duvarları
- 1991 Edmund Blair Bolles: Gestalt Psikolojisi
- 1994 George Smoot: Büyük Patlamayı Aramak

Konulara Göre İçindekiler

Genel

Francis Bacon: Kabile Putları (1620)

Karl Popper: Yılmayan Bilim (1974)

Stephen Jay Gould: Darwin'in Suiistimali (1981)

Gökbilim

Galileo Galilei: Teleskoptan İlk Bakış (1610)

Johannes Kepler: Ay'da Denizler Olduğunu
Kabul Ediyorum (1610)

Galileo Galilei: Evren'in Merkezi Nerede? (1632)

Voltaire: Isaac Newton'un Önemi (1733)

Annie J. Cannon: Yıldızları Sınıflandırma (1926)

Arthur S. Eddington: Algol Yıldızının Öyküsü (1927)

Sir James Jeans: Evrenin Sonu (1929)

Fred Hoyle: Genişleyen Evren (1950)

Carl Sagan: Dünya Geçmişte Ziyaret Edildi mi? (1973)

Edward Harrison: Edgar Allan Poe'nun
Altın Duvarları (1987)

Richard Preston: Karanlık Zaman (1987)

George Smoot: Büyük Patlamayı Aramak (1994)

Biyoloji

Charles Darwin: Galapagos Kuşları (1839)

Alfred Wallace: Türlerin Orijinal Tiplerinden Sürekli
Değişme Eğilimleri Üzerine (1859)

Thomas H. Huxley: Darwin Varsayımı (1859)

William Bateson: Galton'un Genetiği (1909)

J. B. S. Haldane: Böcek Toplumlarında
Besin Kontrolü (1928)

Julian Huxley: Hayvanlarda Kur Yapma (1943)

Loren C. Eiseley: Küçük Adamlar ve Uçan Daireler (1953)

James Watson: Çifte Baz (1968)

George B. Schaller: Çiftleşme Mevsimleri (1980)

Kimya

Robert Boyle: Dört Elementten Kuşkulanma (1661)

Antoine-Laurent Lavoisier: *Kimyanın Elementleri'nin*
Önsözü (1789)

Marie Curie: Radyumun Elde Edilmesi (1923)

Herbert Butterfield: Kimyanın Değişimi (1949)

Isaac Asimov: Laboratuvarda Ölüm (1965)

Primo Levi: Karbon (1975)

Yerbilim

Herodotos: Mısır'ın Yaratılışı (MÖ 444)

Leonardo da Vinci: Dağlardaki Deniz
Kabukları (1480-1515)

Horace Bénédict de Saussure: Buzul Hareketleri (1796)

Alfred Wegener: Anakara Yapbozu (1929)

Rachel Carson: Dinmeyen Kar Yağışı (1951)

Walter Sullivan: Sürüklenmeyi Aramak (1974)

John McPhee: Taşları Adlandırmak (1981)

Louise B. Young: Buz Dünya'yı Nasıl Değiştirdi (1983)

Fizik

Lucretius: Atomların Kalıcılığı (MÖ 60)

Galileo Galilei: Düşen Cisimlerin Hızları (1638)

Isaac Newton ve Robert Hooke: Işığın Doğası
Konusunda Tartışma (1672)

Hermann von Helmholtz: Enerjinin Korunumu (1862)

James Clerk Maxwell: Moleküller (1873)

Robert Kennedy Duncan: Radyoaktivite:
Maddenin Yeni Bir Özelliği (1902)

Albert Einstein: İki Görelilik Teorisi (1916)

Bertrand Russell: Einstein Ne Yaptı? (1925)

Ernest Rutherford: Atomun Dönüşümü (1933)

J. Robert Oppenheimer: Değişim Geçiren Bir Bilim (1953)

Werner Heisenberg: Atom Fiziği ve Nedensel Yasa (1958)

Richard Feynman: Geçmiş ile Geleceğin
Ayırt Edilmesi (1965)

Paul Davies: Schrödinger'in Kedileri ve
Wigner'in Arkadaşları (1980)

Heinz R. Pagels: Gözlemciyi Hesaba Katmak (1982)

Fred Alan Wolf: Esintisiz Dalgalar (1986)

Psikoloji

Ernst Mach: Yeni Bir Duyu (1897)

John B. Watson: Yeni Bilim: Hayvanların
Davranışı (1909)

I. P. Pavlov: Etkinlik Atomları (1924)

Jean Piaget: Başkasının Gözüyle Görmeyi
Öğrenmek (1928)

Frederic C. Bartlett: Düşüncede İmgeleme (1932)

Gordon W. Allport: Olgun Kişilik (1937)

Noam Chomsky: B. F. Skinner'in Sorgulanması (1971)

Edmund Blair Bolles: Gestalt Psikolojisi (1991)

Giriş

Seçme otobiyografilerden ya da klasik mektup ve anı yazılarından hoşlanmamla aynı nedenlerden ötürü bilim hakkında kaleme alınmış ünlü yazıları da çok severim. Onlar beni canlı, derinliğine çalışan beyinlere ulaştırır. Bilimsel teoriler değişir; yeni buluşlar zamanla eskir, insana heyecan veren gizemler beylik olgular haline gelir. Ancak, düşünen bir beynin huzurunda duyulan heyecan her zaman tazeliğini korur. Başka türden yazılarda olduğu gibi, bilimsel yazıları da ilginç kılan şey canlı bir hayal gücünün var olmasıdır. Ne var ki, çoğu kez bu tür yazıların özellikleri hiç ilgi uyandırmaz, üzerlerinde durulmaz.

Bilimciler onların içeriğine bilgi kaynakları olarak bakarlar; onlar için yazarın kişiliği ikinci plandadır. Bazı bilimcilerin, okudukları şeylerdeki insan yönünün önemini kabul ettikleri olmuştur. Örneğin, günümüz bilim dergilerindeki makalelerin çok soyut halle geldiğinden, okurlara, neredeyse, bu fikirlerle uğraşan bir yazar olduğu duygusunu hile vermediğinden yakınan, bir araştırma laboratuvarı başkanını anımsarım. Laboratuvarına yeni gelen genç bilimcilerin, bu konudaki sıkıntılarının olağan dışı olduğunu düşünüp, yetersizliklerinin bir işareti olduğunu sanmalarından korkardı. Eserleri yayımlanmış bazı bilimciler de bu ilgisizlikten hoşnut değildiler. Bir keresinde, bir sinir uzmanıyla görüşüyordum. Arada durup “Bunu şimdi kolayca açıklayabilirim; ama her sözcüğü iyice düşünmemiz gerekmişti.” demişti. Bununla birlikte, bilimci-okuyucular bilimsel yazılardaki insan varlığını ne denli tak-

dir ederlerse etsinler, bilimci-yazarlar da uğraşlarına başkalarının değer vermesini ne kadar isterlerse istesinler, sonunda otoritelerin, kişilerin önemi olmadığı, [önemli olanın bilgi ve ilerleme olduğu] yolundaki tutumları geçerliğini korumaktadır. Bilimciler en güzel yazılarını bile edebiyat olarak düşünmeye alışkın değillerdir.

Elimizdeki bu derlemenin amacı, okuyuculara, bilim yazılarının da, başka tür yazıların büyük olmasıyla aynı anlamda, büyük eserler olabileceğini göstermektir. Söyleyeceği önemli bir şeyi vardır; onu okuyuculara eşsiz hayal güçleriyle sunarak anlatmaktadır. Buna karşılık okuyucular da, kendi başlarına asla yapamayacakları bir biçimde düşünmeye yönelirler. Bilimciler kendi yazılarının bu yanını küçümsemekle yanılmışlardır; bilimci olmayanlar da, bu yazılarda kendilerini ilgilendirecek birşeyler olmadığını düşünmekle yanılmışlardır.

Voltaire'den bu yana her kuşak içinde, yaşadıkları çağın fikirlerinden pay almak için bilime ayak uydurulması gerektiğini kavramış olan enerjik bir azınlık var olagelmıştır. Voltaire bunu, Newton'un fikirlerini Fransız okuyuculara aktaracak ölçüde bir açıklıkla görmüştür. O, yeni bilimin önemli öğesinin özgür hayal gücü olduğunu, bilimden kaçınmanın kişinin kendi insanlığından kaçınmak olduğunu fark etmişti. Ne var ki Voltaire'in görüşü, bilimin bir tehdit, insanlığa bir hakaret olduğu yolundaki yaygın inanişle çatışmak zorunda kalmıştır.

Bilimle sanat arasındaki düello yüzyıllar boyu sık sık ortaya çıkan bir yazın konusu olmuştur. 1700'lerin sonlarında şairler bilimi durduramayacaklarını anlamışlardı ama yazın dünyasını ondan nefret etmeye yöneltme konusunda başarılı oldular. Goethe ve William Blake gibi Newton karşıtı şairler gösterişli usamlamalar yürüttüler; daha küçük çaptakiler ise, romantik bir başarılı - ama- çılgın bilimci imgesini yarattılar.

Jonathan Swift gibi daha önceki yazarlar olmayacak amaçlar peşine düşmüş fanatik bilimci portreleri çizdiler; daha sonra gelen, kafadan çatlak Dr. Frankenstein ise başka tür bir kaçıktı. O bir deli idi; çünkü başarılıydı ve o zamana kadar bilinmeyen, in-

sanlığa karşı güçleri açığa çıkarmıştı. O zamandan bu yana Dr. Jekyll'lar, Dr. Moreaular, Dr. Strangelovelar gibi tükenmez bir dizi araştırmacı gördük. Bunlar maddeyle çok fazla ilgilenen, insan yüreğine pek az önem veren, böylece de toplumu zehirleyen, kaçık bilimcilerdi.

Umarım ki, bu derlemeyi okuduktan sonra, okuyucular, bu bilim-karşıtı kalıp- tipin saçmalığını içlerinde duyacaktır. Kitaptaki parçaları, değeri anlaşılmamış bir ressamın sergisi için resim seçen bir galeri görevlisinin yaklaşımıyla seçtim. Tıpkı, örneğin Edward Munch'un resimlerinden oluşan bir koleksiyonun, sadece resimlerin kendilerini göstermekle, sanatçıya duyulan saygıyı artırmaması gibi. Bu kitabı okuyanların, bilimsel yazıların, tatsız tuzsuz değil, ilginç ve hoş olabileceğini göreceklerini sanırım.

Galileo'nun Buyruğu

Bilim konusundaki felsefi yazılar üzerinde değil, bu kitabın amacı doğrultusunda, doğrudan bilimsel olan yazılar üzerinde durdum. Bilimin güzelliği, bilimin toplumdaki işlevi, bilim ile teknoloji arasındaki ilişki gibi konulardaki denemeleri buraya hiç almadım. Bu tür yazıların yazınsal değeri zaten bilinmektedir. Onun yerine, bu kitap bilime katkıda bulunan yazıları sunmaktadır.

Bertolt Brecht'in Galileo'nun Yaşamı oyununda Galileo (bir oyuncu) "Bilim bir tek buyruk tanır: Bilime katkıda bulun." der. Galileo'ya (kendisine) gelince, onun katkısı olağanüstüdür. Hayal gücünün birbirinden farklı birçok sınırlarından öteye ilerlemiştir. Bilimcilerin çoğu onun düzeyinde katkıda bulunamaz; drama yazarlarının çoğunun Shakespeare'e ulaşamaması gibi. Ama dikkatlerini doğa üzerinde toplayarak, onun koşullarını anlamaya çalışarak bilime katkıda bulunan pek çok kişi vardır. Bu tek buyruğu yerine getiren herhangi bir yazar bu derlemede yer alma niteliğine sahiptir.

Burada, ünlü ya da unutulmuş olan, profesyonel olsun olmasın, pek çok bilimciyi bulabiliriz. Kitaptaki en eski seçme, Nil Vadi-si'nin çok güzel bir doğa tarihini yazan, Yunanlı gezgin ve tarih-

çi Herodotos'a aittir. Herodotos bilime katkı yapmıştır; çünkü doğanın sergilediklerini anlamaya çalışmıştır. Yazısını MÖ 444 sıralarında kaleme almıştır. Bu bize çok eskidenmiş gibi geliyor; ama onun Mısır'a gidişi, Birleşmiş Mısır'da birinci kral hanedanının kurulması (aşağı yukarı MÖ 2850) ile günümüz arasında bir orta noktaya rastlamaktadır. Herodotos'un zamanında, iki bin yıldan uzun süreli bir kültüre sahip insanlar Nil'i anlamaya uğraşmışlar, ancak doğaüstü ve mistik açıklamalara yönelmişlerdir. Ama Herodotos dikkatini bizzat Nil Nehri'nin hareketleri üzerinde toplamış, böylece de bilime bir katkıda bulunmuştur.

Bu kitapta, meslek yaşamlarını bilimci olmayanlar için yazmaya hasretmiş olan profesyonel bilimcilerden alınmış seçmeler de vardır. Bazı profesyoneller onları "popülist" olarak niyeleyerek küçümseyebilirler; ancak o yazarlar da Galileo'nun buyruğunu yerine getirmektedirler. Örneğin, Louise Young'dan alınan, buz hakkındaki makaleye bakalım. Kendisi fizik eğitimi görmüştür. II. Dünya Savaşı sırasında MIT'de*, deniz kuvvetleri için radar antenlerini geliştirme üzerinde çalışmış; ancak meslek yaşamının büyük bölümünü bilimci olmayanlar için yazmaya hasretmiştir. Onun, bilgiyi, dünyanın anlaşılabilir kılınmasını sağlayacak şekilde düzenleme yetisi küçümsenecek bir şey değildir. Çok kişi, ellerinin altında ne kadar olgu ve bilgi olursa olsun, bunu yapamaz. Louise Young gibi yazarlar, yazın yeteneklerini bilime önemli katkılar getirmekte kullanmışlardır.

Bilimsel Hayal gücü

İşin başında, bu derlemeyi ünlü bilimsel yazıları bir araya getiren bir derleme olarak düşünmüştüm. Bilimsel yazılar yazın ürünleri olarak dikkate alınmadıkları için, en önemli olanlarını bile bulmak kolay değildir. Evet, Darwin'in kitapları hâlâ aranmaktadır; Galileo üniversite kitapçılarının arka raflarında hâlâ yerini koruyor. Ancak, Lavoisier'i, Wallace'ı, Mach'ı, Maxwell'i, Rutherford'u, ve onlar gibi pek çoklarını, büyük araştırma kitaplıkla-

*Massachusetts Institute of Technology. (ç.n.)

rı arşivlerinin dışında bulmak hemen hemen olanaksızdır. Platon hâlâ bulunabiliyor; Lavoisier de bulunabilir olmalı. Ben de, bütün bu eserleri okumakla işe başladım. Olası seçmelerin sayısı büyüdükçe, bu derlemenin, sadece bilim yazılarının bir araya getirilmesinden öte bir şey olabileceğini gördüm. Beraberce ele aldıkları da, umulmadık nitelikler göstermeye başladılar. Marie Curie'nin laboratuvarında, bir yerde toplanan radyum arttıkça daha parlak ışıldamanın başlaması gibi, onlar da parıldamaya, birbirlerini etkilemeye başladılar. Kitaba alma ölçütü de daha zorlaştı; eserler de yan yana geldiklerinde daha şiddetle parıldayarak buna yanıt verdiler. Sadece güçlü ve sağlıklı bir hayal gücüyle yaratılmış, ama acımasız bir dürüstlikle dizginlenmiş parçaları seçmeye çalıştım.

“Sağlıklı hayal gücü”nden söz etmek çok kişiye bir çelişki gibi gelebilir. Bilim gerçeği arar; hayal gücü ise yalanları doğurur. Ama bu, dünyaya çok yalın bir açıdan bakmaktır. Hayal gücü, şimdi ve burada alanlarını aşarak daha öteye geçme yeteneğidir. Hayal gücüne dayanan göze çarpıcı bilim örnekleri arasında, Alfred Wallace'ın, Doğu Hint Adalarında hasta yataarken, evrimin bir doğal seçim süreciyle olabileceğini akıl etmesi de vardır, Einstein, hemen hemen ışık hızıyla hareket eden bir tren vagonundan görülen dünyayı gözler önüne sermiştir, Newton, bir prizmadan geçen ışığın izlediği yolda beklenmedik bir düzen olduğunu fark etmiş ve bu onun, düz doğrular boyunca hareket eden ışık parçacıklarını hayal etmesine yol açmıştır. Bu gibi derinliğine görme yetenekleri, hiç kuşku yok ki, hayal gücünden kaynaklanır; ama bilimsel hayal gücü, ara sıra akla gelen büyük bir yeni fikirden daha fazlasını ifade eder.

Bir romancının – örneğin *Madde-22*'nin yazarı Joseph Heller'in–, öykünün hayali yönünü oluşturan sadece bir veya iki büyük fikri yoktur. Tersine, hayal gücü bütün eser boyunca etkin; her paragrafta ve diyalogun her satırında. Aynı şey büyük bilim eserleri için de geçerlidir. Örneğin, Wallace'ın evrim hakkındaki denemelerinde, kuşların yıllık ölümlerini, zürafaların eski

zor günlerindeki atalarını, göçmen güvercinlerin alışkanlıklarını anlatırken, hayal gücü hep oradadır.

Hayal gücünün sürekli hazır bulunuşu, Galileo'nun bir teleskopla ilk kez bakışını anlatırken de açıkça görülür. Galileo'da, Wallace'ta olan, büyük düzenleyici fikir bile yoktur. Yine de, ondaki oldukça kuvvetli hayal gücü Ay'daki dağları, Jüpiter çevresindeki ayları, evrenin genişliğini inanılmaz ölçüde artıran yıldızların akıl almaz çokluğunu fark etmesini sağlamıştır.

Tıpkı yazınsal hayal güçlerinin çeşitli şekiller alması gibi, bilimsel hayal gücü de birçok borazancının peşinden gider. Her yaratı alanında olduğu gibi, bilimde de itici gücü sağlayan, hayal gücündeki çeşitlilik; bu kitap bilimsel hayal gücündeki çeşitliliği sergileyecek biçimde düzenlenmiştir. Doğal olarak, büyük bilimsel yazılarda hayal gücü, acımasız bir dürüstlük tarafından disiplin altına alınmıştır. Öteki yazın kollarında da durum aynıdır. Şairler kalıplardan kurtulmak, söylemeye degecek birşeyleri dile getirmek için, her sözcük üzerinde dikkatle dururlar. Bu savaşında acımasız olmak zorundadırlar. Her büyük şair beylik, alışlagelmiş laflardan kaçınmanın ne denli güç olduğunu bilir. Bilimciler de kendilerine karşı acımasız olmalıdırlar. Her ne kadar kafalarından geçeni deneylerle sınısalar da, alternatif açıklamaları, karşıt örnekleri de araştırmak zorundadırlar. Francis Bacon, insanların kendileri ve düşünceleri hakkında nasıl yanıldıklarını gösteren uzun bir liste hazırlamakla bilim çağının başlamasına hizmet etmiştir. Galileo yazılarını diyaloglar biçiminde kaleme almıştır; çünkü, kendi teorilerini olduğu gibi öne sürmek yerine, onların tartışmalar şeklinde ortaya konarak irdelenmesinin son derece büyük önemine inanmıştı. Galileo'nun daha hayatta olduğu günlerde, onun, yermerkezli evren görüşünü, o görüş sahiplerinden daha iyi savunabildiği söylenirdi. Bu acımasızlık en yeni bilim yazılarında da görülür. George Smoot 1944'teki yazısında, Büyük Patlama hakkında kanıt bulmak için gökyüzünü araştırmaya hazırlanırken, kendisini yanıltma olasılığı olan bü-

tün şeyleri bir arada toplayan bir liste çıkarmak için nasıl yıllar harcadığını anlatır.

Bilimsel Sesler

Disiplinli ve hayal gücüne dayalı yazı kaleme almak, doğası gereği, kendine özgü bir yazınsal ses yaratır. Öyle olması gerekir; çünkü çoğumuzun aynı sesle konuşmasını sağlayan şey tekdüze kalıplar kullanmaktır. Kalıplardan uzaklaşan kişi ya sesini kesmeli, ya da benzeri olmayan bir ses geliştirmelidir. O halde, hayal gücüne dayalı yazıların, fikirleriyle birlikte yazarı da sayfalara taşıyan bir sese sahip olması kaçınılmazdır.

Teknik açıdan üslup yazarın seçtiği sözcükler demek ise de bir yazarın sesi, bazıları için üslup anlamına gelir. Üslup yazın eleştirmenlerinin basılı sayfa üzerinde incelediği nesnel verilerdir. Güzel üslubu olan bilim yazarlarının sayısı çok değildir. Lucretius, Rachel Carson, Loren Eiseley ve daha başka birkaç yazar, üslup açısından güzel olan yazılar yazmışlardır. Ancak onlar istisnalardır. Ses daha farklı bir şeydir. Ses, yazarın kendi varlığından kaynaklanır; tıpkı oyunun sahnedeki oyuncularla vücut bulması gibi. Yazar, çoğu kez onun bilincinde değildir, her zaman onu yaratmaya çalışmaz da. Aynı şekilde, deneyimsiz okuyucu da, ne olduğunu tam anlamadan onu fark eder. Ses, okuyucuda, yazar hakkında öznel bir duygu uyandırır; yayımcıların genel okuyucu için yayımlanacak eserlerde aradıkları da budur. Okuyucunun okumayı sürdürmesini sağlayan da, genellikle, budur. Dikkat çeken girişler, şaşırtıcı olaylar okuyucuyu başlama kapısından geçirir; sağlam konularda onların parkurda kalmasına yardımcı olur; ancak onları ileriye doğru götüren ve önem vermelerine yol açan şey sestir.

Bilim dünyayla ilgilenir; bilimciyle değil. Ancak bilimcinin bilime katkısı arttıkça kendisinin daha fazlası da yazılarında yansır. Yazıda sesin yerini gösteren en iyi örnekler Charles Darwin ve Alfred Wallace'ın yazılarıdır. Birbirlerinden habersiz, ikisi de, doğal seçim yoluyla evrim konulu bir teori geliştirmiştir. Teori-

leri birbirine o kadar benziyordu ki Darwin, kitabındaki bütün başlıklarının Wallace'm makalesinde de yer aldığını söylemiştir. Ne var ki, teorilerinin bütün benzerliğine karşın onlar başka başka kişilerdi; hiçbir okuyucunun da onların seslerini birbiriyle karıştırması olası değildir. Darwin'in bu kitapta yer alan makalesindeki ses ise heyecanlı, kapsamlı ve teoriktir. Darwin'in ve Wallace'in yazdıkları bilim tarihinin en ünlü öyküleri arasında olmasaydı bile, dikkatli bir okuyucu, onlardan hangisinin teorisini yıllar içinde oluşturmuş olabileceğini; hangisinin de düşünce aklına gelir gelmez, hemen bir anda yazdığını, seslerine bakarak çabucak tahmin edebilir.

Ünlü Dr. Einstein bile kendini ele verebiliyor. Ele aldığı konular öyle alışılmadık, üslubu öylesine heybetli ki, ne kadar alçak gönüllülükle konuştuğunu anlamamız için sizin de o konuların içinde olmanız gerekir. O, "özel görelilik ilkesinin ortaya atılmasının haklılığı kanıtlandığı için" derken, övünmeye daha yatkın bir kişi "Benim özel görelilik ilkemin doğru olduğu anlaşıldıktan sonra" şeklinde yazardı. Alaycı bir kuşkucu bunda yapmacık bir alçak gönüllülük olduğunu düşünebilir. Görelilik teorisini kimin ortaya attığını ve doğruladığını hepimiz biliyoruz. Ancak yine de Einstein'ın sesi şöyle sürdürüyor: "Genele ulaşmaya çabalayan her zihin genel görelilik ilkesine doğru bir atılım için güçlü bir arzu duymalıdır". Niçin daha kişisel olarak şöyle demiyor: "Genel bir görelilik ilkesi bulmak istedim"? Bu belki benim, belki de sizin sesiniz olurdu; ama Einstein'ın kesinlikle değil. Genelleme konusunda öyle doğallıkla düşünüyor ki, kendi aklından geçenleri bile genelleştiriyor. İkinci teoremin araştırılmasıyla ilgili olarak neden "güçlü arzu" diyor da sadece arzu demiyor? Bunu hemen açıklıyor: "Fakat basit ve oldukça güvenilir gibi görünen bir irdeleme, böyle bir girişimin başarı umudunun, hiç olmazsa şimdilik, zayıf olduğunu gösteriyor." Yolunu kapatan bir şey var. Bir gerçek, bir "güvenilir mülahaza" var ki yolu tıkmıyor ve büyük Einstein'ı bile duraksatıyor. Bu duraksamanın kaynağı, kuşkusuz, en atak bilimsel hayal güçlerini bile disiplin altına alan dürüstlüktür.

Belki bir gün beyin hakkında yeterli bilgiye sahip olunca, onu bu denli özel kılan şeyin ne olduğunu öğrenmek umuduyla, Einstein'ın beyni, ölümünden bu yana saklanmaktadır. O proje belki bir gün başarıya kavuşur. Bu arada Einstein kendini yazılarıyla açığa vurmaktadır.

Karmaşık kişiler aynı zamanda çokseslidirler. Derlemeler yapıları gereği, onlardan sadece birinin yazarı temsil etmesini yeğlerler. Bu kitapta birden çok alıntı yapılan yegâne yazar Galileo'dur. Okuyucular o parçalardaki seslerin ifade tarzlarını karşılaştırırlarsa, birçok Galileo'dan birkaç tanesini görebilirler; bir teleskoptan görülen dünyaları aktaran heyecanlı Galileo'yu; Aristoteles yanlısı yerçekimi görüşüne karşı kuşku duyan kuşkucu, sorgulayıcı Galileo'yu; cisimlerin nasıl düştüğünü ispatlayan, kendinden emin öğretmen Galileo'yu. Yineleyelim, kural açıktır: Bir bilim yazarı bilime ne kadar çok katkıda bulunuyorsa, o ölçüde çokseslidir.

Bilim Yazılarını Okuma

Bilim yazıları okumak insana iki yönlü kazanç getirir. Birincisi, hayal gücüyle, ilhamla, ifade tarzıyla bağlantı sağlanmasıdır, ki bu yalnız okumakla gerçekleşebilir. İkincisi, doğa hakkında yeni bir anlayış edinilmesidir; bunun da zevkli bir şey olduğu yeterince açıktır. Bir şeyi anlamak çok kez başlangıçta bir çaba gerektirir; ama elde edilen başarı insanın içini rahatlatır ve çaba bir övünç kaynağına dönüşür. Anlamanın çaba gerektirmesi olgusu, okuyucudan da özel bir istemde bulunur. Yazı, okuyucuya, yazarı izleyecek ölçüde dürüst olup olmadıklarını sürekli sorar; bu yolla ona sürekli meydan okumaktadır. Yazar alışılmışın ötesine gidecek ölçüde acımasız olsa bile, bu okuyucuyu kurtarmaz. Yazarın anlayışına katılmak için, okuyucunun da kendisine karşı aynı ölçüde acımasız olması gerekir.

Lütfen gerçeğe değil yazarın anlayışına ulaşmaktan söz ettiğime dikkat ediniz. Bilimci, kuşkusuz, gerçeğin peşindedir; bilim yazarları da, bir yandan görüşlere yer verirken, olguları aktarmak

isterler. Ama bu kitaptaki denemeler derinliğine kavrayış ile hantanın farklı karışımıdır. İnsanlar bilimsel olarak düşündüklerinde bile, yanlış algılamaları olasıdır. Herodotos, Nil Vadisi'nin bir göl olduğunu sanmıştı; ama değildi. Newton ışığın dalgalar halinde hareket ettiğini kabul etmemişti; Robert Hooke ışığın bize parçacıklar halinde geldiğine inanmamıştı. İkisi de yanılmıştı. Ernest Rutherford zincirleme tepkimenin atomik patlamaya yol açmayacağı kanısındaydı. Fred Hoyle, evrenin galaksileri nasıl oluşturduğunu kurgusal olarak açıklayan denklemler kaleme almıştır. Rachel Carson'un denizlerin tabanı konusundaki açıklamalarında tabanın genişlemekte olduğu gerçeği dikkate alınmamıştır. Bu türden hatalar konuların doğası gereğidir.

Demek oluyor ki, anlayış, bir hatalar bahçesine ekilse bile, yeşerebilir. Bu görüş şaşırtıcıdır; ama tarihe bir göz atmak ne demek istediğimi ortaya koyar. Herodotos göl konusunda hatalıydı; ama ırmakların büyük değişikliklere yol açtığı konusunda haklıydı. Onun bu görüşü başka gelişmeler için bir temel oluşturmuştur. Bu kitaptaki, Saussure'ün buzullar, Carson'un denizlerin tabanı hakkındaki yazıları gibi denemeler, Herodotos'un doğal hareketler ve çevresel değişiklikler hakkında söylediklerinin birer çeşitlemesidir. Newton ve Hooke birbirlerinin vardıkları sonuçları yadsımakla hata etmişler; ama aynı zamanda ışık hakkındaki gerçekleri beraberce ortaya koymuşlardır. Newton'un ve Hooke'un hataları olmasaydı, bu kitapta yer alan kuantum fiziği hakkındaki denemeler yazılamazdı.

Görülüyor ki, doğal dünyanın anlaşılmasında, son hakikate ulaşılamasa bile, bilimsel ilerleme ve gelişme diye bir şey var. Bugün ilerleme öylesine hızlanmış ki, anlayışta meydana gelen büyük değişiklikler bir insan ömründen çok daha az zaman almaktadır. Sadece yirminci yüzyılın ortalarından bu yana, yaşamın kendini nasıl ürettiğini, Afrika ile Güney Amerika kıyılarının bir yapboz bulmacasının parçaları gibi birbirine uyduğunu, evrenin çok çok eski zamanlarda nasıl olduğunu, ve afyonun neden keyif verdiğini keşfetmiş bulunuyoruz. Daha da yakından bakarsak, bu

son başarıların her birinde, açıklanması, gözden geçirilmesi, hat-
ta yeni baştan yazılması gerekli karanlık noktaların var olduğunu
görürüz; ancak yine de anlama yetimiz gelişmiştir.

Bu Kitabın Düzeni

Bu kitabı, anlama yetisinin, merak ve şaşkınlıktan başlayıp, us-
talığa nasıl ulaştığını sergileyecek şekilde düzenledim. Kitap üç kı-
sımdan oluşmaktadır: bilimcilerin bilimi anlamaya çalıştıkları bir
başlangıç olan Birinci Kısım; doğanın anlaşılması çabasında bilim-
sel hayal gücünün izlediği farklı yolların sergilendiği uzun bir İkinci
Kısım; ve, yazarların, bilimsel çabalarını yazın ustalığına dönüştü-
rmediği bir Üçüncü Kısım.

Birinci Kısımdaki (Bilimsel Hayal Gücü Sorgulanıyor) dene-
meler daha çok bilimin kendisine yöneliktir. Yazarlar bilimsel ar-
gümanlar öne sürerler; aynı zamanda, bilimin kendisinin nasıl ge-
liştiğini de sorgularlar.

İkinci Kısım (Bilimsel Hayal Gücü İşbaşında) kitabın üçte iki-
sini kaplamakta ve derlemenin kalbini oluşturmaktadır. Yazılar,
bilimsel hayal gücünün genişliğini sergileyen bir sıra içinde yer al-
mıştır. Bu sıranın bir başında çok şey gören fakat az anlayan göz-
lemciler; öteki ucunda da, olguları soyut düzeyde açıklayabilen
büyük genelleştiriciler, bilimin süper starları vardır.

Üçüncü Kısım (Bilimsel Hayal Gücünde Üslup) oldukça çe-
kingen bir biçimde yazınsal olan ama yine de bilimsel olan yazıla-
rı kapsamaktadır. Bu yazarlar dünyanın nasıl işlediği hakkında
öyküler anlatırlar ve bilime öğretme yoluyla katkıda bulunurlar.

Kesintiler Hakkında Bir Not

Okuyucular makalelerin orasında burasında köşeli ayraç içinde
üç nokta [...] göreceklerdir. Bu, özgün yazılardan bazı çıkarılmış
sözcükler olduğu anlamına gelir. (Eğer köşeli ayraç olmaksızın ...
görürseniz, anlamı, kesintinin asıl metinde var olduğudur.) Kesinti-
nin ana nedeni yer sorunudur. Yazar bazen bu derlemede yer alma-
yan bir şeye gönderme yapmıştır. Örneğin, bir kitaptan yapılmış bir

alıntıda “Atomlar 5. bölümde gördüğünüz gibi, küçüktürler” denebilir. Ancak, 5. bölüm bu kitaba alınmamıştır. O zaman alıntı “Atomlar [...] küçüktürler” şeklini alır. Bazen de kesinti yapılmıştır; çünkü yazar işi uzun tutmakta, örneğin kurbağalar hakkında çok kimsenin merak duyduğunun çok ötesinde şeyler söylemektedir.

GALİLEO'NUN BUYRUĞU

Bilim tek bir buyruk tanır: Bilime katkıda bulun.

Bertolt Brecht, *Galileo'nun Yaşamı*



Bilimsel Hayal Gücü Sorgulanıyor

“Her şeyi bilme şeklindeki bu kendini beğenmiş
küstahlığın temeli hiçbir zaman hiçbir şeyi
anlamamış olmaktan başka bir şey değildir.
Bir kerecik de olsa, tek bir şeyi tam olarak
anlama deneyimi olan ve bilginin nasıl elde
edildiğini gerçekten duyumsamış olan bir kimse,
kendisinin hiç anlamadığı, sonsuz sayıda başka
hakikatlerin de var olduğunu fark eder.”

GALİLEO

En Büyük İki Dünya Sistemi

Bu Birinci Kısımdaki makaleler felsefi denemeler değildir; ama bu kitapta en felsefi olanlar da onlardır. Bu kısımdaki yazarlar bilimin kendisinin ne olduğunu anlamak istemişler; bu nedenle de, bilimin nasıl başarılı olduğunu ve çarklarını nerede döndürdüğünü incelemişlerdir. Bu kısımdaki denemelerin anaörneği, belki de, İsviçreli psikolog Jean Piaget'ninkidir; çünkü bu yazı bilimsel araştırmanın bir anlatımı olmanın yanı sıra, bilimsel düşgücünün bir yönü üzerinde derinlemesine bir irdilemedir. Piaget çocukların bazı sözlerin anlamsız olduğunu neden görmediklerini anlamaya çalışır; ama aynı zamanda bilir ki, bulgularının, bilimcilerin

özgürce düşünmek için gerek duydukları zihinsel spekülasyonlar konusunda da sonuçları olacaktır.

Bilginin ne olduğu ya da bilmenin nasıl olabildiği gibi, Socrates'in ele aldığı soruları sormak yerine, Piaget daha pratik bir konuyu, anlamamanın engellerini saptamaya yönelmiştir. Bu Kısıma katkısı olan öteki yazarların hepsi de anlamamanın yollarını ve yanlış anlamamanın kaynaklarını tartışmaktadırlar. Onlar soyutlamaların en iyi tanımlarıyla değil, somut başarılarla ve başarısızlıklarla ilgilenmektedirler. Meslekten filozof olan Karl Popper'in makalesi bile, soyut bir bilgi teorisinden çok, bilimcilerin eylemleri ve kişilikleri üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Birlikte düşünüldüğünde, bu Kısımdaki makaleler insan doğasının bilimsel katkı açısından bir resmini çizmektedirler: Bu resimde yüreklilik, sebat, heyecan vardır; ama kendini kandırma, önyargı ve kendini beğenmişlik de görülür. Bu kısımdaki yazıları kitabın başına koymamanın nedeni bilimsel düşgüçleri incelendiğinde onların insan yaratıcılığının ortaya çıkardığı bütün öteki ürünler kadar karmaşık ve çelişkili olduğunu göstermek istememdir. Yine de bu insancıl yönü ona güç vermektedir. Bilimsel başarı günlük yaşamımızı olanaklı kılan dekoru sağlamıştır; bunu da kendi doğamızı yadsıyarak değil, başarının insancıl kaynağını göstererek yapmaktadır.

Bu kısım üç bölüme ayrılmıştır. I. Bölüm bilim konusunda heyecan verici makaleleri içeriyor. Bu yazılar, Mach'ın, her gerçek problemin araştırmacı bir düşünce ve dikkatli bir gözlem yoluyla çözülebileceğini söylerken ifade ettiği güven ve zafer duygularını yansıtıyor. Bu öykülerdeki bilim katıksız gibidir. Soruyu sor, yanıtı al. Asimov'un makalesinde anlatılan yüzyıllar boyu süren bir arayış bile, yüzyıllar boyunca düzenli olarak ilerlemek demektir.

II. Bölümde, anlamaya giden yolun biraz engebeli olduğu farzediliyor. Herbert Butterfield'in kimyanın çabası öyküsü, Asimov'un kimyasal ilerlemeye ilişkin anlatımından farklı bir çeşni taşıyor. John McPhee'nin yazısı ise espri yüklü, ancak teknik dilin insanı dehşete düşürmekle beraber, bilimcilerin birbirleriyle

kesin bir dille konuşmalarına olanak verdiğini belirtmek gibi bir yön de içermekte. Bu bölüme göre, ilerleme kaçınılmaz değildir. Bölümdeki bilimsel başarı kaynakları –düşgücü esnekliği ve düşünsel yüreklilik– Mach’ın gözlem ve düşünce övgüsünün bir yinelenmesi değil. Onun yerine, bu kaynaklar bilimsel başarıda insanın, bir bütün olarak, ne kadar sorumlu olduğunu göstermekte.

Son bölümdeki yazarlar ise konularına endişe ile bakıyorlar. Bu yazarlar, başarıya engel olan şeyleri ele almakla, birinci Bölümdeki başarı çılgınlıklarının tam tersi olan bir katkı getiriyorlar. III. Bölümde dile getirilen düşman, Chomsky’nin gerçek bilginin sınırları olarak nitelendirdiklerini de aşan bir katılık ve aldatmaca. Düşünsel dürüstlük hakkındaki ünlü makalenin rüşvet suçundan hüküm giyerek Londra Kulesine kapatılmakla mesleği birdenbire sona eren bir politikacı olan Francis Bacon tarafından yazılmış olması, kaderin garip bir cilvesidir. Bacon’ın birdenbire parayı aldığını kabul etmesi, ancak bunun kararlarını hiç etkilemediğini söyleyerek kendini savunması da hikayenin tuzu biberidir. Bunlar beylik kendini aldatma sözleriydi ancak, herşeye karşın, Bacon bilimsel düşüncede sahtekârlığı nasıl tanımlayacağını kesin olarak biliyordu.



“Her Gerçek
Problem Çözülebilir
ve Çözülecektir.”

Ernst Mach

ISAAC ASIMOV

Laboratuvarda Ölüm, *The Magazine of Fantasy and Science Fiction*'dan (1965)

Isaac Asimov (1920-1992), 500'den çok kitabıyla, çağın en verimli yazarlarından biridir. Eserleri arasında popüler bilim-kurgu romanları, Shakespeare üzerine çalışmalar, limerik* derlemeleri, ama en çok da bilim öyküleri vardır. Asimov'un aynı anda üç ayrı proje üstünde çalıştığı, her biri için ayrı yazı makineleri kullandığı, bir makineden öbürüne tekerlekli koltukla gittiği söylenir. Yazıları için gereken bilgileri öğrenmeye nasıl vakit bulduğu hiçbir zaman açıklanmamıştır; ancak enerjisinin kaynağı yeterince açıktır: Boş inana karşı aklın gücüne dayanan bilim tutkusu. Bilimin başarısı, ona göre, iyiler için de bir başarıdır.

Aşağıda okuyacağımız eğlenceli denemede Asimov bize bilim konusunda hep gözden kaçan bir şeyi anımsatıyor –bilim yapmanın zihinsel olduğu kadar fiziksel yürekli de gerektirebileceğini. Asimov'un anlattığı kimyacılar gibi, Darwin'in dünya çevresinde yolculuğa çıkışı, Benjamin Franklin'in şimşegin yapısını bulmaya çalışırken elektrik çarpması ile ölümü göze alması gibi ünlü örnekler vardır. Bu kitaba katkısı bulunan yazarlardan Alfred Wegener Grönland'da bilimsel bir sefer sırasında ölmüştür.

* Beş dizeli komik bir şiir türü. (ç.n.)

Kitaptaki başka biri, Marie Curie ise radyum üzerinde uzun süre çalışmasının neden olduğu kanser yüzünden yaşamını yitirmiştir.

Putları yıkmaktan çok hoşlanırım. Elime en ufak bir fırsat geçtiğinde, saygın bir kurum hakkında yıkıcı birşeyler söylemeyi; anneler günü, elmalı pasta ya da beyzbol hakkında alaycı, küçümseyici laflar etmeyi çok severim. Ancak insanların benim saygı duyduğum kurumlara çirkin şeyler söylemesini tabii ki kabul etmem.

Örneğin, Bilim ve Bilimciler (Büyük B'lere dikkatinizi çekerim)

Bilimcilerin de kusurları vardır elbette. Sevimsiz ve otoriter olabilirler; teoriler de bir kere yerlerine oturunca bir daha yerlerinden olmak istemezler [...]; ama bilimde bu (böyle düşünmek hoşuma gidiyor), insan uğraşısının herhangi başka bir dalında olduğu kadar sık olmaz.

Sevimsiz teorilerin deney yapmayı gerçekten nasıl engellediğine örnek olarak, arada, ksenon flüorürün keşfini gösteren biri çıkar.

Onların şöyle dediklerini duyar gibi olurum: "Aptal tembel kimyacılar asal gazların bileşimler oluşturamayacağını bir kere akıllarına koydular; bu nedenle artık hiç kimse bu gazların bileşim *oluşturabileceklerini* araştırma zahmetine girmedi. Eğer bir şeyin yapılamayacağını herkes biliyorsa artık onu denemeye gerek var mıdır? Ama yine de, herhangi bir kimyacı ksenon ile flüoru nikel bir kapta bir kerecik karıştırma zahmetine girseydi—"

Bir kimyacının bu kadar kolay bir şeyi aklına getirememesi ne aptallık, değil mi? Az biraz ksenon ile flüoru nikel bir kapta karıştırıver, dünyayı şaşırt, olur ya bir Nobel ödülü kazan.

Ancak sıradan bir kimyacı sıradan bir laboratuvarda bir parça ksenonu (çok ender bulunur ve oldukça pahalıdır) bir parça flüor ile karıştırırsa ne olur, bilir misiniz? Büyük olasılıkla kötü bir zehirlenme ve ola ki ölüm.

Eğer abarttığımı düşünüyorsanız flüorün geçmişine bir göz atalım. Bu öykü flüor ile değil —açık sarı-yeşil renkli olan bu katil

seksen yıl öncesine kadar gözle görülmemişti– yaklaşık beş yüz yıl önce Alman madencilerin kullandığı tuhaf bir mineralle başlar.

Modern çağların ilk büyük mineralbilimcisi olan George Agricola bu mineralden söz etmiştir. 1529’da, bu maddenin Alman madenciler tarafından nasıl kullanıldığını anlatır. Bu mineral (minerallere göre) kolayca eriyordu ve eritilecek bir maden cevherine eklendiğinde karışım daha kolay eriyor, yakıt ile zamandan önemli tasarruf sağlıyordu.

Sıvı olan şey akar (*flows*), “akmak” sözcüğünün Latincesi de *fluere*’dir. Bundan da “sıvı (*fluid*)” sözcüğünü elde ederiz. [...] Agricola’nın sıvılaştıran ve kolayca akan mineraller için kullandığı sözcük de aynı kökten gelir. Bu sözcük *fluores*’dir.

Sonraki yıllarda [...] minerallerin adlarına “ite” soneki koyma âdeti yer edince yeni ad “flüorit” [*fluorite*] (kalsiyum flüorit) oldu. [...]

Kalsiyum flüorit günümüzde de çelik üretiminde bir akıtıcı (ya da sıvılaştırıcı) olarak kullanılmaktadır. Yüzyıllar geçer gider; ama yararlı bir özellik yararlı özellik olarak kalır.

1670 yılında Henrich Schwanhard adında bir camcı flüorit ile çalışıyordu. Bir nedenle onu kuvvetli asitlerin etkisine maruz bıraktı. Bir buhar çıkmaya başladı; Schwanhard da yakından görmek için eğildi. Gözlüğü bulanıklaştı; herhalde buharın camlarda yoğunlaştığını düşünmüş olmalıydı.

Ancak bulanıklık gitmedi ve yakından incelediğinde gözlüğün asitten yanmış olduğunu gördü. Gerçekten de camlar yer yer erimiş, düzgün yüzeyleri pürüzlenmişti.

Bu çok şaşırtıcıydı; çünkü kimyacıların cam aygıt kullanma nedenlerinden biri de camın çok az sayıdaki kimyasal maddeden etkilenir olması idi. Schwanhard’ın aklına bundan yararlanmak geldi. Cam nesnelerin bazı bölümlerini balmumu ile kapladı (balmumu bu bölümleri buhardan koruyordu); kalan yerleri asitle yaktı. Bu yolla bulanık bir zemin üzerinde berrak cam desenli çeşitli zarif şekiller elde etti. İmparatorun desteğini de sağlayınca işleri iyice yoluna girdi.

Ancak bu süreci bir sır gibi kendine sakladı ve 1725'e gelinceye kadar kimyacıların, genelde, bu ilginç buhardan haberleri olmadı.

On sekizinci yüzyıl boyunca flüorit arada bir gündeme geldi. 1768'de Alman kimyacı Andreas Sigismund Marggraf flüoritte kükürt bulunmadığını gösterdi. Ayrıca, asitle işlem gören flüoritin cam eşyada delikler açabilen bir buhar çıkardığını da keşfetti.

Ancak, cam çiğneyen gazı 1780'de tam olarak ortaya koyan, İsveçli kimyacı Carl Wilhelm Scheele oldu. O da kalsiyum flüorürü (flüorit) asitleştirdi ve asitle cam yaktı; ama gazları kendinden önce gelenlerden çok daha dikkatli biçimde inceledi ve gazın bir asit olduğunu ileri sürdü. Bu nedenledir ki "flüorik asit"i (çeyrek yüzyıldır ona bu ad verilmişti) keşfetmenin şerefi de genelde Scheele'ye tanınmıştır.

Ne yazık ki bu keşif Scheele'nin sağlığına pek yaramadı. Birçok maddeyi izole etmiş olan Scheele elde ettiği her yeni maddeyi koklar ve tadına bakardı; bu da yeni maddenin özelliklerini belirleme sürecinin bir parçasını oluştururdu. Kendisi tehlikeli bir madde olan "flüorik asit" dışında hidrojen sülfür (okul kimya laboratuvarlarını çağırtıran, çok zehirli, kokmuş yumurta gazı) ve hidrojen siyanür (gaz odası idamlarında kullanılan gaz) gibi berbat şeyleri de ayırtırmıştı. Bu bakımdan, ağzında bu nesnelerden biri varken ölmemiş olması hayret vericidir.

Ancak tam olarak kurtulduğu da söylenemez. Birkaç yıl süren bir hastalık döneminden sonra, kırk üç gibi erken bir yaşta öldü. Bilinmeyen kimyasal maddeleri koklama ve tatma alışkanlığının onun yaşam süresini kısaltmış olduğundan hiç kuşkom yok.

Kimyacıların çoğu tatma konusunda dikkatli, hem de zavallı Scheele'den çok daha dikkatli davranırlar; ancak koklama için aynı şeyi günümüzde bile söyleyemeyiz. Her şeyi özellikle koklamasalar da, laboratuvarlardaki hava, gazlarla, buharlarla doludur. Kimyacılar ise, çoğu kez, bu gazlara dayanıklı olmaktan sapıkça bir zevk duyarlar ve kimyacı olmayanların yüzlerini buruş-

turup “pül” demeleri karşısında meslekî üstünlük ifade eden bir tebessümle karşılık verirler.

Kimyacıların ortalama yaşam sürelerinin genellikle daha kısa olduğu iddiasının nedeni de bu olabilir. Bu daha kısa yaşam süresinden kanıtlanmış bir olgu olarak söz etmediğime dikkat ediniz. Çünkü öyle olduğunu bilmiyorum; yalnızca “iddia” diyorum. Daha geçenlerde, bir kimya dergisinde, ölüm ilanlarını yakından izleyen ve kimyacıların kimyacı olmayan bilimcilere göre genelde daha genç yaşta öldüklerini ileri süren bir mektup vardı. Doğru da olabilir.

Birkaç yıl önce, gizli cıva zehirlenmesinin uzun süreli etkisi sonucu bazı kimyacıların ileri yaşlarında akıl hastası oldukları yolunda spekülasyonlar vardı. Laboratuvarlarda sürekli, çatlaklarda ve köşelerde gözden kaçan cıva damlacıklarından yükselen cıva buharının bulunması buna yol açmaktadır. (Bütün kimyacılar ara sıra yere cıva saçarlar).

Korku ve karamsarlık yaratmayı önlemek amacıyla, bazı kimyacıların uzun ve etkin bir yaşam sürdürdüklerini de söylemeliyim. En ünlü örnek 1786’da doğup 1889’da yüz üç gibi muhteşem bir yaşta ölen Fransız kimyacı Michel Eugène Chevreul’dür. Dahası, ileri yaşlarında da üretkenliğini korumuş, doksanlı yaşlarında gerontoloji (yaşlılığın canlı organizma üzerindeki etkisini araştırma) konusunda, kendisini denek gibi kullanarak (başka kimi kullanabilirdi ki) yararlı araştırmalar yapmıştı. Kendi doğumunun görkemli yüzüncü yılını kutlama törenlerine katılmış ve “Bilimin Nestor’u”* olarak coşkuyla selamlanmıştı. [...]

Chevreul’ün mumlar, sabunlar, yağlar gibi tehlikesiz maddelerle çalışmış olduğu doğrudur. Öyleyse bir de Alman kimyacı Robert Wilhelm Bunsen’i ele alalım. Gençliğinde arseniğin organik bileşimleri ile çalıştı ve zehirlendi; az daha da ölüyordu. Yirmi beş yaşında iken bu bileşimlerden biri patladı ve bir gözü görmez oldu. Yine de seksen sekiz gibi hatırı sayılır bir yaşa kadar yaşamayı sürdürdü.

* Nestor: Öğüt veren akıllı ve yaşlı kimse. (ç.n.)

Scheele'den sonraki yüzyılda, çalışmalarını daha çok flüorik asitle yapan birçok kimyacının göreceli olarak genç yaşta öldükleri de bir gerçektir

Asit ilave edilmiş flüoritten elde edilen gazın bir asit olduğu Scheele tarafından saptandıktan hemen sonra ortaya onun yapısı konusunda bir sorun çıktı. Tam o sıralar, ünlü Fransız kimyacı Antoine Laurent Lavoisier bütün asitlerin oksijen içerdiği sonucuna varmıştı. Gerçekten de, "oksijen" sözcüğü eski Yunancada "asit yapan" anlamında bir deyimden üremiştir.

Birçok asitin oksijen içerdiği doğrudur (sülfirik asit ile nitrik asit buna örnektir); ancak bazıları da içermez. Örneğin tuzruhu, [muriatik asit] denilen bileşimi ele alalım. Bu asit tuzlu suyun sülfirik asitle etkileşimi sonucu elde edildiği için, ona Latince "tuzlu su" anlamındaki sözcükten dolayı "muriatik acid" denilmektedir.

Lavoisier'in vardığı sonuç uyarınca muriatik asitin de oksijen içerdiği varsayılıyordu; belki de oksijenle henüz bilinmeyen ve "murium" denilen bir elementin bileşiğiydi. Scheele muriatik asitin oksijen içeren bazı maddelerle etkileşimi sonucu yeşilimsi bir gaz elde edildiğini fark etti. Muriatik asitin ek oksijen aldığını varsayarak bu gaza "oksmuriatik" asit adını verdi.

Ancak, İngiliz kimyacı Humphry Davy, titiz çalışmalar sonunda muriatic asitin oksijen içermediğini göstermeyi başardı. Oksijen değil hidrojen içeriyordu ve belki de henüz bilinmeyen bir elementle hidrojenin bir bileşimi idi. Bundan başka, eğer oksijen muriatic asit ile bileşiyorsa, bileştiği element hidrojen olmalıydı. Oksijen, hidrojeni alarak, henüz bilinmeyen elementi yalnız bırakıyordu. Davy, Scheele'nin oksimuriatik asit dediği gazın bu element olduğuna karar verdi ve 1810'da, renginden dolayı, onun adını, eski Yunancada "yeşil" anlamına gelen, "Chlorine" olarak değiştirdi.

Tuzruhu [muriatik asit] hidrojen ve klorun bir bileşimi olduğundan "hidrojen klorür" (gaz halinde) ya da "hidroklorik asit" (sudaki eriyiği) olarak anılmaya başladı.

Oksijen içermeyen başka asitler de keşfedilmiştir. Hidrojen sülfid ve hidrojen siyanür bunlara örnektir. (Bunların çok zayıf asitler olduğu doğrudur; ancak, “asitlerde oksijen vardır”ın yandaşları kuvvetli asitler için oksijenin gerekli olduğu savına da sığınamazlardı; çünkü, hidroklorik asit oksijen içermediği halde kuvvetli asittir.)

Bundan sonra Davy, flüorik asitin oksijeni olmayan asitlere bir başka örnek olduğunu gösterdi. Dahası, flüorik asit hidroklorik asiti anımsatan bazı özelliklere sahipti. Fransız fizikçi André Marie Ampère flüorik asitin, kloru çok benzeyen bir eleman ile hidrojenin bir bileşimi olabileceğini düşündü. Bunu açıkladığında, Davy de ona hak verdi.

1813 yılında Ampère ve Davy bu yeni elemente (henüz izole edilmemiş ve incelenmemişti), benzerliği vurgulamak için, klor [*chlorine*] ile aynı son eki verdiler. Adın kökü, doğal olarak, flüorite’den geliyor olmalıydı. Yeni element o günden bu yana “flüor [*fluorine*]” olarak anılır. Flüorik asit “hidrojen flüorür”; flüorite “kalsiyum flüorür” olmuştur.

Şimdi de incelenebilmesi için flüorun izole edilmesi sorunu ortaya çıkmış, bunun da birinci dereceden bir sorun olduğu görülmüştü. Klor, hidroklorik asitten, oksijenin, deyim yerindeyse, hidrojeni klorun pençesinden kurtarmasıyla, ayrı bir element olarak elde edilir. Oksijen, klordan daha etkin olduğundan, hidrojeni, klorun çekişinden daha güçlü bir kuvvetle çekebilir.

Ancak, aynı işlem hidrojen flüorüre uygulanamazdı. Oksijen, hiçbir koşulda, hidrojeni flüorun pençesinden koparamazdı. (Yıllar sonra anlaşıldığına göre, tersine, elementer flüor hidrojeni oksijenden koparabiliyordu. Flüor, bir oksijen ve hidrojen bileşimi olan su ile etkileşimde hidrojeni o kadar kuvvetle koparır ki oksijen, olağanüstü enerjik hali olan ozon şeklinde açığa çıkar.)

Flüorun oksijen ve klordan daha etkin olduğu sonucuna varılması kaçınılmazdı. Gerçekten, flüorun yeryüzündeki en etkin element olduğunu (bu husus kimyacılar tarafından sonradan yeterince doğrulanmıştır) ve hiçbir basit kimyasal etkileşimin hidro-

jen flüorür ya da kalsiyum florür gibi bileşimlerdeki flüoru açığa çıkaramayacağını düşündürecek nedenler vardı; çünkü başka hiçbir element kalsiyum ya da hidrojeni flüorun pençesinden çekip çıkaramıyordu.

Ama insanın sadece kimyasal tepkimelerle uğraşması gerektiğini kim söylemiş? 1800’de elektrik pili icat edildi; birkaç hafta içinde de bir bileşimden geçen bir elektrik akımının onu bileşenlere ayırabildiği (“elektroliz”) keşfedildi; halbuki bu, sıradan kimyasal tepkimelerin ancak pek zor koşullarda gerçekleştirebileceği bir işti. Örneğin su hidrojen ve oksijene ayrıldı. Hidrojenin (ve çeşitli metallerin) eksi elektrotta, oksijenin (ve başka ametallerin) artı elektrotta açığa çıkmaları sağlanabildi. [...]

Davy aynı tekniğin kalsiyum flüorür için de geçerli olmaması için bir neden bulunmadığını düşündü; kalsiyum eksi elektrotta, flüor da artı elektrotta toplanmalıydı. Denedi, ancak sonuç alamadı. Belki de, artı elektrotta flüoru izole etmişti; o da, daha olduğu anda, önüne ne geldiyse saldırmıştı: Suya, cama, hatta Davy’nin kap olarak kullandığı gümüş ve platine. Çok geçmeden Davy’nin elinde birçok flüor bileşimi vardı; ama hiç flüor yoktu.

Deney başka yönden de bir kayıptı; Davy, çalışmaları sırasında, az miktarlarda hidrojen flüorür soluduğu için ciddî biçimde zehirlenmeyi başarmıştı. Bu onu öldürmediyse de, hastalıkla geçen birkaç yıl sonunda elli yaşında ölmesinde kuşkusuz payı oldu.

Davy’den daha şanssız olanlar da vardı. 1830’da İngiliz Thomas ve George Knox kardeşler flüorun kimyasal yollarla izole edilemeyeceğinin kesin olduğunu kabul etmeme yolunu seçtiler. (Bilimciler eleştirmenlerinin varsaydığı kadar ağırkanlı değildirler). Cıva flüorür ile tepkimeye girmesi için kloru kandırmaya çalıştılar; klor cıva ile anlaşacak, flüor da serbest kalacaktı. Başaramadılar; ikisi de uzun ve ıstırap verici bir flüor zehirlenmesi süreci geçirdiler.

Knox kardeşlerin çabalarını yakından izleyen Belçikalı kimyacı P. Louyet aynı çalışmaları tekrarladı ve daha çarpıcı biçimde başarısızlığa uğradı. Hidrojen flüorür onu tümünden götürdü.

Louyet'nin asistanlarından biri de Fransız kimyacı Edmond Frémy idi. Louyet'nin deneylerinden bazılarını görmüş ve flüoru kimyasal tepkimelerle açığa çıkarmanın insana morg için bir giriş bileti sağlamaktan başka bir işe yaramayacağı sonucuna varmıştı. Davy'nin elektroliz yöntemine döndü ve çok büyük ihtiyatla çalıştı. Bunun ödülü de seksen yaşına kadar yaşamasıydı.

1885'te, Davy'nin kalsiyum flüorürü elektroliz etme denemesini tekrarladı ve aynı sonuca ulaştı – açığa çıkan flüor çevresindeki her şeyi ele geçirip hemen yok oluyordu.

Bundan sonra hidrojen flüorürün kendisiyle çalışmaya karar verdi. Hidrojen flüorür oda sıcaklığının biraz altındaki sıcaklıklarda sıvı halindedir ve üzerinde daha kolay çalışılabilir. Elektroliz sırasında, kalsiyum flüorür gibi, kızgın halde tutulması gerekmez.

Ne yazık ki Frémy'nin zamanında hidrojen flüorür hep su da erimiş halde elde ediliyordu. Hidrojen flüorür eriyiğini elektroliz yapmağa çalışmak demek artı elektrotta iki farklı elementin gelebilmesi demekti: oksijen ve flüor. Hidrojen flüorürün içinde çok az miktarda su olması durumunda bile, oksijen daha az etkin olduğu ve hidrojenden daha kolay çekilebildiği için, elektrotta sadece oksijen geliyordu.

Bu nedenle Frémy sudan tamamen bağımsız olan “susuz hidrojen flüorür” elde etme yöntemleri geliştirdi. Bu işi başaran ilk kimyacı odur. Ancak, ne yazık ki bir engelle karşı karşıya kaldı. Susuz hidrojen flüorür elektrik akımını geçirmiyordu. Su eklerse akım geçiyordu – ama yalnızca oksijen elde ediliyordu.

Sonunda o da pes etti ve 1880'lere gelindiğinde flüor hâlâ yenilmemişti. Üç çeyrek yüzyıl boyunca birçok kalburüstü kimyacının büyük çabalarını boşa çıkarmış, bazılarını yatalak etmiş, bazılarını da doğrudan öldürmüştü.

Frémy'nin bir öğrencisi olan Fransız kimyacı Ferdinand Fré-déric Henri Moissan ise savaşı bırakmadı ve bir buldok köpeği kararlılığı ile flüor problemiyle uğraşmaya girişti.

Yeniden kimyasal yöntemlere döndü. İşe, daha kararsız olan flüor bileşimleriyle başlamak karar verdi. Bir bileşim ne kadar

kararlı ise flüor da diğer atomları o ölçüde sıkı tutuyor demektir; flüoru ayırmak da o kadar daha güç olacaktı.

1884 yılında, Moissan fosfor flüorürün görece kararsız olduğu (bir flüorür için) sonucuna vardı. Bu özellikle umut verici idi; çünkü fosfor oksijenle birleşmek için de çok istekli gibiydi. Belki oksijen flüorürden atomları ayırmayı şimdi başarabilirdi. Moissan bunu denedi ve sadece kısmen başarılı oldu. Oksijen gerçekten de fosforu yakaladı; ancak, flüor onu bırakmadı ve sonuçta Moissan fosforun hem oksijen hem de flüor ile birleştiği bir bileşik elde etti.

Moissan başka bir yem daha denedi. Platin son derece zor tepkimeye giren asal bir metaldir; flüor bile ona güçlüklerle saldırır. Ancak, sıcak platinin fosforla kolayca birleşebilir olduğu anlaşılmıyordu. Eğer fosfor flüorür sıcak platin üzerinden geçirilirse platin, flüor yerine, fosforla birleşip flüoru açığa çıkarmaz mıydı?

Nerde o şans! Fosfor ve flüorün her ikisi de birkaç dakika içinde platinle birleşti ve bir sürü pahalı platin yok olup gitti. (Neyse ki Moissan'ın, kendisini cömertçe destekleyen zengin bir kayınpederi vardı)

Daha önce Frémy'nin yaptığı gibi Moissan da doğrudan kimyasal yaklaşımı bırakıp elektroliz yöntemini denemeye karar verdi.

Arsenik flüorür ile işe başladı ve biraz uğraştıktan sonra sonuç almadan, bu yolla araştırmayı bıraktı; çünkü arsenikten zehirlenmeye başlamıştı. Hidrojen flüorüre döndü (ve sonunda elli dört yaşında ölmesinde rol oynayan dört ayrı hidrojen flüorür zehirlenmesi evresi geçirdi).

Frémy'nin susuz hidrojen flüorürünün elektrik akımını geçirmediğini Moissan çok iyi biliyordu. Akım geçmesini sağlamak için bir şey eklemek gerekiyordu; ancak bu, artı elektrotta yeni bir element ortaya çıkaracak bir şey olmamalıydı. Başka bir flüorür olamaz mıydı? Moissan potasyum hidrojen flüorürü susuz hidrojen flüorürde eritti ve hem akım geçiren, hem de artı elektrotta yalnız flüor çıkaracak bir karışım elde etti.

Bundan başka, platin ve iridyum alaşımından yapılmış malzeme kullandı. Bu alaşım flüora karşı platinden daha dayanıklıydı.

Son olarak da tüm aygıtlarını -50°C 'ye soğuttu. Sıcaklık düş-tükçe bütün kimyasal tepkimeler yavaşlar. -50°C 'de ise flüorinin şiddeti bile yatışmalıydı.

Moissan devreyi açtığında eksi elektrotta hidrojen baloncuk-ları fokurdamaya başladı; ama artı elektrotta hiçbir şey olmadı. Düşünmeye koyuldu. Artı elektrot platin-iridyum kabın içine bir tıkaçtan geçerek sokuluyordu. Bu tıkaç yalıtkan olmalıydı; öyley-se platinden ya da başka bir metalden yapılamazdı; flüor ise bu tı-kaçı yiyip bitirmişti. Tevekkeli, hiç gaz elde edememişti.

Moissan'a elektrik akımı geçirmeyen ve flüordan etkilenme-yen bir şeyden yapılma bir tıkaç gerekiyordu. Düşündü ki, kalsi-yum flüorür [*fluorite*] minerali, taşıyabileceği bütün flüora sahip-tir; bu yüzden de flüordan etkilenmemelidir. Bunun üzerine kal-siyum flüorürden yapılmış tıkaçlar yontarak deneyi tekrarladı.

6 Haziran 1886'da, artı elektrot etrafında sarı-yeşil bir gaz el-de etti. Sonunda flüor izole edilmişti. Daha sonraları, Moissan de-neyini kalabalık önünde tekrarladığında eski öğretmeni Frémy de dinleyiciler arasındaydı.

Moissan çalışmayı sürdürerek, 1899'da, flüor elde etmek için daha az masraflı olan bir yöntem buldu. Bakır kaplar kullandı. Flüor bakıra şiddetle saldırıyordu; ancak, bakır, bir kez bakır flü-örür ile kaplandıktan sonra, artık yeni saldırılardan korkmaya ge-rek kalmıyordu. Moisson 1906'da, ölümünden bir yıl önce, bu ba-şarısı nedeniyle, kimya dalında verilen Nobel ödülünü aldı.

Bunlara karşın, flüor, elementler tablosunun yaramaz çocu-ğu olmayı bir nesil daha sürdürdü. İzole edilebilir ve kullanılabi-lirdi; ancak kolayca ve sık sık değil. En kötüsü, hidrojen flüorür-den bile daha zehirli olduğu için, son derece dikkatli davranılma-sı zorunluydu.

Bu arada, 1890'da, asal gazlar keşfedildi. Son derece asal ol-dukları halde kimyacılar onları bir tür bileşik yapıya sokmak için sürekli uğraştılar. Kimyacıların asal gazların bir tepkimeye gir-meyeceğinden emin oldukları için, bunu hiç denemedikleri yolun-daki masala inanmayınız. Yayınlarda düzinelerce yeni bileşim

hakkında haberler çıkmıştı –ancak yakın zamanlara gelinceye kadar, böyle haberlerin hep yanlış olduğu anlaşılmıştır.

Kimya teorisinin, bileşimler oluşturmak için asal gazların rastgele ele alınmalarına gerek bırakmayacak bir aşamaya gelmesi ancak 1930'ların başlarında gerçekleşmiştir. 1933'te Amerikalı kimyacı Linus Pauling, ksenon gazının flüor ile birleşebileceğini mantıksal argümanlarla göstermeyi başardı. Pauling'in okulu olan California Institute of Technology'den (Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü) iki kimyacı hemen işe giriştiler. Bunlar Donald M. Yost ile Albert L. Kaye'di.

Bulabildikleri ksenonun tamamı normal hava basıncında 100 cc kadardı; flüora gelince, onu hiç bulamadılar. Flüor elde etmek için kendileri bir aygıt yapmak zorunda kaldılar; o da ancak canı istediğinde çalışıyordu. Elllerinden gelenin en iyisini yaptılarsa da, sonunda, herhangi bir bileşimin belirgin bir işaretini göremeyeceklerini anladılar. Hiçbir bileşik oluşmadığı yolunda da kesin bir kaniya varmadılar. Sonuçlar yetersizdi.

Deneylere hemen devam edilmedi. Sonuçlar bunu gerektirmiyordu. Kimyacılar flüorun öldürücü geçmişini biliyorlardı ve bu tür deneyler için pek de hevesli değillerdi.

İkinci Dünya Savaşı sırasında, atom bombası ile ilgili olarak flüora gerek duyuldu. Böyle bir baskı altında, flüoru daha bol miktarda, makul ölçüde güvenlik altında üretme yöntemleri geliştirildi.

1950'lere gelindiğinde, flüor içeren sivil amaçlı deneyler artık intihar riski pek söz konusu olmadan yapılabilirdi. O zaman bile, bu tür çalışmalar için donatılmış olan çok az sayıda laboratuvar vardı; onların da asal gazlarla birleştirmek dışında flüorla yapacakları birçok şey vardı.

"Ksenon ile flüoru nikel bir kapta karıştırıverin" işte böyle gerçekleşti. Bunun, başarıldığı 1962'den on yıl öncesine kadar, makul bir güvenlikle ve makul bir başarı umudu ile yapılmasına olanak yoktu. Bu koşullar altında on yıllık gecikme cidden makuldür ve Bilim hakkında güven sarsıcı hiçbir şey yansıtmaz.

ARTHUR S. EDDINGTON

Algol Yıldızının Öyküsü

Yıldızlar ve Atomlar'dan (1927)

Sir Arthur Stanley Eddington (1882-1944) fizikçi, gökbilimci ve bir popüler bilim yazarıydı. 1919'da bir güneş tutulması sırasında yıldız ışığının bükülmesini ölçerek Albert Einstein'ı üne kavuşturdu. Einstein yerçekiminin, bir mercekle gibi etki yaparak, ışığın gittiği yönü değiştirdiğini söylemiş ve ışığın ne kadar büküldüğünü matematiksel kesinlikle belirlemişti. Işın ilginç yanı, Eddington'un bu araştırmayı, Einstein'ın savına inanmadığı için, kendi ölçümlerinin onun yanıldığını kanıtlayacağı umuduyla yapmış olmasıdır. Ancak tersine, Einstein'a bir telgraf çekerek bükülmenin, tam olarak, onun öngördüğü kadar olduğunu bildirdi; Einstein da tüm dünyada Newton'u tahtından eden adam olarak birdenbire üne kavuştu.

Kendi alanında ise Eddington, en çok, yıldızların oluşumunu ve yapısını açıklayarak, yirmi otuz yıl önce bilinmesi olanaksız olduğu düşünülen bilgileri saptamasıyla ünlüdür.

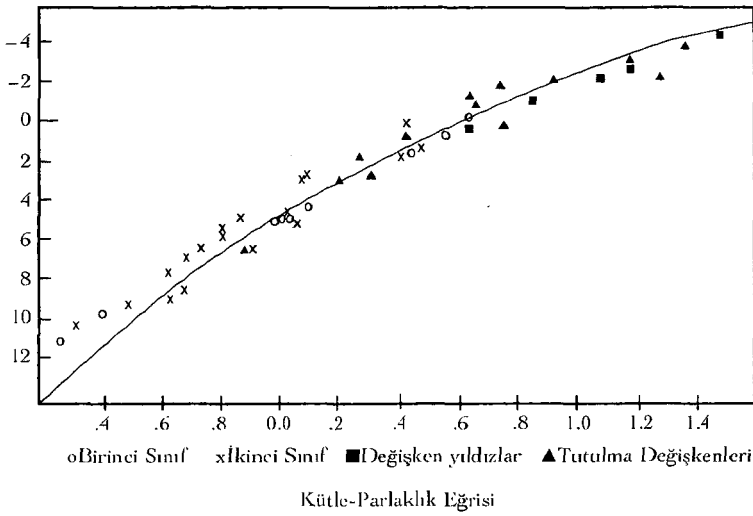
Eddington sıradan bir okuyucunun soyut bilgileri kavramasını kolaylaştıran imgeler yaratma yeteneğine de sahip büyük bir yazardı. Bu makalede, göz kırpan bir ışığın ardındaki gerçeği bulmakta; bunu yaparken de, bilimsel başarının üst üste, birikim yoluyla nasıl geliştiğini gözler önüne sermektedir. Bu yazıda açıklanan bilim süreci –yani iç içe geçmiş birtakım yıldızlara ilişkin ayrıntıların hesaplanması– yerçekimi, hareket vb. konularda kabul edilmiş teorilere tam bir güven gerektirmektedir. Halbuki, yaygın görüşe göre bilimsel başarı, çoğu kez, kabul edilmiş kanıları yıkmaya olarak anlaşılır; buna karşılık, Eddington burada var olan bilginin akılcıca kullanılması yoluyla nasıl başarıya varılabileceğini göstermektedir. Var olan yıldızlardan gelen ışık çoğumuz için son derece basit bir şeydir; Eddington ise, yıldızların dalga boyu karışımlarını (tayflarını), varsa göz kırpsılarını ve “kıza kaymalarını” (dalga boyu bozulmaları) ölçerek, birçok bilginin şifresinin çözülebileceğini anlatmaktadır.

Aşağıda okuyacaklarınız “Eksik Sözcük ve Yanlış İpucu” diyebileceğimiz bir dedektif öyküsüdür.

Birçok bilimin tersine, gökbilimde incelediğimiz nesneler elimizin altında durup onları araştırmamızı beklemezler; tersine bizim durup beklememiz, onların bize gönderdiği mesajları alıp şifresini çözmemiz gerekir. Yıldızlar hakkındaki bütün bildiklerimiz bize ışık ışınlarıyla gelir; bakarız ve sinyalleri anlamaya çalışırız. Bazı yıldızlar bize, düzgün olarak –bir deniz fenerinden gelen aralıklı ışık benzeri– bir dizi nokta ve çizgi gönderiyor gibidir. Bunun Mors alfabesinde olduğu gibi şifresini çözemeyiz ama yine de, dikkatli ölçümler yaparak, bu mesajlardan birçok bilgi açığa çıkarabiliriz. Bu “değişken yıldızlar”ın en ünlüsü Algol yıldızıdır. Sinyallerden, onun gerçekte birbiri etrafında dönen iki yıldız olduğunu öğreniyoruz. Bazen bu iki yıldızdan daha parlak olanı gözden kaybolur; koyu bir tutulma veya “çizgi” gönderir. Bazen de, soluk olanı saklanır ve bir “nokta” gönderir. Bu süreç 2 gün 21 saatte bir –bu iki yıldızın devir süresinde– yinelenir.

Bu mesaja çok daha fazla bilgi vardı ama onlar boşuna umut veren türdendiler. Deyim yerindeyse, tek bir sözcük eksikti. Bu sözcüğü bulabilirsek mesaj bize sistemin büyüklüğü –iki elemanın çapları ve kütleleri, mutlak parlaklıkları, aralarındaki uzaklık, Güneş’ten uzaklıkları ...– hakkında tam ve dakik bilgi verebilirdi. İşte bu sözcük eksik olduğundan, mesaj bu konuda bize kesin hiçbir şey anlatmıyordu.

Bu koşullar altında, gökbilimcilerin eksik sözcük için çeşitli tahminleri deneme dışında yapabilecekleri bir şey yoktu. Sözcük bize parlak yıldızın soluk yıldızdan ne kadar büyük olduğunu, başka bir deyişle, iki yıldızın kütlelerinin oranını söylelemeliydi. Daha az ünlü olan bazı değişken yıldızlar bize eksiksiz mesajlar göndermektedirler. (Bu bilgiler kütle ile mutlak parlaklık arasındaki bağlantıyı test etmek için kullanılabilir ve şekilde üçgenlerle gösterilmişlerdir.) Algol konusundaki zorluk, parlak yıldızın baskın çıkıp soluk yıldızdan gelen daha zayıf sinyalleri anlaşılmaz hale getirmesinden kaynaklanıyordu. Başka yıldız sistemlerinden yararlanarak



küteller arasındaki en yaygın olan değeri bulabilir, buna dayanarak da, Algol için en olası değeri tahmin edebiliriz. Konunun otoriteleri birbirinden biraz farklı tahminler yürütmüşlerdir. Bununla beraber, genel sonuç Algol tipi sistemlerde parlak yıldızın kütesinin soluk yıldızının iki katı olduğu yolundaydı. Böylece eksik sözcüğün "iki" olduğu varsayıldı; bu varsayıma göre de sistemin çeşitli boyutları hesaplandı ve sonunda, bunların gerçeğe yakın olduğu genelde kabul edildi. Bütün bunlar on altı yıl önce oldu.

Bu şekilde, mesajın anlamının daha parlak olan yıldızın yarıçapının 1 100 000 km (Güneş'in yarı çapının bir buçuk katı) olduğu, güneşin yarı kütesinde olduğu, ışık şiddetinin de güneşinkinin otuz katı olduğu sonucuna varıldı. Bunun şekildeki eğrimiye uymayacağı hemen görülebilir; Güneş'in yarı kütesine sahip olan bir yıldızın Güneş'ten çok daha az parlak olması gerekir. Böylesine ünlü bir yıldızın teoriye karşı gelmesi epey rahatsız ediciydi ama teori tahminlerle değil olgularla karşılaştırılarak test edilmeliydi. Bu teorinin eksik sözcük hakkında tahmin yürütmekten daha sağlıklı bir temeli de olabilirdi. Ayrıca Algol'un tayf tipi¹ düşük kütlelerde genellikle görülen tayf tiplerinden değildi ve bu da varılmış olan sonuçlara kuşku düşürmekteydi. [...]

1. Tayf tipi. Verdikleri tayfa bakarak yıldızlar hakkında neler öğrenilebileceğinin ve söylenebileceğinin güzel bir tartışması için Annie Cannon'un makalesine bakınız.

Parlak yıldız için şekildeki eğri ile uyuşabilecek kütle ve parlaklığı veren değeri buluncaya kadar, [daha iyi bir “eksik sözcük” için] art arda çeşitli tahminleri sınayabiliriz. Gördüğümüz gibi, “iki” tahmini, eğriden çok uzağa düşen bir nokta vermektedir. Tahmini “üç” olarak alır ve kütle ile parlaklığı bu varsayıma göre hesaplırsak bulunan nokta şimdi eğriye daha yakın olacaktır. “Dört”, “beş”, vb. ile devam edelim. Eğer nokta eğrinin öteki yanına geçerse çok ileri gittiğimizi ve istenen uyuma varmak için bir ara değer almamız gerektiğini anlarız. Bütün bunlar Kasım 1925’te yapıldı ve eksik sözcüğün “iki” değil “beş” olması gerektiği görüldü: Oldukça büyük bir değişiklik. Buna göre mesaj şu şekli alıyordu.

Parlak yıldızın yarıçapı = 2 140 000 km.

Parlak yıldızın kütlesi = 4,3 x Güneş’in kütlesi.

İlk rakamlarla karşılaştırdınca büyük bir değişiklik olduğunu görüyorsunuz. Şimdi yıldız B-tipi² bir yıldız çok daha uygun olan büyük bir kütle biçilmiş oluyor. Ayrıca, Algol’un Güneş’ten en az yüz kat daha parlak olduğu ve paralaksının³ 0,028” – daha önce varsayılan uzaklığın iki katı– olduğu sonucu çıkıyor.

O zamanlar bu sonuçları sınaama olasılığı pek yok gibiydi. Paralaks için öngörülen değer trigonometrik yöntemlerle belki kanıtlanabilir ya da yadsınabilirdi. Ancak bu değer makul bir hassasiyetle ölçülemeyecek kadar küçüktür. Yapabileceğimiz tek şey “İster kabul et, ister etme” tavrı olabilirdi– “Teoriye kabul ederse-niz, Algol bu tür bir yıldızdır; eğer teoriye güvenmiyorsanız bu sonuçlar sizi ilgilendirmez.”

Ancak bu arada Ann Arbor Gözlemevindeki iki gökbilimci eksik sözcüğü çok ilginç yeni bir yöntemle arıyorlardı. Gerçekte sözcüğü bulmuşlar ve bir yıl önce de yayımlamışlardı; ama bu olay pek fazla duyulmamıştı. Eğer bir yıldız dönüyorsa bir kena-

2. B-tipi yıldızlar en sıcak yıldızlardır.

3. Paralaks: Bu bağlamda, söz konusu iki yıldız arasındaki uzaklığın dünyadan görünüşü.

rı yahut “kolu”, bize doğru gelir, öteki bizden uzaklaşır. Bize doğru olan hızı ile bizden uzaklaşma hızını tayftaki Dopler etkisi⁴ yoluyla ölçebilir, saniyede km cinsinden kesin bir sonuç elde ederiz. Böylece, güneşin önce doğu kenarını, sonra batı kenarını gözleyip bulunan hızların farkını alarak güneşin ekvatordaki hızını ölçebiliriz –ölçüyoruz da. Güneş için bir sorun yok; çünkü diskin gözlemek istediğiniz bölge dışındaki bölümünü kapatabilirsiniz; ama nokta büyüklüğünde bir ışık olan bir yıldızın bir bölümünü nasıl kapatacaksınız? Siz kapatamazsınız; ama, Algol’da bu kapatma sizin için yapılmaktadır. Soluk yıldız sizin perdenizdir. Parlak yıldızın önünden geçerken ince bir hilâl görüntüsü bıraktığı bir an vardır ve bir başka anda batıda ince bir hilâl ortaya çıkar. Kuşkusuz, yıldız çok uzakta olduğundan sizin hilâl şeklini görmeniz olanaksızdır. Ancak, bu iki anda, ışık yalnız hilâllerden gelmektedir; diskin öteki bölümleri kapalıdır. Bu anları yakalayarak, tıpkı perdeyi kendiniz çekiyormuşsunuz gibi, ölçümleri yapabilirsiniz. Bereket Algol’un dönme hızı büyüktür; o nedenle, görece ufak hatalarla, ölçüm yapılabilir. Şimdi yapacağınız iş ekvatordaki hızı dönme periyodu ile çarpmaktır. Bu da size Algol’un çevresini verir. 6,28 ile bölünce de yarıçap çıkar.⁵

Rossiter ve McLaughlin tarafından geliştirilen yöntem buydu. McLaughlin bunu Algol’a uyguladığında parlak yıldızın yarıçapını 2 180 000 km olarak buldu.

Anlayabildiğimiz kadarıyla bu sonuç oldukça dakiktir; hatta güneş dışındaki yıldızlar arasında belki de en iyi bilinen yarıçap denebilir. Şimdi geriye [s. 20] dönüp teori yoluyla saptanan değerle karşılaştırırsanız bu sonucu tatminkâr bulmak için geçerli nedeniniz olduğunu göreceksiniz. McLaughlin sistemin öteki sabitlerini ve boyutlarını da hesapladı; sonuçlar tam uyum içindey-

4. “Tayftaki Dopler etkisi” dalga boyu ölçümündeki evrenin genişlemesinden kaynaklanan bozulma anlamındadır.

5. 6,28, π ’nin iki katıdır. Eddington günümüzde bile okullarda öğretilen temel bir formülü kullanmaktadır: Bir çemberin çevresi yarıçap çarpı 2π ’ye eşittir.

di. Ancak bu uyum, bulunması gereken bir tek eksik sözcük olmasının otomatik bir sonucuydu. Her iki saptamada da eksik sözcük, yani kütlelerin oranı, 5,00 olarak ortaya çıktı.

Öykümüz burada bitmiyor. Kütle oranı için yapılan ilk tahminler neden bu kadar yanlış olmuştu. Artık kütledeki farklılığın iki yıldızın parlaklığındaki farklılıkla yakından ilişkili olduğunu biliyoruz. Parlaklıktaki farklılık Algol'un ilk mesajında verilmişti; bize soluk yıldızın, parlak olan yıldızın onüçte biri kadar ışık verdiğini söylemişti. (En azından, biz öyle yorumlamıştık.) Eğrimize göre bu $2\frac{1}{2}$ 'lik bir kütle oranına karşılık olmaktadır; bu da ilk tahminimiz olan 2'den pek de farklı değildir. Kütle oranı 5 olduğunda soluk yıldız çok daha soluk olmalıydı –hatta onun ışığı fark edilemez olmalıydı. Bu tür irdelemeler ilk tahmini fazla etkilemeseler de, pek de yanlış olmadığı konusunda önceleri bize güvence veriyor gibiydiler.

Parlak yıldız Algol A, soluk yıldız da Algol B diyelim. Birkaç yıl önce yeni bir keşifte daha bulunuldu: Algol C. Algol A ve B'nin beraberce üçüncü bir yıldızın çevresindeki bir yörüngede 2 yıldan biraz eksik bir periyodla hareket etmekte olduğu görüldü. En azından, bu periyodla hareket ediyorlardı ve onların çevresinde döndükleri bir şey olmalıydı. O zamana kadar, en ince hilâl döneminde Algol A neredeyse tümünden gizlenmişken, kalan bütün ışığın Algol B'den geldiğini sanmıştık; ancak, bu ışığın hiçbir engel olmadan parlayan Algol C'den geldiği artık ortadadır. Bu nedenle, $2\frac{1}{2}$ 'lik kütle oranı Algol A'nın, Algol C'nin kütlesine oranıdır. Algol B'den gelen ışık algılanamayacak kadar zayıftır; kütle oranının 5 olması da bunu gösterir.

Algol A ve B'den gelen mesaj yanıltıcıydı; nedeni de yalnızca eksik sözcük değildi. Çünkü Algol C'den gelen mesajın bir iki sözcüğü de mesaja karışmıştı. Öyle ki, eksik sözcüğün “beş” olduğu anlaşılmış ve iki yöntemle de saptanmış olduğu halde mesaj tutarlı değildi. Mesaj başka bir bölgede duraksıyordu ve “iki buçuk” diyordu. “İki buçuk” mesajının daha önce bilinmeyen bir yıldızdan, Algol C'den gelen farklı mesajın parçası olduğunun keş-

fedilmesi, sonuca ulaştıran adımı oluşturdu. Böylece de her şey mutlu sona ermiş oldu.

En iyi dedektifler bile yanılmaz değildirler. Bu öyküde bizim gökbilim hafiyemiz işin başında akla yakın, ancak başarısız bir tahmin yürüttü. Hatasını daha çabuk fark edebilirdi; ancak, suç yerinde bulunan üçüncü bir kişi, yapılan tahmini destekleyen asılsız bir ipucu bırakmıştı. Bu büyük şanssızlıktı; ama dedektif y-ksn çok daha ilginç hale getirmişti.



ERNST MACH

Yeni Bir Duyu

Popüler Bilim Konferansları'ndan (1897)

Fizik ile psikoloji arasında bir uyum oluşturmak Ernst Mach'ın (1838-1916) vazgeçilmez tutkusuydu. Fizikçilerin doğadan söz ettiklerinde mekanikten ve mutlak şeylerden bahsettiklerini, ancak insanlardan söz etmeye başladıkları anda dillerinin tümünden değiştiğini söyleyerek sık sık şikâyet ederdi. Hem doğadan hem de kendimizden söz etme biçimimizi değiştirmeyi, fizik ya da beşeri bilimler konuları tartışılırken aynı dünyaya atıfta bulunulmasını isterdi.

Mach her iki çalışma alanında da etkiliydi. Mach'ı meslek yaşamının çoğunu geçirdiği Prag'da ziyaret eden Amerikalı psikolog William James onun önde gelen bir psikolog olduğu kanısındaydı. Einstein onu görelilikçi düşüncenin öncülerinden olan ünlü bir fizikçi sayardı. Mach duyuşsal algılamının anlaşılması konusunu geliştirme yolunda çok şey yaptı. Onun, sesin hızını ölçme araştırması bizlere Mach sayısını vermiştir. Hareket halindeki enerjiye ilişkin teorik fizik ile tümüyle psikolojik olan ses duyumunu birleştiren bu çalışma tipik bir Mach projesidir.

Mach popüler bir konferansçıydı. Anlamanın tek yolunun bilim olduğu düşüncesinin büyük bir savunucusuydu. Keskin bir bilimsel düşünme tarzının kanıtı olan konferansları geniş bir yayın alanı bulmuştur. Bunların İngilizce çevirileri birçok baskı yapmış ve onlarca yıl basılmayı sürdürmüştür. Konferansları içinden seçilen bu makalede Mach kendi fizik bilgisi –hareket sırasında etkin olan kuvvetler– ile algılama işlevine duyduğu merak konularını birlikte ele almaktadır. Araştırması Aristoteles'in gözden kaçırdığı bir duyuyu, uzayda yönelme duyusunu belirlemektedir. Mach'ın söylediğine göre aynı dönemde başka bazı kişiler de bu keşfi yapmıştı. Bu konuşmadaki amacı öncelik iddia etmek değildir (öyle bir iddiada bulunmamıştır), bilimin doğayı açıklamadaki nihai zaferine olan inancını vurgulamaktır. (Not: Mach'ın çe-

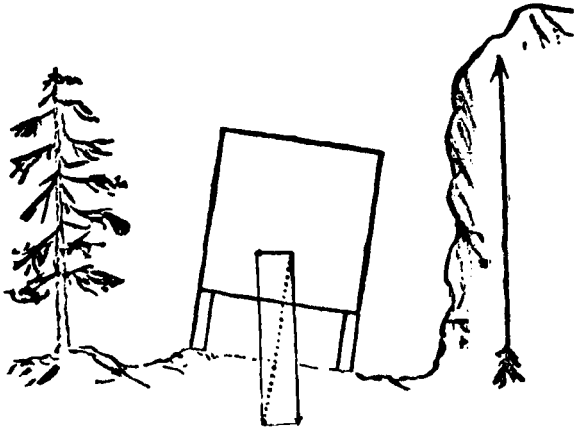
virmeni ona gereken özeni göstermemiştir. Almancadan yapılan bu çeviri yüz yıl önce basılmış olan metnin biraz düzeltilmiş bir biçimidir.)

Yüksek bir tramlenden suya atlarken; bir ölçüde de, asansör ya da salıncak inmeye başlarken duyulan tuhaf düşme hissini bilirsiniz. Bedenin değişik kısımlarında şu veya bu şekilde açıkça hissedilen karşılıklı yerçekimsel basınç serbest düşme sırasında yok olur; ya da, asansörde olduğu gibi, iniş başladığında azalır. Yerçekimi ivmesinin dünyadan çok daha az olduğu Ay'a aniden inseydik yine benzer bir his duyardık. [...]

Ayaklarımızla hareket etsek de, bir araç veya tekne ile hareket etsek de, ilk önce bedenimizin yalnız bir bölümü harekete geçer; öteki bölümler ilk hareket eden bölüm tarafından harekete geçirilir. Görüldüğü gibi, basınçlar, çekmeler, gerilmeler hep hareket halindeki bedenin bölümleri arasında meydana gelmektedir. Bu basınç, çekme ve gerilimler, yapmakta olduğumuz ileriye doğru ya da dönme şeklindeki hareketleri algılanır hale getiren duyumlara yol açar. Çok alışık olduğumuz bu duyumlara pek dikkat edilmemesi ve ancak çok özel koşullarda, beklenmedik şekilde veya çok güçlü olarak ortaya çıktıklarında dikkat çekmeleri çok doğaldır.

Benim dikkatimi bu noktaya çeken, önce düşme duyumunu daha sonra da başka bir tuhaf deneyim olmuştur. Bir keresinde, tren keskin bir köşeden dönerken, birden yol boyundaki ağaçların evlerin, fabrika bacalarının belirgin bir biçimde eğik konuma saptıklarını fark ettim. O ana kadar bana son derece doğal gelen şey, yani dikey konumu başka bütün konumlardan kusursuz ve belirgin şekilde ayırt etme olgusu, birden anlaşılmaz geldi. Aynı yön bana nasıl bazen dikey, bazen de dikey değilmiş gibi görünebiliyordu? Dikey bizim tarafımızdan nasıl ayırt edilebiliyordu? ([Arka sayfadaki şekil ile] karşılaştırınız)

Merkezkaç kuvvetinin etkisine karşı vagonun dengesini sağlamak için tren yolunun dış tarafındaki raylar [...] yükseltilir. Her şey öyle düzenlenir ki trenin merkezkaç kuvveti ile yerçekimi



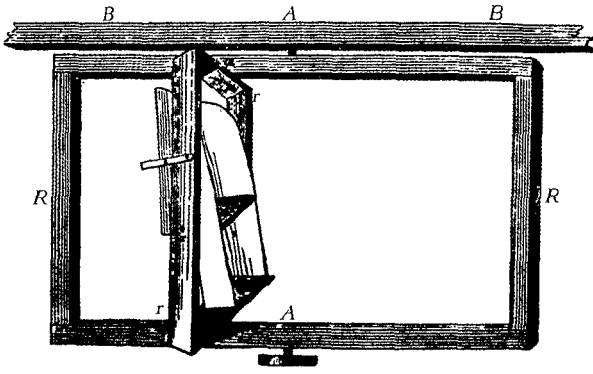
kuvvetinin bileşkesi, rayların bulunduğu düzleme dik olan bir kuvvet oluştursun.

Şimdi, kütle'nin toplam ivmesinin yönünü, her türlü koşul altında, nasıl oluştursa oluştursun, dikey olarak algıladığımızı varsayalım. O zaman, sıradan ve sıra dışı olguların her ikisi de benzer şekilde anlaşılır hale gelecektir.

Şimdi de, vardığım sonucu, insanın belirleyici koşulları kontrol edemediği, istediği gibi değiştiremediği bir tren yolculuğundan daha elverişli ve dakik bir sınamadan geçirmek istiyorum. Bunun için de [yandaki şekilde] gösterilen basit cihazı yaptır-dım.

Duvara tutturulmuş büyük bir çerçeve içinde, dikey bir eksen etrafında dönen ikinci bir çerçeve bulunmaktadır; bu ikinci çerçeve içinde de eksenden istenen uzaklık ve konumda olabilen ya da sabitleştirilebilen ve gözlemci için de bir iskemlesi bulunan üçüncü bir çerçeve vardır.

Gözlemci iskemlede yerini alır ve yargılarının etkilenmesini önlemek için mukavva bir kutu içine kapatılır. Gözlemci [iç] çerçeve ile birlikte düzgün bir dönme hareketine maruz bırakılırsa, görülebilir veya dokunulabilir hiçbir referans noktası olmadığı halde, dönme hareketinin başladığını, yönünü ve şiddetini çok açık bir şekilde hissedecek ve görecektir. Hareket düzgün biçimde devam ederse dönme duyumu giderek tümünden yok olacak ve gözlemci kendini durağan hissedecektir. Ancak eğer [iç çerçeve]



dönme ekseninin dışına konursa, dönme başlar başlamaz mukavva kutuda, açıkça belirgin, hissedilebilir, gerçekten görülebilir bir eğim oluşur; dönme yavaş olduğunda hafif, hızlandığında güçlü olan ve bütün dönme boyunca süren bir eğim. Burada da hiçbir referans noktası olmadığı halde gözlemcinin eğilmeyi algılamaması kesinlikle olanaksızdır. Örneğin, gözlemci eksene doğru bakacak şekilde oturuyorsa, kutunun kuvvetle arkaya doğru eğildiğini hissedecektir; zaten toplam kuvvet bileşkesinin dikey olduğu öngörüldüğüne göre, kutunun böyle eğilmesi de gerekmektedir. Gözlemcinin başka konumları için de durum buna benzer.

Bir keresinde, bu deneylerden birini yaparken, artık hareketi hissetmediğim bir süre döndükten sonra, cihazı aniden dururdum. Tüm cihaz hareketsiz ve bütün dış referans noktaları görüş dışı olduğu halde, o anda kendimi bütün kutuyla beraber ters yöne savrulup dönüyor buldum ve hissettim. Hareketlerin duyumlandığına inanmayan kişilerin bu olgularla tanışması sağlanmalıdır. Newton bunları bilseydi ve uzayda durağan referans noktaları olmadan döndüğümüzü ve yer değiştirdiğimizi nasıl gerçekten hayal edebileceğimizi gözlemleseydi, herhalde mutlak uzay hakkındaki talihsiz spekülasyonlarında her zamandan daha fazla doğrulanmış olurdu.

Cihaz durduktan sonra ters yönde dönme duyumu yavaş yavaş ve giderek geçer. Ancak, bir keresinde, bu olay sırasında ba-

şımı tesadüfen eğdiğim zaman dönme ekseninin de yön ve nicelik bakımından tamamen aynı şekilde eğildiğini gözlemledim. Bundan da, dönmenin hızlanmasının veya yavaşlamasının hissedildiği açıkça bellidir. İvme bir uyarıcı olarak etki yapmaktadır. Bununla beraber, bu duyum, bütün duyumlar gibi, her ne kadar yavaş yavaş zayıflarsa da uyarıcıdan epeyce uzun bir süre daha devam eder. Ancak bu duyumun sürmesine neden olan organın kafada yer alması gerekir; öyle olmasa görünür dönmenin ekseni kafa ile aynı hareketi yapamazdı.

Şimdi, bu son gözlemleri yaparken kafamda bir şimşek çaktığını söylesem, bu ifade zayıf kalır. Kusursuz bir aydınlanma deneyimi geçirdiğimi söylemeliyim. Gençliğimde geçirdiğim baş dönmelerini anımsadım. Flourens'in⁶ güvercinlerin ve tavşanların içkulaklarının yarı dairesel kanallarının bir bölümünde yaptığı deneyleri anımsadım. Araştırmacı bu deneylerde baş dönmesine benzer olgular gözlemlemiş; ancak, içkulağa ilişkin akustik teorisine saplantısı nedeniyle, bunları ağrı veren işitsel rahatsızlıklar olarak açıklamayı yeğlemişti. Goltz'un⁷ yarı dairesel kanallar teorisine hedefe neredeyse tam isabet yaklaştığını gördüm. Geleneklere aldırmadan kendine özgü düşünceleri izleme gibi şanslı bir alışkanlığı olan bu araştırmacı bilimde çok şeyi açıklığa kavuşturmuş, daha 1870'de, deneylere dayanarak şunları söylemişti: "Yarı dairesel kanalların işitme organları olup olmadıkları kesin değildir. Her durumda, dengenin korunmasını sağlayan bir aygıt oluşturmaktadırlar. Onlar, sözgelimi, başın, dolaylı yoldan da tüm bedenin dengesini sağlayan duyu organlarıdır." [Johan] Ritter ve [Jan] Purkinje'nin gözlemlediği galvanik^{*} sersemlemeyi anımsadım; deneye konu olan kişiler, kafalarından akım geçirildiğinde, kendilerini ka-

6. Marie-Jean Pierre Flourens (1794-1867): Güvercinler üzerinde yaptığı öncü araştırmalarla beyin anatomisinin temellerini oluşturan Fransız fizyolog. İçkulağın yarı dairesel kanallarındaki hasarın işitme üzerinde hiçbir etkisi olmadığını gösterdi.

7. Friedric Goltz: (1834-1902): Yarı dairesel kanalların içlerindeki sıvının ağırlığı ile uyarıldığı yolundaki "hidrostatik kavramı" öne süren Alman fizyolog. Mach, Joseph Breuer ve Crum Brown birbirlerinden bağımsızca çalışarak, yarı dairesel kanalların içlerindeki sıvının hareketi ile titreştiği yolundaki "hidrodinamik kavramı" öne sürdüler.

* Galvanik: Ani ve şiddetli (elektrik çarpmasında olduğu gibi). (ç.n.)



tota⁸ doğru düşüyor sanmışlardı. Bu deney hemen bir daha yinelenmişti. Bir süre sonra (1874'te) ben de aynı şeyi balıklar üzerinde nesnel olarak gösterebilmişim; bütün balıklar, sanki emir almışlar gibi, akım alanı doğrultusunda yana yattılar. [...]

Kulağın içkulak labirentini, her biri öbür ikisine dik olan üç düzlem üzerinde bulunan yarı dairesel kanalla birlikte, gözümüzde canlandıralım. Araştırmacılar bunların konumlarındaki gizemi, olanaklı olanaksız, her yolla açıklamaya çalışmışlardır. Ampullaların* ya da yarı dairesel kanalların genişlemiş uzantılarındaki sinirlerin, akla gelebilecek her türlü uyarıya bir dönme duyumu ile yanıt verebilecek bir donanımına sahip olduğunu düşünelim; tıpkı gözün retina tabakasındaki sinirlerin basınca, elektriksel veya kimyasal uyarılara ışık duyumu ile yanıt vermesi gibi. Şimdi de ampulla sinirlerinin sıra dışı uyarılmalarının yarı dairesel kanalların içinde bulunan şeylerin eylemsizliğinden ileri geldiğini göz önüne getirelim. [...] O zaman, bir teori olmadığı takdirde birbirinden farklı, bağımsız olaylar gibi görünen bütün bu tek tek olguların bu bakış açısı ile açık ve anlaşılabilir duruma geldiği görülecektir.

Bu görüşü yayımladıktan⁹ hemen sonra [Josef] Breuer'in¹⁰ bir makalesinin yayımlandığını görmek beni çok hoşnut etti. Bu

8. Elektrik akımının kaynağına doğru düşmek.

* Ampulla: Örneğin meme bezi içindeki süt kanallarında olduğu gibi, tüp veya kanallarda bulunan kese veya şişlik. (ç.n.)

9. Mach makalesini Kasım 1873'te yayımladı.

10. Daha sonra Sigmund Freud'la çalışan aynı Breuer.

makalede yazar, tümünden farklı yöntemlerle, önemli bütün noktalarda benimkilerle uyum içinde olan sonuçlara varıyordu. Birkaç hafta sonra yöntemleri benimkilere daha da yakın olan, Edinburgh'dan Crum Brown'ın araştırmaları yayımlandı.¹¹ [...]

Aristoteles "Bilgi her şeyden daha tatlı bir şeydir." demiştir. Haklıdır da. Ancak, yeni bir görüşün yayımlanmasının sınırsız hoşnutluk getirdiğini düşünüyorsanız çok yanılmış olursunuz. Hemcinslerini yeni fikirlerle rahatsız eden hiç kimse cezasız kalmaz. Bu durum hemcinslere bir sitem konusu da yapılmamalıdır. Herhangi bir soru üzerinde yürürlükte olan düşünce tarzında devrim yapmaya cüret etmek hoş bir iş değildir; bundan öte, kolay bir iş de değildir. Yeni fikirler öne sürmüş olanlar önlerinde ne büyük zorluklar bulunduğunu çok iyi bilirler. İnsanlar dürüst ve övgüye değer bir çabayla, kendilerine uygun gelmeyen birşeyler için arayışa geçerler. Olguları, geleneksel yaklaşımlarla, daha iyi yahut onlar kadar veya hemen hemen onlar kadar iyi açıklayıp açıklayamayacaklarını bulmaya çalışırlar. Bunda da haklıdırlar. Ancak arada bir, bizi şaşkına çeviren son derece kaba eleştiriler de duyulur. "Altıncı his var olsaydı, binlerce yıl önce keşfedilmemiş olması olanaksız olurdu". Doğrusu, yalnızca yedi gezegen olabileceğinin düşünüldüğü zamanlar da olmuştur! Ancak, konumuzu oluşturan olgular kümesine duyu denip denemeyeceği şeklindeki dilbilimsel soruya kimsenin herhangi bir önem vereceğini sanmıyorum. İsim yok olunca olgu yok olmaz. Bana, içkulağı olmadığı halde kendilerini yönlendirebilen hayvanların var olduğu, bu nedenle içkulağın yönelme ile bir ilişkisi olmadığı da söylendi. Biz gerçekte ayaklarımızla yürümüyoruz; çünkü yılanlar kendilerini onlar olmadan itiyorlar! [...]

1863 yılından bir anı ile sözü bitirmek istiyorum. Helmholtz'un¹² *Tonların Duyumu* kitabı yeni yayımlanmıştı ve o za-

11. Mach, Breuer ve Brown'ın uyumlu sonuçları, ezeli bir gizemin aniden, birbirinden bağımsız olarak çalışan birkaç araştırmacının ortak buluşları ile aydınlanması şeklindeki bilimsel efsanenin bir örneğidir.

12. Hermann von Helmholtz (1821-1894): Alman fizyolog ve fizikçi. Ton konusundaki kitabında ses dalgalarının, beynin kullanabileceği sinir sinyallerine dönüşümünün fiziği açıklanır.

manlar koklea'nın¹³ işlevi artık bütün dünyada biliniyordu. Bir doktorla özel bir söyleşide doktor içkulağın öbür bölümlerinin işlevlerini anlamaya çalışmanın neredeyse umutsuz bir çaba olacağını söyledi. Ben de, gençliğin verdiği ataklıkla, sorunun çözülmeden kalmasının olanaklı olmadığını; ancak nasıl çözüleceğini bilmemekle beraber, bunun çok yakında gerçekleşeceğini söyledim. On yıl sonra problem büyük ölçüde çözülmüştü.

Gücümü birçok problemde sık sık, boşuna harcadıktan sonra, artık, bilimsel problemleri kolayca halledebileceğimize inanmıyorum. Ancak yine de "ignorabimus [cahil kişi]" sözcüğünü bir alçak gönüllülük ifadesi olarak değil, daha çok tersi olarak düşünürüm. Deyim ancak yanlış formüle edilmiş olan, bu nedenle de problem olmayan şeyler için uygundur. Her gerçek problem, doğaüstü kehanetlere sığınmadan, tam dakik gözlem ve yoğun, sorgulayan düşünmeyle, zamanı gelince çözülebilir, çözülecektir de.



13. Koklea: Kulakta işitmeyi sağlayan sinir sinyallerini üreten organ.

JOHN B. WATSON

Yeni Bilim: Hayvanların Davranışı

Harper's'tan (1909)

John B. Watson (1878-1958) psikolojinin tartışmalı bir kolu olan davranışçılık ekolünü ortaya koymasıyla ünlenmeden önce, hayvanların zihinsel deneyimlerini incelemek için geliştirdiği yöntem nedeniyle büyük bir başarıya ulaşmıştı. Seçmiş olduğumuz bu makale onun davranışçılık öncesi döneminden alınmıştır. Makale, Watson'un geleceğinde saklı olan devrimi hem öngörmesi hem de onu yadsıması nedeniyle, çarpıcıdır. Bir hayvanın renkleri görüp görmediğini, müzik tonlarını ayırt edip edemediğini ve bilimcilerin doğrudan gözlemleri ötesinde başka öznel deneyimlerinin var olup olmadığını saptayan bir yöntem bulmuştu. Sir Julian Huxley, bu kitaptaki makalesinde, Watson'un burada uyguladığı bazı yöntemleri kullanmakta, böylece, Watson'un tekniğinin değerini vurgulamaktadır. Aşağıdaki deneme teknikle ilgili düşüncesinin bilime nasıl katkıda bulunabileceğini sergilemektedir. Watson insan ve hayvan beyinleri arasında gerçek bir evrimsel süreklilik olduğu hakkındaki düşüncesi destekleyen veriler elde etmeyi başarmıştır – daha önceleri bunun ölçülmesinin olanaksız olduğu düşünülmüştü.

Aşağıdaki makale 1909'da yayımlanmıştır. Bebeklerin ve hayvanların öznel deneyimleri üzerinde çalışan araştırmacılar makaledeki fikirleri temel alan teknikleri günümüzde de hâlâ kullanmaktadır. Ancak, bu makaleden 4 yıl sonra Watson "Davranışçıların Bakış Açısından Psikoloji" adlı bir deneme daha yayımladı. O yazıda, aklın var olduğunu yadsıyan davranışçılığı ortaya attı. Davranışçılık, özellikle bir olayın öznel yönünün –örneğin su içmeden önce susuzluk hissetme– bir insanın ya da hayvanın yaptığı eylemler üzerinde bir etkisi olmadığını, o nedenle de psikolojiyi ilgilendirmediklerini ifade eder. Böylece, Watson'un, öznellik sorununu ortadan kaldıran o parlak tekniği, böyle bir problemin varlığını yok sayan bir teoriye dönüşmüştür.

Bundan yirmi otuz yıl önce yeni bir bilim, deneysel psikoloji konusunda çok şeyler işittik. “Yeni psikoloji” denen bu bilim hızla gelişti ve daha önceki, spekülâtif ya da metafiziksel olan rakibinin yerini aldı. Bu bilim, başlangıçta, çalışma alanı olarak kendine insan beyninin deneysel analizini seçmişti. Zamanla, insan bedeninde olduğu gibi, insan beyninin de şimdiki görece kusursuzluk düzeyine erişmeden önce, gelişim evrelerinden geçtiği anlaşıldı. Eğer bu doğruysa – ki doğru olduğu kuşku götürmez– hayvan beynini incelemek insan beynini incelemek kadar gerekli hale gelmektedir. Deneysel psikolojinin bu yeni koluna hayvan psikolojisi ya da hayvan davranışı denmektedir. İkinci ad belki daha yerindedir; çünkü birçok biyolog hayvanların davranışını incelemektedir ve onlardan bazıları, deneysel psikolojinin amaçları ve yöntemleri konusunda bilgisiz olduklarından, bu alanda çalışanların da psikolog olduğunu akla getiren herhangi bir ad verilmesine karşıdır. Ne var ki, bu alan hem psikologları hem de biyologları barındıracak kadar geniştir. Onların her ikisinin de amacı aynıdır: İnsan yaşamının gelişmesini ilgilendiren bütün etkenlerin doğru olarak anlaşılması.

On yıl öncesine kadar hayvanların davranışı konusundaki bilgimiz, çoğunlukla, doğa bilimcilerin yaptığı rastlantısal gözlemlerden ve hayvanseverlerin kendi hayvanları ya da komşularının kiler hakkında aktardıkları fıkralardan oluşuyordu. Hayvan psikolojisinin o günlerdeki konumu fiziğin, acaba güneş her gün dünya çevresinde mi dönüyor sorusuyla ilgilendiği günlerdeki konumuna benziyordu. Eski doğa bilimciler, gözlemlerini yanlış şekilde yapmaları nedeniyle, bize hayvanların normal-üstü (*supranormal*) psikolojisini sundular. Hanımı evde yokken bir odada kapatılmış olan bir kedi kapıya gidip bir kola bastırarak kapının açılmasını sağlarsa; hanımın eve gelip kedinin gitmiş olduğunu ve ne yolla gittiğini fark ettiği zaman, kedinin kilit kolu ile kapı arasındaki ilişkiyi anladığını ve kola bastırıldığında kapının açılacağını düşündüğünü varsaymasından daha doğal ne olabilir? Bu öyküyü duyan bilimcinin, bu tek olayı genelleyerek, “usavurmanın” kedi-

nin zihinsel donanımının bir parçası olduğu sonucuna varması haklı olmaz mı? Bunun gibi, bir sincap bolluk sırasında fıstıkları yere gömer ve kıtlık zamanı onları kazıp çıkarırsa, sincabın fıstıkları şuraya veya buraya gömdüğünü “anımsadığını”, oralara giderse tekrar yiyecek bulacağını bildiğini neden varsaymayalım? Yine, bu doğa bilimcilerden birine hayvanlarda renk görme yetisi olup olmadığı sorulduğunda yanıtı şöyle olacaktır: “Boğa bir kırmızı bez sallandığında öfkelenmiyor mu? Dişi kuş eşini o göz alıcı tüyleri nedeniyle seçmiyor mu? Evrimsel bakış açısından, erkekler çiftleşme mevsiminde neden gösterişli tüylere bürünüyorlar?

Zamanla, bu tür gözlemler yavaş yavaş ve yeterli sayıda biriktiğinde, hayvanların zihinsel yaşamını konu alan kitaplar da yayımlanmaya başladı. İnsanların sahip oldukları bütün duygulara ve insanların sahip olmadıkları birçok duyuma zoolojik merdivenin alt ve üst basamaklarındaki hayvanların da sahip olduğu genellikle kabul edildi. Bu kitaplarda hayvanların geçmiş eylemlerini bilinçli olarak anımsadıkları, birçok bakımdan insanların sergilediklerine benzer duygulara sahip oldukları belirtiliyordu. Hatta adalet, yardımseverlik, din ve başka sosyal erdemlerden de tümünden yoksun değillerdi. Bu kitapların bilim yönünden değerleri yoktur. İçindekiler, bir insan tarafından yapıldığında bilinçli bir sürecin uygulanmasını gerektiren marifetlerin bir listesinden ibarettir. Bu yayınlarda, söz konusu eylemlerin dikkatle yapılmış tek bir deneysel sınavasını bulmak olanaksızdır. Bu tür kitaplara ancak “yazınsal doğa bilimcileri”nin abartılı yaratıları eş olabilir. Ne yazık ki, bu yazınsal doğa bilimcileri günümüzde bile vardır. Bu kişiler ormanda uğraşan ve oynayan hayvanları gözleyerek birkaç gün geçirirler. Gözlemlerinin sonuçları hakkında yazılı notlar alırlar ya da almazlar; ama sıra öyküyü yazmaya gelince zihinsel notlarını çok güzel bir şekilde yazın haline getirirler. Gözlenen olgu ile yazarın söylemek istedikleri arasında bir çelişki ortaya çıkarsa da, gerçek olgu güme gitmiş demektir.

İlk doğa bilimcilerin yaptıkları yanlışlar ile günümüzdeki eğitilmemiş kişilerin hayvanların davranışlarını gözlemlerken düş-

tükleri yanılgılar artık kolaylıkla ortaya konabilir. Örneğimizdeki kedi, herhalde kapı koluna bastırmıştır; ancak gözlemin bu kadarı öykünün tamamı değildir –hayvan hangi uzun ve sıkıcı süreç sonucunda bu isabetli hareketi yaptı? Gözlemi tam anlamak için birkaç hayvan alıp aynı durumda bırakmak, sonra da öğrenme işinin bütün sürecini gözlemek gerekir. Başka bir deyişle, deneye baş vurmak gerekir. İngiltere’deki Bristol College’in dekanı Lloyd Morgan’ın, yirmi yıl kadar önce, kendini “öykücü” ekolden ayırıp gelişmiş hayvanların davranışları üzerinde deneysel araştırma yapmaya yönelten şey deneyin gerekliliğini fark etmesiydi. Kendisinin ne yeterli zamanı ne de laboratuvar kullanma olanağı vardı; yine de, civcivler ve sabah yürüyüşlerinde ona eşlik eden köpeği üzerinde birçok deneyler yaptı. On yıl kadar önce, Birleşik Amerika’da Columbia Üniversitesinden Thorndike araştırmalara el atıncaya kadar, Morgan’ın çalışmalarının izinden giden çok kimse çıkmadı. O zamandan bu yana birçok Amerikalı ve Avrupalı araştırmacı hayvanlar üzerinde çalışmaya başladı. Günümüzde, en azından bu ülkede, hayvan davranışları alanı bütün bilimler arasında en aktif olanlardan biridir. Şimdiki çalışmalar artık gelişmiş omurgalıların incelenmesiyle sınırlı değildir; bütün canlı organizmaları kaplayacak ölçüde genişletilmiştir.

Hayvan zihninin laboratuvar incelemesini nasıl yaparız? Kafanın içine girip orada geçen zihinsel olaylar dramını görmemiz olanaksızdır. Öyleyse, kafasının çalışması hakkında açık seçik bilgi edinmemiz nasıl olanaklı oluyor? İlk bakışta, bu çalışma konusunda aşılamaz bir engelimiz var gibi görünüyor. Ancak, biraz düşünersek, komşumuzun zihnini de bu dolaysız yolla inceleme olanağından hep yoksun olduğumuzu fark ederiz; ama yine de, günümüzde hiç kimse komşumuzun kafasının nasıl işlediği hakkında kesin ve bilimsel bir fikrimiz olmadığını kabul edecek kadar yürekli değildir. Ele aldığımız kişiyi iki yolla inceleriz: Belirli ve yönlendirilebilen koşullarda ne yaptığını gözleyerek ve bu koşullarda neler söylediğine dikkat ederek. Biraz daha düşününce, konuşmanın, hareketin ve davranışın sadece da-

ha incelikli ve son derece düzenli bir yolu olduğu anlaşılır. İnsan deneğimiz kol veya bacağı ile tepki vermek yerine, konuşma sırasında gırtlak kaslarıyla tepki verir. Eğer konuşmanın sadece incelikli bir davranış biçimi olduğu kabul edilirse (ki bunda hiç kuşku yoktur), o zaman başkalarının zihinleri hakkındaki bütün bilgimizin onların ne yaptıklarını gözlemekten geldiği sonucuna varmak zorundayız. Kişinin tepkisini doğuran koşulları biz düzenlersek ve bu tepkileri, psikoloji laboratuvarında yapıldığı gibi, kaydederek “deneysel insan psikolojisi” denen bilgi kümesini elde ederiz.

Bunun gibi, hayvan deneklerimizi, tercihen çok küçüklerken (çoğu kez hemen doğum sonrasında), laboratuvara alıp içgüdüsel yaşamlarının giderek gelişmesini gözleriz. Bu da bize belirli bir türden olan bütün hayvanların doğal ve içgüdüsel olarak ne yaptıkları— yani eğitim öğretim veya kendi türlerinden hayvanlarla sosyal ilişki olmadan yaptıkları— hakkında bir anahtar verir. Bu anahtar, aynı zamanda psikoloğa hayvanları eğitme konusuna nasıl yaklaşacağını öğretir; yani hayvanın yapısal özelliklerinin hangi problemleri öğrenmesine izin verdiği hakkında fikir verir. Bir kuşa verebileceği problemin aynısını bir deniz yıldızına vermez, ya da bir amiple (hayvansal yaşamın en alt düzeyi) bir maymuna aynı problemi vermez. Ancak, herhangi bir hayvanın eğitimine ayrıntılı biçimde başlamadan önce, onun duyu organlarının nasıl çalıştığı konusunda da birşeyler bilmek iyi olur. Ona ulaşabileceğimiz yolları bilmeliyiz. Hayvanımız renk duyumu bakımından normal midir? Eğer değilse eksik nerededir? Tümenden mi yoksa bir ölçüde mi renkkörüdür? Aynı ölçüde aydınlatılmış, sadece boyutları farklı iki çemberi ayırt edebilme yetisi ne derece kuvvetlidir? Bir daireyi bir kareden, bir kareyi bir üçgenden ya da bir daireyi bir elipsten ayırt edebiliyor mu? Değişik iki beyaz ışıktaki şiddet farkına bir insandan daha çok mu yoksa daha az mı duyarlı? Bir araştırmacının bu sorulardan sadece birine yanıt bulması bazen aylar, hatta yıllar alabilir; ancak yine de, hayvanımızı tanıdığımızı ve eğitimine hazır olduğumuzu söyleyebilmek

için, bütün duyu organlarının – koklama, işitme, dokunma, vb.– bu titiz yolla sınanması gereklidir.

Örneğin, bir hayvanın renkleri ayırt etme yetisinin olup olmadığı sorusunu nasıl yanıtlayabiliriz? Daha önce, “hayvanın ne yaptığını gözleyerek” demiştim. Maymunların bu yetisi üzerinde kendi yaptığım bazı deneylere dayanarak psikoloğun hayvana renk görüşü olup olmadığını nasıl söylediğini açıklayayım. İki metal yemek kutusu kırmızı ve yeşil ya da sarı ve mavi gibi (güneş ışığını bir prizmadan geçirerek elde edilmiş) iki renkle ışıklandırılır. Bu kutular cihazın tabanı ile aynı düzeyde olacak şekilde yerleştirilir ve bunlar hiç ışık almayan bir karanlık odaya konur. Kırmızı ışık ile aydınlatılmış yemek kutusu (kutunun kapağında hayvanın çekerek açabileceği bir mandal bulunmaktadır) içine tek bir üzüm tanesi konur. Yeşil ışık ile aydınlatılmış kutuya da bir üzüm konur; ancak, koşullar hayvanın yalnız kırmızı ışıklı kutuyu açabileceği şekilde ayarlanmıştır. Yeşil kutuya da üzüm konmasının nedeni hayvanın koku duyusu ile yönlenmediğinden emin olmak içindir. Hayvana önce, karanlık odanın dışında, üzümü küçük kutuların mandalını açarak almasını öğretiriz. Şimdi hayvanı karanlık odaya koyup iki farklı renkle aydınlatılmış kutularla başbaşa bırakınca ne olur? İki kutudan herhangi birini seçeceği açıktır. Hangisini açacağını ise bilmemektedir; henüz kırmızı ışık ile yiyecek ya da yeşil ışık ile yiyecek arasında herhangi bir bağlantı kurulmamıştır. Gerçekten, birine ya da ötekine doğru gitme olasılıkları aynıdır – yani doğru seçimler kadar yanlış seçimler de yapabilir. Eğer kırmızı rengi hep aynı yerde bırakırsak, hayvan renkkörü olsa da, konum alışkanlığı denen sağa veya sola gitme alışkanlığı edinerek, o yöne gidecektir. Cihazımızı, kırmızı bazen sağda bazen solda olacak şekilde düzenleyerek bunu önlemeliyiz. Hayvan kırmızı ışığı, konumundan bağımsız olarak izlemeyi öğrenmelidir. Deneylerimiz yeterince uzun süre devam ederse, kırmızı renk ile yiyecek arasında bir bağlantı kurulur. Bu basit bağlantıyı kurmak benim rhesus maymunum Jimmy için yirmi beş gün aldı. Bu süre sonunda ortalama yüzde

doksan kırmızı rengi (yiyecekli renk) seçiyordu. Sanki rengi seçebiliyormuş gibi davranmaya başlamıştı; ancak, deneylerimiz yeterince sürdürülmedi. Buraya dek iki renk arasındaki parlaklık ve yoğunluk farkı hakkında bir şey söylemedik. Renklerin, gün ışığı tayfında görüldükleri halleriyle, parlaklıkları bakımından gözlerimize biraz farklı göründüklerini biliyoruz. Renkkörlüğü olan bir kimse, yukarıdaki deneydeki kırmızı ile yeşili, parlaklıkları arasındaki farklılık nedeniyle, ayırt etmeyi öğrenebilir. Cihazı kırmızı veya yeşilin parlaklıklarını kolayca ve hızla değiştirebilecek şekilde yapmamız gerekir; maymun da kırmızının çok karanlık, yeşilin çok parlak, kırmızı ile yeşilin her ikisinin de koyu, kırmızı ile yeşilin her ikisinin de parlak olması gibi farklı koşullarda her zaman kırmızıyı seçebilmelidir. Deneylerimde maymunu şaşırtmak için –eğer şaşırsa– bu türden birçok değişiklik yaptık; ama pek başarılı olamadık. Maymunun renkleri seçmekte çok yetenekli olduğu görülüyordu.

Hayvanların sadece birkaçı böylesine dikkatle test edildiler. Bütün sonuçlar alındığında, hayvanların görüşü hakkında insanların görüşü hakkındaki kadar bilgiye sahip olacağız. Şimdiye dek elde edilen sonuçlar maymunlarda renk görüşü olduğuna işaret etmektedir. Bildiğimiz kediler bu duyumdan bir ölçüde ya da tümünden yoksundurlar. Köpekler hakkındaki görüşler ikiye ayrılıyor – ancak, Rus av köpeklerinde bu duyumun olmadığı yolunda oldukça kuvvetli işaretler var. Dans eden fareler (deneyler Harvardlı Profesör Yerkes tarafından yapılmıştır) ve beyaz fareler renk görüşü yönünden çok zayıflar. Kuşların renk görüşü hakkında çok az şey biliyoruz; ancak, bu hassaya çok ileri derecede sahip oldukları yolunda bazı kanıtlar bulunmaktadır. Görülüyor ki, bütün ana hayvan türlerinde renk ayırt etme yetisini dikkatle incelediğimiz zaman, bu yetinin tam bir gelişim tarihini ortaya koyan bir dizi gerçek elde edeceğiz. İnsan gözündeki fincan şekilli retina (gözün duyarlı tabakası ya da astarı) üzerindeki araştırmalar onun böyle bir gelişim tarihi izlediğini çok açık olarak ortaya koyuyor. Retina çevresindeki bölüm tümünden değilse de tü-

me yakın renkkörtü, orta bölümü yalnız sarı ve maviye, sadece geometrik merkezine yakın olan çok ufak bir bölge gök kuşağının bütün renklerine duyarlıdır. Kendi retinamızdaki atalardan gelen bu koşulu dikkate aldığımızda, hayvanların renk görüşü üzerinde bu tür araştırmalar yapma gereği çok açık olarak ortaya çıkmaktadır.

Hayvanların davranışı konusunda araştırma yapanlar hayvanların görme duyusu kadar öteki duyuları üzerinde de çalışmaktadırlar. Köpeklerin müzik akorlarını ve ses şiddetindeki en ufak değişimleri ayırt etmede harika yetenekleri olduğu gösterilmiştir. Başka bazı hayvanların işitme duyusunun çok eksik olduğu; hatta bazı oldukça gelişmiş hayvanların, işitme duyusundan tamamen olmasa da, neredeyse tümünden yoksun olduğu anlaşılmıştır.

Hayvanlara nasıl bir dünyada yaşadıklarını bize anlattırmak için gerekli olan cihazlar ve yöntemler elimizdedir. Eğer bu bir koku dünyası ise onu keşfedebiliriz. Eğer bu, renklerin olmadığı bir görüş dünyası ise bilgisizliğimiz uzun sürmeyecektir. Bütün bu bulgular toplandığında, insan soyunun aklın yüce sahibi olduğu yolundaki yaygın kanıda devrim yaratacak, değer biçilmez bir olgular bütünü elimizde olacaktır.

Önceki çalışmalarda hayvanımıza hangi duyu organıyla ulaşabileceğimizi saptadığımızı göre, bir sonraki adım nasıl öğrendiğini anlamak olacaktır. Bütün insan psikolojisi bakımından öğrenmek, önemli bir sorundur ve hayvanların nasıl öğrendikleri konusunda bulabileceğimiz her gerçek bizler için de yararlı olacaktır. Bu tür gerçeklere yalnız deney yoluyla ulaşabiliriz. Hayvana çözmesi için bir problem seçeriz: Bir mandalı kaldırmak, bir ipi çekmek, bir sürgüyü itmek veya bir hedefe varmak için –örneğin, yiyeceğe ulaşmak için– bir labirent içinden yolu bulmak gibi. Hayvan ancak ilgisini çektiği sürece sorunla uğraşacaktır; tıpkı aynı durumdaki insanların yaptıkları gibi. İlgisini sürdürmesi için bir uyarı vermemiz gerekir. Bu uyarı, yiyecek, kapatıldığı bir yerden çıkmak, yanlış hareketin cezalandırılması, vb. olabilir. Uyarı sürdükçe hayvan da uğraşını kararlılıkla sürdürecektir.

Bu deneylerle şunu saptamış oluyoruz ki, hayvanlar bir yardım görmeden, kendi çabalarıyla kapı açmayı, labirentten çıkmayı vb. öğrendiklerinde, hemen her keresinde ilk başarıya iyi bir rastlantı sonuca ulaşmaktadırlar. Eğer aç bir fare bir kafese, içinde yiyecek olan ve yalnız bir mandalın kaldırılmasıyla açılabilen bir kutu bulunan bir kafese kapatılmışsa, fare ırkına özgü bir dizi içgüdüsel hareket sergilemekle işe başlar. Kutunun çevresinde ve üzerinde dolaşır, telleri kemirir, kafes tellerinin deliklerine burnunu sokar, tırmalar vb. Bu rasgele içgüdüsel uğraş onu çabucak, oynatılabilen tek parçanın kutunun kapağı olduğu sonucuna götürür. Farenin bütün eylemleri kapağa yönelir. Mandal küçük kapağa tutturulmuş olduğundan, farenin kemirme veya toslama türü bir hareketinin mandalı yuvasından çıkarma şansı hızla artmıştır. İki dakika ile yirmi dakika veya daha uzun bir sürede o mutlu rastlantı gerçekleşecek, kapak açılacak ve fare yiyeceğe kavuşacaktır. Deney ikinci kez tekrarlandığında hayvan hemen mandala koşup onu kaldırır mı? Yalnız farelerle değil başka hayvanlarla da yaptığım yüzlerce deney öyle olmadığını gösteriyor. Tek hayvanda ikinci kez deney birincisinden de uzun süre alabiliyor. Ancak, birden çok hayvan için ikinci deneyin ortalaması ilk deneyin ortalamasından daha kısa olmaktadır. Art arda yapılan denemelerde başarının süresi giderek kısalmakta ve sonunda hayvan kutuyla karşılaştığı anda hemen mandalı kaldırmaktadır. Gelişimleri fareden maymuna kadar uzanan çeşitli hayvanlar üzerinde yapılmış olan yüzlerce deney bu türdendir. Gösteri sahnelerinde sergilenen eğitilmiş hayvan numaralarının çoğu bu yorucu yolla öğretilmiştir (açık konuştuğunda eğitici de bunu itiraf eder). Kural, bu yolla öğrenmedir; daha iyi bir yöntem (“akıl yürütme”), varlığı bile kuşkulu olacak kadar az rastlanır.

Akla hemen şu soru geliyor: Hayvana öğrenmesi için yardım edilemez mi? Hayvana deneyi yapan insan tarafından ya da daha önce eğitilmiş olan bir hayvan tarafından bilgi verilemez mi? Hayvan davranışı konusunda çalışanlar bu soru üzerinde oldukça kararsızdırlar. Thorndike maymunlarına, köpeklerine ve kedi-

lerine bilgi aktarmayı başaramadı. Keza, bu hayvanlar eğitilmiş hayvanların bir hareketi yapmasını seyretmekten ya da o hareketin “yaptırılmasından” –yani deneycinin onların kol ve bacaklarına hareketi yaptırtmasından– yararlanmayı da becerememişlerdi. Benim maymunlar üzerinde yaptığım deneyler Thorndike’inkilerle uyumlu sonuçlar vermiştir. Onlara, bir mandalı kaldırma, büyük bir cam silindir içindeki muzı büyük ve hafif bir çubukla dışarı itme veya uzanımları dışındaki üzümle hafif bir tahta tırmıkla kendilerine çekme gibi basit eylemleri taklit ettiremedim. Harvard psikoloji laboratuvarında, hayvanların taklit edebildiklerini doğrulayan sonuçlar elde edilmiş bulunmaktadır. Berry beyaz farelerin bir nebze taklit yetisi olduğunu, Manx kedisinin bu işte biraz daha becerili olduğunu ortaya koydu. Yakınlarda, *The Century*’nin son sayılarından birinde yayımlanan makalesinde Haggerty, maymunlarda oldukça ileri düzeyde taklit etme yetisi saptıyor. Bulgularda böyle bir çelişki olması bir bakıma şanssızlık. Ancak bunun olumlu bir yanı da var: Konu öylesine ilgi uyandırdı ki bu sorun üstünde daha çok çalışılacak. Sonuç olarak, şu kadarı kuşku duyulmayacak şekilde saptanmış bulunuyor: Hayvanlar daha önce varsayıldığı ölçüde taklit yetisine sahip değiller. Bu yetinin gelişmemiş olduğu kuşkusuz.

Hayvanların, biraz önce fareler için anlatıldığı gibi, “deneme-yanılma yöntemi” ile öğrenmeleri, yöntemlerinin küçük bir çocuğunkinden çok farklı olduğu anlamına gelmez. Bebeklerin, biberonu doğru tutma becerisiyle başlayarak, hemen hemen bütün ilk koordinasyonları bu zahmetli yolla şekillenir. On aylık oldukları sırada, kol ve bacaklardaki kasların kontrolü “deneme-yanılma yöntemi” ile iyice öğrenildikten sonradır ki taklit yeni bir öğrenme yöntemi olarak sahneye çıkar, yavaş yavaş gelişir; ilk sosyal ve kişisel alışkanlıklar, konuşma vb. becerilerin geliştiği üç ve dört yaşlarında en üst düzeye erişir; daha sonra giderek azalır. Sözcüğün eski anlamıyla akıl yürütme, çok sonraları ortaya çıkar, bu erişkinlerde bile çok abartılmış olan bir psikolojik süreçtir. Çoğumuzun zihinsel sürecinde,

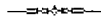
Bütün insanlar ölümlüdür.

Sokrates bir insandı;

Öyleyse Sokrates ölümlüydü türü geleneksel anlamdaki akıl yürütme yok denecek kadar az yer alır. Yaptığımız şey düşündürmektir. Eylem gerektiren bir durumla karşılaştığımızda geçmişteki bağlantılar ve çağrışımlar aklımıza gelir. Tümüyle yeni bir durum söz konusu olduğunda ise uygun hareket tarzı izlenmez. Karşımıza çıkan benzer durumda, ancak belleğimiz gerekli adımları tek tek öne çıkardığı zaman, önceleri duraksayarak, daha sonra da açıktan, aklımıza gelen uygun (ve yeni) birleşimleri buluruz. Pişano çalışma konusunda dilediğimiz kadar akıl yürütelim, yine de hayvanların uyguladığı yavaş süreci uygulayarak her bölümüne hâkim olmadan, *İlkbahar Şarkısı*'nı çalamayız. Bütün bunlarda benim dikkat çekmek istediğim şudur: Alışkanlık ve bilgi kazanmaya giden bir kral yolu mevcut değildir. İnsan ilk adımlarını tıpkı hayvanların öğrendiği yolla öğrenir. Hayvan davranışı üzerindeki çalışmalar, her ne kadar ilk evrimci araştırmacıların umutlandıkları gibi, hayvanların üst düzey zekâyâ sahip olduklarını ortaya çıkarmayı başaramamış olsa da, bizleri insan aklının tam yeterliliği yolundaki abartılı kanımızı gözden geçirmeye zorlamaktadır. Eski araştırmacıların savundukları gibi insan aklı ile hayvan aklı arasındaki süreklilik kavramının geçerli olduğu yine de gösterilecektir; ancak bu, hayvan aklını yücelterek değil, daha çok onun tersi olan bir süreçle insan aklındaki eksiklikleri göstererek yapılacaktır.

Bu teorik sorular –bu sorular insanoğlunu her zaman ilgilendirmiştir; her zaman ilgilendirecektir de– ile hayvan psikolojisinin pratik değeri arasında dağlar kadar fark vardır. Bu çalışmaların pratik önemi olduğunu göstermek hiç de zor değildir. Günümüzde orta eğitimde, hatta üniversitelerde çalışma düzenlemeleri gelenek ve göreneklere dayanmaktadır; bu rutinin doğruluğunu gösteren deneysel araştırmalara değil. Her gün neden her biri başka bir konuda –örneğin, sırasıyla cebir, edebiyat, Latince, coğ-

rafya—ellişer dakikalık dört ders yapıldığı sorulduğunda, bunun âdet olduğu dışında bir yanıt alınamaz. Her konu için neden şu kadar süre ayrıldığı ya da neden bu belirli konuların seçildiği soruları da yanıtsızdır. DeneySEL çalışmalar bazen tamamen değişik bir düzenlemenin isabetli olduğunu gösterebilir; bazı çalışmalar birbirine zıt sonuçlar verebilir; bazıları ise birbirini tamamlayabilir. En değerli şeyi, yani insan yavrusunu konu edinen eğitim sistemleri doğallıkla tutucudur; değişim getirmede, deneylere başvurmada çekingendir. Bereket, hayvanlar için öngörülen ders programlarında bu tür bir duygusallık yoktur. Eğitim programı *ad libitum* (istenildiği kadar) değiştirilebilir. Hayvanlarımızın beş problemi en kısa sürede öğrenmelerini istediğimizi varsayalım. En iyi sonucu onları tek bir problem üzerinde çalıştırıp, onu öğrendikten sonra bir başkasına geçerek ve hepsi öğrenilene kadar, bunu sürdürerek mi alırız, yoksa onları beşi de öğrenilinceye kadar her gün belirli aralıklarla problemlerin hepsi üzerinde çalıştırarak mı? Zaman bakımından hangisi daha ekonomiktir; hangi yöntem problemi belleğe daha sağlamca yerleştirir? Bunun gibi, eğer hayvan, problemleri sırayla tek tek öğrenecekse altmış gün süreyle günde bir kez mi çalışacak (altmış deneme sonunda tam olarak öğrendiğini varsayıyoruz), yoksa on beş gün boyunca günde art arda dört hızlı çalışma mı yapacak; daha az günde daha çok çalışma yaparak mı daha iyi öğreniyor, yoksa tersi yöntemle mi? Hayvan hangi yöntemle olguyu kafasında daha iyi saklıyor (“anımsıyor”)? Bu gibi sorular sadece kafa yormakla yanıtlanamaz; bilfiil deney yaparak yanıtlanmalıdır. Bu ve buna benzer sorulara hayvan psikologlarının vereceği yanıtların okullardaki eğitimle yakın ilişkisi olduğu açıkça görülebilir. Bu tür problemlerin üstesinden gelebilme yeteneği, hayvan davranışı üzerindeki çalışmaların pratik *raison d’être*’ini (varlık gerekçesini) oluşturur.



“Gilbert ile Sullivan’ın Hoşlanacağı Bir Dil”

John McPhee

KARL POPPER

Yılmayan Bilim

Eleştirmenlerime Yanıtlar’dan (1974)

Karl Popper (1902-1994) bilimci değil bir filozoftu. Bilimsel sorunlardan çok hakikatin doğasını belirleme gibi felsefe soruları ile ilgilenirdi. Sıradan bilim ona sıkıcı gelirdi; tıpkı çoğu bilimcinin bulanık olduğu için felsefeden sıkıldığı gibi. Popper-bilim karışımı, yağ-su karışımına benzer nitelikte olduğu halde, Popper yine de yirminci yüzyılın en önemli bilim felsefecisi, yüzyılımızda bilimsel girişime katkıda bulunanların önde gelenlerinden biri idi. Onun katkısı benzersizdi; çünkü o, bilimcilerin kendi yaptıkları hakkındaki düşüncelerini biçimlendirmiştir. Bu yüzyılın ortalarına kadar bilimciler hakikati aradıklarında ve önermelerinin doğruluk bakımından değerlendirilmesi gerektiğinde ısrarlıydılar. Popper bunu reddetti. Hakikatin ne olduğunu kim söyleyebilirdi? Bizler yalnız bazı şeylerin yanlış olduğunu söyleyebiliriz. Bir ifadenin bilimsel olması için onun yanlışlanabilir olması gerekir. Öyle bir dizi olası koşul var olmalıdır ki onların gerçekleşmeleri durumunda bir teoremin yanlış olduğu kanıtlanmış olsun. Birçok bilimci Popper’i büyük coşkuyla karşıladı; öyle ki, artık günümüzde bilimsel eleştirinin vuracağı en şiddetli darbe, bir önermenin “yanlışlanamaz” olduğu suçlamasıdır.

Ancak yine de bazı kuşkucular çıkmaktadır. Bilim tarihçileri bilimdeki büyük değişimlerin çoğunun, örneğin günmerkezli evre-

nin ya da doğal seçilimin kabul görmesinin bir yanlışlama süreci sonucu ortaya çıkmadığına dikkat çekmekten hoşlanırlar. Bundan başka, Popper'in doğruluk teorisine birçok felsefi itiraz öne sürülmüştür. Örneğin mantıksal pozitivizm ne tür ifadelerin "doğrulanabilir" olduğunu bulmak için çok çalışmıştır. Popper, yanlışlanabilir ifadeleri aramakla, bu yaklaşımı bilinçli olarak altüst etmiştir. Popper'in bilimciler arasındaki başarısı bazen yorumcuları şaşırtır. Ancak onun çağrısının gücünü seçtiğimiz bu makalede fark edebiliriz. Popper'in çizdiği dürüst bilimsel çaba portresi öylesine etkileyicidir ki, bilim, insanın üstlenebileceği en fazla cesaret gerektiren bir eylem gibi görünür. Ancak bu eylem bir o kadar da trajiktir; çünkü, bu resimde kendinizin yanılmış olduğunu kesin olarak bilebilirsiniz, ama kesin olarak haklı olduğunuzu hiçbir zaman bilemezsiniz.

Galileo, Kepler, Newton, Einstein ve Bohr gibi büyük bilimciler (ölmüş olan birkaçı ile yetiniyorum) bilim hakkında bana basit ama etkileyici bir fikir veriyor. Kuşkusuz, liste ne kadar genişletilirse genişletilsin, bilimciyi ya da bilimi *in extenso** tanımlayamaz. Ancak böyle bir liste bana, çok şey öğrenebileceğimizi sandığım bir aşırı basitleştirme sağlıyor. Bilim denince benim kafamda örnek olarak büyük bilimcilerin çalışmaları canlanır. Daha az önemli olan bilimcilere karşı saygısız değilim; kahraman kategorisine çok yaklaşan yüzlerce büyük insan ve bilimci vardır.

Daha az ünlü bilimcilerin haklarını teslim etmekle birlikte ben burada bilimin ve bilimle uğraşanların, yani kendilerini alçak gönüllülükle gerçeği aramaya, bilgimizi artırmaya adanmış, yaşamları cesur fikirlerin bir serüveninden ibaret olan insanların cesur ve romantik yönlerini göstermek istiyorum. Onlarla birlikte, onlar kadar hakikati, yüce hakikati aramaya adanmış daha az parlak yardımcılarını da dikkate almaya hazırım. Ancak, bilimi bir meslekten, bir teknikten öte görmeyen, büyük sorulardan ve

* in extenso: eksiksiz, tam olarak. (ç.n.)

cesur çözümlerin yalınlıklarından derinden etkilenmeyenleri bunlar arasında saymıyorum.

Benim irdelemek istediğim bu cesaret gerektiren anlamdaki bilimdir. Bu arada, uygulamalı bilim alanında daha alçak göntülle çalışanlar hakkında da çok şeyi açıklığa kavuşturabileceğimizi görüyorum.

Demek oluyor ki, benim için bilim budur. Çok geçerli nedenlerle bunu tanımlamaya kalkmıyorum. Sadece, düşündüğüm türden kişilerin ve onların yaptıklarının bir resmini çizmek istiyorum. Bu resim çok yalın olacaktır: Bu kimseler cesur fikirlerin insanlarıdır, ama kendi görüşlerine karşı da çok eleştiricidirler. Onlar fikirlerinin doğru olup olmadığını, önce yanılma olasılıklarını araştırarak anlamaya çalışırlar. Cesur tahminler yaparak ve kendi tahminlerini çürütme yolunda ciddi çabalar göstererek çalışırlar.

Benim bilim ile bilim olmayanı birbirinden ayırma ölçütüm bu resmin basit bir mantıksal çözümlemesini yapmak olacaktır. Bu ölçütün ne kadar iyi ne kadar kötü olduğu verimliliği ile ortaya çıkacaktır.

Cesur fikirler yeni, cüretkâr varsayımlar ve tahminlerdir. Varsayımları çürütmek için gösterilen çabalar ise ciddi eleştirel tartışmalar ve ciddi deneysel sınamalardır.

Bir tahmin burada önerildiği anlamda, ne zaman cüretkârdır ne zaman değildir? Yanıt: Ancak ve ancak büyük bir yanlış çıkma riskini göze alıyorsa –konu olan şeyler başka türlü de olabilir-se ve o sırada başka türlü gibi görünüyorsa– cüretkârdır.

Basit bir örnek ele alalım. Copernicus'un ve Aristarkhos'un,¹ evrenin merkezinde Dünya'nın değil de Güneş'in bulunduğu yolundaki savı inanılmaz ölçüde cüretkârdı. Ayrıca yanlış da; günümüzde hiç kimse Güneş'in evrenin merkezinde (Aristarkhos ve Copernicus'un öngördüğü anlamda) hareketsiz durduğunu kabul etmez. Ancak bu, o savın cüretli ya da verimli olmasını etkile-

1. Samoslu [Sisamlı] Aristarkhos (MÖ 270 yıllarında ünlenmişti.); Nicolas Copernicus (1473-1543).

miyor. Onun önemli sonuçlarından biri –Dünya’nın evrenin merkezinde hareketsiz durmadığı ve (en azından) günlük ve yıllık bir hareketi olduğu– bazı görelilik anlaşmazlıklarına karşın hâlâ tümüyle kabul edilmektedir.

Ancak benim tartışmak istediğim şey kuramın günümüzde kabul görmesi değil cesaretli olmasıdır. Cesurdu, çünkü o günlerde kabul görmekte olan bütün fikirlerle ve duyuların *prima facie* (aşikâr görünen) kanıtlarıyla çelişiyordu. Cesurdu, çünkü görünenin arkasında gizlenmiş, o güne kadar bilinmeyen bir gerçeği dile getiriyordu.

Çok önemli bir başka anlamda ise cesur değildi: Ne Aristarkhos ne de Copernicus can alıcı ve olanaklı bir deney öne sürdü. Kabul gören görünümüleri [yani hakikatin bize yansıyan gölgelelerini] hiç sorgulamadılar, geleneksel görünümelerde yanlış bir şey olduğunu da söylemediler. Yalnızca onları yeniden yorumladılar. Gözlenebilir yeni görünümeler ileri sürerek kendilerini tehlikeye atmaya hevesli değillerdi.

Buna bağlı olarak, Aristarkhos’un ve Copernicus’un teorileri, benim tanımıma göre, bilim dışı ya da metafiziksel olarak nitelendirilebilirler. Copernicus’un kuramı, benim tanımıma göre, yapmış olduğu bazı ufak öndeyiler ölçüsünde bilimseldir. Metafizik bir teori olarak da anlamsız olmaktan çok uzaktır; evren için yeni ve cesur bir resim önermekle, yeni bilimin oluşmasına büyük katkıda bulunmuştur.

Kepler çok daha ilerilere gitmiştir. Onun da dünyanın gerçekliğine ilişkin, bir ölçüde Copernicus kuramına dayanan cesur metafizik bir görüşü vardı. Ancak bu bakış açısı onu görünümeler üzerinde yeni ve ayrıntılı öndeyilerde bulunmaya götürmüştür. Önceleri bu öndeyiler gözlemlerle bağdaşmadı. Bunun üzerine gözlemlerini teorilerinin ışığında yeniden yorumlamaya çalıştı; ancak gerçeği arama tutkusu dünyanın metafiziksel uyumu için duyduğu arzudan daha büyüktü. Bu nedenle, kendini en sevdiği bazı teorilerinden teker teker vazgeçmek, yerlerine olgularla uyumlu olan başkalarını koymak durumunda buldu. Bu çok zor

ve iç parçalayıcı bir savaşımdı. Sonuç, ünlü ve çok önemli üç yasa² oldu; onları, üçüncüsü dışında, pek de sevmedi. Ancak bu yasalar Kepler'in en sıkı sınamalarına dayandılar –Tycho'dan³ miras kalan gözlemlerle, ayrıntılı olgularla uyuyorlardı.

Kepler'in yasaları bugün Güneş sistemimizdeki gezegenlerin gerçek hareketleri olduğunu düşündüğümüz şeye son derece yakındır. Bu yasalar, daha sonraları keşfedilmiş olan çok uzaklardaki çift yıldız sistemlerinin hareketleri için bile kusursuz yaklaşıtırmıdır. Ancak yine de bu yasalar doğru gibi görünen şeye bir *yaklaşıtırmıdan* ibarettirler, *doğru değildirler*.

Bu yasalar yeni kuramların –Newton ve Einstein'ın kuramları– ışığında da sınanmışlardır. Bu kuramlar Kepler'in yasalarından küçük sapmalar olacağını tahmin etmişlerdir. (Newton'a göre Kepler yasaları yalnız iki-cisim sistemleri için doğrudur.) Böylece, en can alıcı deneyler Kepler'e karşıt sonuçlar vermiş oluyordu: çok küçük ölçüde, ancak yeterince açık biçimde.

Bu üç kuramdan –Kepler'in, Newton'un ve Einstein'ın teorilerinden– sonuncusu, ve en başarılısı Einstein'ındır; beni bilim felsefesine yönelten bu kuramdır. Einstein'ın çekim kuramında beni bu ölçüde etkileyen de şu noktalar:

1. Çok cesur bir kuramdır. Newton'un kuramının tümüyle başarılı olduğu günlerde, temel bakış açısında, Newton'unkinden büyük ölçüde ayrılmıştır.

2. Einstein'ın kuramı açısından, Newton'un teorisi yanlış olmakla birlikte, çok iyi bir yaklaşıtırmıdır. (Tıpkı Newton'un kuramının bakış açısından, Kepler ve Galileo'nun kuramlarının yanlış olduğu halde çok iyi yaklaşıtırmıların olması gibi.) Demek oluyor ki bir kuramın bilimsel niteliğini saptayan şey onun doğru olması değildir.

2. Kepler'in üç yasası gezegen hareketlerini açıklar. Birincisi gezegenlerin dairesel değil, iki odağından biri üzerinde Güneş'in bulunduğu eliptik yörüngeler üzerinde hareket ettiğini söyler; ikincisi, yörünge zamanı ile gidilen uzaklığı birleştiren bir denklemdir; üçüncüsü de, bir gezegenin Güneş çevresinde dolaşma zamanı ile Güneş'ten uzaklığı arasında ki bağıntıyı veren başka bir denklem.

3. Tycho Brahe (1546-1601): Kepler'i asistan olarak işe alan bir gökbilimci.

3. Einstein, kuramına dayanarak, birbirinden çok farklı üç önemli gözlemlenebilir öndeyide bulundu. Bunlardan ikisi daha önce hiç kimse tarafından düşünülmemiştir ve her üçü de, Newton teorisine, bu teorinin uygulama alanı içine girdikleri söylenebildiği ölçüde, aykırı düşüyordu.

Ancak beni belki de en çok etkileyen şu iki nokta olmuştur.

4. Einstein bu üç öndeyinin çok belirleyici olduğunu, eğer dakik teorik hesaplamalarla uyuşmazlarsa kuramının yanlışlığını kabul edeceğini ilan etmiştir.

5. Ancak Einstein gözlemler beklendiği gibi çıksa bile, *kuramının yanlış olacağını* söylemiştir: Doğruya Newton'unkinden daha yakın bir kuram olacağını, ancak bütün öndeyiler doğru çıksa da, onu neden doğru bir kuram olarak kabul etmeyeceğini açıklamıştır. Doğru bir kuramın (bir birleşik alan kuramı) sağlaması gereken bazı istemleri kısaca belirtmiş ve kuramının en iyisinden, henüz ortaya konmamış olan bileşik alan kuramına bir yaklaştırım olduğunu dile getirmiştir.

(Kepler gibi Einstein'ın da bilimsel düşünüyü – ya da metafiziksel düşünüyü – gerçekleştiremediği söylenebilir; bu bağlamda hangi terimin kullanıldığı da önemli değildir. Bugün Kepler yasaları ya da Einstein'ın çekim kuramı dediğimiz şeyler, onların yaratıcılarına hiçbir şekilde yeterli gelmeyen sonuçlardı; her ikisi de yaşamlarının sonuna dek düşleri üzerinde çalışmayı sürdürdüler. Newton için bile benzer şeyler söylenebilir: Bir uzaklıktan eylem yapmaya dayanan bir kuramın yerçekimi için nihai bir açıklama olabileceğine hiçbir zaman inanmadı.)

Einstein'ın kuramı ilk olarak 1919'da Eddington'un ünlü Güneş tutulması deneyi ile sınıandı.⁴ Einstein, kuramının doğruluğuna inanmadığı, onun sadece, doğruya yeni ve önemli bir yaklaştırım olduğunu düşündüğü halde, bu deneyin sonuçları konusunda hiç kuşkusu yoktu; doğru olmadığını düşünse bile kuramının iç tu-

4. Arthur Eddington (1882-1944) (Bu kitaptaki yazarlardan birisi) 29 Mayıs 1919'daki tam Güneş tutulmasını gözlemek ve –Einstein'ın çekim kuramının öngördüğü gibi– yıldızların ışığının Güneş tarafından sapıtılıp sapıtılmadığını anlamak için Batı Afrika'ya gitmiştir.

tarlılığı ve iç mantığı onun, ileriye dönük bir adım olduğuna kendisini inandırıyordu. Kuram o günden bu yana bir dizi başka sınamadan daha başarıyla geçti. Ancak bazı kişiler, hâlâ, Einstein'ın kuramı ile gözlemler arasındaki uyumun (inanılmaz ölçüde olasılık dışı) rastlantıların bir sonucu olduğunu düşünmektedirler. [...]

Bilimin buraya kadar sadece işaret ettiğim resmi şöyle özetlenebilir:

Dünyanın bize görünüşünün ardında bir gerçeklik, belki de çok katmanlı bir gerçeklik vardır. Görünüşler onun en üstteki katlarıdır. Büyük bilimcilerin yaptığı iş iç katmanların neye benzedikleri hakkında korkusuzca tahmin yürütmek ve cesur öneriler ileri sürmektir. Bu da mit yaratmaya benzer bir şeydir. (Tarihsel olarak Newton'un fikirleri Anaksimandros yoluyla Hesiodos'a, Einstein'ın fikirleri de Faraday, Boscovich, Leibniz ve Descartes yoluyla Aristoteles ve Parmenides'e kadar gerilere uzanır.) Cesaretin ölçüsü, görünüş dünyası ile tahmin edilen gerçeklik, açıklayıcı varsayımlar arasındaki uzaklıktır.

Ancak bir başka tür, özel bir tür cesaret daha vardır: Tahmin edilen gerçeklik (aşağı yukarı) doğru ise, açıklayıcı varsayımlar (yaklaşık olarak) doğru ise, görünüş dünyasının, sahip olması gereken ve o zamana dek göz ardı edilmiş olan yönlerini *kestirme cesareti*. Ben cesur bilimsel tahminlerden söz ettiğimde, genellikle aklımdan geçen bu daha özel türden olan cesarettir. Bu, gerçek bir risk taşıyan –sınanıp çürütülme riski, gerçeklikle çatışma riski taşıyan– bir tahminle ortaya konan cesarettir.

Görüldüğü gibi, benim ileri sürdüğüm cesaret bir yandan sınanmaya ve çürütülmeye karşı hazırlıklı olan, öte yandan da “deneysel” bilimleri bilim olmayanlardan, özellikle de bilim öncesi mitlerden ve metafizikten ayırt eden bu ikinci tür cesaret idi; şimdi de öyledir.

Bu öneriye bundan böyle “*demarcation*”ın* baş harfini alarak (D) diyeceğim. [...]

* Demarcation: Ayırım çizgisi, sınır çizgisi. (ç.n.)

Benim ayırım çizgisi ölçütüm olan D'ye ilişkin zorluklar önemlidir; ancak çok abartılmamalıdır. Metodoloji ile ilgili bir kural olduğu için ve bilim ile bilim dışı olanın sınırı net olmadığı için o da net değildir. Bununla birlikte, birçok fizik kuramı ile psikanaliz ya da Marksizm (bugünkü biçimiyle) gibi metafizik kuramlar arasında bir ayırım yapmak için yeterince belirgindir. Benim temel tezlerimden biri budur; onu anlamamış olan bir kimsenin de benim kuramımı anlamış olduğu söylenemez.

Bu arada bir noktaya değinmek isterim: Marksizmdaki durum psikanalizinkinden çok farklıdır. Bir dönemde Marksizm bilimsel bir kuramdı: Kapitalizmin giderek artan sefaletle yol açacağını, az çok yumuşak bir devrimle yerini sosyalizme bırakacağını, bunun ilk önce teknik bakımdan en gelişmiş ülkelerde gerçekleşeceğini, "üretim araçları"nın teknik yönden gelişmesinin, tam tersine değil de, toplumsal, siyasal ve ideolojik gelişmelere yol açacağını ileri sürmüştü.

Ancak –sözde– sosyalist devrim önce teknik bakımdan geri kalmış ülkelerden birinde gerçekleşti. Ayrıca, üretim araçları yeni bir ideoloji yaratmadı; tersine, Lenin'in ve Stalin'in ideolojisi ("Sosyalizm emekçi sınıfının diktatörlüğü, artı, elektrik üretimidir") sanayileşmede yeni üretim araçlarının gelişmesine yol açtı.

Görüldüğü gibi, Marksizmin bir zamanlar bir bilim olduğu; ancak, öndeyileriyle çatışan bazı olgularla (ben burada bu olguların sadece birkaçından söz ettim) çürütülmüş bir bilim olduğu söylenebilir.

Ancak Marksizm artık bir bilim değildir; çünkü o, metodolojik bir kural olan yanlışlanmayı kabul etmek zorunluluğunu çiğnedi ve öndeyilerinin en açık şekilde çürütülmesi karşısında duyarsız kaldı. O andan sonra artık sadece bilim dışı olarak tanımlanabilir –isterseniz acımasız gerçeklikle evlenmiş metafizik bir düşünce de diyebilirsiniz.

Psikanalizde ise durum çok başkadır. O ilginç bir psikolojik metafiziktir (metafiziksel düşünceler de, sık sık görüldüğü gibi, kuşkusuz bazı gerçekler içerir); ancak hiçbir zaman bilim olma-

miştir. Freud tipi ya da Adler tipi çok insan var olabilir: Freud'un kendisi belirgin bir Freud tipi idi; Adler de Adler tipi idi. Ancak kuramlarının, burada tanımlandığı biçimde bilimsel olmasını engelleyen şey, çok basit olarak, fiziksel olarak mümkün olan hiçbir insan davranışını dışarıda bırakmamalarıdır. Bir kişinin yaptığı ne olursa olsun, ilke olarak, Freudcu veya Adlerci görüşe göre açıklanabilir. (Adler'in Freud'dan kopuşu, Freudca olmaktan çok Adlerceydi; ancak Freud hiçbir zaman buna kuramının bir çürütülüşü olarak bakmadı.)

Bu nokta çok açıktır. Adler de Freud da belirli bir kişinin, dış koşullar ne olursa olsun herhangi özel bir biçimde davranışını, ayrı tutmazlar. Bir adam boğulan bir çocuğu kurtarmak için yaşamını feda etse de (bir yüceltme vakası), çocuğu suda boğarak öldürse de (bir bastırma vakası) bu, Freud'un kuramıyla ne kestirilebilirdi ne de dışlanabilirdi. Kuram, olabilecek her şeyle uyum içindeydi –özel bir bağışıklığa baş vurmadan bile.

Görüldüğü gibi, Marksizm bir bağışıklık taktiği edinerek bilimsellikten uzaklaşırken, psikanaliz başından beri bağışıklı, öyle de kaldı. Bunun tersine, fizik kuramının çoğunluğunda bağışıklık taktiği pek yoktur ve onlar, kural olarak sonsuz çoklukta düşünülebilir olanak durumunu kabul etmezler.



JOHN MCPHEE

Taşları Adlandırmak

Basin and Range'den (1981)

John McPhee (1931-) edebiyatla ilgili bir geçmişi olmasına karşın yerbilime aşık olmuş bir *New Yorker* dergisi yazardır. 1950'lerde *Robert Montgomery Sunar* türü canlı televizyon programlarında metin yazarlığı yapmış, daha sonra *Time* dergisiyle gazetecilik alanına el atmıştı. *New Yorker*'a katıldığında artık herhangi bir konuda yazabilecek bir konuma gelmişti. Sonra da yerbilimi keşfetti ve bu konu, onun için, doğal dünyanın harikalarıyla özdeşleşti.

Bu makalede McPhee, yerbilimci olmayanları konudan uzak tutan engeli –yerbilimin teknik dilini– göğüslemektedir. Anlamak için dil çok önemlidir ve uzmanlaşmış bilgi, uzmanlaşmış bir dil gerektirir. Bilimsel dil –bu yerbilim, metamatik, kimya ya da psikoloji dili de olsa– onları anlamamanın olanaksız olduğuna inanan bilim dışındaki insanı ürkütür; ayrıca, bu yabancı sözcüklerin gerisinde sıradan fikirlerin yattığını düşünen kuşkucunun küçümsemesine de hedef olur. Oysa bilimciler özel terimleri, daha kesin ifadeye izin verdiği ve klüp üyeliğine mazhar ettiği için severler. McPhee'nin bu makalesinde uzmanlaşmış dilin herkesin aklını nasıl karıştırabileceğini görüyoruz. Bu kitabın daha sonraki bir makalesinde Lavoisier, kesin bir dille konuşmak için gösterilen bir çabanın yol açtığı aydınlığı bize aktarmaktadır.

Sınıfta oturur, terimlerin kâğıt uçaklar gibi uçuşarak yere inmelerini dinlerdim. Yerbilimin betimsel bir bilim olduğu söylenirdi; çukurlu birikinti düzlükleri, suda boğulmuş nehirleri, asılan kolları, aklıktan ölmüş sahilleriyle betimsel olmasaydı zaten başka bir şey de olamazdı. Bir metaforlar hazinesi gibiydi –izostatik uyarlamalar ve haysiyet kırıcı kanallar, köşeli uyumsuzluklar ve kaypak bölmeler, kökü olmayan dağlar ve acı göller. Akarsular dağın veya tepenin iki yanından ileriye doğru toprağı aşındırıyor,

büyük bir arzu ile birbirlerine doğru çabalıyorlar sonunda aralarındaki ayıraç yıkılıyor ve bunu başaran iki nehir beraberce akıyor (biri öbürüne boyun eğerek, akış yönünü değiştirip ters yönden akıyor) ve tek bir akarsu oluyorlar. Dere savaşı. Sierra Nevada'da Yuba, Bear'i zapt etmişti. New Mexico'daki oluşumun bir üyesi olan Macho, daha çok bir başka oluşumun çözülüp yıkılmasıyla ortaya çıkmıştı. Yorgun kayalar beceriksiz kayalar ve düzensiz dokulu kayalar vardı. Bir kayayı bükerseniz veya kıvrırırsanız, iç bölümde kaya sıkıştırılmış bir durumda, dış bölümünde ise büyük gerilim altındaydı, ortada ise her nasılsa hiç gerilim olmayan bir bölge vardı. İtme kırıkları, ters kırıklar, normal kırıklar -her kırıkta her iki taraf da etkin durumdaydı. Kaya parçalarının kımıldamadan durduğu yokuşların eğimi, dinlenme açı-sıydı. Bu bilim dalında insani bilimlerle ilgili, "biraz"dan çok daha fazla şey var gibiydi. Yerbilimciler İngilizce ile iletişim kuruyorlardı, nesnelere de insanın iliklerini titretecek isimler veriyorlardı. Uyumsuz dipsiz kayalardan asılmış tavan sarkıtları, çöl kaldırımlarında mozaik çakıl kayalar vardı. Ultra temel, derin -okyanus, yeşil- siyah benekli taş -yani yılan taşı- vardı. Bir at nalı kumunun yüzü kaypaktı. 1841'de bir paleontolog, Mezozoik'in büyük yaratıklarının "korkunç büyüklükte kertenkeleler" olduğunu saptadı ve bu nedenle onlara dinozor adını verdi. Kabartmalı kordonlu çapraz katmanlar ve dik kenarlı kireç taşı çukurları, lava yastıkları, taşlanmış ağaçlar, oyulmuş dolambaçlar ve yenilgiye uğratılmış akarsular vardı. Kanal yığınları, sürtünmeyle parlamış taş yüzeyler, patlama kuyuları, volkanik bombalar vardı. Nabız gibi atan buzullar. Domuz sırtları. Işınılar [*radiolarians*] çamuru. Bazı terimler neredeyse erişkin kasıklarını harekete geçirecek ölçüde tınlamaya sahipti. Dağların kabarmasına orojeni deniliyordu. Ontojeni, filojeni, orojeni -vurgu ikinci hecedir. Antler Orojeni, Avalonian Orojeni, Takonik, Akadiyan, Alleghenyan Orojenileri, Laramid Orojeni. Birleşik Devletlerin orta bölümü oldukça sıkıcı bir jeolojik tarihe sahip olmuştu -biriken fazla bir şey yoktu, aşınan fazla bir şey de. Orada tutucu bir ta-

vırla oturup duruyordu. Doğu bir zamanlar radikal olmuştu, den-
gesiz, reform yanlısı, devrimci, üç veya dört orojenilik Paleozoik
nabızlar. Son yüz elli milyon yıldan bu yana ise Doğu kararlı ve
tutucu olmuştur. Sıra dışı şeyler artık ülkenin Uzak Batı'sınday-
dı— kaynaklanmış tüfleri ve Fransızkan karışımı (içten deforme
olmuş, analiz edilemeyecek ölçüde karmaşık), doğrultusu kaymış
çatlakları, düşen yapıları, kaynayan kaynakları ve taze yanardağ-
ları, büyük ölçüde parçalanmış yer kabuğu ile vahşi, tekin olma-
yan, ters tonlarda bir parçalı deri-cekete jeolojisi.

Doğruyu söylemek gerekirse sayfanın bir başka yüzü daha
vardı —Gilbert ve Sullivan'ın* ilgisini çekecek türden jeolojik bir
lisan. Olduğu yerde kalan kayaya yerli kayaç deniliyordu, eğer
hareket etmişse yabancı kayaç. "Normal"ın anlamı "dik açılı" de-
mekti. "Normal" aynı zamanda çökmüş ve sallanan bir duvarı
olan bir çatlak anlamına da geliyordu. Wyoming'de Green River
Çanağı vardı ve bu Wyoming'deki Green River Çanağı ile karış-
tırılmamalıydı. Birisi topografikti ve Wyoming'in üstündeydi.
Öteki yapısalı ve Wyoming'in altındaydı. Utah ve Nevada'yı
merkez alan Great Basin, Utah ve Nevada'yı merkez alan Basin
ve Range ile karıştırılmamalıydı. Great Basin topografikti ve dün-
yada denize akıntısı olmayan çok büyük bir toprak parçası olarak
olağanüstüydü. Basin ve Range ise Great Basin ile hemen hemen
aynı yerde olan, biraz kuzey ve güneye sarkan bir dizi bağlantılı
dağlar bölgesiydi. Düzgün çalışan bifokal bir kafaya sahip bir
kimse için, Pennsylvania çağı Iowası, Mississippi çağı Missourisi,
Nebraska çağı Nevadası, Illinois çağı Indianası, Kansas çağı Ver-
montu, Wisconsin çağı Texası hakkında hiçbir belirsizlik olamaz-
dı. Meteorik su, incelendiğinde yağmur olduğu anlaşıldı. Tepeden
aşağı consequent, subsequent, obsequent, resequent ve en az bir-
kaç insequent dereler halinde aktı.

Yıllar geçtikçe bu sözler tortular da giderek kalınlaştı. Birisi
dünyamızın bir parçasına epieu-geosyncline diyecek ölçüde ileri

* Sir Arthur S. Sullivan (1842-1900) ve Sir William S. Gilbert (1836-1911); İngiltere'de
günümüzde bile beğeniyle izlenen bir dizi komik-operet yaratan ikili. (ç.n.)

gitti. İki nehir arasında diyeceklerine, interfluve diyenler çıktı, halbuki mesopotamian gibi çok daha iyi bir sözcük vardı. Amerikan Yerbilim Enstitüsünün, Yerbilim ile İlgili Bilimler Sözlükçesi'ne [*Glossary of Geology and Related Sciences*] göre bir kakto-lit; "anastomoz olmuş düktolitlerden oluşmuş, uzak uçları harpo-luk gibi kıvrılmış, sfenolit gibi ince veya akmolit ve etmolit gibi şiş-kin olan yatay konolit benzeri bir şeydir." Bir taş a yılan taşı adı-nı veren aynı insanlar bir başkasına jakupiranjit diyorlar. Klinop-tilalit, ekloji, migmatit, tinkalkonit, szaibelit, pumpellit. Mayer-hofferit. Bir taş a paraselsiyan diyen aynı insanlar bir başkasına despujolsit diyorlar. Metakirchaymerit, flogopit, katzenbukalit, mbozit, nozlayt, neyborit, samsonit, piconit, muskoksit, pabsit, enigmatik, josmitit. 1950'lerin sonlarına doğru X ışınli kırınım öl-çer [*diffractometre*] ve X-ışınli floresan tayfölçerler [*fluorescence spectrometer*] jeoloji laboratuvarlarında genel kullanıma girdik-ten sonra, ve daha sonra, (1970 dolaylarında) elektron sonda ile, jeologlar taşların bileşenlerini daha yakından inceleme olanağına kavuştular. Yıllar boyu örneğı ellerinde tutup büyüteçle –veya in-ce dilimlere ayırarak mikroskopla– bakarak gördükleri şeyler, bu aygıtların gördükleriyle her zaman aynı değildi. Örneğın ande-zit'e bu isim, Güney Amerika'nın yüksek dağlarında en yaygın görölen kaya olduğı için verilmişti. Aygıtlara göre And Dağların-da inanılmaz ölçüde az andezit bulunuyor. Sierra Nevada'nın, gö-rece daha yeni ve çok güzel granit kayaları dünyaca ünlüdür. Si-erra'da çok az "granit" var. Yosemite Falls, Half Dome, El Capi-tan –Sierra'nın graniti daha çok granodiyorittir. Magma yeryü-zünde granit olarak katılaştığı zaman– eğer yeryüzüne çıkıp ak-mışsa– riyolit olarak katılaştığını, dünyanın içinde diorit olarak katılaştının ise, dışında andezit olarak katılaştığını, dünyanın için-de gabro olarak katılaştının dışında bazalt olarak katılaştığını ve çiftler arasındaki farkın ise doku ve kristal formu konusu olduğı, daha koyu olan taşın gabro ucunda, açık olanın ise granit ucunda olduğunu hatırlamak her zaman yeterince zor olmuştur. Bütün bunların –diyabaz'ın, gabro'nun özel bir dokusu olduğı

yolundaki minicik ayrıntılardan söz etmeyelim– hatırlanması, kırınımölçerler, tayfölçerler ve elektron sondalar gelmeden önce bile sıradan insan için oldukça zordu. Daha önce dünyanın graniti olarak bilinen şeyin, granodiyorit, monzonit, siyenit, adamellik, trondjemit, alaskit gibi büyük bir kayaç familyası ile az bir miktar granitten oluştuğu ortaya çıktı. Çok miktarda riyolit, inceleme sonucunda, dasit, riyodasit, kuvars latit oldu. Andezitin, granodiyoritin ikiz kardeşi olacak ölçüde silisyum, potasyum, sodyum ve alüminyum içerdiği öğrenildi. Bunlar oldukça açık. Bildiğimiz terimler hâlâ geçerli. Yerbilimcilerin konuşmalarına yeni sözcükler eklemek için gösterdikleri hevesi yalnızca, eskiye duydukları sevgi aşabilmektedir. Granit demekten vazgeçmiş değiller. Kiliseye gittiklerinde grandiyorit diyorlar, haftanın geri kalanında granit.



HERBERT BUTTERFIELD

Kimyanın Değişimi

Çağdaş Bilimin Kökenleri'nden (1949)

Cambridge Üniversitesinde bir İngiliz tarihçi olan Herbert Butterfield (1900-1979) 1948'de bilimin kökenleri üzerinde bir dizi konferans verdi. Bu konuşmalar, o günden bu yana basımı süren bir kitap halinde yayımlanacak ölçüde bir ilgi uyandırdı. Butterfield "değişikliklerin yeni gözlemler ve ek kanıtlardan değil, bilim adamlarının kendi zihinlerinde meydana gelen alan bakış açısı değişimlerinden kaynaklandığını" ileri sürüyordu. Butterfield'den önce geçerli olan görüş ise, bilimin bir dizi keşiflerden, aşikâr olguların bir birikiminden oluştuğu yolundaydı. Bilim adamlarının, öteki bilgin kişiler gibi entelektüel uğraşlar peşinde olmadıkları düşünülüyor, daha çok, Christopher Columbus ve Kaptan Cook gibi tartışılmaz keşiflerinin yalnızca haritada işaretlenmesi gereken kâşiflerle kıyaslanıyorlardı. Çok kişi, özellikle de iş başındaki bilim adamlarının kendileri kâşif benzetmesine hâlâ sıkı sıkı tutunur; ancak, Butterfield konferanslarını yayımladıktan sonra, onun "sopayı öbür ucundan tutmak" dediği şeyin, yaratıcı düşüncenin bilimsel başarıda yaşamsal katkısı olduğunu yadsımak zorlaştı. Aşağıdaki alıntıda Butterfield kimyanın gelişiminin, -bütün dürüstlüklerine, deney ve gözlemlerine karşın- yanlış fikirlere kapılmış olan, böylece de meslek yaşamlarını var olmayan bir dolunaya bakıp çılgınlık atarak tüketen kişiler tarafından yüzyıllar boyunca nasıl engellendiğini anlatmaktadır.

Modern kimyanın, bilimsel ilerlemenin bu denli geç bir evresinde ortaya çıkmış olması genellikle hayret uyandıran bir konudur. Bunun nedenlerini araştıran tarihçiler arasında oldukça büyük çatışmalar da çıkmıştır. Laboratuvarlar ve damıtımevleri, maddelerin ayrıştırılması ve bileştirilmesi, asit ve ateşin incelenmesi: Bütün bunlar uzun süreden beri bilinen şeylerdi. On altıncı yüzyıla gelindiğinde, kimyasal teknoloji diyebileceğimiz alanda,

eski dünyada başarılanlara kıyasla dikkate değer gelişmeler kaydedilmişti –metallerin eritilmesi ve arıtılması; cam eşya, seramik ve boyaların üretimi ve işlenmesi; patlayıcı maddelerin, ilaçların ve resamlara gereken malzemelerin geliştirilmesi gibi. Bundan anlaşıldığına göre, deney yapma ve hatta teknolojik gelişim, kendi başlarına, “modern bilim” diyebileceğimiz şeyi kurmak için gerekli temeli oluşturmaya yetmiyor. Onların sonuçları yeterli bir entelektüel çerçeve ile bağlantılanmalıdır; bu çerçeve bir yandan gözlemlenen verileri içermeli; öte yandan da, her an bir sonraki araştırmanın yönünü saptamaya yardımcı olmalıdır. [...]

Bilim tarihini incelerken, dikkatimizi, belli bir anda düşüncenin gidişini durduran zihinsel engel üzerinde – o anda aklın özelliikle aşması gereken engel üzerinde– toplamakta yarar vardı. [...] Kimyanın [...] bu dönemdeki⁵ sıkıntısı bazı basit ve alışılmış şeylerde yatıyordu; yirminci yüzyılda bir okul çocuğuna bile sorun olmayacak şeylerde. Bu nedenle de, atalarımızın neden o kadar kalın kafalı olduğunu anlamakta zorlanıyoruz. Her şeyden önce, kimyasal elementleri belirleyebilmeleri gerekirdi; ancak, en basit örnekler belki de en zor olanlardı. Binlerce yıl boyunca hava, su ve ateş bir efsane havası içinde kalmıştı; bu efsane, gök cisimlerini ve yıldızları, gezegenleri oluşturduğu sanılan özel esir maddesi efsanesine benziyordu. Dünyadaki bütün maddeler içinde, su ve havanın indirgenemez elementler olduğu çok kesinmiş gibi görünüyordu. [...] Ateş bile bir element gibiydi; birçok maddede gizlenmiş ve yanma sırasında salıverilen ve alev yoluyla çıkışını görürülür hale getiren bir element. Bacon ve on yedinci yüzyılda onun bazı ardılları ısının mikroskobik madde parçacıklarının bir hareket şekli olabileceğini düşünüyorlardı. Bu tür savların yanı sıra kendisinin bir maddesel varlık olduğu görüşüne de rastlıyoruz; bu görüş on sekizinci yüzyılda da geçerliliğini sürdürecekti. Karmaşık ve incelikli kimyasal etkileşimler hakkında birçok bilgi toplanmış, metalürji alanında büyük ilerlemeler gerçekleştirmiş olan

5. On yedinci ve on sekizinci yüzyıllar.

insanlar basit görünen bu konularda fikirlerini hâlâ düzeltmemişlerdi. Günümüzde, bize, havanın ve suyun anlaşılabilmesi için uygun bir başlangıç noktası bulunmadan kimyanın doğru temeller üstüne oturtulamayacağı aşikâr görünmektedir. Bunun gerçekleşmesi için de “gazlar”ın varlığı ve yanma olayı konusunda daha yeterli bir fikrimizin olması gerekir. Bütün gelişme gazların tanınmasına ve ağırlıklarının ölçülmesine bağlıydı; ancak, on sekizinci yüzyıla girilirken gazlar arasındaki farklılıklar bilinmiyordu; gazları toplamak için aygıtlar yoktu ve ağırlık ölçümlerinin kimyasal veriler arasında kesin belirleyici bir rol oynayabileceği hakkında yeterli bilinç oluşmamıştı.

Havanın araştırılması için bir hayli çalışma yapılmıştı. [...] Yüzyılın başlarında Van Helmont, o aralar “buğu” olarak kabul edilen şeyleri incelemişti; ancak o, her ne kadar bugün bizim “gazlar” diyebileceğimiz bazı şeyleri keşfedip tanımladıysa da, onları bir tür kirlilik ve –havanın taşıdığı topraksı maddeler– olarak değerlendirmişti. Ona göre gerçekte tek bir “gaz” vardı; o da suyun değişik bir şeklinden ibaretti; su ise bütün maddesel şeylerin temeliydi. [...] Hava problemi, ancak, daha metodik olarak ele alınarak, yanma süreci daha derinden incelenerek aydınlatılacaktı. Bu bağlamda, flojiston* teorisinin ortaya çıkışı kimya tarihinde önemli bir andır.

On sekizinci yüzyılda bir süre için çok moda olan bu teori, eski, çağlardan gelen bir geleneğin temel özelliğini dile getiriyordu: Herhangi bir şey yanarken onun özünden birşeyler dışarı çıkar; alevlerin titremesiyle kaçmaya çalışır ve bir parçalanmaya yol açar; böylece, bu görüş tümüyle (Aristoteles’in hareket konusundaki görüşü gibi) gözlemden sağduyuyla çıkarılan, ancak insanların bütün düşüncesini yanlış yola yöneltebilen ve bilimin gelişmesini binlerce yıl boyunca tıkayabilen temel sonuçlardan birisine dayanıyordu. Teori ilk ileri sürüldüğü dönem için bir ileri adım sayılabilirdi; ancak, daha sonraki dönemlerde, yeniden en

* Flojiston: Bir zamanlar, yanmayı sağladığına ve yanan şeylerden açığa çıktığına inanılan hayali madde. (ç.n.)

başa dönmek dışında hiçbir düzeltme olanağı bulunmadığı anlaşıyor. Aristoteles yanlılarının görüşüne göre, bir cismin yanması sırasında açığa çıkan şey ateş “element”i idi. On yedinci yüzyılın büyük bir bölümünde, bunun sülfürlü bir “element” –bildiğimiz sülfür değil, onun idealleştirilmiş, mistik bir formu– olduğu, çeşitli cisimlerde başka başka türlerden bir sülfür olduğu düşünülüyordu. Robert Boyle’un bir çağdaşı olan Alman kimyacı J.J. Becher, 1669’da, onun *terra pinguis* –yağlı bir tür toprak– olduğunu söyledi. On sekizinci yüzyılın başlarında başka bir Alman kimyacı, G.E. Stahl bu görüşü ele alıp geliştirdi; 1731’de *terra pinguis*’e “flojiston” adını vererek onu gerçek bir fiziksel madde –katı ve yağlı, ancak izole edilmesi olanaksız bir madde– olarak açıkladı. Bu madde, yanma sırasında cisimlerden ya da kavurma sırasında metallerden dışarı salınıyor, alev olarak çıkıp havayla birleşiyor; veya, belki de, hiç olmazsa bir bölümü, alışılmadık arı bir formda is olarak birikiyordu. [...]

Yanma olduğunda, ya da metaller kavrulduğunda, kalıntıda bir ağırlık artışı olduğu hep fark edilmişti; flojiston tezini geliştiren Stahl da bunu biliyordu. Bu olgu Araplarca da biliniyor olabilirdi; on altıncı yüzyılda bazı kişiler tarafından bu fark edilmiş ve 1660’dan sonra Londra’da Royal Society’nin de dikkatine sunulmuştu. On yedinci yüzyılda, yanma sırasında yanan maddenin havadan birşeyler aldığı ve ağırlıkta görülen artışa bu yanma olayının neden olduğu birkaç kez ileri sürülmüştü. Flojiston teorisi –yanma sırasında cisimden bir şeyin eksildiği teorisi– tartma ve ölçmenin, o dönemde, kimya teorilerinin oluşmasında kesin bir rol oynamadığını gösteren ilginç bir kanıttır. [...] Flojiston teorisi *prima facie* (aşikâr) bazı yüzeysel görünümlere yanıt veriyordu; ancak asıl hakikatin tam bir ters-yüz edilmesi idi – sopayı yanlış ucundan tutmak gibi. Bilimsel çalışmalarda, bir teori işleri tepe-taklak etse de, insanların onun peşinden nerelere kadar gittiğini görmek çok ilginçtir. Ama bir an gelir ki anomaliden kaçınılamaz. [...] ve gözlenen olgulara uygun olması için teorinin katlanıp bükülmesi, itilip kakılması gerekir. Bilimciler yanma ya da kavrul-

ma sonrası cisimlerin ağırlıklarındaki artışı artık göz ardı edemediklerinde, flojiston teorisinin başına da aynı şey geldi. [...]

Flojiston teorisinin bir sakıncası daha vardı: Yanabilen ya da kavrulabilen bir şeyin bir element olamayacağını akla getiriyordu. Bu teoride yanma ayrışma demekti. Ancak flojiston çıktıktan sonra maddeyi elementer halinde bulmak beklenebilirdi. Kavrulmayı günümüzde bizim metalin oksijenle birleşimi olarak gördüğümüz gibi, on sekizinci yüzyıl aynı olayı bileşik maddenin –metal– ayrışarak flojistonunu yitirmesi olarak görüyordu. Bunun tersi olan süreçte de, biz nasıl elementi elde etmek için kurşun oksitten oksijeni ayırıyorsak onlar da birşeyler eklediklerini –flojistonu iade ettiklerini– düşünüyorlar, bu nedenle de elde edilen kurşun, bir kimyasal bileşim, bir sentez ürünü oluyordu. Böyle bir düşünce sistemi içinde çalışan insanlar için kimyasal elementlerin doğası problemini çözmek hiç de kolay olmayacaktı. [...]

İsveçli kimyacı [Carl Wilhelm] Scheele yanma problemine el attığında, hava konusundaki problem çözülmedikçe kafasındaki sorulara doyurucu yanıtlar bulmanın olanaksız olacağını gördü ve 1768-73 arasında bütün dikkatini bu probleme yöneltti. Bu iki problemin birbiriyle bağlantılı olduğu ve nefes alma ile de tuhaf bir benzerliği bulunduğu uzun süredir fark edilmekteydi; hatta eski çağlarda da bu yolda işaretler vardı. On yedinci yüzyılda [...] bazı kimyacılar bu alanda flojistoncuların görüşlerinden daha ileri bazı önerilerde de bulunmuşlardı. Ancak on yedinci yüzyılda havanın yalnızca mekanik işlemlerine ya da atmosferin yanma sonucu çıkan dumanlar için bir depo işlevi gördüğüne ilişkin fikirler nedeniyle, problemin çözümü daha da güçleşmişti. Kapalı bir kap içine konan yanar bir mum çok geçmeden söniyorsa, bunun sorumlusunun dumanla dolu havanın gittikçe artan basıncı olduğu düşünüldü. Hava pompası icat edildikten sonra, mumun vakumda yanmadığı gösterildiğinde bile tümüyle mekanığe dayalı bir teori bulunabildi: Yanan maddeden ateş ve alev çıkarmaya zorlamak için basınç gerektiği, havanın azalması ile alev için gerekli itinin yok olduğu söylenebilirdi. Flojiston teorisi döneminde

mekanik ögelere dayalı fikirler hâlâ yürürlükteydi; onlara göre havanın esas görevi çıkan flojistonu emmekti ve zamanla hava doyumluğa ulaşıyor, bu da kapalı kap içindeki mumun sönmesi-ne neden oluyordu. [...]

1766'da Henry Cavendish [...] "yapay havalar" diye adlandırdığı şeye ilişkin çalışmalarla öyküyü biraz daha ilerilere taşıdı. Yapay havanın "başka cisimlerde esnek olmayan bir şekilde bulunan ve bu cisimlerden hünerle elde edilen herhangi bir tür hava" anlamına geldiğini ifade ediyordu. Bu başka cisimler içinden mermeri hidroklorik asitte eriterek [...] "sabit hava" elde etti; bu gazı kuruttu ve, suda eriyebildiği için, onu cıva üstünde depolayan bir aygıt kullandı. Özgül ağırlığını,⁶ suda erime derecesini, vb. sapta-yarak onun bilinen özelliklerini genişletti. Öte yandan çinko veya demir veya kalayı sülfürik asit veya hidroklorik asitte eriterek hidrojen üretti. Bu metaller üzerinde başka başka asitler kullandığında elde edilen gazda fark olmadığını gördü. Sonra, özgül ağırlığı yeniden hesapladı. Artık bu iki gazın sabit varlıkları olduğu, değişmeyen özelliklerle elde edilebildikleri açıkça belliydi; yani havadaki daha az sabit bazı maddelerin kaprisli sonuçları değillerdi. Gerçekte bu iki gaz da, çok daha önceleri keşfedildikleri halde benzer nitelikli başka gazlardan zihinsel olarak ayırt edilmemişlerdi –örneğin hidrojen öteki yanıcı gazlardan farklı görülmemişti. Ancak, hâlâ, sonuçta gerçekte yalnız bir tek tür havanın –bildiğimiz havanın– var olduğu; çeşitliliğe flojistonun varlığının ya da yokluğunun yol açtığı şeklinde bir anlayış vardı. Cavendish "yanıcı hava"nın flojiston olduğu eğilimindeydi. Ancak buna itirazlar vardı: Flojistonun yanan cismin kendisi olmayıp yanan cismi terk eden bir madde olduğu varsayılmıştı –hidrojen flojiston olursa flojiston kendini nasıl terk edebilirdi?

Joseph Priestley gaz toplama aygıtını daha da geliştirdi. Gereklı cihazları tasarlarlarken büyük hüner sergilemiş olması, belki de büyük yatırım olanaklarından yoksun bir amatör olmasındandır.

6. Özgül ağırlık belirli bir hacimdeki bir maddenin ağırlığının aynı hacimdeki suyun ağırlığına oranıdır.

1771’de, farkına varmadan oksijen elde etmişti. Ondan çok önce-leri de soluk alma ve yanma olaylarında önemli olan, havanın özellikle de saf bir bölümünün ya da özellikle saf bir bileşiminin var olduğu yolunda görüşler ileri sürülmüştü. Priestley 1774 Ağustosunda oksijeni izole etti; ama başlangıçta bunun, kendisinin “değiştirilmiş” ya da “flojistonlanmış azotlu hava” adını verdiği, bizim ise azot oksit dediğimiz şey olduğunu düşündü. Daha sonra, bazı deneyler yaptıktan sonra, bir ara, onun bildiğimiz hava olduğunda karar kıldıysa da 1775 Mart ayı ortalarında normal havadan beş, altı kat daha etkili olduğunu fark etti ve ona “flojistonu alınmış hava” adını verdi. Bu keşif birkaç yıl önce İsveçli kimyacı Scheele tarafından yapılmıştı, ama, bulgularını daha sonra yayımladı. Scheele havada iki ayrı gazın varlığını fark ederek daha derin bir kavrayış sergilemiştir. Onuru kime ait olursa olsun, oksijenin keşfedilip izole edilmesi kimya bilimi tarihinde önemli bir andır.

Durum, giderek karmaşık ve kaotik bir hale gelmeye başlamıştı. Çok köklü bir önyargının havaya basit, temel bir madde olarak baktığını; daha da köklü bir önyargının suyu hâlâ ayrıştırılmayan bir element olarak gördüğünü anımsayınız. Öte yandan, çoğunluk metallerin bileşik maddeler olduğu kanısındaydı. Bir metal bir asitin etkisiyle hidrojen veriyorsa, bu hidrojenin metalden çıktığını düşünmek doğaldı. Daha sonraları, hidrojen ve oksijen karışımının, ateşlenerek bileşimi sonucunda su oluştuğu anlaşıldığı zaman, suyun, oksijenin ya da her iki gazın bileşiminde bulunduğunu ve deney sırasında çökeldiğini öne sürmek akla ilk gelen açıklamaydı. Katı bir cismin yanması sırasında bir gaz oluştuğunu gördüklerinde, bunun bazen “sabit hava”, bazen de tamamen farklı olan “flojistonu alınmış hava” olduğunun ayırımına yavaş yavaş varmağa başladılar; ancak, onlardan birincisinin bir bileşik madde –karbon dioksit–, ikincisinin ise bir element –oksijen– olduğunu bilmiyorlardı. Priestley, uzun süre, “sabit hava”nın elementer olduğunu, hem normal havada hem de kendisinin oksijeninde –Flojistonu alınmış havasında– var olduğunu düşündü.

Bilinen birçok asit vardı; ancak onların bileşimleri bilinmiyordu; çoğu kez de onlara temel bir asitin değişik halleri olarak bakılıyordu. O dönemde kimyacıların elinde karıştırılıp yerleri değiştirilebilen bütün bu kartlar vardı, ama hiç kimse onlarla nasıl oynanacağını bilmiyordu. O denli karmaşa vardı ki kimya, incelediği maddeler için acayip, efsane türü yapılar oluştuyordu. Bu anarşi var olduğu sürece, bir kimyasal elementin ne olması gerektiği hakkında tümüyle kuramsal bir ifade [...] etkisiz ve yersiz olmaya mahkûmdu.

İşte tam o sırada, bütün bu yapbozun birbirine karışmış parçalarına yukardan bakabilen, onları bir düzene koyacak yolu bulabilecek birisi ortaya çıktı. Bu adam Lavoisier idi. Onun bütün ötekiler arasında abideleştiğini ve bilimsel devrimin tarihinde en yukarılarda yer alan az sayıdaki devler arasına girdiğini düşünmemek çok zor. 1772’de, yirmi sekiz yaşındayken, gazlar üzerindeki son araştırmaların bütün tarihini gözden geçirdi ve o güne kadar yapılmış olan her şeyin büyük bir zincirin halkalarına benzediğini, bir bütünlük oluşturmak için de anıtsal ve planlı bir deneyler sistemine gerek olduğunu dile getirdi. Maddelerden açığa çıkan ve onlarla birleşen havanın eksiksiz bir incelemesiyle işe başladı; daha başlangıçta çalışmalarının, “fizik ve kimyada bir devrim yaratacak” gibi görüldüğünü söyledi. İki yıl sonra, daha önce yapılmış olan çalışmalar üzerinde tarih sırasıyla ve daha ayrıntılı bir değerlendirme yaptı. Bunlara metallerin kavrulurken havadan bir “esnek sıvı” aldığını göstermek üzere yaptığı deneyleri ve argümanlarını da ekledi. Ancak, herhangi bir deneyde oluşan gazın “sabit hava” mı (karbon dioksit) yoksa oksijen mi olduğu konusunda hâlâ kararsızdı. Yanma ve kavrulma sürecine giren şeyin havanın tümü değil havadaki özel bir gaz olduğunu, “sabit hava” denilen şeyin karmaşık bir kökeni olduğunu düşünmeye başladı: Ona göre, süleğen (kırmızı kurşun) ile kömür birlikte ısıtılınca gaz bu iki maddenin yalnız birinden çıkmıyor, her ikisinden de bir şey alıyordu; bu nedenle bir kimyasal bileşik özelliği taşıyordu. Öte yandan, kısa bir süre sonra da, izole

durumda ısıtılan süleğenin bildiğimiz hava ile yakından ilintili bir gaz çıkardığı sonucuna vardı.

Priestley'in, içinde mumların havadan daha iyi yandığı bir gaz izole ettiğini işittiğinde, aklına birden görkemli bir sentez yapabileceği geldi. Hiç hakkı yokken, bu buluşun onurunu çalmaya kalkıştı. Bununla birlikte, bu başarının önemini fark eden ve şaşırtıcı sonuçlarını ortaya çıkaranın o olduğu da bir gerçektir. Nisan 1775'te "*Kavurma sırasında Metallerle birleşen ve onların Ağırlıklarını artıran Maddenin Doğası hakkında*" başlıklı ünlü makalesini yayımladı. O makalede bu maddenin "sabit hava" –karbon dioksit– olduğu yolundaki eski düşüncesini bir yana atıp, onun soluduğumuz havanın en arı bölümü olduğu sonucuna varıyordu. Sonra da "sabit hava"nın bir bileşim –bildiğimiz hava ile kömürün bir bileşimi– olduğu düşüncesi aklına geldi ve hemen bunun odun kömürü, artı, "havanın en çok solunabilen bölümü" olduğu tezine ulaştı. Bunun ardından, bildiğimiz havanın iki "esnek sıvı"dan oluştuğuna, onlardan birisinin de bu en çok solunabilen bölüm olduğuna karar verdi. Daha da ileri giderek, bütün asitlerin metal olmayan maddelerle bu en çok solunabilen havadan oluştuğu sonucuna vardı; bu nedenle de ona asitleştiren madde ya da *pirincipe oxygine* adını verdi. Bu kuramın bir sonucu olarak da oksijen günümüzde taşıdığı adı almış oldu. Böylece, oksijen, Lavoisier'nin kafasında "kalorik"* olması, yani ısıнын temel maddesine sahip olması dışında, indirgenemeyen element mertebesine de erişti.

Lavoisier deney aygıtları alanında fazla hünerli bir kişi değildi; ancak çağdaşlarının çalışmalarını ve yüz yılı aşkın bir dönem boyunca kimya tarihine serpiştirilmiş olan işe yarar ufak tefek şeyleri bazı amaçlar için kullandı. Deney sonuçları her zaman kendi söylediği ölçüde sağlıklı değildi. Bazen de, tahminlerini tam doğrulamadan ortaya atar ya da çalışmasını gerçekte başkalarının ortaya atılmış görüşlere dayandırır. "Flojiston"

* Kalorik: Eski fizik kuramlarına göre ısıнын temel maddesi, ısı. (ç.n.)

sözcüğünü kullandıysa da, hemen ardından, yapısal düşüncesi-
ni sanki öyle bir şey yokmuş gibi sürdürmüştür. Zaten o dokt-
rini yerinden edecek yeterli bilgisi olmadan önce de ondan hiç
hoşlanmamıştı. [...]

1781’de Priestley hidrojen ile oksijen üzerinde çalışırken [...] cam kapların içinin “nemlendiğini” fark etti. Bilim adamları hava-
nın nem bırakmasına ya da gazları suyun üstünde toplamaya çok
alışkın oldukları için, çoğu kez böyle bir olayı görmüşler, ama
dikkate değer bulmamışlardı. [...] Cavendish nem olgusunu doğ-
ruladı. Onun bildiğimiz su olduğunu, belirli bir oranda birleşen
gazların yalnızca su oluşturduğunu ve bu süreçte hiç ağırlık kay-
bı olmadığını gösterdi. O günlerde, böyle bir deney sırasında
ağırlık iletimi ya da dağılımı olmadığına inanılması çok güçtü;
ama Cavendish bir ağırlık kaybı olduğunu reddetti. Suyun ayrış-
tırılamayan bir element olmadığına inanmak ise daha da güçtü.
Cavendish hidrojenin floyistonunu yitirmiş su, oksijenin de floyis-
tonlandırılmış su olması gerektiği sonucunu çıkardı. Durumu ilk
kavrayan yine Lavoisier oldu. Cavendish’in deneyini öğrendikten
sonra, yine de gerçek keşfi kendisi yapmış gibi davrandı. 1783
Kasımında suyun, tam anlamda bir element olmadığını, ayrıştırı-
labılır ve yeniden birleştirilebilir olduğunu gösterdi; bu da ona
floyiston kuramına karşı yeni silahlar sağladı. Suyun bileşimini
başkalarından önce keşfetmiş olabilirdi; ancak, o yıllarda kendini
aklına taktığı bir tutkudan –oksijenin asitleştiren temel öge oldu-
ğu düşüncesinden– kurtaramıyordu. Bu da onu hidrojeni bir jet
şeklinde yakarken asidik bir madde aramaya yöneltti.

Lavoisier başka bakımlardan da ilginç bir kişiydi. Organik
maddelerin, yandıklarında, başlıca sabit hava ve su verdiklerini
gördü; sabit havanın da oksijen ve karbonun bir bileşimi oldu-
ğunu bildiği için, organik maddelerin büyük ölçüde karbon, hidro-
jen ve oksijen bileşikler olması gerektiği sonucuna vardı ve orga-
nik maddelerin bu bileşenler bakımından çözümlenmesi konu-
sunda çok şey yaptı. Bu arada bir başka Fransız, de Morveau,
kimya terminolojisinin yenilenmesiyle uğraşıyordu. 1782’den son-

ra Lavoisier onunla işbirliği yaptı. Sonuçta, günümüzde de kullanılan kimya dilinin temeli olan yeni bir kimya dili ortaya koydular. Amaçladığı kimya devrimi yeni terminoloji ile ve kimya üzerine kaleme aldığı tezle bütünleşti. [...] Zaferini geniş bir alana yaydı ve böylece modern bilimin kurucusu olarak yerini aldı.



JEAN PIAGET

Başkasının Gözüyle Görmeyi Öğrenmek
Çocukta Yargılama ve Usavurma'dan (1928)

Jean Piaget (1896-1980) çalışmalarının özgünlüğü ve ilgi alanlarının karmaşıklığı nedeniyle yirminci yüzyılın en dikkate değer bilim adamlarından biridir. Bir roman yazarının da bazen yaptığı gibi, iki öyküyü birlikte yürüttü. Önce, çocukların düşünceleri hakkında topladığı verileri, düşüncelerinin nasıl ve neden değiştiğini açıklamak için kullandı. Sonra da, akılcı düşüncenin doğasını anlamaya yöneldi. İlk işi tamamladığında, verileri toplayan ve sınıflandıran tipik bir bilim adamı gibi konuşur. İkincisinde ise, önermelerini tamamlayıp berraklaştıran bir mantıkcı gibidir. Çalışmalarının bu iki yönü her ne kadar birbirinden ayrılmazsa da, çoğu okuyucunun onlardan birini ya da ötekini yeğlemesi kaçınılmazdır. Piaget okuyucularından genelde olduklarından daha zeki ve daha geniş ilgi alanına sahip olmalarını bekleyen bir yazardır. Aşağıdaki makale bir yandan Piaget'nin şaşıltacak açıklama yeteneğini, öte yandan da çocuklar ve düşünce hakkında beklenmedik gerçekleri sergilemektedir. Çocukların IQ* testlerindeki bazı soruları neden çözemediklerine olan ilgisi tipik Piaget'dir. Onun yaş ile zekâ arasındaki ilişki üzerinde düşünmesine yol açan şey bazı yaş grubundaki çocukların IQ testlerinde yanlışlar yapma eğilimini gözlemiş olmasıdır. Bu sayede bilimsel düşünme hakkında beklenmedik bir genellemeye varmıştır: Bilimsel düşünce, amacının tüm ciddiyetine karşın, belirli bir tür oyun oynama becerisi, bir düş gücü içeren ve bilim adamlarının hep varsaydıkları bir esnekliği –kişinin gerçekten inanmadığı fikirleri ele alıp izleme yeteneğini– gerektirir.

Bazı okuyucular bu makalenin gerçekte, içinde yer alan analizleri sorguladığını düşünebilirler ve kendi kuşkularını frenlemeleri gerekebilir. Piaget'nin 11 yaşından küçük çocukların inanmadık-

* IQ (*Intelligence quotient*): Kişinin zekâ düzeyini gösteren, özel testlerle ölçülen zekâ sayısının 100 ile çarpılıp gerçek yaşına bölünmesiyle bulunan sayı. (ç.n.)

ları önermeler üzerinde kafa yormadıkları yolundaki ifadesi, 7 ya-
sındaki çocukların taklit etme hakkındaki konuşmalarını duyan ki-
şilere inandırıcı gelmeyebilir. Ancak, Piaget'nin söylediklerini onun
çerçevesinde değerlendirebilen okuyucular onun birşeyler yakala-
dığını fark edeceklerdir. Bilim sadece olguları bilmek ve akılcı dü-
şünmek değildir. Örneğin Alfred Wegener'in Güney Amerika ve
Afrika'nın bir zamanlar birleşiklermiş gibi göründüklerini düşün-
mesini ve bundan kuşkulanasını; ya da Richard Feynman'ın za-
manın gelecekte geçmişe doğru aktığı düşüncesiyle oyalandığını;
ya da Carl Sagan'ın dünyanın, düzgün aralıklarla, uzaylı yaratık-
larca ziyaret edildiği olasılığını hesapladığını bir düşününüz.

Okuyucularımız Binet-Simon testinin beş saçma tümcesini
anımsayacaklardır:

1. Zavallı bir bisikletçi kafasını çarptı ve kaza yerinde hemen
öldü; hastaneye kaldırıldı; şimdi de onun iyileşemeyeceğinden
korkuluyor.

2. Üç erkek kardeşim var: Paul, Ernest ve ben.

3. Zavallı bir genç kızın cesedi dün 18 parçaya kesilmiş ola-
rak bulundu. Onun kendini öldürmüş olduğu sanılıyor.

4. Dün bir tren kazası oldu; ama çok önemli değildi. Ölü sa-
yısı sadece 48'di.

5. Birisi dedi ki: Eğer bir gün umutsuzluğa düşer de kendimi
öldürürsem bunu cuma günü yapmayacağım. Çünkü cuma kötü
bir gündür; bana uğursuzluk getirebilir. [...]

Burada, apaçık görünen bu mantıksızlıkların 10 (hatta bazı-
larının iddiasına göre 11) yaştan altındaki çocuklarca neden fark
edilmedikleri sorusu ortaya çıkıyor. [...]

Bunu anlamak için Cenevre'de 9 ve 11-12 yaşları arasındaki
40 erkek öğrencinin yanıtlarını aşağıdaki yöntemle yorumlamaya
giriştik: Çocuk önce Binet-Simon tekniğiyle sorgulanır. Yanıtları
aldıktan sonra çocuğa saçma tümceyi bellekten yineletiriz. Tümce-
nin, genel olarak, çocuk tarafından ilginç bir biçimde çarpıtıldığı
görüldü. Daha sonra, dikkatsizlik ve unutkanlıktan kaynaklanan

etkenleri ortadan kaldırmak için, çocuğa tümcenin aslını okuruz. Son olarak da, tümceyi, "içinde hiçbir saçmalık olmayacak şekilde" düzenlemesini isteriz. Üç erkek kardeş sorusunda olduğu gibi, çocuğun kendi yaşamından örnekler verilmesi iyi olur. Bu yolla, sonunda, onun ne söylediği aşağı yukarı anlaşılabilir hale gelir.

Vardığımız sonuçlara göre testlerin zorluk sıralaması şöyle oldu: *Üç erkek kardeş* ve *cuma* en zor, *kaza* soruları ise en kolay gelenlerdi. 9 ile 12 yaş arası olan 44 çocuktan (3'ü 14 yaşında) 33'ü 18 parçaya kesilmiş genç kız sorusunu, 35'i de *tren kazası* sorusunu çözdü. Buna karşılık, yalnız 13 öğrenci üç erkek kardeş, 10 öğrenci de *Cuma* sorusunu kavramıştı.

Kaza sorularını yanıtlamak çocuklara neden ötekilerden daha kolay geliyordu? Çünkü onlar, veri üzerinde varsayımlar gerektirmeden, doğrudan çocuğun gerçeklik duygusuna sesleniyorlardı. Öte yandan, intihar için *cuma* gününden kaçınma, sadece cumanın uğursuz gün olduğuna inananlar için saçmadır. Bu nedenle, saçmalığı bulmak için çocuğun, kendini önermenin koşullarını saptayan kişinin yerine koyması gerekmektedir. [...] Bunun gibi, *kardeşler* konulu soruda da çocuk yine kendisini, bir başkasının görüş açısından bakacak duruma koymak zorundadır: Ailede [...] üç erkek kardeş vardır; çocuk da kardeşlerini sayarken kendini onlardan birinin yerine koymak durumundadır. [...] Buna karşılık, 18 parçaya ayrılmış bir kadının kendini öldürmüş olmayacağı ya da ölü bisikletçinin yaşama döndürülemeyeceği, kendi dolaysız gözlemleri sonucunda varılan yargılardır. Bu, bakış açısında bir değişim gerektirmiyor; yalnızca bir gerçeklik duygusu gerektiriyor. Son olarak, 48 ölünün var olduğu bir "kaza"yı ciddi diye nitelemek, eğer "ciddi" sözcüğünün belli bir tanımından yola çıkılırsa, bir tür biçimsel akıl yürütme içeriyor gibi görülebilir. Ancak, bu soru çocuğun aklına gelmiyor; burada da yargısı hazır ve kesin, o nedenle de *cuma* ve üç erkek kardeş sorularının içerdiklerinden çok farklı. [...]

Bu söylenenlerin *cuma* sorusu için doğruluğunu kısaca göstermeye çalışalım. O soruya verilen yanlış yanıtlar bize çocuğun

bir sıkıntısı olduğu yolunda bir ipucu veriyor. Çocukların çoğunluğu verilen öncülleri kabullenemiyor ve onlara dayanarak çıkarım yaparak akıl yürütüyor.

Bai (9 yaş 6 aylık) *“insanlar kendilerini her gün öldürebilirler, ille de cuma günü öldürmeleri gerekmez”* diyor. Van (9 yaş 10 aylık) *“cuma uğursuz değildir.”* diyor. Berg (11 yaş 2 aylık) *“kendisine uğursuzluk getirip getirmeyeceğini bilemez.”* Arn (10 yaş 7 aylık) *“Belki de cuma ona uğurlu gelecektir.”* vb.

Çocukların hiçbiri öncülleri kabullenmeye yanaşmıyor ve kendilerinden beklenenin bu olmadığını görmüyor. Onlardan beklenen öncülleri kabul edip daha sonra da doğru biçimde akıl yürütmeleri yani testin çelişkilerinden kaçınmalarıdır.

Ancak denekler çelişkileri görmüyorlar; çünkü konuşmayı yapan kişinin bakış açısıyla akıl yürütmeye girişmiyorlar; kendi görüşlerinin dışına çıkmıyorlar; o yüzden de bir veri olarak bile kabullenmedikleri öncüllere sıkı sıkı bağlı kalıyorlar.

Campa (10 yaş 3 aylık) ile Ped (9 yaş 6 aylık) de aynı durumdalar; ancak, öncülleri haklı göstermeye çalışıyorlar. *“Cuma günü hiç et yenmeyecek bir gündür.”* Bu nedenle, onlara göre soruda saçmalık söz konusu değildir; ancak, bu da veriye göre akıl yürütmeyip veriyi kendilerine göre değerlendirmelerinden ileri gelmektedir.

Çocuk öncülleri doğrulamaya ya da çürütmeye girişmeksizin onları veri olarak kabul ettiği andan sonra artık testi doğru olarak yanıtlamaya hazırdır. Bazı çocuklar da şu kanıdadır: *“Kendini cuma günü öldürmesi onun için daha iyi; çünkü cuma uğursuz bir gündür.”* Bunu da doğru yanıt izler: *“Ölmüş olacağı için artık ona uğursuzluk getiremez”* (Bled, 10 yaş 10 aylık).

Görüldüğü gibi, testin asıl zorluğu, biçimsel akıl yürütmedeki (yani ön bilgileri oldukları gibi kabul edip onlardan sonuçlar çıkarmadaki) zorluktan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, bu testin 10 yaş için değil 11 ve hatta 12 yaş için daha uygun olduğu kanısındayız. Gerçekten de bu sorudaki başarı ile kaza sorularındaki başarı arasında en az bir yıllık zaman aralığı vardı.

Artık biçimsel akıl yürütmenin nelerden oluştuğunu, yapısının da benmerkezcilik ve düşüncenin toplumsallaştırılması gibi toplumsal etkenlerden nasıl etkilendiğini anlama durumundayız.

Aklın yapabileceği ilk tümdengelimli işlem ya şu ve şu sonuçlar verildiğinde ne olacağını kestirmek ya da şu ve şu sonuçlar verildiğinde ne olmuş olduğunu yeniden kurmak şeklindedir. Bu, çocuğun düşünsel gelişiminde çok erken yaşlarda başarabileceği bir ileri adımdır. [...] Ancak, bu aşamada bütün akıl yürütme hâlâ temel bir koşulla sınırlıdır: Çıkarım sadece çocuğun kendi benimsediği inançlarla ilintilidir; başka bir deyişle, yalnızca onun kişisel gerçeklik kavramıyla ilgilidir. Çocuk şöyle diyecektir: “Dokuzun yarısı 4 değildir, çünkü 4 ile 4’ün toplamı 8 eder.” Ya da, [bir nesneyi, bir kutuda bulamayınca başkasını işaret ederek] “Öyleyse şu kutuda olmalıdır” vb., çünkü bu gibi durumlarda çıkarım kendisinin kabul ettiği, ya da reddettiği önermelerle yapılmaktadır. Ancak, biz çocuğa “Bir köpeğin 6 kafası olduğunu kabul edelim. 15 köpeğin bulunduğu bir avluda kaç tane kafa olacaktır?” diye sorarsak çocuk yanıtlamayı reddedecektir; çünkü varsayımı benimsemeyecektir. Halbuki, biz, öncüllerin saçma olduğunu kabul etsek de, doğru akıl yürüterek avluda 90 kafa olduğu sonucuna varırız. Çünkü biz gerçek veya deneysel zorunluluk (köpeklerin altı kafası olamaz) ile biçimsel ve mantıksal zorunluluk (eğer köpeklerin altı kafası varsa avluda 90 kafa olması gerekir, vb.) arasındaki ayırım ile yapabiliriz. [...]

Ayrıca, biz burada, herhangi bir kimsenin, bir çocuğu sorgulayarak, kendisinin de gözlemleyebileceği bir olguyla yüz yüze bulunuyoruz. Eğer çocuğu önerilen bir varsayıma inanmaya zorlamamışsak, böylece onu olumluya çevirmemişsek, belirli bir yaşa kadar, bir çocuğun bir varsayımı benimsemesi hemen hemen olanaksızdır. Hava ile ilgili olarak yakında yayımlayacağımız testlere de havanın her yerde, özellikle de bu odada var olduğunu bilen 8 ile 10 yaş arası çocuklar katıldı. Onlara, [bir ipin ucuna bağlanmış bir nesneyi hızla döndürerek] şunu soruyoruz: “Eğer hava olmasaydı bu nesne bir hava akımı yapar mıydı? –Evet. Neden?

–Çünkü odada her zaman hava vardır. –Ama bir odada bulunan bütün hava çıkarılmışsa yine de yapar mıydı? –Evet yapardı. –Neden? –Çünkü biraz hava kalmıştır.” vb. Animizm* konusunda bir araştırma sırasında daha küçük çocuklara soruyoruz: “Eğer güneşe dokunabilseydin o bunu duyumsar mıydı? –Ona dokunamazsınız. –Evet; ama eğer bunu yapabilseydin duyar mıydı? –O çok yüksekte –Evet, ama eğer...” vb.

Bütün bunlar bize biçimsel tümdengelimin gerçekten ne olduğunu göstermektedir. Tümdengelim doğrudan gözlenmiş bir olgudan ya da neden göstermeden inanılan (ve böylece kişinin algıladığı gerçeklikle içiçe olan) bir yargıdan değil, kişinin olduğu gibi kabullendiği bir yargıdan, yani kişinin, inanmadığı halde, ne sonuca götüreceğini görmek için doğruluğunu kabul ettiği yargıdan sonuçlar çıkarmaktır. Yukarıda değinilen ve daha basit olan çıkarımlardan farklı olarak, 11-12 yaşlarındaki çocuklara yaptığımız çıkarımlar bu türdendi.

Testlerimiz, biçimsel tümdengelimın çok özel bir düşünce biçimi olduğu ve çocuklara çok az yararı olduğu izlenimini bırakabilir. Ancak durum hiç de öyle değildir. Bir kere, bütün matematiksel uslamlamalar biçimseldir; ya da mantıkçıların deyişıyla, varsayımsal-tümdengelimlidir. Bir çocuğa “Bu bir üçgen olsun” ya da “Bir kumaş parçasının fiyatı 12 franktır” dediğimizde *onu sadece verilmiş koşullara uygun biçimde akıl yürütmeye zorluyoruz*. Bu da gerçekleri yok saymak ve hatta uslamlama sürecini engelleyebilecek bazı anıları ve gerçek gözlemleri bastırmak anlamına gelir. Bu tür akıl yürütme salt varsayımlarla yapılır. Konunun kendisi somut olsa ve verilen problemler gerçek ölçüm ve gözlemleri içerse bile çocuğun kendi gözlemlerinden bağımsız olan bazı kural ve tanımları anımsaması gerektiği için, çocuktan beklenen düşünce sistemi yine de biçimseldir. Bir matematik problemi çocuğa ya bütünüyle deneysel bir problem olarak verilir, ki bu durumda çocuğun en basit aritmetiğin tümdengelimsel gücünden bi-

* Animizm: Canlıcılık. (ç.n.)

le haberi olmaz; ya da kesin biçimde akıl yürütmeye zorlanır; o zaman da bu süreç, kesin kurallara ve önceden kabul edilmiş önermelere dayandığı ölçüde, biçimsel bir akıl yürütme süreci oluşturur.

Dahası, her türlü tündengelim, doğrudan gözlem yoluyla varılan gerçeklerle ilgili olsa bile, kesinlik iddiası ölçüsünde biçimseldir. Çünkü doğrudan gözlem sırasında objelerin bize verdiği görünümlere ilişkin çıkarımların kesin olamayacağı, sadece olması ya da benzerliğe dayalı olacağı aşikârdır. Suyun, basınca bağlı olarak değişik derecelerde kaynaması olgusundan hiçbir sonuç çıkarılamaz. Kesin bir şey çıkarmak için (1) çevremiz koşullarında gerçekleştirilemeyecek bazı ideal koşullar oluşturulmalı ve bu yolla yasalara ulaşılmalıdır. Ancak bu yasalar, belki de, hiçbir zaman doğrulanabilir olmayacaklar, ancak zihinsel yapılar olarak kalacaklardır; (2) İdeal objelerle, yani gözlemlerde açıkça karşılaşılan değişken objelerle karıştırılmalarını önleyici biçimde tanımlanmış olan objelerle çalışılmalıdır. (Suyun kimyasal tanımı olan H_2O veya H_2O_2 doğada hiçbir zaman arı olarak bulunmayan bir maddenin simgeleridir.) O zaman genel yasalara ya da matematiksel bağıntılara erişmek için gerekli olan tündengelim ne kadar kesin olursa o ölçüde biçimsel olur; başka bir deyişle, doğrudan gerçekleştirilmeyen ideal tanımları ve varsayımları kabul etmek gerekir.

Bu koşullar her ne kadar teorik görünseler de çocuğun zihinsel psikolojisi için vazgeçilmezdirler. 9-10 yaşındaki çocuklar cisimlerin yüzmesi olayını açıklarken ağız birliğiyle neden olarak ağırlığı gösterdiklerinde de, çoğu kez, onların yoğunluk konusunda sezgileri olduğu hissedilir. Örneğin, eşit hacimler verildiğinde (yani kendilerine biri tahta biri su olan iki eşit hacim gösterildiğinde) tahtanın sudan daha hafif olduğunu söylerler. 9 yaş öncesinde ise tam tersini, tahtanın daha hafif olduğunu değil, onun sudan daha ağır olduğunu düşünürler. 9 yaşında görülen bu –henüz açığa vurulmamış olan– dikkate değer ilerleme en akla yakın gerçek (hacimle ilgilendirilmeyen mutlak ağırlık) yerine, bir oran

(ağırlık/hacim) koymaktan, yani gerçek nesneyi biraz daha ideal nesneyle değiştirme çabasından başka bir şey değildir. Çocuk bu zihinsel yönelimi izleyerek, sonunda doğanın kendisine de biçimsel tündengelim uygulamaya başlayacak, bunu da basit deneysel gözlemlerin yerine oranlar, yasalar ve değişmeyen (yani ideal) tanımlar koyana dek yapacaktır.

Bu konu üzerinde oldukça uzun açıklamalarda bulunduk. Bunda amacımız biçimsel çıkarımın, yani edinilmiş hazırdaki inançlara değil de sadece kabullenilmiş öncüllere dayanarak akıl yürütmenin, yalnız matematikte değil doğa üzerine her türlü düşünüşteki önemini göstermektedir. Şimdi de biçimsel düşüncenin kökenine dönelim. Yukarıdaki analiz herhangi bir biçimsel akıl yürütmenin doğru işemesi için özellikle iki etkenin gerekli olduğunu göstermektedir: (1) Kişinin kendi görüş açısından ya da o dönemde egemen olan görüşten bir tür kopması; böylece, kendini başkalarının yerine koymaya, önce onların kabul ettiği öncüllere, sonra da, daha genel olarak her türlü salt varsayımsal öncüllere dayanarak akıl yürütmeye olanak sağlaması. (2) Kendini başkalarının inançları içine, ya da daha genel olarak, bir varsayım içine koymuş olması yüzünden, kişinin biçimsel olarak akıl yürütürken yalnız varsayım düzleminde kalabilmesi, kendi kişisel görüşüne ya da dönemin gerçeklerine gizlice dönmemesi. Biçimsel olmak için, tündengelim gerçeklikten kopmalı ve salt olanaklılar düzlemindeki yerini almalıdır; bu da, tanım gereği varsayımlar alanıdır. Kısaca, biçimsel düşünce iki etkenin varlığını önceden kabullenir. Birisi toplumsal etkidir (kişinin kendi görüşünü bir yana koyarak, kendisini her görüşü benimseyecek bir yere koyma olanağı); öteki de inancın psikolojisi ile ilgilidir (deneysel gerçekliğin yanında mantıksal tündengelim in egemenlik alanını oluşturan, salt olanaklı bir dünyayı varsayma olanağı).

“Bilinenin Gerçek Sınırları”

Noam Chomsky

STEPHEN JAY GOULD

Darwin’ın Suiistimali

İnsanın Yanlış Değerlendirilmesi’nden (1981)

Stephen Jay Gould (1941-) Amerika’nın belki de en beğenilen bilim yazarıdır. Bu kitaba alınacak makaleler konusunda bana hep Carl Sagan ile birlikte onun adı önerilmişti. *Natural History* dergisinde düzenli olarak çıkan yazılarında biyolojik evrimi ve onun bütün inceliklerini araştırmıştır. Bu kitap için o yazılardan herhangi biri kolaylıkla seçilebilirdi. Ancak Gould başka eserler de yazmıştır; bu makale de onların birinden alınmıştır. Birçok bilim yazarı konu olarak başarıyı ele alır; ama Gould aynı zamanda yanlışlıkları da incelemiştir. Onun amacının, dürüst olduğu varsayılan bilimcileri kendilerini aldatma konusunda uyarmak olduğu söylenir. Bu konudaki görüşü şöyledir: Pek güvenilir olmayan verileri hak ettiklerinden daha ciddiye alarak kendilerini kandıranlar, verileri üzerinde sahtekârlık yapan bilimcilerden daha endişe vericidirler. Gould’un *İnsanın Yanlış Değerlendirilmesi* [*The Mismeasure of Man*] kitabı, yüz yılı aşkın bir süre içinde bilimsel araştırma yaptıkları sanısıyla çalışan ve bilimci olarak kabul edilen, ancak çalışmaları büyük ölçüde bilimsellik dışı olan insanların çalışmalarını inceliyor. Bu araştırmacılar kendilerini şaşırtan şeyleri gerçekten anlamaya çalışmıyorlardı. Yaptıkları, avukat gibi, varmış oldukları sonucu destekleyecek kanıtları toplayarak savlarını savunmak-

tı. Burada ele alınan amaçları ise Kuzey Avrupalı erkeklerin kadınlardan ve başka halklardan üstün olduğunu gösteren kanıtlar toplamaktı. Eğer herhangi bir veri bu noktayı savunmada kullanılabiliyorsa, hemen onun üzerine atlamışlardır. Ama veriler ile çıkarılan sonuç birbiriyle uyuşmadığında kriz baş gösterdi; çünkü, artık bir bilimci gibi davranarak beklentilerinin neden yanlış olduğunu anlamaya çalışma ile, sadık ideologlar gibi, kanıtlar ne olursa olsun, kendi varsayımlarına saplanıp kalma arasında bir seçim yapmaları gerekiyordu.

Evrin gerçeği bir kere belli olduktan sonra, on dokuzuncu yüzyıl doğa bilimcileri kendilerini evrimin gerçekte izlediği patikaları izlemeye adanmışlar; başka deyişle, yaşam ağacını yeniden dikmeye çalıştılar. Fosillerde kanıtlar bulunabilirdi; çünkü, ancak çağdaş formların gerçek atalarının izleri onlarda bulunabilirdi. Ancak, fosil kalıntıları son derece yetersizdir. Ayrıca, yaşam ağacının ana gövdeleri ile dallarının hepsi fosil kalıntısını oluşturabilecek sert bölümlerin evriminden önce gelişmişti. Bu durumda, dolaylı bir ölçüt gerekiyordu. Büyük Alman zoologu Ernst Haeckel eski yaratımcılık yanlısı biyolojiyi gündeme getirdi ve yaşam ağacının, daha üst formların embriyolojik gelişimine bakarak doğrudan okunabileceğini öne sürdü: "Ontogeni, filogeni tarihini yineler". Bu güzel tekerlemeyi yorumlarsak, birey, büyümesi sırasında, yetişkin atalarının formlarını şaşmaz bir düzen içinde temsil eden bir dizi evreden geçer –kısaca, bir birey kendi soy ağacına tırmanır.

Türlerin evriminde yinelenme görüşü on dokuzuncu yüzyıl biliminin en etkili fikirlerinden biridir. Bazı mesleklerde çalışmalara egemen olmuştur; embriyoloji, karşılaştırmalı morfoloji ve paleontoloji de bunlar arasında yer alır. Bütün bu disiplinler evrimsel soy halkalarını yeniden kurma saplantısına kapılmışlardı ve yinelenmeye bu arayışın anahtarı gözüyle bakıyorlardı. İlk evrelerindeki bir insan embriyosunun yanaklarındaki yarıklar yetişkin bir balık-atayı temsil ediyordu; daha sonraki bir evrede görülen geçici kuyruk sürüngen veya memeli bir atayı ifade ediyordu. [...]

Yinelenme, insan gruplarını daha alt ve daha üst sınıflar olarak sıralamak isteyen bilimciler için de karşı konulamaz bir ölçüt sağlıyordu. *Aşağı grupların yetişkinleri, üstün grupların çocukları gibi olmalıydı.* Çünkü, çocuklar ilkel yetişkin ataları temsil ederler. Eğer yetişkin zenciler ve kadınlar beyaz erkek çocuklar gibi iseler, onlar, evrimde atalar basamağındaki beyaz erkeklerin yaşayan temsilcileridir. Böylece, ırkları sınıflandırmak için [...] anatomik bir teori bulunmuş oluyordu.

Yinelenme, biyolojik gerekircilik yolunda bir temel teori olarak kullanılmıştır. Bütün “aşağı” gruplar –ırklar, cinsiyetler, sınıflar– beyaz erkeklerin çocuklarıyla kıyaslanıyordu, Yinelenme mekanizmasını açıklayan [...] Amerikalı ünlü paleontolog E.D. Cope, bu ölçüt uyarınca, aşağı sınıftan dört grup insan tipi belirledi: beyaz olmayan ırklar, bütün kadınlar, beyaz Kuzey Avrupalıların tersi olan Güney Avrupalılar, üstün ırklar içindeki alt sınıftan insanlar. [...] Cope, Nordik ırkının üstünlüğü tezini vurguladı ve Yahudilerin ve Güney Avrupalıların Amerika’ya göçünü kısıtlamaya yönelik görüşleri kızıştırdı. Güney Avrupalıların neden alt gruptan olduklarını yinelenme teorisi diliyle anlatmak için de, sıcak iklimlerin daha erken erginliğe yol açtığını iddia ediyordu. Olgunluk bedensel gelişmenin yavaşlamasının ve durmasının bir işareti olduğuna göre, Güney Avrupalılar, yetişkinlik çağında çocuksu, dolayısıyla ilkel evrede kalıyorlardı. Üstün kuzeyliler ise, daha geç gerçekleşen olgunluk gelişmelerini engellemeden önce, daha üst evrelere ulaşıyorlardı:

Hint-Avrupa ırkından olanlarda, bazı bakımlardan olgunlaşmanın, tropik bölgelerde, kuzey bölgelere göre daha erken gerçekleştiği kuşkusuzdur. Birçok istisnası olsa da, bu durum bir kural olarak kabul edilebilecek ölçüde geneldir. Bu cümleden olarak, –en azından Avrupa’nın ve Amerika’nın sıcak bölgelerinde– akıl kullanma yerine duygusal nitelikte davranışlar gibi, kadınlarda daha evrensel olan bazı özellikleri bu ırk mensuplarında görmek-

teyiz. ... Daha kuzeyli olan tipten insanlar bütün bunları belki de daha gençliklerinde geride bırakmışlardır.

[...] Kafatasları, özellikle “güzel gelişmiş bir burun ve sakal gibi güzelliğin önemli öğeleri” de Cope'un ilgi odağındaydı; [...] ama zencilerin yetersiz baldır kas yapılarıyla alay etmekten de geri kalmadı:

Zencilerin en belirgin iki özelliği, Hint-Avrupa ırkının karakteristik tiplerinde, olgunluk öncesi evresinde görülen iki özelliktir. Zayıf baldır, bebeklerin çok erken dönemlerine özgü bir özelliktir. Ancak, daha da önemli olanı hepsinin basık burun köprüsü ve kısa burun kıkırdaklarının Hint-Avrupa ırklarının bazılarında görülen, aynı uzuvların gelişmemiş durumundaki gibi olmasıdır... . Bazı ırklarda –örneğin Slavlarda– bu gelişmemişlik özelliği diğer ırklara göre daha uzun sürer. Yüksek köprüsüyle Grek burnu yalnız estetik güzellikle değil gelişmişliğin kusursuzluğuyla da bir tutulur.

Amerikalı antropolog D. G. Brinton bunun gerekçelerini, 1890'da ölçüte övgüler düzerek bir zafer marşıyla özetledi:

Dölütsü, çocuksu ya da maymunu özelliklerin daha çoğunu taşıyan bir yetişkinin, gelişimi çok daha ilerilere gitmiş olan bir insana göre daha aşağılarda olduğu hiç kuşku götürmez. ...Bu ölçütle değerlendirilince, Avrupalı ya da beyaz ırktan olanlar listenin en başında yer alırlar; Afrikalılar ya da zenciler ise en sonunda... Karşılaştırmalı ırk anatomisi bilimini kurmak için, bedenin bütün bölümleri inceden inceye ölçülmüş, tartılmış ve taranmıştır. [...]

Anatomi bilimi yinelenme teorisi için güçlü nedenler sağlamışsa, psişik gelişme de onu pekiştirme için verimli bir alan sunmuştur.

Herkes vahşilerin ve kadınların duygusal yönden çocuk gibi olduklarını bilmez mi? Aşağılanan gruplar daha önce de çocuklarla kıyaslanmıştı; ancak yinelenme teorisi bu beylik ve bayat öyküye bir temel bilim teorisi saygınlığı yakıştırdı. “Onlar çocuk gibidirler” deyimi artık sadece bir bağnazlık benzetmesi olmaktan çıktı; alt gruptan insanların, üstün grup insanların çok eski dönemlerine saplanıp kalmış oldukları yolunda kuramsal bir iddiayı somutlaştırdı.

O dönemde Amerika’nın önde gelen psikologlarından olan G. Stanley Hall temel görüşü 1904’te şöyle dile getirmiştir: “Vahşilerin çoğunluğu pek çok yönden çocuktur; ya da, daha doğrusu, cinsel olgunlukları nedeniyle, yetişkin insan büyüklüğünde, yeni buluşa ermiş kişiler gibidirler”. [...] Ona en yakından bağlı öğrencisi A. F. Chamberlain daha babacan bir üslup yeğledi: “İlkel insanlar olmasaydı dünya genelde çocukların sağladığı nimetlerden yoksun bir yer olurdu.”.

Yinelenmeciler tezlerini bir dizi insan yeteneğini kapsayacak şekilde, akıl almaz ölçüde genelleştirdiler. Cope, tarih öncesi resimleri çocukların ve hayattaki “ilkeller”in çizdikleriyle karşılaştırdı [...]: “En eski ırkların bilğimiz içinde olan çabaları, öğrenim görmemiş küçük çocukların taş tahtaya ya da vahşilerin kayaların düz yüzeylerine çizdiklerine çok benzer.” Önde gelen İngiliz psikologlarından James Sully de vahşiler ile çocukların estetik duygularını karşılaştırdı ve çocukları üstün buldu [...]:

Çocuğun ilk estetik duygularını kabaca ifade etmesi ile o ırkın, zevk aldığı ilk şeyleri sergilemesi arasında ortak noktalar vardır. Canlı, parlak şeylerden, neşeli şeylerden, güçlü renk karşıtlıklarından, –süslenmede pek gözde olan– tüyler gibi bazı eşyanın hareketlerinden çok hoşlanma; bütün bunların vahşilerin özelliği olduğu bilinir. Yine bunlar, uygar insanın gözünde, onun zevklerine çocuksu bir görünüm verir. Öte yandan, bir çocuğun çiçeklerin güzelliği karşısında duyduklarına bir vahşinin erişebileceği kuşkuludur.

Toplumsal Darwinciliğin öncülerinden Herbert Spencer etkili bir özet önermiştir [...]: “Uygar olmayanların entelektüel özellikleri uygar olanların çocuklarında görülen özelliklerdir.”

Yinelenme teorisi genel biyolojik gerekircilik teorisinin bir odağı haline gelince, birçok erkek bilim adamı tartışmayı kadınlara doğru genişletti. E. D. Cope kadınların “metafizik özellikleri”nin şöyle olduğunu vurguluyor:

...temel yapı bakımından erkeklerin ilk dönemlerinde sergiledikleri özelliklere çok benzer. ...Kadınların belirleyici özellikleri, daha kolay etkilenebilir olma; ...duygularında coşku, mantıktan çok duyguların etkisine teslim olma; dış dünyada ürkek ve düzensiz davranma gibi hususlardır. Bu nitelikler, genel olarak, yaşamın bir döneminde ve erkeklerde de vardır; ancak her birey onları değişik sürelerde yitirir. ...Çoğu erkek, duygusal yönlerinin egemen olduğu, acılar karşısında olgun yıllarına göre daha dolay duygulandıkları geçmiş dönemleri herhalde anımsar. ...Belki bütün erkekler, kahramanlarına taptıkları, daha güçlü kollara gerek duydukları, onları anlayan ve yardım eden güçlü arkadaşlara hayran oldukları bir gençlik dönemini anımsar. Bu, karakterin “kadınlık evresi”dir.

Biyolojik gerekirciliğin yıllıklarında en saçma ifade olarak yer alması gereken bir yazısında G. Stanley Hall –yeniden animatörüm: kafadan çatlak değildi, Amerikanın en ünlü psikoloğuydu– kadınların intihar oranlarının, evrimsel bakımdan ilkel konumlarına bir işaret olduğunu dile getiriyor [...]:

Bu, cinsler arasındaki derin psişik farklılığın bir ifadesidir. Kadının bedeni ve ruhu, cinsiyeti nedeniyle, daha yaşlı ve daha ilkeldir; erkek ise daha çağdaş, değişken ve daha az tutucudur. Kadınlar her zaman eski âdetleri ve

düşünce tarzlarını korumaya yöneliktir. Kadınlar pasif yöntemleri yeğlerler; kendilerini yüksek bir yerden attıklarında ya da zehir içtiklerinde olduğu gibi, kendilerini yerçekimine bırakıncasına, temel kuvvetlerin etkisine teslim ederler. Bu tür intihar yöntemlerinde erkekleri geride bırakırlar. Havelock Ellis suda boğulmaların arttığı ve böylece kadınların daha da kadınsılaştığı görüşündedir.

Yinelenme teorisi akademik beyanlarla sınırlı kalamazdı; çünkü, emperyalizme haklı nedenler bulma konusunda çok umut vericiydi. Carl Vogt'un, Afrika zencilerinin beyinlerini beyaz çocuklarıinkiyle karşılaştırarak zenciler hakkında belirttiği olumsuz fikirlerinden daha önce söz etmiştim. B. Kidd bu tartışmayı daha da öteye götürerek, tropik Afrika'ya sömürge amaçlı yayılımı haklı göstermek için kullandı. [...] Şöyle yazıyordu: "Biz, ırkların evrim tarihindeki aşaması, bireyin evrim tarihinde çocuğun temsil ettiği aşamada olan halklardan söz ediyoruz. Bu nedenle, tropikal bölgeler bizzat yerlilerce geliştirilmeyecektir."

Filipinleri topraklarımıza katmaya hakkımız olup olmadığı tartışmaları sırasında, önde gelen bir emperyalizm yanlısı olan Amerikalı din adamı Peder Josiah Strong dindar bir edayla şöyle diyordu: "Bizim politikamız ulusal tutkularla ya da ticari düşüncelerle değil genellikle dünyaya, özellikle de Filipinlilere karşı olan görevimizi göz önünde tutarak saptanmalıdır." [...] Onun karşıtları, Henry Clay'in, Tanrının kendini yönetmekten aciz bir toplum yaratmayacağı yolundaki sözlerine değinerek, bizim iyiliksever vesayetimize gerek olmadığını ileri sürdüler. Ne var ki, Clay o sözleri evrim kuramı ile yinelenme kuramının daha ortaya çıkmadığı eski kötü günlerde söylemişti:

Clay'in görüşleri, çağdaş bilimin, insanların gelişmesinin yıllar sürmesi gibi, ırkların gelişiminin yüzyıllar sürdüğünü göstermesinden önce oluşmuştu. ... kendi kendini yönetmekten aciz gelişmemiş bir ırk da, Tanrı nazarında

kendini yönetmekten aciz gelişmemiş bir çocuktan başka bir şey değildir. Bu aydınlık çağda, Filipinlilerin kendilerini yönetebileceklerine, çünkü, herkesin kendini yönetebilir olduğuna inanan insanların düşünceleri üzerinde durmaya değmez.

[...] Eğer yüzyılımızda ona yeni bir saptırma eklenmeseydi, bu öykü böylece on dokuzuncu yüzyılın önyargı ve saçmalığının bir anıtı olarak kalırdı. 1920'ye gelindiğinde yinelenme teorisi çökmüştü. [...] Çok geçmeden Hollandalı anatomist Louis Bolk tam ters anlamda bir teori ortaya attı. Yinelenme teorisine göre, ataların yetişkinlik özellikleri sonraki kuşaklarda daha çabuk gelişerek gençliğe özgü özellikler haline geliyordu –böylece, çağdaş çocukların özellikleri yetişkin atalarının karakterlerinin aynı oluyordu. Ancak, evrimde sıkça karşılaşıldığı üzere, tam ters bir sürecin işlediğini varsayalım. Diyelim ki, ataların gençlik özellikleri sonraki kuşaklarda öyle yavaş geliyor ki, yetişkin özellikleri haline geliyor. Bu gecikmiş gelişme olgusu doğada yaygındır; ona neoteni (“gençliğe eğilim”) denir. Bolk insanların temelde neotetik olduklarını iddia etti. Yetişkin insanlarla cenin halindeki ya da bebeklik çağındaki kuyruksuz büyük maymunlarda ortak olan, ancak yetişkin maymunlarda kaybolan özelliklerin etkileyici bir listesini sundu: tümsek kafatası ve bedene göre büyük beyin; küçük yüz; daha çok kafada, koltuk altı ve kasıklarda görülen kıllar, dönmeyen ayak başparmağı. [...]

Şimdi neoteni teorisinin insan topluluklarının sıralanmasındaki sonuçlarını ele alalım. Yinelenme teorisine göre, alt ırkların yetişkinleri üst ırkların çocuklarına benzer. Neoteni ise bunu ters çeviriyor. Neoteni anlamında çocukluk özelliklerini korumak, daha yavaş gelişmek “iyi”dir; yani ileridir, üstündür. Buna göre, üstün gruplar yetişkin dönemlerinde çocuksu özellikleri korurlar; aşağı gruplar ise çocukluğun daha yukarı aşamasından geçip maymunsuluğa dönüşürler. Şimdi beyaz bilim adamlarının alışılmış önyargılarını ele alalım: Beyazlar üstündür, zenciler ise

aşağı ırktır. Aynı yinelenme teorisine göre zenci yetişkinlerin beyaz çocuklar gibi olması gerekir; neoteniye göre ise beyaz yetişkinlerin zenci çocuklar gibi olması gerekir.

Yetmiş yıl boyunca, yinelenme teorisinin etkisiyle bilimciler, aynı mesajı yüksek sesle onaylayan pek çok veri toplamışlardır: Yetişkin zenciler, kadınlar, aşağı tabakadan beyazlar üst tabakanın erkek çocukları gibidir. Şimdi revaçta olan neoteniye göre ise bütün bu katı veriler tek bir şey ifade ediyor: Üst sınıf yetişkin erkekler aşağı konumdadırlar; çünkü, çocukluğun üstün özellikleri öteki gruplarca korunduğu halde onlar yitirmişlerdir. Bundan da kaçış yoktur.

Hiç olmazsa bir bilim adamı, Havelock Ellis, bu kesin sonuca boyun eğerek kadınların üstünlüğünü kabul etti; ama siyah ırk için aynı itirafı yapmaktan kaçındı. Hatta kırsal bölge erkeklerini şehirli erkeklerle kıyasladı ve şehirli erkeklerin kadınsı anatomi geliştirdikleri sonucuna vardı; kırsal yaşamın üstünlüğünü savundu [...]: “Büyük kafalı, narin yüzlü, ince kemikli şehirli erkekler kadına, vahşilerin olduğundan çok daha yakındır. Yalnız daha büyük beyinle değil geniş pelvisi ile de modern erkek daha önce kadınların açtığı bir yoldan gitmektedir.” Ancak Ellis geleneklere karşı gelen ve tartışmalı birisiydi (cinselliğin ilk sistematik araştırmalarından birini o yazmıştı); onun neoteniye cinsel farklılığa uygulaması fazla yankı yapmadı. Bu arada insan neotenisini destekleyenler, ırkların farklılıkları konusunda, daha alışılmış başka bir taktiği benimsediler: Yetmiş yıllık alın teriyle edindikleri verileri bir yana bırakıp siyahların aşağı sınıftan olduklarını kanıtlayacak yeni ve karşıt bilgi arayışına girdiler.

İnsan neotenisinin başlıca savunucusu olan Louis Bolk en çok neoteniye olmuş ırkların en üstün ırklar olduğunu beyan etti. Onlar, gençlik özelliklerini daha çok korumakla insanın “maymun-adam atasından” uzak kalmışlardı. [...] “Bu bakış açısından insanlığın daha aşağı ve daha yukarı ırklar olarak ayrılması tamamen haklıdır. [...] Benim, kuramım uyarınca, ırkların eşit olmadıklarına kesin inançlı birisi olduğum aşikârdır.” Bolk anatomik

tombala torbasına elini soktu ve oradan siyah yetişkinlerin çocukluğun yararlı özelliklerinden çokça uzaklaştığına işaret eden bazı kanıtlar çıkardı. Bu yeni gerçeklerle eski ve rahatlık verici sonuca ulaşan Bolk, şöyle diyordu [...]: En gecikmiş ırk olmakla, beyaz ırkın gelişmeye en elverişli ırk olduğu anlaşıyor. Kendini “liberal” bir kişi olarak gören Bolk siyahları kalıcı bir yeteneksizlik düzeyine indirmekten kaçındı. Evrimin onlara gelecekte iyi davranacağını umuyordu:

Bütün öteki ırkların da beyaz ırkın bugün işgal ettiği gelişme zirvesine ulaşması olanaklıdır. Gereken tek şey o ırklarda antropogenesis [yani neoteni] ilkesinin gelişme doğrultusunda işlemeye devam etmesidir. Zenciler cenin gelişimi açısından beyaz erkeğin halen erişmiş bulunduğu son aşamayı geçmektedirler. Öyleyse, gerileme zencilerde de sürerse, şimdi geçici olan bu evre, bir ırk için son evre de olabilir. [...]

Bolk’un savı iki nedenden dolayı sahtekârlık sınırındaydı: Bir kere, beyazları çocukluk koşullarından çok öte bir konuma yerleştiren yinelenme yanlılarının altını çizerek vurguladıkları –Grek burnu ve Cope’un hayran olduğu dolgun sakal gibi– bütün özellikleri, işine geldiği gibi, unutmuştu. İkinci olarak da, önemli ve utanç verici bir konuda yan çizmişti: İnsan ırkları arasında açıkça en neotenik olanlar beyazlar değil, Doğululardır. [...] Dahası, kadınlar erkeklerden daha neoteniktirler. Doğu kadınlarının üstünlüğünü savunmayı reddedersem onun yerine, toplulukları neoteni derecelerine göre sıralama girişiminin temelden yersiz olduğunu’ söylersem, umarım kaba bir beyaz savunucusu olarak görülmem. Tıpkı Anatole France ve Walt Whitman’ın, beyinleri Turgenyev’ininkin yarısı kadar olduğu halde, onun kadar iyi şeyler yazabilmeleri gibi, neoteni açısından ırklar arasındaki ufak tefek farklılıkların zihinsel yetenek ve ahlaki değerlerle ilgisi varsa, bu beni hayli şaşırtacaktır.

NOAM CHOMSKY

B.F. Skinner'in Sorgulanması (1971)

Noam Chomsky (1928-), daha otuz yaşına gelmeden, dilbilim alanında devrim yapmış bir kişidir; İngilizce tümceleri kesin biçimde açıklayan matematiksel kurallar arayışına girişmiştir. Öyle kurallar ki, bir makine bile sadece onları uygulayarak tümce üretebilsin. Chomsky insan zihninin ve zihinsel kuralların insan eylemlerini, özellikle de konuşmayı açıklamadaki önemine inanır. Bu tutum, sıradan okuyucuya olağan dışı gelmese de, 1950'lerin psikologları arasında egemen olan görüş bu değildi. Hatta birçok psikolog Chomsky'nin bir bilim adamı olduğunu bile kabul etmez; onu daha çok bir filozof ve matematikçi olarak görürler. Çünkü Chomsky deneyler yapmaz ve doğayı yakından gözlemlemez. Yine de psikolojinin, düşünceye dayanak olan kurallara ilgisiz kalmasına kuvvetle karşı çıkarak psikolojiye önemli katkılarda bulunmuştur.

Chomsky'nin zihin konusuna olan ilgisi 1940'larda ve 1950'lerde Amerika'nın en etkili psikoloğu olan B. F. Skinner ile arasında geçen ünlü çatışmaya yol açtı. Skinner'in davranışçılığı, herhangi öznel hatta içsel nitelikteki şeylerin insan eylemlerini şekillendirdiğini reddediyordu. 1957'de Skinner dilin, tümüyle çevrenin şekillendirdiği alışkanlıklar olduğunu açıklamayı amaçlayan *Sözel Davranış [Verbal Behavior]* adıyla bir kitap yayımladı. Konuşmayı açıklamak için herhangi içe dönük kurallara ve anlamlara gerek olmadığını iddia ediyordu. Yazılması iki yıl aldıysa da, sonunda Chomsky, Skinner'in kitabına bir eleştiri yayımladı. Bu yazı o denli şiddetliydi ki Skinner'in akademik psikoloji üzerindeki etkinliğinin kırılmasında büyük katkısı oldu.

Yıllar sonra Skinner *Özgürlüğün ve Onurun Ötesi [Beyond Freedom and Dignity]* adlı popüler bir kitap yayımladı. O dönemde psikoloji artık zihinsel kurallarla derinden ilgileniyordu; ancak popüler basın hâlâ Skinner'i Amerika'nın bir psikoloji devi olarak görüyordu ve kitaba yöneltilen ilk eleştiriler oldukça saygılıydı. Ancak, daha sonra, *New York Review of Books* dergisin-

de Chomsky'den hiç de saygılı olmayan bir eleştiri yayımlandı. Bu eleştiride, onun *Sözel Davranış* kitabı için yazmış olduğu eleştiri-
de ileri sürdüğü savlar kısaltılmış olarak yineleniyordu.

Eğer bir fizik bilimcisi dünyanın enerji kaynakları konusunda endişeye gerek olmadığını, çünkü kendisinin, laboratuvarında, yeldeğirmenlerinin gelecekteki bütün gereksinimi kesinlikle karşılayacağını kanıtladığını ısrarla söylerse, ondan bazı kanıtlar göstermesi beklenir. Ya da, başka bilimciler bunun tehlikeli bir saçmalık olduğunu ortaya koyarlar. Davranış bilimlerinde ise durum değişiktir. Dünyanın bütün sorunlarını çözecek davranışsal bir teknolojiye sahip olduğunu, bu teknolojiyi destekleyen ve insan davranışını saptayan etkenleri açıklayan bir davranış biliminin var olduğunu iddia eden bir kişinin ise hiçbir şey kanıtlamasına gerek görülmez. Psikologların bilinenin gerçek sınırlarını halka açıklamasını beklemek boşunadır. Bilim ve teknolojinin saygınlığı bakımından bu bir talihsizliktir.

Şimdi, Skinner'in olağanüstü iddiaları için verdiği kanıtları ele alalım: Örneğin, "bir davranış çözümlemesi" sanatçıların, yazarların, devlet adamlarının ve bilim adamlarının başarılarının, hemen hemen tamamen çevresel koşullara bakarak açıklığa kavuşturulabileceğini göstermiştir (s. 44); bir kişiyi akıllı ya da merhametli yapan şey de çevredir (s. 171); "amaçlar, duygular, bilgi, vb. konularındaki bütün sorular kişinin içinde bulunduğu çevre bakımından ifade edilebilir" ve "bir kimsenin yapmayı amaçladığı şey, onun geçmişte ne yapmış olduğuna bağlıdır" (s. 72) vb.

Skinner'e göre davranış, kalıtım dışında, tamamen "pekiştirmeyle" saptanır. Aç bir organizma için yiyecek olumlu bir pekiştireçtir. Bu demektir ki, "organizmanın yaptığı ve arkasından yiyecek aldığı her şeyin, organizmanın her acıktığında tekrarlanması daha olasıdır" (s. 27); "ancak yiyecek sadece mahrumiyet durumunda pekiştireç olur" (s. 37). Olumsuz bir pekiştireç ise, uyarının şiddetini azaltıcı bir davranış olasılığını artıran bir uya-

rıdır; "itici"dir ve kabaca deyişle, bir tehdit oluşturur (s. 27). Bir uyarı başka pekiştireçlerle birleşerek bir koşullu pekiştireç haline gelebilir. Örneğin para "ancak pekiştirici olan şeylerle değiştirildikten sonra pekiştireç olur" (s. 33). Aynı şey genellikle onaylama ve sevgi için de doğrudur. (Okuyucu Skinner'in hep kaçındığı bir şeyi yapmayı, yani "onaylama"yı oluşturan "uyarı"yı tanımlamayı deneyebilir.)

Davranış bu tür pekiştirme süreçleriyle biçimlenir ve sürdürülür. Demek ki, "Tepkilerin göreceli şiddetlerini, alternatif eylem yollarının ayrımlı [*differential*] pekiştireçleri sayesinde değiştiririz" (s. 94-95). Kişinin davranış dağarcığı "bir birey olarak karşılaştığı pekiştirme olasılıklarıyla belirlenir" (s. 127). Bir "organizma pekiştirildiği programa bağlı olarak etkin hareketlilik ile tam bir durgunluk arasında gidip gelir" (s. 186). Skinner'in de gördüğü (ama onun bazı savunucularının görmediği) gibi çok özel davranış biçimleri elde etmek için çok dikkatli ve titiz kontroller gereklidir. Böylece, "Kültür... ayrımlı pekiştiricileri öğretir" (s. 194); fakat bu olgu, "sözel toplum, uyarılar arasındaki hassas ayrımların öğretilmesi için gerekli olan ancak ulaşamadığı bağılıklar bir düzene koyamadığı zaman" sorunlara yol açar. "Bu nedenle, duyguların dili kesin değildir" (s. 106).

"Bir kültürü şekillendirme"de karşılaşılan sorun, "toplumsal çevreyi ters yönlü uyarılardan olabildiğince özgür kılmakta" (s. 42), "yaşamı daha az sıkıntılı kılmakta, bunu yaparken de sıkıntıları önleme için tüketilen enerji ve zamanı daha çok pekiştirici faaliyetler için kullanılabilir hale getirmekte" (s. 81) yatar. Bu bir mühendislik problemidir ve eğer özgürlük ve onur için duyduğumuz irrasyonel endişelerimizi alt edebilirsek bu sorunu da çözme yolundayız demektir. Yapmamız gereken şey, teknolojiyi daha etkili biçimde kullanmak, daha çok ve daha etkili kontroller sağlamaktır. Gerçekte, "Davranışın yakın veya uzak itici sonuçlarını başarıyla azaltacak ve insan organizmasının gerçekleştirebileceği başarıları doruğa çıkarabilecek bir davranış teknolojisi mevcuttur" (s. 125). Ancak, "özgürlüğü savunanlar bu teknoloji-

nin kullanılmasına karşı çıkıyorlar”, böylece de toplumsal sıkıntıları ve insanların çektiği acıları artırıyorlar. Skinner bizi işte bu akıldışı tutumdan vazgeçmeye ikna etmeyi amaçlamaktadır.

Bu noktada can sıkıcı, ama aşıkâr bir soru akli karıştırıyor. Eğer Skinner’in tezi yanlışsa, o zaman onun bu kitabı yazmış olmasının, bizim de okumamızın bir yararı yok. Eğer tezi doğruysa da, onun bu kitabı yazmış olmasının, bizim de okumamızın yine bir anlamı yok. Çünkü tek gerekçe davranışı değiştirmek olabilir; ancak bu da, kendi tezine göre, tamamen pekiştireçlerin düzenlenmesiyle kontrol ediliyor. Bu nedenle, kitabı okumak, ancak eğer o bir pekiştireç ise davranışı değiştirebilir; yani eğer kitabı okumak kitabı okumaya yol açan davranışı (buna bir ölçüde gereksinim duyulduğu varsayılıyor) güçlendirme olasılığını artırıyor. Bu noktada bir söz karmaşasının içine girmiş gibiyiz.

Şöyle bir karşı görüş öne sürülebilir: Tez yanlış olsa bile, bu kitabın yazılmasında ve okunmasında yine de yarar vardır; çünkü, bazı yanlış tezler de aydınlatıcı olabilir, bir hareketlilik yaratabilir. Ancak, elimizde böyle bir çıkış yolu olduğu da söylenemez. Buradaki tez hem yeterince geliştirilmemiş, hem de kendi başına ilginç değil. Onun tek değeri doğruluğunun olanaklı olmasındadır. Ancak, eğer tez doğru ise kitabın yazılması ve okunması tümüyle bir zaman kaybı sayılır; çünkü hiçbir davranışı pekiştirmiyor.

Skinner, buna karşı, kitabı okumanın veya belki de kitabın kendisinin, bir başka anlamda, bir “pekiştireç” olduğu yolunda bir iddiada bulunabilir. Kitabın bizi ikna etmesini istiyor; ikna etmenin, zayıf ve etkisiz biçimde de olsa, bir davranışı kontrol etme şekli olarak nitelenmesine de şaşırıyoruz. Skinner bizi davranışçı teknologlara daha geniş alan sağlamamız için ikna etmeye çalışıyor; anlaşılan da o ki, bu kitabı okumamızın, onlara büyük bir alan (özgürlük) sağlayacak şekilde davranma olanağını artıracığına inanıyor. Kitabın okunmasının bu davranışı pekiştirebileceğini de iddia edebilir. Kitap bizim davranış bilimi konusundaki davranışımızı değiştirecektir (s. 24).

Şimdi, onun aşılabilir dediği “davranışçı teknologlara daha geniş alan sağlayan davranış” sorununa açıklık getirme konusunu bir yana koyalım ve kitabı okumanın böyle bir davranışı pekiştirdiği savını ele alalım. Eğer “pekiştirme” sözcüğünü teknik anlamına benzer biçimde kullanıyorsak, ne yazık ki bu iddia açıkça yanlıştır. Kitabı okumanın istenen davranışı, ancak davranışın bir sonucu olduğu zaman pekiştirdiğini anımsayalım. Kuşkusuz, kade-rimizi davranışçı teknologların eline bırakmamız, Skinner’in kitabını okumamıza yol açan (ve bu nedenle onunla güçlenmiş olan) bir davranış değildir. Bu nedenle, bu iddia, ancak “pekiştirme” sözcüğünü teknik anlamından arındırırsak doğru olabilir. Bütün bu gözlemleri bir araya getirdiğimizde görürüz ki Skinner’in kitabını okumanın ya da Skinner’in onu yazmış olmasının bir yararı olabilir; ama ancak eğer kitabın tezi ile dayandığı söylenen “davranış bilimi” arasında ilgi kurulmazsa.

Şimdi de “ikna” konusu üzerinde biraz duralım. [...] Skinner, bizlerin “düşünceyi değil, sözel davranışı ele aldığımızı ve değiştirdiğimizi” ve bunu davranış çözümlemesinin ortaya koyduğunu iddia ediyor (s. 95). Gerçekten öyleyse, bu şu anlama gelir: Bir kimseyi inandırıcı bir işkence tehdidiyle defalarca dünya duruyor demeye zorlarsam, o zaman ben onun fikrini değiştirmiş olurum. Yorum gerekmez.

Skinner ikna etmenin zayıf bir kontrol yöntemi olduğunu söylüyor ve iddia ediyor ki “düşünceyi değiştirme, davranışı değiştirmenin etkin olmayan bir yolu olduğu için, özgürlük ve onur savunucuları onu görmezden gelir ve fikirleri değiştirenler bu nedenle insanları kontrol ettikleri suçlamasından kurtulurlar” (s. 97). Doktorunuzun size, eğer sigara içmeye devam ederseniz akciğer kanserinden korkunç bir şekilde öleceğiniz yolunda çok inandırıcı bir konuşma yaptığını varsayalım. O konuşmanın, davranışınızı değiştirmede, gerçek pekiştiricilerin herhangi bir sürecinden daha az etkili olması mı gerekir?

Gerçekte, ikna etmenin etkili olup olmaması argümanın içeriğine bağlıdır (akılcı bir kimse için). Skinner bu etmeni tanımla-

maya başlayamıyor bile. “Fikir değiştirme”nin başka yollarını düşünürsek sorun daha da ağırlaşır. Bir yabancı ÷lke kasabasına yapılan bir napalm bombası saldırısının betimlemesinin, Amerikalı dinleyiciler arasından bir kiři yi bir sabotaj eylemi yapmaya yönelttiğini varsayalım. Bu durumda “etkili uyarıcı” olan řey bir pekiştireç değildir; ancak, değişen davranışın şekli çok etkili olabilir; ayrıca da, yapılan eylem (davranış “pekişmesi”) tümüyle yenidir (yani “dağarcık”ta yoktur) ve davranış değişimine yol ačan “uyarı” ile bir ilintisi bile olmayabilir. Öyleyse, Skinner’in anlatımı, olası her bakımdan düpedüz tutarsızdır.

1947’de verdiği William James Konferansları’ndan bu yana, Skinner bu ve bununla ilişkili sorunlar üzerinde sürekli tartışmaktadır. Sonuç ise sıfırdır. Skinner’in burada söz konusu edilen türden soruları incelemesi bir yana, kendi terminolojisi ile dile getirmesi bile olanaksızdır. Dahası, tiryakisi olduğu abartılı iddiaları doğrulamak için, destekleyici kanıtlara dayanan ciddi hiçbir bilimsel varsayım ortaya koymamıştır. Bundan da başka, onun problemleri çözümleme biçimi ve onlar için getirdiği çözümler göz önüne alındığında bu başarısızlık tablosu daha en başta görülebilirdi.

Skinner’in ayrıntılarıyla araştırmaya giriştiği tek insan davranışının “sözel davranış” olduğunun vurgulanması gerekir. İnsan davranışını ele alma yolunun ancak başarılı bir dil çözümlemesinden geçtiğini vakitlice görmüş olması onun lehine bir puandır. O dönemde ulaştığı sonuçlarla, günümüzde hâlâ öne sürdüğü iddiaları karşılaştırırsak, Skinner’in davranış biliminin nasıl bir şey olduğu konusunda tam bir fikrimiz olur. Benim izlenimim gerçekten şudur ki, iddiaları desteklemek zorlařtıķça ve bunun nedenleri giderek daha belirgin hale geldikçe, iddialar daha abartılı ve daha yüksek sesli bir hal almıştır.

Bu noktayı daha ötelere götürmeye gerek yok. Görünen o ki, Skinner’in, bir kimseyi ikna etmek ya da fikrini değiştirmekle ilgili olan etkenlerle baş edecek bir yöntemi yok. “Pekiştirme”yi yardıma çağırma çabası sadece tutarsızlığa yol açıyor. Bu nokta

çok önemli. Skinner'in ikna etme ve "fikirleri değiştirme" tartişması "özgürlük ve onur edebiyatı" dediği şeyle uyum sağlamaya çalıştığı birkaç örnekten biridir. Onun suçladığı özgürlük yanlıları ise ikna etmek ile bazı kontrol biçimleri arasında bir ayırım yaparlar. Onlar ikna etmeyi savunurlar; kontrol etmeye karşı çıkarlar. Skinner ise ikna etmenin kendiliğinden bir tür (zayıf) kontrol şekli olduğunu, zayıf kontrol yöntemleri kullanarak, kontrolü kişinin kendisine değil de çevresel koşullara aktardığımızı iddia ediyor (s. 97 ve 99).

Demek oluyor ki, Skinner'e göre, özgürlük ve onur savunucuları, ikna yönteminin, seçme işini "özerk kişi"ye bıraktığına inanmakla, kendilerini kandırıyorlar; bundan da öte, daha etkili kontrolleri engelledikleri için, toplum için bir tehlike oluşturuyorlar. Ancak, bizim görüşümüze göre, Skinner'in "özgürlük ve onur edebiyatı"na karşı öne sürdüğü uslamlama zayıftır. İkna etmek hiç de, Skinner'in anladığı türden bir kontrol biçimi değildir; gerçekte kendisi de bu kavramla başetmekten acizdir. Ancak, ikna etmenin bazı durumlarda "fikir değiştirmek" ve davranışı etkileme gücüne sahip olduğu kuşku götürmez.

İkna etmenin pekiştirenlerin tarifesi sonucu olduğu tutarlı biçimde açıklanamadığına göre, davranış da, Skinner'in keyfi biçimde dikkatini yönelttiği bazı rastlantılarla tam olarak belirlenemez; öyleyse, kitabın ana tezi yanlıştır. Skinner, ancak, ikna etmenin pekiştirici uyarıların düzenlenmesi olduğu görüşüne sarılarak bu yargıdan kurtulabilir. Ancak bu görüş de "pekiştiren" terimi teknik anlamından arındırılıp günlük dilin ayrıntılı ve belirli terminolojisi yerine kullanıldığı zaman geçerli olur. Her iki durumda da Skinner'in "davranış bilimi" yersizdir: Kitabın tezi ya yanlıştır (eğer terminolojiyi teknik anlamında kullanıyorsak) ya da yersizdir (eğer öyle kullanmıyorsak); özgürlük yanlılarına karşı ileri sürülen uslamlamalar da tümüyle çöker.

Skinner ikna etmenin bir kontrol şekli olduğu iddiasını savunamadığı gibi, "zayıf kontrol yöntemleri" uygulamasının, kontrol mekanizmasını özerk insan aklına değil de bazı belirsiz çevresel

etmenlere aktarmaktan ibaret olduğu yolundaki iddiasını destekleyecek en ufak bir kanıt da göstermiyor. Kuşkusuz, bütün davranışın çevre tarafından kontrol edildiği tezinden, güçlü kontroller yerine zayıf olanları seçmenin, kontrolü çevrenin başka yönlerine kaydırđıđı sonucu çıkar. Ancak, anlaşılabilirdi kadariyle tez, deneysel dayanaktan yoksundur; gerçekten de, ikna etmek ve “tepki olasılığı” konularını tartışırken gördüğümüz gibi, bomboş da olabilir. Bu da Skinner’in “özgürlük ve onur edebiyatı” eleştirilerini tutarlılıktan yoksun kılar.

Skinner’in sisteminin boşluğu, daha yüzeysel konuları tartıştığında daha da açıkça görülür oluyor. “*David Copperfield*’i okuyunuz (okumanız gerekir)” tümcesinin “*David Copperfield*’i okursanız pekiştirilmiş olursunuz” şekline dönüştürülebileceğini iddia ediyor (s. 112). Nasıl yorumlarsak yorumlayalım, “pekiştirme” terimini gündelik anlamında alırsak, bir karmaşaya düşüyoruz. *David Copperfield*’i okumak “pekiştireçtir” dediğinde, Skinner belki de okur onu beğenecek ya da okumaktan zevk alacak, böylece de “pekiştirilecektir” demek istiyor.

Ancak, böylece, oyunu da ele veriyor. Şimdi “pekiştirme”yi davranışın laboratuvar teorisindeki anlamından çok değişik bir anlamda kullanıyoruz. Örneğin, burada, pekiştirmenin “programlanması”nın sonuçlarını bu duruma uygulamak kesinlikle anlamsız olur. Davranışı teknik nitelikte olmayan “pekiştirme” terimini, “beğenme” ya da “hoşlanma”, ya da “ondan birşeyler öğrenme”, vb. anlamlarında kullanarak “açıklayabilecek” olmamıza şaşmamak gerek. Bunun gibi, Skinner çok ilginç bir hobinin “pekiştirici” olduğunu söylerken de (s. 36) herhalde bu hobiyle uğraşmaya yol açan davranışın olasılığının artacağını kast etmiyor. Daha çok, bu hobiden zevk aldığımızı söylüyor. Bu tür ifadeler anlaşılmaz laf kalabalığına yol açar; mecazi yorumlar ise normal sözcükleri onlara hiçbir kesinlik kazandırmadan teknik terimlerin eşseslileriyle değiştirmekten ibaret [...]

Ya da şu iddiayı ele alalım: “Davranışı ne kadar az anlıyorsak o kadar çok hayranlık duyarız” (s. 3). Öyleyse, “açıklama”

sözcüğünü katı anlamında kullanırsak, hemen hemen bütün davranışlara hayranlık duyarız; çünkü, hiçbirini açıklayamıyoruz. Daha geniş anlamında kullanıldığında ise, Skinner'in iddiası şu oluyor: Eichmann bizim için anlaşılmasa da, buna karşılık Vietnamlıların savaşmayı niye sürdürdüklerini anlıyorsak o zaman bizim Eichmann'a hayran olmamız ve Vietnamlıların direnmesine hayran olmamız olasıdır. Skinner yine iddia ediyor ki: "İnsanın, hareketlerinin fiziksel olarak sınırlandırılmış olması dışında, en az özgür ve onurlu olduğu durum ceza tehdidi altında olduğu durumdur" (s. 60). Buna göre, şiddetli bir ceza tehdidi altında dahi otoriteye boyun eğmeyi reddeden kişi onurunu yitirmiş oluyor.

Skinner'in sisteminin gerçek içeriği ancak bütün bu durumları tek tek incelemekle anlaşılabilir. Dikkatli okuyucu görecektir ki, terimler teknik anlamlarında alındığında, Skinner'in söyledikleri her olayda açıkça yanlış çıkmaktadır. Yine görecektir ki, geniş mecazi yorumlamalar, günlük konuşmalarda geçen alışılmış açıklayıcı ve değerlendirmeye sözleri Skinner'in kullandığı terimlere dönüştürmeye izin vermektedir; ama sistemin zayıflığı yüzünden kesinliklerini ve açıklıklarını yitirerek.

Şu (tipik) örnekler Skinner'in kuramının açıklama gücü hakkında bize bir fikir verebilir: "Bir piyanist notaları yumuşak çalmayı öğrenir, çünkü yumuşak çalınan notalar pekiştirir" (s. 204); "İnsan bir amaç uğruna savaşmanın ne demek olduğunu, ancak, hangi koşulların bir amaç için savaşmayı gerektirdiğini kavramayı ve bilmeyi öğrenmek için geçen uzun bir süreden sonra anlar" (s. 90); vb.

Bunun gibi, bizler de, Skinner'in davranışsal teknolojisinin gücünü bize sunduğu yararlı gözlemlerle, ve öğütlerle kavrayabiliriz. "Ceza yaptırımı konusu olan davranışlar, onların vuku bulmasını önleyici koşullar yaratılarak en aza indirilebilir" (s. 64). Eğer bir kimse "başkalarının mutlu olduğunu gördüğünde büyük ölçüde pekiştirilmiş oluyorsa... çocukların mutlu olacağı bir çevre tasarlar" (s. 150). Eğer aşırı nüfus artışı, nükleer savaş, çevre kirlenmesi ve doğal kaynakların tükenmesi gibi problemler

varsa" alışkanlıkları değiştirerek, sırasıyla, insanları daha az çocuk yapmaya, nükleer silahlara daha az para harcamaya, çevreyi kirletmekten vazgeçmeye ve kaynakları daha yavaş tüketmeye yöneltebiliriz" (s. 152).

Okuyucu bunlardan daha derin fikirler de arayabilir. Arayabilir ama bulamayacaktır.

Skinner bu kitabında, kalıtımın insan davranışı ve toplum üzerindeki rolü konusuna, daha önceki spekülasyonlarına göre daha sıkça değiniyor. İnsan, bunun, daha önce varmış olduğu sonuçlarda bazı değişimlere ya da yeni sonuçlara yol açacağını düşünüyor. Ama öyle olmuyor. Bunun da nedeni, Skinner'in kalıtım konusunda da, pekiştirme olasılıklarının kontrolü konusunda olduğu kadar belirsiz ve bilgi sunmaktan uzak olmasıdır. Ne yazık ki sıfır artı sıfır her zaman sıfırdır.



FRANCIS BACON

Kabile Putları

Novum Organum'dan (1620)

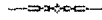
Francis Bacon (1561-1626) hem bir eylem adamı hem de bir bilgin ve filozoftu. Eylem adamı olarak bir devlet memuru, kralın sadık ve çalışkan bir danışmanıydı. Filozof olarak da, durmaksızın denemeler, tezler, araştırmalar üretti; geleceğe ait çalışmaların ana hatlarını belirledi. Bacon'a göre eylem ile felsefenin bir araya geldiği alan doğa bilimleriydi. Bilimin, derinliğine bir öğrenim ve bilgi gerektirdiğinin bilincindeydi ve bu onun felsefi yönüne uygun düşüyordu. Bilim, onun eylemci yönüne de uygun düşüyordu; çünkü bilimin insanlığın acılarını azaltmada ve özgürlüğünü artırmada kullanılabileceğine inanıyordu. Bacon'un çok değer verdiği tipik bir uygulamalı bilim konusu onun ölümüne neden olmuştur: Bir tavuğu kara gömerse, onun etini bozulmadan saklayabileceğini düşünüyordu. Bu düşüncesini sınamak için bir deney yaparken soğuk aldı ve öldü. Yaşasaydı, bir tür dondurulmuş yiyecek uygulaması İngiltere'ye belki de 1600'lerde gelmiş olacaktı.

Bacon'ın bizzat yaptığı bilimsel araştırmalar günümüzde pek anımsanmaz; onlar kendi çağında bile önemsenmemişti. Bununla birlikte, [Bacon'un] bilim tarihinde merkezi bir yeri vardır. En önemli katkısı neden kavramını yeniden ele almasıydı. Aristoteles'e göre nedenler, tümdengelim yoluyla bulunan soyut özlerdi. Örneğin, bütün insanlar ölümlü ise, Sokrates de insan ise, Sokrates'in özünün bir ölçüde ölümlülük olduğu sonucunu çıkarabiliriz. Bacon nedeni iki şey arasında mekanik bir ilişki olarak gördü; nedenler de "tümevarım yoluyla" öğrenilecekti. Örneğin, Sokrates baldıran zehiri içerek öldü. Eğer biz baldıran otu yiyenlerin bir listesini yaparsak, nasıl öldüklerinin ayrıntılarını ve yediği halde ölmeyen olup olmadığını not edersek, sonunda baldıran otunun insanları nasıl öldürdüğünü saptayacak yeterli bilgiye sahip oluruz. O zaman yeni bir bilgi elde etmişizdir. Bacon'ı önemli kı-

lan, iŖte bu Ŗekilde, dikkatini soyut nedenlerden mekanik nedenlere çevirmesi idi.

AŖağıdaki makale Bacon'ın tümevarımı doyurucu bir biçimde anlatığı *Novum Organum* adlı kitabından alınmıŖtır. "Kabile Putları" olarak adlandırdığı buradaki bölümde yaygın dŖnce tarzını, genellikle de Aristoteles'in miraslarına özgü dŖnce tarzını eleŖtirmektedir. Makale bilgiyi soyut ilkeler bazında sistemleŖtirme eğilimini reddederek baŖlıyor, Bacon'ın "[doğayı] parçalara ayırma"nın onu "soyutlamalar içinde" eritmekten daha iyi olduğunu vurgulamasıyla bitiyor. Nedenlerin çözümlenmesi için ileri sürdüğü bu sav, özellikle, Royal Society'nin 1660'da, Bacon'ın ayrıntılı nerileri doğrultusunda kurulmasından sonra, ađdaŖ bilim için bir ölçüt oluŖturmuŖtur.

İnsan anlığı, doğası gereği, dünyada gördüğünden daha çok düzen ve intizam olduğunu varsaymaya yatkındır. Doğada tek ve benzersiz pek çok Ŗey var olduğu halde o, bu Ŗeyler için gerçekte var olmayan paraleller, eŖler ve akrabalar icat eder. Böylece bütün gök cisimlerinin kusursuz çemberler üzerinde hareket ettiği masalı ortaya atılır ama sarmallar ve ejderhalar (adları dıŖında) tümden reddedilir. Bunun gibi, duyuların algıladığı öteki ly dörde tamamlaması için bir AteŖ unsuru ortaya çıkar. Yine böylece, unsur denen Ŗeylerin yoğunluklarının oranı, rasgele, on'a bir olarak saptanır; ya da buna benzer baŖka hayaller. Bu fantaziler ise sadece doğmaları değil basit kavramları da etkiler.



İnsan anlığı bir fikri (ister kabul grmŖ bir fikri, ister kendisine hoŖ gelen bir fikri) bir kere benimseyince, artık baŖka Ŗeyleri onu destekleyecek ve ona uyacak Ŗekilde seçer. KarŖı yönde daha çok sayıda ve ağırlıklı örnekler olsa da onları ya küçümser, görmezden gelir ya da bir Ŗekilde ayırarak bir yana koyar ve reddeder; amaç, böylece, bu büyük ve sakıncalı peŖin yargının sayesinde daha önce vardığı sonuçların itibarını koruyabilmektedir. AŖağıdaki fıkradaki adamın yanıtı bu nedenle çok yerindedir. Bir

tapınakta asılı olan ve bir deniz kazasından kurtulan insanları tanrıya şükrederken gösteren bir resmi adama gösterip ona artık Tanrının gücünü kabul edip etmediğini sorarlar. O da, “Evet ama dua ettikten sonra boğulanların resmi nerede?” diye sorar. Astroloji, rüyalar, kehanetler, ilâhi yargılar ve benzer türden bütün boş inanlarda da durum böyledir. Bu tür boş şeylerden hoşlanan insanlar onların doğru çıktığı olayları unutmazlar; ancak, doğru çıkmadıklarında, ki bu daha sık olur, onları gözardı eder, geçiştirirler. Ancak bu yanlış tutum çok daha incelikli bir biçimde bilime ve felsefeye de sızar. Bu alanlarda varılan ilk sonuçlar, sonradan ulaşılanlar çok daha iyi ve doğru olsalar da, onların rengini değiştirir ve kendisiyle uyuma zorlar. Bundan başka, yukarıda sözünü ettiğim hoşlanma ve boş gurur dışında insan zihninin tuhaf ve sürekli olarak yaptığı bir hata da olumlu şeylerin onu olumsuzlardan daha çok duygulandırması, heyecanlandırmasıdır; halbuki onun her ikisine karşı da tarafsızlığını koruması gerekir. Gerçekten de, herhangi bir doğru aksiyomun saptanmasında olumsuz örnek olumludan daha güçlüdür.



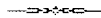
İnsan anlığı en çok, akla çarpıcı gelen, bir anda ve aynı anda algılanan şeylerle harekete geçer ve hayal gücünü doldurur; sonra da, nasıl olduğunu anlamasa da bütün başka şeylerin kendisini çevreleyen o birkaç şeye bir şekilde benzer olduğunu düşünür ve kendisini buna inandırır. Akıl kesin yasalar ve egemen otorite tarafından zorlanmadıkça, aksiyomları sanki ateşte sınavan, uzak ve çeşitli durumlara gidip gelmelere ayak uyduramaz, uyum sağlayamaz.



İnsan anlığı huzursuzdur; durup dinlenemez, hep ilerilere doğru atılır; ama boş yere. Bu nedenle de dünyanın bir sonu ya da sınırı olacağını aklımız almaz; hep ötelerde mutlaka birşeyler olması gerektiğini düşünürüz. Sonsuzun bugüne nasıl aktığını da

kavrayamayız. Çünkü, genellikle benimsenen geçmişteki sonsuzluk ile gelecekteki sonsuzluk ayrımı hiçbir şekilde doğru olamaz. Çünkü o zaman bir sonsuzun bir başka sonsuzdan daha büyük olduğu ve sonsuzun gittikçe zayıflayarak sonluluğa yaklaştığı sonucu çıkar. Düşüncenin hareketsiz kalamayışı geometrik doğruların sonsuz bölünebilirliği konusunda da benzer sıkıntılara yol açar. Ancak bu olanaksızlık, nedenlerin keşfedilmesinde daha da zararlı biçimde araya girer: Çünkü, doğada keşfedilen en genel ilkelere, keşfedilmelerinin olumlu olduğunun düşünülmesiyle yetinmek gerekirken ve herhangi bir nedene atfedilemeyecekleri halde, insan anlığı, hareketsiz durmadığından, doğa düzeninde önce gelen bir şey arar. O zaman da daha uzakta olan bir şey için uğraşırken daha yakında ve el altında olan şeylere, yani son nedene geri döner; bu da evrenin doğasından çok insanın doğasıyla bağlantılıdır ve bu yolla felsefeyi tuhaf biçimde bulandırmıştır. Ancak, en genel olanın nedenlerini araştıran filozof, yeteneksizlik ve yüzeysellik bakımından alt ve ikincil şeylerde nedenleri araştırmayı atlayan filozoftan aşağı kalmaz.

İnsan anlığı kupkuru bir ışık değildir; istençten ve dış etkilere esinlenir; bunu da “kişisel bilim” diyebileceğimiz şey izler. Çünkü, bir insan doğru olmasını istediği şeylere daha çabuk inanır. Bu nedenle de bazı şeyleri kabul etmez: Zor şeyleri, araştırmanın gerektirdiği sabırdan yoksun olduğu için; ciddî şeyleri, umudu azalttığı için; doğadaki derinlikleri, batıl inançlarından ötürü; deneyim ışığını, akıl, ufak ve geçici şeylerle ilgileniyor gibi görünür kuşkusuyla, gurur ve kendini beğenmişlikten dolayı; genelde inanılmayan şeyleri kamuoyuna saygısı nedeniyle, reddeder. Kısacası, etkenlerin anlığı gölgeleme ve bulandırma yolları sayısızdır; bazen de akıl almazdır.



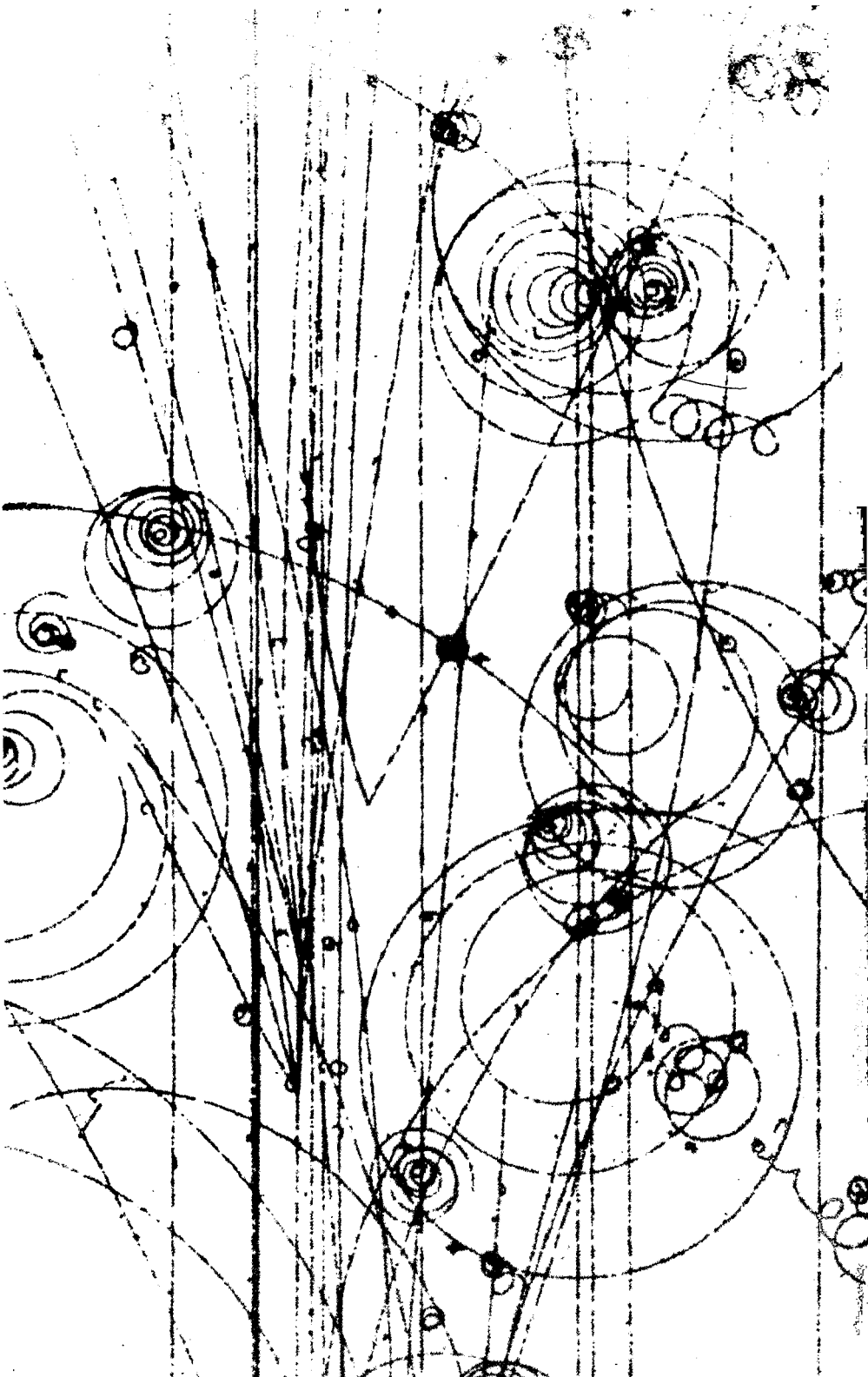
Ancak, insan anlığına en büyük engel ve saptırma duyuların sağırlığından, yetersizliğinden ve aldatıcılığından kaynaklanır; şu anlamda ki, duyulara ulaşan şeyler, daha önemli olabilecekleri

halde hemen ulaşmayanlardan daha ağırlıklıdır. Bu nedenle, görmenin kesildiği yerde genellikle zihinsel etkinlik de durur; o ölçüde ki, görünmeyen şeyler üzerinde yapılan gözlemler ya çok azdır ya da hiç yoktur. Bu yüzden, elle tutulabilir cisimlerdeki (görünmeyen) özün işleyişi insanların dikkatinden uzak ve saklı kalır. Daha sıradan maddelerin parçalarının pek belirli olmayan şekil değişimleri de, aynı nedenle, gözlemlenmez (gerçekten bunlar çok dar alanlar içinde yapılan yöresel hareketler oldukları halde onlara genellikle değişim denmektedir). Ancak, değinilen bu iki şey araştırılıp aydınlatılmadıkça, sonuç üretilmesi açısından, doğada önemli başarıya ulaşamaz. Yine bu nedenle, bildiğimiz havanın ve havadan daha az yoğun olan bütün cisimlerin (ki bunlar çoktur) temel özellikleri konusunda hemen hiçbir şey bilinmemektedir. Çünkü, duyu kendi başına güçsüzdür, hata yapabilir; duyuların alanını genişletecek ve onları netleştirecek araçlar da çok bir yarar sağlayamaz; ama doğa hakkında yapılan bütün isabetli yorumlamalar, iyi seçilmiş ve uygun örnek ve deneylerden etkilendirler; bu yolla duyu yalnızca deneyle, deney de doğadaki belli noktayla ve konunun kendisiyle bağlantı kurar.



İnsan anlığı, doğası nedeniyle, soyutlama eğilimindedir ve orada burada uçuşan belirsiz şeylere gerçeklik ve varlık atfeder. Bizim amacımız açısından doğayı soyutlamalara indirgemek, onu parçalara ayırarak incelemek kadar yararlı olmaz; tıpkı Demokritos okulunun doğanın derinliğine herkesten çok inmekle yaptığı gibi. Dikkatlerimiz formdan çok madde üzerinde, onun düzeni ve düzenindeki değişimler üzerinde, basit eylemler ve devinim yasaları üzerinde toplanmalıdır; eğer devinim yasalarına form demiyorsanız formlar insan beyninin yarattığı ürünler demektir.





Bilimsel Hayal Gücü İş Başında

“Böyle etkilerin doğada nasıl gerçekleştiğini anlamak benim için gerçekten yorucu bir işti. Yine de sonunda çok işime yarayan bir şey keşfettim. Bir bakıma bu neredeyse inanılmaz bir şey. Demek istediğim, bizim için şaşırtıcı ve inanılmaz olan şeyler Doğa için öyle değil; çünkü bizim aklımızı sürekli şaşırtan şeyleri Doğa son derece basit ve kolay bir şekilde gerçekleştiriyor; bizim için kavraması bile çok zor olan şeyleri o çok kolayca yapıyor.”

GALİLEO

En Büyük İki Dünya Sistemi

Bilimin, mantıksal, disiplinli ve birleştirici olduğu varsayılırsa da onu destekleyen hayal güçleri acayip biçimli çivilerdir. Bir ke-re, sanki aynı anda hem dört köşe hem de yuvarlak gibidirler. Dört köşe olduklarında somut deneyimlere odaklanırlar. Çok dikkatle bakar ve orada olanı görürler; bunu yaparken i'nin üstündeki noktayı bile gözden ırak tutmazlar. Yuvarlak olduklarında ise soyut spekülasyonlar ve –Popper'ın “aşırı basitleştirmeler” dediği– büyük basitleştirmeler yapan büyük genelleştiricilerdir: Bilimcilerin bu şekil değiştirmeleri, akıllarına esen her ne ise, onun üstünde düşünmelerini sağlayan içsel bir özgürlüğün sonu-

cudur. Bunun etkisiyledir ki, Darwin biyolojik doğa hakkında hem en ufak ayrıntıların peşinden gitmiş, hem de en büyük genellemenin peşinde koşmuştur. Lavoisier'nin kimya araştırmaları, onu hem dil hem de fiziksel maddeler üzerinde düşünmeye yöneltmiştir. Bu arada, Richard Feynman'da zamanın neden gelecekte geçmişe değil de, geçmişten geleceğe doğru geçtiğini anlamaya çalışıyordu. Bu kısımdaki bilimsel hayal gücü, beğenisinde o denli değişken, o denli çelişkili, odaklaşmasında o denli kural tanımazdır ki akli başında hiç kimse, tek bir insanın bunların çoğunu içermesini beklemesin. Ancak bilimcilere baktığınızda bu karmaşıklık ve aykırılıkların çoğunun tek bir kişide bulunabildiğini görürsünüz.

Bu karmaşıklık özellikle eski bilim yazarlarında belirgindir. Antolojimizde yer alan bütün eski çağ insanları ve Rönesans insanları engin bir hayal gücüne sahiptiler. Herodotos, Leonardo, Boyle ve Newton gibi kişiler önlerine gelen her şeye katkıda bulunacak birşeyleri varmış izlenimi verirler. Yüzyılımızdaki bilimciler ender olarak böylesine sınırsızdırlar. Dikkatleri daha yoğun uzmanlık alanlarında odaklaştıktan başka hayal güçleri de olanaklı olan bütünün çok dar bir bölümünde kalma eğilimindedir. Ancak bir bütün olarak bakıldığında, hayal gücünün, bütün genişliğiyle varlığını sürdürdüğü görülmektedir. Günümüzdeki bazı bilginler büyük gözlemcilerdir; bazıları büyük düşünürlerdir, diğerleri de daha önce apayrı gibi görünen fikirleri bile birleştirecek ustalık sergilerler.

Kitabın bu kısmındaki makaleler merak etme ile açıklama bulma arasında geçen gelişme sürecinde gerekli olan bilimsel hayal gücü erimini gözler önüne sermektedir. İtiraf etmeliyim, ki buradaki genişlik, bu kitap için makaleleri derlemeye başladığımda beklediğimden çok daha büyüktür. Bütün yaşamım boyunca bilim yazıları okumuş olduğum halde, bilimsel düşünce konusunda biraz sınırlı bir teoriye sahip olduğumu fark ettim. Örneğin, önceden saptanmış sınanacak bir fikir olmadan bilimsel gözlem yapmanın olanaksız olduğunu düşünürdüm. Elde veriler olmadan

spekülasyon yapmanın da bilimsel olmaktan çok, metafizik olduğunda ısrar edebilirdim. Bu düşüncelerin yanlış olduğu ortaya çıktı. Bilim yöntemden çok bir tavır konusudur. Örneğin günümüzdeki yaratımcı (*creationist*) bilim tartışmalarında bu görüşü benimseyen araştırmacılar bilimsel yöntemleri izleyebilirler ama tavırları bir bilimcinin anlamak için gösterdiği çabadan kesin biçimde farklıdır; onlar bir geleneği haklı çıkarmak çabasıındadırlar. Yöntem ve tavır arasındaki ayrımı birçok reklam ve pazarlama şirketinin bilgi toplama çalışmalarında da görürüz. Yöntemleri onları reklamdaki iddialarında haklı çıkarabilir; ancak, onların amacı anlamak değil çok satmaktır.

Bu Kısımdaki bütün makaleler, bu anlama arzusunu yansıtmaktadır. Bölümler, okuyucunun, bilimsel hayallerin gelişimini izlemesini sağlayacak biçimde düzenlenmiştir. IV. Bölüm, meraklı gözlemcilerin yazılarını, gizemleri anlamanın yolunun olgulardan geçtiğini fark eden insanların yazılarını içermektedir. Bu bölümde eski dönemlerin yazarları çoğunlukta ise de sergiledikleri önyargısız merak, bilim için günümüzde de aynı ölçüde yaşamsaldır. Bu bölümdeki tek çağdaş yazar, tüm yetişkin yaşamını vahşi bölgelerde hayvan davranışlarını inceleyerek geçirmiş olan biyolog George Schaller'dir.

V. Bölüm bu yolda, daha ileri atılan bir adımdır. Yazarlar olguların ötesine, yeni teorilere doğru bakıyorlar. Örneğin Robert Kennedy Duncan, radyoaktivitenin tuhaf özelliklerinden söz ediyor; ancak gördüklerinden yeni bir şeyler çıkarmaya çalışıyor; zihinsel eğilimi de onu doğal dünyaya bakmaya yöneltiyor. Bilimciler dışında da merak sahibi çok insan vardır. Ancak bilimciler dogayı, doğanın kendi diliyle anlamak isterler. Bu eğilim onların laik veya ateist olmalarını gerektirmez. James Clerk Maxwell'in molekülleri anlatan yazısı açıkca teolojik olan bir savla bitiyor, ancak kendisi de, o noktada bilimin bittiğini biliyor ve bunu dile getiriyor.

Bir sonraki dönüm noktası VI. Bölümdür. Bilimciler olaylara getirdikleri açıklamaları desteklemek için yeni ve gösterilebilir

kanıt arayışına giriyorlar. Bu bölümde, Boyle, Galileo gibi bazı bilim adamları, uzun ve saygın bir geçmişi olan fikirler hakkında kuşkularını dile getiriyorlar. Diğerlerinin de araştıracakları kendilerine özgü fikirleri var; ama hepsi doğanın nasıl davrandığı konusunda herhangi bir iddianın doğru olduğunu gösterecek kanıt gereksiniminde birleşiyor.

Bilimsel ilerlemenin bu aşamasına gelindiğinde, fikirler ve teoriler geniş biçimde tartışılmaktadır. VII. Bölümdeki bütün makaleler başkalarının uğraştığı bilim hakkındaki yazılardır. Thomas Huxley "Darwin'in buldoku" kisvesinde, Darwin'in teorisini destekleyecek biyolojiye büyük katkıda bulunmuştur. Voltaire ise, İngiliz biliminin bir uluslararası bilim durumuna gelmesinde yardımcı olmakla Newton'un Avrupa'daki bir tür buldoku olmuştur.

VIII. Bölüm bilimin, IV. Bölümdeki gözlemlerden ne kadar farklı bir görünümü olabileceğini sergiliyor. Ancak bu makaleler yine de bilimseldir; çünkü onlar da, anlamak ve doğanın diliyle anlamak için gösterilen çabaları dile getiriyorlar. Bu bölümdeki son üç makale kuantum fiziği hakkındadır ve hepsi de aynı kuantum bilmecesiyle uğraşmaktadır. Bilimin sonuçları giderek daha şaşırtıcı hale geldikçe, başlangıç noktasını bir kez daha gözden geçirme gereğinin nasıl zorunlu hale geldiğini gösteriyorlar.

VIII. Bölümdeki bilim, VI. Bölümde olduğu gibi kanıtın gerekliliğini vurguluyor; böylece de VI, VII ve VIII. Bölümler bir hal-ka oluşturuyorlar. Araştırmanın gidişine göre yeni yazılar ve tartışmalar ortaya çıkabilir. Ancak, her şey yolunda giderse, sonunda IX. Bölümde içerilen türden klasik genellemeler ortaya çıkacaktır. Popüler literatür bakımından bilimin anlamı bu tür nihai hamlelerdir. Bunlar dönüşüme yol açan başarılarıdır.



“O Büyük Gerçeğe,
Gizemlerin Gizemine
Yaklaşma”

Charles Darwin

GALILEO GALILEI

Teleskoptan İlk Bakış

Yıldızların Habercisi’nden (1610)

Galileo Galilei’yi (1564-1642) tarih sahnesine fırlatan, bu makalede anlatılan şaşırtıcı gözlemlerdir. Galileo 1610 öncesinde de, kendisi gibi düşünen bilginler arasında saygın bir kişilikti; ancak 1610’dan sonra, bütün Avrupa’da tanınan, ünlü bir kişi oldu. Onun ününün günümüzde yaygın olan sansasyonel türden olduğu, yani yıldızlara ilk kez bir teleskop çeviren herhangi bir kişiye gelebilecek türden bir ün olduğu düşünülebilir. Ancak okuyucu bu küçümseyici değerlendirmenin neden yanlış olduğunu hemen anlayacaktır. Galileo sadece teleskoptan bakıp görüvermedi; gerçekten baktı. Gördüklerini aktaran yazılar, hayret ve heyecanla dolup taşar; ama bunu yaparken hem gördüklerini inceliyor hem de daha önce görmemiş olduğu şeyleri araştırıyordu.

Genellikle, Galileo’nun, teleskopundan bakınca, Dünya’nın Güneş etrafında dönmesinin kanıtını gördüğü söylenir. Ama o ne böyle birşey gördü ne de böyle bir iddiada bulundu. Bütün söylediği, gökyüzünün gece görünümünün eski teorilerin ısrarla ileri sürdüklerinden çok farklı olduğuydu. Ay’da da, Dünya’dakine benzer kara parçaları vardı (eğer bunun çok aşikâr olduğunu düşünüyorsanız Kepler’in makalesine bir bakınız); yıldızlar hiç kimsenin hayal edemeyeceği kadar çoktu. Jüpiter’in de kendi uyduları var-

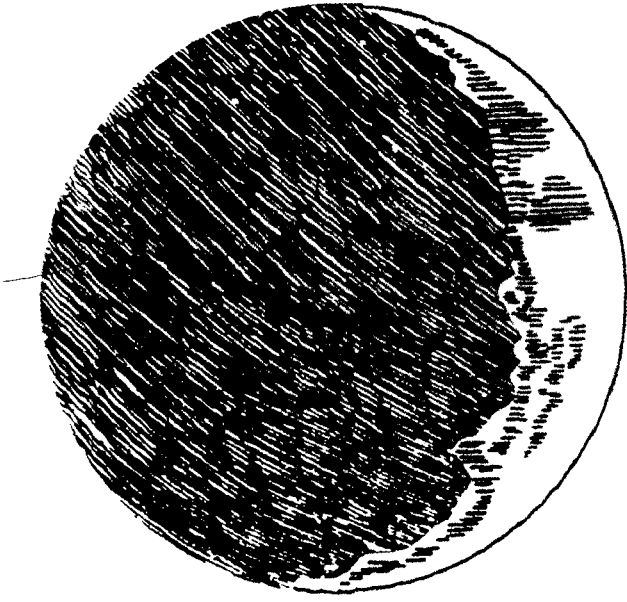
di. Gözle doğrudan yapılan gözlemlere dayanan bütün eski kanatlar birden dokunulmazlıklarını yitirmiş, yeni gözlemlerin daha iyi olabileceği yolundaki tartışmalara açık duruma gelmişlerdi.

Ay

Şu son iki ayda yaptığım gözlemleri tekrar gözden geçireyim; [...] gerçek felsefeye meraklı olanları, dikkatlerini çok önemli bir olgunun görülmesiyle sonuçlanan olayların başlangıcına çevirmeye çağırayım.

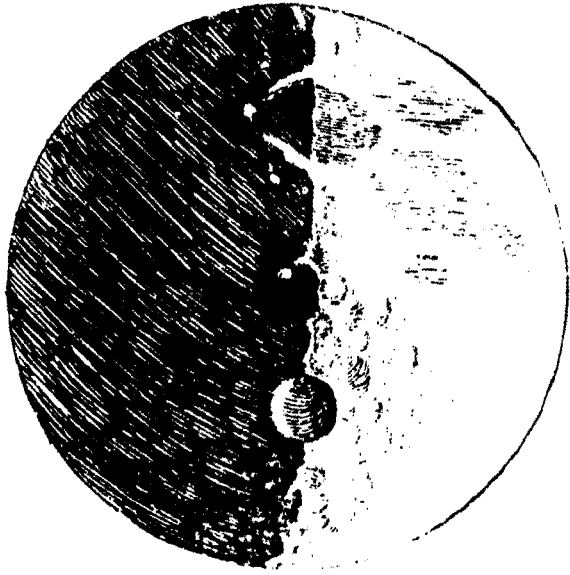
Önce, Ay'ın bize dönük olan tarafındaki yüzeyi konusunda konuşmama izin verin. Daha kolay anlaşılacak için Ay'ı ikiye ayırıyorum ve onlara sırasıyla, aydınlık bölge ve karanlık bölge diyorum. Aydınlık olan bölge, bütün yarım küreyi çevreliyor ve yayılıyor gibi görünüyor. Karanlık bölge ise, bir çeşit bulut gibi, Ay'ın yüzeyini gölgeliyor ve ona lekelerle kaplıymış gibi bir görünüm veriyor. Bu lekelerden koyu ve büyükçe olanlar herkes tarafından görülebilir ve her zaman görülmüşlerdir de. Onları, daha ufak ve çok yoğun olarak serpiştirilmiş olan ve Ay'ın bütün yüzeyine, özellikle de aydınlık bölümüne yayılmış olan lekelerden ayırt etmek için onlara *büyük ve eski lekeler* diyeceğim. Bu lekeler ben-den önce hiç kimse tarafından gözlenmemiştir. Sık sık tekrarladığım gözlemlerimin sonucunda şu şekilde ifade edeceğim bir kanıya vardım: Ay'ın yüzeyi, birçok felsefecinin Ay ve diğer gök cisimlerinin yüzeyleri için düşündükleri gibi eşitsizliklerden arı, dümdüz ve tam küresel değil. Tersine, eşitsizliklerle pürüzlü, çıkıntılar ve çukurlarla dolu olduğundan eminim; tıpkı, yüksek dağlar ve derin vadilerle her yerde değişken olan Dünya yüzeyi gibi.

Bizi bu sonuçlara götüren görünümeler şu şekildedir: Yeniaydan sonraki dördüncü ve beşinci günlerde, Ay kendini bize parlak boynuzlarla gösterdiği zaman, gölgede kalan bölümü aydınlık bölümlerden ayıran sınır, tam küresel olan bir cisimde olması gerektiği gibi, sürekli bir elips şeklinde uzanmıyor; düzensiz, pürüzlü ve şekilde görüldüğü gibi çok dalgalı bir çizgi izliyor; parlak çıkıntılar diyebileceğimiz birkaç şey aydınlık ve karanlık bölgenin ara sınırından karanlık bölgeye uzanıyor. Öte yandan, bir kısım



gölgeler de ışıklı bölgeye taşıyorlar; hatta, karanlık bölgeden tamamen ayrı duran çok sayıda siyahımsı benek var demek daha doğru olur. O anda Güneş'in ışıyla dolmuş olan bölgeye serpilmişler, sadece büyük ve eski lekelerin bulunduğu kısımda görülüyorlar. Söz ettiğim bu küçük beneklerin, her zaman ve her durumda, ortak bir özelliklerinin olduğunu gördüm: Karanlık taraflar, hep Güneş'in bulunduğu konuma yönelmiş, Güneş'ten uzak olan taraftaki sınırları daha ışıklı, sanki parlayan zirvelerle taçlanmış gibi. Dünya'da da şafak vaktinde benzer bir görünüm vardır; vadilere baktığımızda, henüz ışıyla dolmamışlardır ama çevrelerindeki dağlar, Güneş'e karşı olan taraflarında Güneş'in muhteşem ışınlarıyla ışıga boğulmuştur. Güneş yükseldikçe Dünya'daki çukurlardaki gölgelerin giderek küçülmesi gibi, aydınlık bölge büyüdükçe Ay'daki bu beneklerin de siyahlıkları kayboluyor.

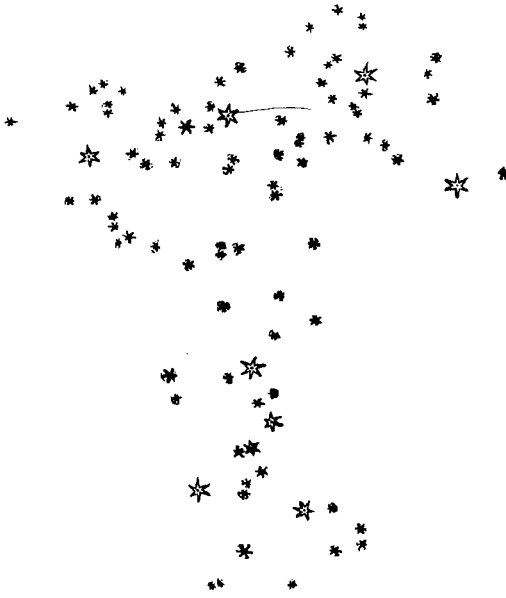
Ayrıca, Ay'daki ışık ve gölge arasındaki sınır sadece düzensiz ve dalgah değil; buna ek olarak –ve bu daha da büyük hayret uyandırıyor– Ay'ın karanlık bölgesinde de birçok ışıklı benek görülüyor. Hepsi de aydınlık bölgeden kopmuş ve ayrılmışlar, ondan ol-



dukça uzaktalar, zamanla parlaklıkları ve boyutları giderek artıyor, bir veya iki saat sonra aydınlık bölgenin gerisiyle birleşiyorlar, bu ara daha da büyüyorlar; ancak bu sürede başkaları, orada burada, birkaç tane, sanki uzuyorlarmış gibi yukarıya doğru fırlıyor ve gölgeli bölgede ışıklanıyorlar, büyüyorlar ve sonunda daha da yayılmış olan aynı ışıklı bölgeyle birleşiyorlar. Bunun bir örneği şekilde verilmiştir. Şimdi, Dünya'da da aynı şey olmuyor mu? Güneş doğmadan önce, düzlükler henüz karanlık iken, en yüksek dağların zirveleri Güneş ışınlarıyla aydınlanmaz mı? Bir süre sonra, ışık daha ötelere yayılırken, dağların daha geniş olan orta bölgeleri aydınlanmaya başlayıp, sonunda, güneş yükseldiğinde, tepelerin ve düzlüklerin ışıklı bölgeleri birleşmez mi? Ancak, Ay'daki bu tür çıkıntıların ve çukurların görkemi hem boyut hem de kapsam bakımından, Dünya yüzeyindeki düzensizlikleri aşmaktadır. [...]

Yıldızlar

Gezegenler ile sabit yıldızlar arasındaki görünüm farkı da dikkate değer gibi görünüyor. Gezegenlerin diskleri sanki pergel-
le çizilmiş gibi tam bir daire şeklinde ve sanki tamamen aydınlık



Avcı'nın kemerindeki ve kılıcındaki yıldızların düzeni.

ve küresel biçimleriyle küçük aylar gibi görünüyorlar; sabit yıldızlar ise doğrudan gözle bakıldığında, dairesel bir sınır ile çevrilmiş gibi değil de sanki her yöne ışık demetleri saçıyorlarmış gibi görünürler; teleskopla bakıldığında ise, doğrudan gözle bakıldıklarındaki gibi görünüyorlar ama çok daha büyük olarak; öyle ki beşinci ya da altıncı kadirde olan bir yıldız bütün sabit yıldızların en büyüğü olan Sirius'a eşit gibi görünüyor.

Ancak beşinci ve altıncı kadir ötesindeki yıldızlara teleskopla baktığınızda gözle doğrudan bakıldığında görülmeyen bir sürü yıldız görürsünüz. Bunlar inanılmaz sayıda, çünkü en az altı farklı büyüklükte yıldız görünüyor. Ben bunların en büyüklerine yedinci kadirde yıldızlar veya görünmeyen yıldızların birinci kadiri diyorum; bunlar teleskopla bakıldığında çıplak gözle görülen ikinci kadirde yıldızlardan daha büyük ve daha parlak. [...]

Jüpiter

Bu çalışmada kanımca, geriye, en önemli olarak değerlendirilmeyi hak eden bir konu kaldı. O da dünyanın başlangıcından

günümüze kadar hiç görülmemiş dört gezegenin keşfedilmesi ve gözlenmesi, onların konumlarını ve son iki ayda gözlemlenen hareketleri ile büyüklüklerindeki değişimleri dünyaya açıklayıp yayımlamamın gerektiği. Bütün gökbilimcileri onları incelemeye, zaman yetersizliğinden bugüne kadar başaramadığım, devir sürelerini hesaplamaya çağırıyorum; ancak böyle bir araştırmayı amaçsızca yapmamaları ve bu anlatımın başında tarif ettiğim gibi çok hassas bir teleskopa gereksinimleri olduğu konusunda onları uyarıyorum.

İçinde bulunduğumuz, 1610 yılının Ocak ayının yedinci gününde, bir sonraki gecenin ilk saatinde, gökyüzündeki takımyıldızlara teleskopumla bakıyordum; görüş alanıma Jüpiter gezegeni geldi ve kendime hazırlamış olduğum çok kusursuz bir alet sayesinde, öbür teleskopumun gücü yetersiz olduğu için daha önce hiç göremediğim bir durumu, yani, o üç küçük yıldız fark ettim; küçük ama çok parlak olan bu yıldızlar gezegenin yakınındaydılar; önce onların bazı sabit yıldızlar olduklarını sandımsa da beni biraz düşündürdüler; çünkü sanki tutuluma paralel düz bir doğru üzerinde sıralanmış gibiydiler ve kendi kadirlerindeki yıldızlardan daha parlakmış ama onlarla aynı büyüklükteymiş gibi görünüyordular. Onların birbirlerine ve Jüpiter'e göre konumları şöyleydi.

Doğu tarafında üç yıldız batıya doğru da tek bir yıldız vardı. Doğuya doğru olanlardan en uzakta olan yıldız ve batıdaki yıldız üçüncü yıldızdan sanki biraz daha büyük gibiydiler. Aralarındaki uzaklık ve Jüpiter'e olan uzaklıklara pek dikkat etmedim çünkü, daha önce söz ettiğim gibi, onların sabit yıldız olduğunu sanıyordum, ancak bir rastlantı sonucu, 8 Ocak'ta da gökyüzünün aynı bölgesine baktığımda çok farklı bir durumla karşılaştım; çünkü Jüpiter'in sağında üç küçük yıldız vardı ve resimlerde de görüldüğü gibi, bir gece öncesine göre birbirlerine daha yakındılar ve birbirlerinden eşit uzaklıktaydılar. Bu noktada, yıldızların birbirlerine yakınlaşmasını henüz düşünmediğim halde, şaşkınlığım heyecana dönüşmeye başladı; Jüpiter bir gün evvel,

Observations January
1910

2. P. Jüp.	0 * *
30. mart	* * 0 *
2. apr.	0 * * *
3. mart	0 * *
3. H. 5.	* 0 *
4. mart	* 0 * *
6. mart	* * 0 *
8. mart H. 13.	* * * 0
10. mart	* * * 0 *
11.	* * 0 *
12. H. 4. 1/2	* 0 *
13. mart	* * 0 *
14. mart	* * * 0 *

sözü edilen sabit yıldızların ikisinin batısındaiken, ertesi gün nasıl hepsinin doğusunda olabiliyordu; daha sonra da, gezegenin gökbilimcilerin hesaplamalarından farklı hareket ediyor olmasından ve kendisinin gerçek hareketleriyle o yıldızları geçmiş olabileceğinden kuşkulandım. Bu nedenle, ertesi geceyi ipe çekerek bekledim; ancak umudum boş çıktı, çünkü gökyüzü her yönde, bulutlarla kaphydı.

10 Ocak'ta yıldızların Jüpiter'e göre konumları şöyleydi: Yalnız iki yıldız vardı ve ikisi de Jüpiter'in doğusundaıdı; üçüncüsünün gezegence gizlenmiş olduğunu düşündüm. Yıldızlar tıpkı daha önceki gibi, Burçlar Kuşağı boyunca ve Jüpiter'le aynı doğru üzerinde yer almışlardı.

Bu olguları gördükten sonra bunlara yol açan konum değişikliklerinin Jüpiter'den ileri gelmediğini artık biliyordum ve görmüş olduğum yıldızlar daha önce gördüklerimin aynııdı; Burçlar Kuşağı boyunca önde veya arkada, büyük bir uzaklıkta, başka hiçbir yıldız yoktu; sonunda kuşkuım şaşkınlığa dönüştü, görmüş olduğum konum değişikliği Jüpiter'e değil, dikkatimi çekmiş olan

yıldızlara aitti; bu nedenle de bundan böyle onların daha dikkatli ve daha hassas biçimde gözlemlenmesi gerektiğini düşündüm.

Bunun üzerine 11 Ocak'ta şu şekilde bir düzenleniş gördüm: Jüpiter'in doğusunda yalnızca iki yıldız vardı; daha yakın olanın Jüpiter'den uzaklığı daha doğudaki yıldızın uzaklığının üç katıydı; en doğudaki yıldız ise diğerinin neredeyse iki katı büyüklüğündeydi; halbuki bir gece evvel aynı büyüklükte görünmüşlerdi. Bu nedenle hiç tereddüt etmeden onların gökyüzünde Jüpiter'in etrafında hareket eden üç yıldız olduğu sonucuna vardım; tıpkı Venüs ile Merkür'ün Güneş'in etrafında hareket ettiği gibi. Bu, çok daha sonra, bir çok başka gözlemlerle de gün ışığı kadar açık şekilde kanıtlanmıştır. Bu gözlemler, ayrıca, Jüpiter etrafında dönme hareketleri yapan sadece üç değil, dört hareketli gök cismi olduğunu da ortaya koymuştur.



LEONARDO DA VINCI

Dağlardaki Deniz Kabukları

Not Defterleri'nden (yak. 1480, 1506-1509, yak. 1515)

Leonardo da Vinci (1452-1519) ressamlığının, heykelticiliğinin, mimarlığının ve mühendisliğinin yanı sıra, yaptığı bilimsel araştırmaları da bir dizi not defterine düzenli olarak kaydetmiştir. Bir keresinde, Milano'da çalışırken, köylüler ona Parma ve Piacenza dağlarında buldukları bir torba deniz canlısı kabuğu ve mercan getirdiler. Leonardo onların anlamı üzerinde 25 yıl boyunca kafa yordu. Not defterleri onun gidip oraları gördüğünü açıkça ortaya koyuyor. Dahası, çağının birçok düşünüründen farklı olarak, Leonardo'nun onların "doğanın bir oyunu", hayvan kalıntılarına benzeyen taşlar değil, deniz yaratıklarının kalıntıları olduğundan hiç kuşku duymadığı anlaşılıyor. Leonardo deniz kabuklarının o dağlara nasıl geldiklerini öğrenmek istedi. Bir yanıt da buldu: O bölge bir zamanlar denizin kenarındaydı. Bu soruyu kafasında evirip çevirdi; sonunda, sadece fosilleri oraya Nuh'un tufanının getirip getirmediğini değil, gerçekten bir tufanın olup olmadığını sorgulamaya başladı.

Leonardo'nun bunlara kafa yorması, bilimsel olmayan bir çağda çabalayan incelikli bir bilimsel düşgücünü ortaya koyuyor. Gördüğü yaratıkların soyları tükenmiş mi, yoksa varlıkları hâlâ süregelen türler mi olduğunu Leonardo'ya söyleyecek bir deniz canlıları kataloğu henüz yoktu. Gördüklerini anlamasına yardımcı olacak eski çağ denizlerinin haritaları da yoktu. Bu nedenle Leonardo gözlemlerini kanıta dönüştürme olanağı bulamadı. Onun not defterleri gösteriyor ki, bilimsel düşgücü her çağda ortaya çıkabilen bir insan özelliğidir; ancak benzer düşüncedeki kişilerin örgütlenmiş işbirliği olmadan bilim ilerleme gösteremez.

Leonardo'nun not defterleri düzgün bir sırayla değil, karman çorman yazılmıştır. Buradaki düzenleme, Leonardo uzmanı Carlo Pedretti'nin önerdiği çok genel bir tarih sıralamasından yararlanılarak yapılmıştır.

[Yaklaşık 1480 yılı notlarından]

İki sıra kabuğa baktığımızda, kızgın bir dünyanın denizin dibine battığını ve böylece ilk katmanın oluştuğunu; sonradan tufanın da ikinci katmanı oluşturduğunu söylemek zorundayız.

[1506-1509 yılları notlarından]

Bu çalışmada, ilk önce, kabukların bin braccia¹ yükseklikteki bir yere tufan tarafından taşınmadığını kanıtlamanız gerekiyor. Çünkü kabukların hepsi aynı yükseklikte bulunuyor ve dağların çoğu bu düzeyin üzerinde. Sonra, tufanın yağmurlardan mı yoksa denizin kabarması sonucu mu olduğunu araştırmanız; daha sonra da, nehirlerin taşmasına neden olan yağmurların ya da kabaran denizin, –ağır nesneler olan– bu kabukları dağların yüksekliklerine nasıl taşıdıklarını, denizde nasıl batmadıklarını ve nehirlerin akış yönüne ters olarak taşındıklarını açıklamamız gerekiyor. [...]

Bazı tortularda, daha kurumadan önce üstlerinde sürünen solucan izlerinin kalıntıları hâlâ duruyor. Bütün deniz çamurlarının içinde hâlâ kabuklar var. Bu kabuklar çamurla birlikte taşlaşmışlar. Bu hayvanların denizden bu kadar uzaklara tufan tarafından getirildiğinde ısrar edenlerin saçmalığı ve aptallığı ortada. Birtakım cahiller de Doğa ya da Tanrı'nın onları kutsal etkilerle burada yarattığını söylüyor; sanki bu bölgelerde, gelişmeleri uzun zaman alan balıkların da kemiklerini görmüyoruz; sanki, tıpkı boğaların ve öküzlerin yaşlarını boynuzlarından ve hiçbir yanı kesilmemiş bitkilerin yaşlarını dallarından anladığımız gibi, istiridyelerin ve salyangozların kabuklarından yaşlarını yıl ve ay olarak sayamıyoruz. Bu işaretlerle yaşamlarının süresini saptadıktan sonra, açıkça görülen ve kabul edilmesi gereken odur ki hayvanlar yiyecek bulmak için hareket edemediklerinde ölürler; biz de o hayvanlarda, içinde kaldıkları toprağı ya da taşları delegecek hiçbir alet görmüyoruz. Büyük bir salyangoz kabuğu içinde birçok başka

1. Yaklaşık 60 cm'ye karşılık gelen bir uzunluk ölçüsü birimi.

türden kabuk parçalarını nasıl bulabilirdik; eğer onlar öldükten sonra içlerine girip denizin dalgalarıyla, tıpkı öteki hafif nesneler gibi, karaya sürüklenmeselerdi? Kat kat taşlar arasında neden bu kadar çok bütün ve kırık deniz kabuğu buluyoruz; eğer bunlar daha önce kıyıda, denizin getirip attığı bir kat toprakla kaplanıp sonra da taşlaşmasalardı? Eğer daha önce sözü geçen tufan onları denizin bu bölgesine sürüklemiş olsaydı, bu kabukları birçok birikintinin arasındaki sınırda değil tek bir birikintinin sınırında bulurdunuz. Komşu nehirlerin kıyılardan koparıp sürüklediği kum ve çamurların denizde biriktiği kış mevsimlerini de hesaba katmalısınız; ve eğer bu arazi yarıklarını ve aralarındaki kabukları birden çok tufanın oluşturduğunu söylüyorsanız, o zaman da her yıl bir tufan olduğunu kabul etmeniz gerekir. Parçalanmış kabuklara dönersek, bütün kabukların fırlatıldığı, kırıldığı, ikiye bölündüğü, ama asla bütün olmadığı bir deniz kıyısının var olması gerekirdi; çünkü onlar denizdeyken canlıdırlar, birbirine kapak görevi yapan çift-kabukları vardır; nehir birikintilerinde, deniz kıyılarında ise kırık parçalar halinde bulunurlar. Ama bağımsız kaya katmanlarında ayrılmış halde de çift olarak da bulunuyorlar; tıpkı denizin onları bıraktığı şekilde, çamura canlı olarak gömülmüş, zamanla kurumuş ve taşlaşmış olarak. [...]

Nasil oluyor da, deniz kıyılarındaki dağların yüksek zirvelerinde, tıpkı sığ denizlerdeki gibi büyük balıkların kemikleri, istiridye, mercan ve çeşitli başka kabuklar ve deniz salyangozları bulunuyor?

Şimdi de kabukların tuzlu sudan başka yerde ortaya çıkamayacaklarını kanıtlamanız gerekir; hemen hepsi de bu türden kabuk sonra, Lombardiya'daki kabuklar dört farklı düzeyde yani her yerde değişik zamanlarda oluşmuşlar. Hepsi de denize doğru açılan vadilerde bulunuyor. [...]

Eğer, günümüzde İtalya'da denizden bu kadar uzakta ve bu yüksekliklerde bulunan kabukların oraya tufan tarafından bırakıldığını söylerseniz, ben de derim ki, bu tufanın en yüksek dağın

zirvesinden yedi arış yukarıya yükseldiğine inanıyorsanız –onu ölçen de böyle yazmış– hep kıyıya yakın bölgede yaşayan bu kabuklular dağın eteğinden azıcık yukarıda değil de dağlarda bulunmalıydı; aynı yükseklikte değil, üst üste katmanlarda da değil. Eğer bu kabukluların denizin sınırında kalmayı sevdiklerini, deniz yükseldikçe kabukluların ilk yuvalarını bırakıp sularla birlikte en yukarılara çıktıklarını söylerseniz, ben de size derim ki, midye, istiridye gibi canlılar su dışındaki salyangozlardan daha hızlı hareket eden hayvanlar değildir; hatta, yüzemedikleri için daha da yavaştlarlar; yüzmek yerine kumda bir yarık açıp yarığın iki yanına yaslanarak günde üç veya dört braccia yol alırlar; bu nedenle de, bu kadar yavaş hareket eden bu yaratıklar Adriyatik Denizinden Lombardiya’daki Monferrato’ya, 400 kilometrelik bir uzaklığa, 40 günde –zamanı ölçen her kimse bunu o söylemiş– gidemez. Onları oraya dalgaların taşıdığını söylerseniz, onlar, ağırlıkları nedeniyle, yalnız deniz dibinde hareket edebilirler. Bunu kabul etmezseniz, hiç olmazsa onların, en yüksek dağların zirvelerinde, dağlarla çevrili Lario, il Maggiore, Como, Fiesole, Perugia göllerinde ve onlar gibi başka göllerde kalmak zorunda olduklarını itiraf ediniz.

Eğer kabuklular, ölü ve boş olduklarından, dalgalarla taşındılar dersiniz, ben de size ölülerin gittiği yerin yaşayanlardan çok uzak olmadığını söylerim. Çünkü bu dağlarda canlı olanlar da bulunmuş; canlı oldukları ayrılmamış kabuklarından anlaşılıyor. İçinde hiç ölü bulunmayan bir katmandalar. Biraz daha yukarıdalar, dalgalarla sürüklenmişler. Bütün ölü olanlar, kabukları ayrılmış olarak, nehirlerin denize büyük yükseklikten döküldüğü yerdeler. Örneğin, Monte Lupo yakınlarında Gonfolina’dan dökülen Arno nehrinin sürükleyip tepelediği çakıllar hâlâ görülüyor; çeşitli bölgelere ait, çeşitli yapıda renkte ve sertlikte taşlar tek bir yığın oluşturmuş. Bu kumtaşı tepesinin biraz ötesinde, nehri Castel Fiorentino’ya doğru döndüğü yerde bir tufan oluşmuş. Daha ötede, içinde kabukluların yaşadığı çamurlar birikmiş. Bu çamurlar, çok mil taşıyan Arno’nun denize döküldüğü yerin dü-

zeyine göre, kat kat yükselmiş. Denizin tabanı zaman zaman yükselmiş ve bu kabukları katmanlar halinde geride bırakmış. Bu hal Arno'nun açtığı ve aşındırdığı Colle Gonzoli yarığında görülebilir. Sözü edilen kabuk katmanları bu yarıktaki, mavimsi renkteki kil içinde açıkça görülmekte. Ayrıca çeşitli deniz cisimleri de var. Eğer yarımküremizdeki karalar eski durumundan bu kadar yukarıya gerçekten yükselmişse, bunun nedeni, onun Cebelitarık ile Ceuta arasındaki yarıktan kaybettiği sularla hafiflemiş olması olsa gerek. Kaybolan suyun ağırlığı ne kadarsa o ölçüde yükselmiştir; çünkü bu şekilde yitirilen suların ağırlığı öbür yarımküredeki karaların ağırlığına eklenmiş olmalıdır. Ayrıca kabuklar çamurlu sel sularıyla sürüklenmiş olsalardı, günümüzde gördüğümüz gibi düzgün basamaklar ve hatlar halinde olmaz, çamurun içinde karışmış ve birbirinden ayrılmış durumda olurlardı.

Kabukluların uzun süreden beri var olduklarını, o bölgenin böyle canlıların üreme yerini etkileme gücü olan bölgesel koşullar ve mevsimler sayesinde, denizden uzaklarda yaşama geçtiğini söyleyenlere gelince; onlar şöyle yanıtlanabilir: Öyle bir etki hayvanların, aynı türden ve aynı yaşta olanlar dışında, hepsini aynı düzeye getirmez. Yaşlılarla gençleri, operculumu² olanlarla olmayanları, parçalanmış olanlarla bütün olanları, açık kalmış ve bütün halindeki kabukları içinde deniz kumu olanlarla irili ufaklı başka kabuk parçaları bulunanları, ağacın içine yerleşip ağacı kemiren sürüngenlerde olduğu gibi üzerlerine konup birlikte hareket eden ve hareket izleri hâlâ duran başka kabukluları aynı düzeye getirmez. Eğer kıyıya atılmamış olsalardı aralarında, kimilerinin ok kimilerinin de yılanların dili dediği balık dişleri ve kemikleri de bulunmazdı; üstelik bu kadar çeşitli hayvan parçaları bir arada olmazdı. Onları buralara tufan getirmiş olamazdı; çünkü sudan ağır olan şeyler suda yüzmeyiz. Ancak bu şeyler oralara su tarafından taşınmadılarsa bu kadar yüksekte olamazlardı; ağırlıkları nedeniyle de bu olanaksızdı. Vadilerin tuzlu deniz suyuyla

2. Operculum: Balık solungaçlarında ve mantarlarda bulunan kesikler.

doldurulmuş olmadığı yerlerde hiç kabuk görülüyor; bu Gonfolina üstündeki büyük Arno vadisinde açıkça görülmekte. Arno vadisi üstündeki, daha önce Monte Albano ile birleşik olan, Gonfolino kayası çok yüksek bir bent şeklinde nehri engellemiş. Öyle ki, nehir hemen ayağının altında olan denize kavuşmadan önce iki büyük göl oluşturmuş. Bunlardan biri şimdi Prato ve Pistoia ile Floransa kentlerinin kurulduğu yerdeydi. Monte Albano ise şimdi Serravalle'nin bulunduğu yere kadar nehir yatağını izledi. Val d'Arno'dan yukarı doğru Arezzo'ya kadar bir başka göl oluştu. Bu göl sularını bir önceki göle akıttı. Şimdi Girone'nin görüldüğü noktaya kadar kapalıydı ve yukarıdaki bütün o vadiyi 65 kilometre boyunca doldurdu. [...]

Nehirlerin denize aktığı yerlerde çok miktarda kabuk görülür; çünkü böyle kıyılarda sular tatlı suyla karıştıklarından çok tuzlu değillerdir. Bunun bir kanıtı, eskiden Appeninler'in nehirlerini Adriyatik Denizine döktüğü yerlerde görülebilir; çünkü oralarda dağların arasındaki birçok yerde, mavimsi balçıkla birlikte büyük miktarda kabuk bulunabilir ve o bölgelerdeki taş ocaklarından çıkarılan kayalar kabuklarla doludur. Aynı şey Arno nehrinin Gonfolina kayasından, çok da aşağıda olmayan denize döktüğünde de gözlemlenebilir; çünkü, o zamanlar San Miniato al Tedesco'nun zirvesinden daha yüksekti ve onun en yüksek zirvesinden yamaçları kabuklar ve istiridyelerle dolu olan sahiller görülebilir. Kabuklar Val di Nievole'ye kadar uzanmıyordu; çünkü Arno'nun tatlı suları o kadar uzağa gitmiyordu. [...]

Eğer tufan kabukları denizden üç yüz, dört yüz mil uzağa taşısaydı onları çeşitli başka doğal şeylerle karışmış olarak taşırdı. Ve de biz bu uzaklıklarda istiridyeleri ve deniz salyangozlarını, mürekkep balıklarını, birlikte yaşayan bütün kabukluları hepsi bir arada ve ölü olarak buluyoruz; deniz kıyılarında her gün gördüğümüz gibi tek tek kabuklar ise birbirlerinden çok uzak halde bulunuyor. Eğer çok büyük kabuklu istiridyeleri bir arada buluyorsak, pek çoğunun kabukları ayrılmamış durumda ise, bu, onların oralara deniz tarafından taşındığını, Cebelitarık Boğazının

yeni açıldığı sıralarda hâlâ canlı olduklarını gösterir. Parma ve Piacenza dağlarında deliklerle dolu ve hâlâ kayalara yapışık durumda olan birçok kabuk ve mercan görülebilir. Milano için büyük at heykelini yaparken bazı köylüler atölyeme içi dolu bir çuval getirdiler. Bunlar orada bulunmuştu ve birçoğu ilk tazeliklerini koruyordu. [...]

Eğer bu kabukların o yerlerin doğası ve ilâhî güçlerin olası etkileriyle yaratılmış ve hâlâ sürekli olarak yaratılmakta olduğunu söylüyorsanız, böyle bir düşüncenin biraz mantık sahibi bir beyinde yeri olamaz. Çünkü geliştikleri yılların sayısı kabuklarında yazılıdır ve büyükler ile yavrular bir arada görülmektedir. Ancak onlar yiyecek olmadan büyüyemezlerdi; hareket olmadan da beslenemezlerdi –halbuki burada hareket etmeleri olanaksızdı.

[1515 sıraları notlarından]

Burada bir kuşku baş gösteriyor; o da şu: Nuh zamanındaki tufan evrensel miydi, değil miydi? Şimdi verilecek nedenlerden dolayı değilmiş gibi görünüyor: Kutsal Kitapta yazıldığına göre bu tufan 40 gün ve 40 gece sürekli yağın evrensel bir yağmurdu ve bu yağmurun suyu dünyadaki en yüksek dağın on arış yukarısına ulaşmıştı. Bu yağmur evrensel olsaydı küre biçimindeki dünyamızı kaplardı. Bu küresel yüzey, her yerde merkezden eşit uzaklıktadır. Buna göre, bu su küresinin suları hep aynı koşullar altında olduğundan suların hareket etmesi olanaksız olur. Çünkü su, eğer aşağı doğru akıyorsa kendi kendine hareket etmez. O halde, böyle bir tufanın suları nasıl yer değiştirir; hareket etmediği kanıtlanmışsa ve yer değiştirdiyse yukarıya doğru gitmek dışında nasıl hareket edebilir? Öyleyse, burada doğal gerekçelerde bir eksiklik var. Demek ki, bu kuşkuyu gidermek için ya bir mucizenin yardımına sığınmak ya da bütün bu suyun güneş ısısı ile buharlaştığını söylemek gerekiyor. [...]

Gösterebilir bakalım, Monte Mario'daki kabuklar neredeymiş.

CHARLES DARWIN

Galapagos Kuşları

H. M. S. Beagle Yolculuğu'ndan (1839)

Charles Darwin (1809-1882) türlerin kökenini açıklayan yayınından önce de ünlüydü. Yirmi yıl öncesinde onun *H.M.S. Beagle'in Gittiği Çeşitli Ülkelerin Jeolojisi ve Doğal Tarihi Üzerine Araştırmaların Günlüğü* [Journal of Research in to the Geology and Natural History of the Various Countries Visited by H. M. S. Beagle] en çok satan kitap olmuştu. Darwin bu yolculuğa biraz da Herman Melville'in Ishmael'ininkine benzer bir havayla çıkmıştı: Gençti, beklentileri belirsizdi; serüven fırsatı, eğitimini (o dönemde biyolojiden çok jeolojidi) kullanma fırsatı bir kurtuluş yolu olarak görünmüştü. *Beagle*, Tierra del Fuego ve Galapagos Adaları gibi çoğu Avrupahnın hiç işitmemiş olduğu yerlere gitti. Darwin o bölgeleri betimlerken, 1840 yılında, onu okuyanlar o araştırmaların yüzyılın en büyük bilimsel düşüncesine yol açacağını bilmiyorlardı; ancak keskin bir gözlemcinin önemli sorular sorduğunu elbette anlamışlardı. Galapagos bölümünde, Darwin türlerin Amerika'dakilerle ilişkili olduğunu, ama yine de farklılıklar gösterdiğini görmüştü. Bu olgunun "gizemlerin gizemi" gibi bir şey olduğunu hissetti. Dönemin doğa bilimcileri türlerin zamanla değiştiğini biliyorlardı; çünkü yeterince fosil sınıflandırılmış, bütün jeolojik değişiklikler haritalanmış bulunuyordu. "Eski" türlerin öldüğünü anlamışlardı. Ancak yeni türler nereden geliyordu? Tam olarak, Kutsal Kitabın Yaratılış Bölümünde anlatıldığı gibi olamazdı. Aşikâr bir yanıt belki de türlerin kendilerinin zamanla değişmiş olmalarıydı. Bu fikri Darwin'in büyükbabası ileri sürmüştü; ancak hiç kimse böyle bir değişim için doğal bir neden bulamamıştı. Darwin, farkında olmadan, bilimsel gelişme için ilk adımı atmaya zorlanmıştı. Bu adım dikkatli gözlemler yapmaktı.

[Galapagos] Adalarının doğal tarihi çok acayip ve dikkate değer. Organik varlıkların çoğu, oraların başka hiçbir yerde bu-

lunmayan yerli yaratıları. Değişik adalarda bulunanlar arasında bile farklılıklar var. Yine de, arada 500 ya da 600 millik bir okyanusla ayrıldıkları halde, hepsinin de Amerika'dakilerle belirgin bir akrabalığı var. Bu adalar grubu kendi başına küçük bir dünya; daha doğrusu, Amerika'ya bağlı bir uydu. Oradan birkaç başıboş göçebe gelmiş ve kendine özgü genel özellikleri oluşturmuş. Bu adaların küçük boyutları göz önüne alındığında, bu kadar dar bölgelerde bulunan yerli canlıların çeşitliliğine daha da şaşıyoruz. Üzerlerinde birer krater taşıyan tepelerine, birçok lav derelerinin hâlâ belirgin olan izlerine bakınca, jeolojik anlamda kısa bir süre önce, burada vaktiyle kesintisiz bir okyanusun bulunduğunu anlıyoruz. Böylece, biz hem zaman hem mekân açısından, o büyük olguya –gizemlerin gizemine– yeni varlıkların yeryüzünde ilk kez ortaya çıkışlarına epeyce yaklaşmış gibi oluyoruz. [...]

Karada yaşayan kuşlardan, hepsi de bu adalara özgü olan ve bir tanesi dışında başka hiçbir yerde bulunmayan yirmi altı tür elde ettim. O bir tanesi de, 54° kuzeye kadar uzanan Kuzey Amerika anakarasında genellikle bataklıklarda görülen, tarla kuşuna benzeyen, bir ispinoz (*Dolichonyx oryzivorus*) idi. Öteki yirmi beş türe gelince: İlki, şahin ailesinden ve tuhaf bir biçimi olan tembel şahin ile leşle beslenen Amerikan poliborileri arasında bir kuş; her davranışı, hatta sesinin tonu bu ikinci gruba (poliborilere) çok benziyor. İkinci olarak, iki çeşit baykuş var; bunlar Avrupa'nın kısa kulaklı ve beyaz peçeli-baykuşlarının temsilcileri. Üçüncü olarak bir çalikuşu, üç zalim sinekkapan (ikisi *Pyrocephalus* türü, biri ya da her ikisi bazı kuşbilimciler tarafından türlerinin yegâne çeşidi olarak sınıflandırılabilir) ve bir kumru. Bunların hepsi Amerikalı türlerine benziyor; ancak onlardan farklılar. Dördüncü olarak bir kırlangıç. Daha donuk renkli, daha küçük ve daha narin olması dışında Kuzey ve Güney Amerika'daki Progne purpurealardan farklı değiller; ama Mr. Gould³ kesinlik-

3. John Gould (1804-1881): İngiliz kuşbilimcisi. Kuşların yaşamları hakkındaki ünlü çizimleri on dokuzuncu yüzyılda çok popülerdi. Saptadığı türlerin çoğu biyologlar tarafından hâlâ kabul görmektedir.



1. *Geospiza magnirostris*.
3. *Geospiza parvula*.

2. *Geospiza fortis*.
4. *Certhidea olivacea*.

Galapagos Archipelago'dan ispinozlar

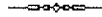
le farklı olduklarını düşünüyor. Beşinci olarak, Amerika'da yaygın bir kuş olan alaycı ardıç kuşlarının üç türü. Bunların dışındaki kara kuşları çok değişik bir grup ispinozdan oluşuyor. Bunlar gaga yapıları, kısa kuyrukları, vücut biçimleri, tüyleri ile birbirlerinin akrabaları. On üç türleri var; Mr. Gould onları dört alt gruba ayırıyor. Bütün bu türler ve bütün grup bu takımadalara özgü. Sadece, Aşağı Archipelago'daki Bow adasından getirilmiş olan *Cactornis* (bir tür ispinoz) öyle değil. *Cactornis*lerin iki türünün büyük kaktüs ağaçlarının çiçeklerine tırmadıkları sık sık görülüyor. Ancak bu grup ispinozların diğer bütün türleri sürüler halinde daha aşağı bölgelerin kuru ve verimsiz toprağında besleniyorlar. Hepsinin, ya da çoğunun, erkek olanları kapkara renkte; dişileri (belki bir iki istisna ile) kahverengi. En çarpıcı olan olay ise, değişik *Geospiza* türlerinin gaga büyüklüklerindeki mükemmel sıralama: Bir irigaga-ispinozunkine kadar büyük bir gagadan başlayıp bir saman-ispinozunkine ve hatta (eğer Mr. Gould kendi alt grubu *Certhidea*'yı ana gruba sokmakta haklı ise) bir sinekkuşunun gagasına kadar küçülüyor. Bu *Geospiza* cinsinin en büyük gagası Şekilde 1 numara ile, en küçüğü ise 3 numara ile gösterilmiştir. Ancak gaga büyüklüğü -no. 2'de gösterildiği gibi- bu ikisi arasında olan tek bir tür olması beklenirken, gaga

büyüklikleri belli belirsiz farklar gösteren en az altı türün daha yer aldığı görülüyor. Alt grup *Certhidea*'nın gagası no. 4'te gösterilmiştir. *Cactornis*'in gagası biraz sığırcık kuşununkini andırıyor; dördüncü alt grup olan *Camarhynchus*'unki ise hafifçe papağan biçimli. Yakından akraba olan bir küçük kuş grubundaki bu büyüklük sıralamasına ve yapı farklılığına bakarak, önceleri, bu adalarda çok az olan bu kuşlardan bir türün seçilip farklı amaçlar için değişikliğe uğradığı gerçekten düşünülebilir. Aynı şekilde, başlangıçta tembel şahin olan bir kuşun Amerika anakarasındaki leş yiyen *Polibori*'nin görevini üstlenmek için burayı seçmiş olduğu da düşünülebilir.

Bataklık ve su kuşlarına gelince, onlardan sadece on bir çeşit bulabildim. Bunlardan yalnız üçü (bir tanesi adanın nemli tepelerine özgü bir su tavuğu) yeni türlerdir. Martıların yer değiştirme alışkanlıklarını anımsadığımda, bu adalarda yaşayan türlerin bu adalara özgü olduğunu, ama Güney Amerika'nın güney bölgelerindeki bir türle akraba olduklarını görerek çok şaşırdım. Kara kuşlarının bataklık kuşlarıyla perde ayaklılara kıyasla çok daha bölgeye özgü olmaları, yani yirmi altısından yirmi beşinin yeni türler olması, bataklık kuşlarıyla perde ayaklıların dünyanın her yerinde daha geniş yayılma alanına sahip olmasıyla tutarlı bir durum. İster denizde ister tatlı suda yaşasınlar, su canlılarına ilişkin bu yasayı bundan böyle hep göreceğiz. Bu canlılar yeryüzünün herhangi bir noktasında, aynı sınıftan kara canlılarına nazaran, daha az kendi bölgelerine özgüler. Bu hal, bu takımadalardaki kabuklularda çarpıcı biçimde; daha zayıf olarak da böceklerde göze çarpmaktadır.

Bataklık kuşlarının iki türü başka yerlerden gelen aynı türlerden daha küçük gibiler. Kırlangıç da, daha küçük ama benzerlerinden farklı olup olmadığı kuşkulu. İki baykuş, iki zalimsinek-kapan (*Pyrocephalus*) ve kumru da neredeyse yakın akraba oldukları ama kesinlikle farklı türden olan benzerlerinden daha küçükler. Öte yandan, martı kuşu biraz daha büyük, iki baykuş, kırlangıç, alaycı ardıç kuşlarının üç türü, bütün tüyleriyle olmasa

da farklı rengiyle kumru, Totanus ve martı da, aynı şekilde, benzerleri olan türlerden daha koyu renkliler. Alaycı ardıç kuşu ve Totanus ise cinslerinin bütün diğer türlerinden daha koyu renkliler. Sarı renkte güzel bir göğsü olan bir çalıkuşu ile göğsü ve sorgucu kırmızı renkte olan bir zalimsinekkapan dışında, kuşların hiçbirisi ekvator bölgesinden olanlarda beklendiği gibi canlı renkli değiller. Demek oluyor ki, bazı türlerin göçmenlerini küçülten aynı nedenlerin, bu Galapagos türlerinin çoğunu genellikle hem daha küçük hem de daha koyu renkli kılması olasılığı var. Bütün bitkiler berbat yabani ot görünümünde; tek bir güzel çiçek görmedim. Böcekler de daha küçük ve donuk renkli. Mr. Waterhouse'ın söylediğine göre, genel görünümlerindeki hiçbir şey onların ekvatorun güneyinden gelebileceğini akla getirmiyor. Kuşlar, bitkiler ve böcekler çöl özelliklerini taşıyor. Güncy Patagonya'da olanlardan daha parlak renkli de değiller. Bu nedenle, iki dönence arasındaki canlıların alışılmış gösterişli renklerinin bu bölgelerin sıcaklığı veya ışııyla ilgili olmadığı, başka bir nedene, belki de yaşama koşullarının daha olumlu olmasına bağlı olabileceği sonucuna vardık.



GEORGE B. SCHALLER

Çiftleşme Mevsimleri

Sessizlik Taşları'ndan (1980)

George Schaller (1933-) doğalcı geleneği izleyen bir biyologdur. Seyahat eder, gözlem yapar ve gördüklerini yazar. Ekvator ormanlarına gidip gorilleri gözleyerek yıllar geçirdi. Afrika'da Serengeti düzlüklerinde aslanları gözledi. Ekosistemi gözlemek için Güney Amerika'ya, sonra da Asya'ya gitti. Onun tutkusu bakmak ve gördüklerini aktarmaktı. Biyokimyasal maddelerin laboratuvar analizleri ve fosiller için yapılan paleontolojik kazılarla kıyaslandığında, Schaller türü araştırmalar romantik ve eski moda gibi görünür. Öyle de olsa, bu tür çalışmalar vahşi doğadaki hayvanlar konusundaki bilgimizi değiştirmiştir. Schaller gorilleri gözlemeye ilk gittiğinde özgür hayvanların kendi başlarına neler yaptıkları konusunda çok az şey biliyorduk. Bugün bu bilgisizliğin yerini bir bilgi yığını almıştır.

Schaller'in yolculukları çoğu kez iki ayrı kitapla sonuçlanır. Birincisi teknik bir kitap, bulgularını takdim eden akademik bir düzyazıdır. İkincisi ise, yine gördüklerini anlatan daha kolay okunabilir türden bir kitaptır; ancak bunda, kendi gördüklerini okurun görmesini ve hissetmesini sağlar. Buradaki makale Himalayalardaki yabani keçilerin çiftleşme mevsimini anlatıyor. Schaller sizi oralara götürüyor.

Yüz milyon yıldan uzun bir süre önce, alt kretase döneminde, şimdi Himalaya bölgesi olan topraklar, Avrasya'yı güneş anakarası Gondwanaland'dan ayıran Tethys Denizi'yle kaplıydı. [...] Koyun ve keçilerin ait olduğu alt sınıf *Caprinae* ise dağların oluştuğu ve Tethys Denizi'nin son sığınağına çekildiği Miyosen bölümünde ortaya çıktı; günümüzdeki koyunlar ve keçiler, dünyanın bir kez daha bükülüp iklimlerin serinlediği Pliosen bölümü sonlarıyla Pleyistosen bölümünde görülmeye başladılar. Koyun ve keçiler Avrasya'nın çok yerinde bir arada yerleştiler. Genellikle çöl-

leri, buzların yeni çekildiği ve bitki örtüsünün seyrek olduğu basit yerleşim bölgelerini işgal ettiler. [...] Keçiler –bölgelere göre yaban keçisi, markhor, ibex türleri– sarp kayalıkları ve çevresini tercih ederler; koyunlar ise kayaların üstündeki düzlükleri ve eteklerindeki dalgalı araziye yeğlerler. [...]

İlk bakışta koyunlar keçiler birbirine pek benzemezmiş gibi görünürler. Ancak kemiklerine bakarak hangisi olduklarını anlamak çok zordur. Bu hayvanlar genetik olarak da bazen sağlıklı melezer üretebilecek kadar benzerdirler.

Avrasyalı koyun ve keçilerin çevre ilişkileri ve davranışlarındaki benzerlikler ve farklılıklar birkaç yıldır merakımı çekiyordu. Örneğin, kayalıklardaki yaşam keçi toplumunu nasıl etkiliyordu ve koyunlarınkinden ne yönden farklıydı. Bunları anlamak için ilk adım olarak yaban keçilerini incelemek üzere Karchat Tepeleri'ne çıktım. Karchat Tepeleri Kirthar Sıradağlarının güney ucunda, İndüs Ovasının batı sınırında, yaklaşık on üç mil uzunluğunda ve dört mil genişliğinde, vadiler arasında küçük bir kümedir. [...] Siyah kılı, zayıf, kemikli keçi sürüleri arazide koşuşturup duruyorlar; arkalarında sadece tatsız bitkileri ve dikenleri bırakıyorlar. İnsanlar bu toprakları binlerce yıldır kötü kullanmamış olsalardı, arabam şimdi akasyaların geniş şemsiyeli gölgesinde yabani eşeklerin durduğu; altın sarısı otlar arasında her şeyden habersiz otlayan Hint gazelini izleyen çitaların gezindiği ormanlık bir bölgeden geçiyor olurdu. Belki de aslanlar, geceki avlanmalarının arkasından, nehrin aşağısında dinleniyor olurlardı. Şimdi ormanlar yok olmuş; sağanak yağmurlar sonrası dışında, nehirler kurumuş; aslanlar, çitalar ve eşekler ölmüş. Yalnız birkaç gazel kalmış. Güneşten akkor hale gelmiş kırmızı toz bulutunu izleyerek arabayı uzaktaki tepelere doğru sürerken toprağın bu ıssız görünümüne şaşmamak gerek. [...]

Sabahın kırmızı ışıkları beni düzlükte, yaban keçileri için gözlerimle etrafı tararken buluyor. Gökyüzü kumlarla sapsarı olmuş; birden çıkan sert rüzgâr bedenimi dövüyor. Sonunda, uzakta beyaz bir noktanın kayadan yukarıya doğru hareket ettiğini

görüyorum. Daha sonra, düzinelerle yaban keçisi –gümüş grisi iri erkek keçiler, gri-kahverengi dişiler ve yavruları– düzlükte otlamak için bir kanyondan yukarı doğru birer birer tırmanırken dürbünde sanki kayalığın bir bölümü hareket ediyor. Altmış sekiz tane sayıyorum. Dişiler uzaktan genç erkeklere benziyorlar. Hayvanların yaşlarını, cinsiyetlerini ayıramayacak kadar uzaktayım. Avlanmaktan korkan yaban keçisi ürkektir; ona dikkatle yaklaşmak gerekir. Dar bir oyuğa giriyorum. Tabanındaki kireçtaşı, ender yağan sağanaklar sonucu dümdüz olmuş; kayalarda çukurlar oluşmuş. Burada çalılar ve bodur ağaçlar yetişiyor; bir beyaz benekli bülbül ötüyor. Kanyondan dışarı tırmanıyorum ve alçak bir tepe arkasında gizlenerek, keçilerin yakın olduğunu sandığım yere kadar düzlüğü izliyorum. Hâlâ ilerimde ve aşağımda, beş yüz ayak kadar uzaktalar; yere uzanıyorum, dürbünü sırt çantama dayıyorum ve onları seyrediyorum.

Çoğu otluyor, çatlaklarda birikmiş topraklarda yetişen gevrek ot öbeklerini biçiyorlar. Yapraksız *Leptodenia* dallarını ve dolgun *Capparis* yapraklarını çiğniyorlar. Parlak düzgün tüylü beş yetişkin erkek sürünün kenarında bir bekârlar kulübünde bir araya gelmiş, birbirlerini ve yakındaki dişileri etkilemek için gösterişli biçimde sağa sola yürüyorlar. Şimdi eylül başları, onlar da kızışma dönemine hazırlık olarak, sarıya çalan kahverengi donuk yazlık kürklerini çıkarıp parlak düğün ceketlerini giymişler. Boynuları ve sırtları parlak gümüş grisi; omuzlarını çevreleyen yakaları gibi yüzleri ve göğüsleri de siyah; omurgaları boyunca tepe kılları koyu renkli. Hançer gibi, yukarı ve arkaya doğru hızla hareket eden, bir metreden uzun, ince, zarif boynuzları var. Öylesine görkemli görünen bu hayvanlara baktıkça, onların bizim evcil keçilerimizin olası ataları olduklarını düşünmek zor oluyor. Göz alıcı boynuzları ve çarpıcı kürkleriyle erkek yaban keçileri evrim tarafından başkalarını etkilemek için tasarlanmıştı; onlar hareket eden övünç simgeleridir. Sürüdeki herhangi bir üye, onun yaşamaının doruğunda, güçlü, fiziksel ve psikolojik yönden yetişkin bir hayvan olduğunu; sadece var olmasıyla üstün soydan gelmiş bir

erkek olduğunu bir bakışta fark eder. Bir kaya çıkıntısındaki yol hakkı gibi önemsiz konularda bile, onun gibi bir kişiliğe pek az birey kafa tutmayı göze alır. Yetişkin erkekler arasında, büyüklüğe, özellikle de boynuzların büyüklüğüne göre bir üstünlük hiyerarşisi vardır. Her yıl biraz daha büyüyen boynuzlar onu taşıyanın yaşını, dolaylı biçimde de kuvvetini yansıtır. Hemen her erkek daha büyük boynuzu olan bir başkasına boyun eğdiği için boşuna çatışmalar önlenmiş olur. Kuşkusuz, yaban keçileri de arada bir kapışırlar. Örneğin markhorlar gibi bazen boynuz boynuzla itişirler; ya da biri gerileyip rakibinin boynuzlarına vurmak için ileri fırlar. Ancak bu sabahki bir saatlik gözlemim sırasında tek bir kavga görmedim. Sanırım, henüz başlamamış olan kızışma döneminde çatışmalar daha olası.

Güneş sırtımı ısıttığı, gökyüzünü ve tepeleri ağarttığı zaman keçiler de uyuşuklaşıyor. Bazıları uzanıyor, bazıları bir kanyona yöneliyor. Günü ağaç altlarında, sığ mağaralarda ve gölge parçalarında geçirmek için keçiler birer birer gözden kayboluyorlar. İkinci sonlarına kadar tekrar ortaya çıkmayacaklar. Kanyonların kenarlarından ve dere yataklarından dolanarak ağır ağır kampa dönüyorum; yalnız kirpilerin bildiği gizli çatlakları inceliyorum ve leopar izleri arıyorum. Karchat Tepelerinin bu bölgesinde iki-ten fazla leoparın avlandığını sanmıyorum. Yabani ve evcil keçiler onların ana yiyeceğidir; onları yakalayabildikleri oklu kirpi, tavşan, gazel, çizgili sırtlan gibi başka hayvanlarla tamamlarlar. Taşlık patikalarda arada leopar ayak izlerine ve tebeşir beyazı dışkılarına rastlıyorsam da hayvanların kendilerini hiç görmüyorum. Bu ıssız dağlarda canlılar çok değil ve ihtiyatlılar. *Euphorbia* çalılıklarına bakıyorum; bu bitkilerin dikenli kolları altına birçok gece hayvanı sığırır; Hint gelinciği ve uzun kulaklı kirpi gibi. Akasya fideleri de ilk narin yıllarında burada barınırlar; ancak bu konukseverliğe daha sonra ev sahiplerini gölgeleriyle öldürerek karşılık verirler. [...]

Yeni bölgelere yaptığım gezilerde benim en gözde kılavuzum yakındaki bir köyden, kısa boylu, eğri bacaklı bir Sindhi

olan Bachhal'dır. Yüzü çiçek bozuğu. Siyah bir sakalı, başında da hırpani bir ekose türbanı var. Bol bir gömleği, sarkık pantolonu, eskimiş sandaletleriyle pek çekici değil, ama sanki dekoratif bir çirkinliği var. Buraya gelişimizden kısa bir süre sonra platonun öbür tarafındaki kayalıkları gözden geçirmek istedim. Bachhal önde gidiyor. Orman İdaresinde çalışan avlak bekçisi bir başka yerli de en arkadan geliyor; onun sadece yüzünü hatırlıyorum— ismini değil. Zayıf ve suskun; gözleri dolu tabancalar gibi dik dik bakıyor; altın küpeleri ışıltıyor. Her zamanki gibi, taşlık düzlüğü geçerek dik bayırlara doğru gidiyoruz. Kira ağaç-çığının gölgesinde, büyük taşların yanında testere-pullu bir engelek yılanı duruyor. Çöldeki taşlar gibi soluk renkli. Güneşin ilk ışıkları kanyona gelmeden önce o çoğu kez buradadır; ben de gözlerimle hep onu ararım —buralarda tanıdık bulmak kolay değildir. Rehberlerle platonun tepesine doğru yürüyoruz. Her zamanki gibi rüzgâr da bizimle birlikte; kanyonlar ve sıradağlar karmaşasından aşarak bazen hafif hafif, bazen deli deli esiyor. Bachhal benim dürbünümü alıp keçi görmek umuduyla araziyi tarıyor. Yere çömelmiş bedeni denize uzanan bir kayayı andırıyor. Sonra ben de bakıyorum. Bir kolyeli kumrunun yakınlarda bir yarıktan gelen hüzünlü sesi dışında hiçbir yaşam belirtisi yok. Yürümeyi sürdürüyoruz. Bir portakal yiyorum. Birkaç dakika içinde kabuklar kuruyup buruşuyor. Bachhal'da keçi derisinden, içi su dolu bir tulum var. Su tatsız ve pis kokulu. Küçük arılar, rutubetin cazibesıyla sığınağımıza doluyor; keçi derisine üşüşüyorlar; kollarımıza yüzlerimize yapışıyorlar. Ancak güneş çok sıcak olduğundan dışarı çıkmayı canımız istemiyor. Onun yerine içimize çekiliyor, susuzluğu, sıcaklığı ve arıları yok sayarak sessiz ve hareketsiz yere uzanıyoruz.

Öğleden sonra 4'te yine yola koyuluyoruz. Bir yarığın derinlerinde bir havuzcuk var; suyu pis bir yeşil, içinde ölü sinekler yü-züyor. Bachhal'a göre Karchat Tepelerinin güney yarısında, bu mevsimde sadece iki tane böyle birikinti, bir de ufak bir pınar varmış. Havuzcuklar yakında kuruyacakmış. Çöldeki yabancı canlı-

lar su içmeden dayanmak zorundalar. Gerçekten de yaban keçileri her yıl aylar boyu, sadece yedikleri otlardan alabildikleri su ile geçiniyorlar. Kurak topraklarda yaşayan birçok hayvan gibi bedenlerinde su tutuyorlar. İdrarlarını yoğunlaştırıyorlar; dışkılarıyla da su ziyan etmiyorlar; kuru, ufalanabilir küçük yuvarlaklar dışkılıyorlar. Herhalde bazı antiloplar gibi onların da değişken bir beden sıcaklığı ayarlama mekanizmaları var. Fazla ısıyı terleme ile kaybetmek yerine vücut sıcaklığının birkaç derece yükselmesine razı oluyorlar. Böylece, gece olup vücut sıcaklıkları normale dönene kadar sularını koruyorlar. Dağların arka tarafındaki düzlüklere indiğimizde akşam karanlığı bastırmak üzereydi. [...]

Sabahleyin platodan kuzeye doğru kıvrılarak yaban keçisi arayışımızı sürdürüyoruz; sonra eve dönüyoruz. Bu ve başka yolculuklara dayanarak Karchat Tepelerinde dört ila beş yüz keçi olduğunu tahmin ediyorum. Bunların çoğu yirmi keçiyi aşmayan sürüler halindeler. Ancak ara sıra yüz kadarı kısa bir süre için bir araya gelebiliyor.

1972'de kızışma dönemi yavaş başladı. [...] Markhorlarda olduğu gibi erkek keçi genellikle kuyruğu poposunun üstünde kıvrılmış olarak dolaşiyor. Herhalde kuyruk bezlerinden çekici kokular estiriyordur. Ara sıra yüzüne ve göğsüne idrar fışkırtıyor. Huzursuzca dolaşıp duruyor. Arada bir, bir dişinin arkasını koklayıp kızışmanın başlayıp başlamadığını kontrol için durduğu oluyor. Çoğu zaman dişi bu kaba uvertürü engelleyerek yana kaçıyor. O zaman erkek onu ayartmak için sürekli gösterilere başlıyor. Boynu aşağıda, çenesini öne uzatıyor; hafifçe kamburlaşmış olarak dişiye yaklaşıyor; bazen de, çok yaklaşmışsa kafasını döndürüp boynuzlarını geriye çeviriyor. Bazen bir ön ayağını tekmeleyecekmiş gibi öne kaldırıyor. Bütün bunları yaparken dilini titretiyor ve arada homurdanıyor. Bu tür gösteriler belki dişinin ilgisini çekiyor; ya da hiç olmazsa, olumsuzluğunu azaltıyor. Bazen dişi idrar yapmak için durur; ancak erkek idrarı koklarken dişi oradan kaçır. Dişi sanki bu işi onun ilgisini başka yere çekmek için yapıyormuş izlenimini verir.

Değişik yaştaki erkeklerin gösterisini [...] not ederek kızışma temposunun 18 ve 19 Eylül'de göze çarpar biçimde arttığını fark ettim. Gelişigüzel bir kafa hareketi ya da rasgele bir tekme yerine artık erkekler defalarca gösteri yapıp ısrarla ilgi istiyorlardı. Şimdi yetişkinler en hareketli olanlardı. Daha genç olanlar da ilgisiz değillerdi. Ancak bir genç erkek ne zaman bir dişinin yanında oyalansa oradan uzaklaştırılıyordu; güçlü bir yetişkinin yaklaşması bile onun geri çekilmesi için yeterli oluyordu. Çekilmezse de bir boynuz tehdidi ya da ileri bir hamle onu kaçmaya zorluyordu. Hayvanlar kendilerini saldırganlıkla ispat ederken iki yol kullanırlar. Bir yol dolaysız olarak ya rakibi açıkça tehdit etmek ya da gerçekten saldırmaktır. Öteki ise, dolaylı yoldan, üstünlük sağlamak için güç gösterisi yerine rütbe sembollerini kullanarak rakibi sindirmektir. Gördük ki, yaban keçisi dolaylı yöntemlerle vakit harcamıyor; genellikle saldırıyor. Rekabet yoğun görünse de fiili çatışma enderdir; çünkü erkeklerin genellikle uydukları bir rütbe sıralaması var. Rekabet bazı kurallar uyarınca yapılır. Örneğin, bir keresinde orta cüsseli, dört buçuk yaşında bir erkek kafasını döndürdü ve bir dişiye arkadan tekmeledi. Aynı yaşlarda ama daha iri bir erkek hemen koşup geldi; birincinin önünü kesti ve bir itirazla karşılaşmadan dişiye yanaştı. Daha sonra yetişkin bir erkek gelip bu ikinci erkeğe öyle aniden saldırdı ki, ikinci erkek geri dönüp yara almadan saldırıyı boynuzlarıyla karşılamaya zor vakit buldu. Boynuzların bir kez daha çarpışması ufak olanın geri çekilmesine yetti. Ne var ki, yeni gelen dişiye sahip olmak üzereyken ondan da büyük olan başka bir erkek görüldü. Kendinden emin bir baş işaretiyle rakibini uzaklaştırdı ve dişinin peşine düştü. Böylece en büyük erkek hiç sıkıntı çekmeden, kızıışmış dişiye sahip oldu. Bazen de, eğer iki üç dişi aynı zamanda azmışlarsa sürüdeki en büyük iki üç erkeğin her biri onlardan birini kendine hak görür.

Bir erkek kızıışmış bir dişi bulduğunda ona yaklaşır. Ağzı neredeyse poposuna dokunarak onu izler; durduğunda o da durur; yürüdüğünde o da yürür. Kaçarsa onu kovalar. Her ikisi kovuklara girip çıkarak, kaya çıkıntılarında, dik yokuşlarda, yarlardan

aşağı yarışır. Dişi aniden durup ateşli talibinin boynuna tos vurabilir; ama o yanıt vermez. Sonunda erkeğin girişimlerini kabul eder. Dişi yavaşça yürürken erkek ön ayağıyla eşinir, başını yana doğru çevirir. Dişinin boynunu usulca yalar ve aynı yumaşaklıkla üstüne çıkar. O zaman dişi yüzünü onun yüzüne sürebilir. Erkek tekrar ve tekrar üstüne çıkar. Bazen genç erkekler flört eden çifti izlerler; ama arada güvenli bir mesafe bırakırlar.

Yaban keçilerinin kızıması ekim başlarında doruğa erişti. Yaklaşık 165 gün olan gebelik sonrası, yavruların çoğu mart ayında doğarlar. Bir sonraki yıl 1 Mart'ta Karchat'a geri geldim. Ağustos'a göre hava biraz daha serin, daha kurak. Otlar sert bir anız, ağaçların çoğu yapraklarını dökmüş. Çöl mevsimlerini betimleyen bir Pashtu atasözü vardır: ilkbahar çoğalma; yaz terleme, sonbahar hastalık ve kış yoksulluk. Bu kasvetli topraklarda bana birbirinden farksızmış gibi görünen her mevsim yoksulluk sergiliyor. Bu tepeler sadece pek ender gelen bir yaz yağmurundan sonra, kısa süre için yeşeriyor. Ancak birkaç ağaç çiçek açmak için sert ilkbaharı seçiyor. Bütün bu yoksulluk içinde tuhaf kaçan Tecoma'nın gösterişli büyük portakal çiçekleri, bir de gösterişli ve ısıtlı mor güneş kuşlarını kendine çeken sarkık pembe çiçekli Capparis.

Yaban keçileri geçen sonbahardaki gibi, aynı kayalıkların etrafındalar. Erkek ve dişilerin birçoğu hâlâ bir aradalar. Dişilerin bazıları hamileliğin sonlarında; bazıları da ulaşılamayan uçurumlarda tek başlarına duruyorlar. Oralardan ayrılmamakta öyle kararlılar ki yeni doğmuş yavrularını yakın bir yerde, bir sığınakta sakladıkları besbelli. Sonunda, birkaç günlük bir aramadan sonra, annesini izleyen bir yavru keçi görüyorum. Ufak, gri bir tavşana benziyor. Titrek bacaklarının onu bu kadar sarp arazide güvenle taşımasına şaşıyorum. Yavrular doğumdan sonraki üç dört gün pek yürümezler; adımları dengelenene kadar saklanırlar. Sarkık karınlarına ve büyümüş meme başlarına bakılırsa, dişilerin çoğu mart ortasında doğum yapmış. Ancak üçte birinden çoğunun yavruları yanlarında değil. Bekliyorum. Yavrularını bir yerlerde saklamış olan daha çok dişi olsa gerek. Sonunda, isteme-

yerek korkunç bir sonuca varıyorum: Yavruların yaklaşık yarısı doğumdan birkaç gün sonra ölmüş. Gelecek aylarda, yaşayanların da yarısı ölecek. Sonbahar geldiğinde beş dişiden ancak birisinin arkasında bir yavru olacak. Sorun ne olabilir?

Doğum ile süttten kesilme arasında bir yavruya karşı kazalar, yırtıcı hayvanlar, hastalık, açlık gibi o kadar olumsuz etken var ki insan herhangi birinin sağ kalmasına şaşıyor. Ancak bir üreme mevsiminin başarısını ve başarısızlığını saptayan en kritik etken annenin ve yavrunun beslenmesi. Evcil koyunlarda yapılan araştırmalar kötü beslenmenin ovulasyon oranını düşürdüğü ve yumurtanın yitirilmesine yol açtığını gösteriyor. Bazı yaban keçilerinin neden yavrulayamadığı ve neden çok azının ikiz doğurduğu bununla açıklanabilir. Kızışma döneminde beslenme gerçekten kötüydü. Karchat Tepeleri birkaç yıldır kuraklığın pençesindeydi. 1972 yılında da koşullar özellikle çetindi. Muson bulutları toplanmış, sadece üç kısa süreli serpiştirmeden sonra da dağılmıştı. 1973 yazında ise, tersine, bulutlar daha çok yağmur ve yoğun sağanaklar getirmiş, toprak yeşillenmişti. Ertesi ilkbaharda iki kat yavru doğdu; ama ikizler, eğer doğdularsa, birkaç taneden çok değildi. Evcil hayvanlar üzerinde yapılan bir başka deney, gebeliklerinin ikinci yarısında kötü beslenen dişi koyunların yavrularının çoğunun doğumdan sonraki dört gün içinde öldüğünü gösteriyor. Kötü beslenen koyunlar, kuzularına karşı ilgisiz kalmalarının yanı sıra, daha az süt veriyorlar. Bununla birlikte, eğer yiyecek bol ise, cenin yağ depoluyor; bu onun sağ kalma şansını artırıyor; koyunlar da daha çok süt veriyor. Valerius Geist bir yavrunun emzirilme süresinin annenin süt miktarının bir ölçüsü olduğuna dikkat çekmiştir. Dişi yaban keçileri yavrularının sadece ortalama on dört saniye emmesine izin verdikten sonra birden yana çekiliyorlar. Anlaşılan çok az sütleri vardı. Görünen oydu ki, yavrular bir yandan zayıf doğuyorlar, daha sonra da süttten yoksun kalıyorlardı.

Yavrular için zorlukla geçmeyen yıllar da oluyor. Tom Roberts'ın bana gönderdiği mektupta anlatıldığına göre 1975'te koşullar çok iyiymiş:

Geçen yaz bol yağan yağmurlardan sonra kışın da yağışlı geçmesi nedeniyle manzara öyle değişmişti ki bölgeyi neredeyse tanıyamadım. Her yerde yeşil otlar ve bitkiler vardı. Öyle ki, burası bir çöle değil bir savanaya benziyordu... İki yaban keçisinin yavrularını sakladıkları yere gidişlerini seyrettik ve her ikisinin de ikiz yavruları olduğunu görmek bizleri sevindirdi.

Çölde yaşam ne kadar da pamuk ipliğine bağlı. Yazın gelen iyi bir sağanak ertesi bahar doğacak bir yavrunun doğum sonrası hayatta kalıp kalmayacağını belirleyebiliyor.

Bir kızışma ve bir doğum mevsimi gözledikten sonra, Karc-hat'taki yabani yıllık üreme döngüsünün dakik olarak belirlendiği kanısındaydım. 20 Mart 1974'te –geçen yıl bazı dişilerin hâlâ gebe oldukları tarihte– güvenle geri döndüm. Doğurma mevsimi çoktan bitmişti. 9 Ekim 1974'te –1972'de çiftleşmenin dorukta olduğu tarihte– kızışma dönemini gözlemeye geldim. Onu da hepten bitmiş buldum. Anlaşılan kızışma ve onu izleyen yavrulama dönemi yıldan yıla değişebiliyor. Bundan kuşkulanmam gerekirdi; çünkü Tom Roberts yazdığı kısa bir raporda yeni doğmuş yavruların “ocak ortası ile şubat başları” arasında görüldüğünü yazmıştı. Bu nedenle kızışma bazı yıllar ağustos ortasında, yani 1972'dekinden en az bir buçuk ay erken, doruğa erişebiliyordu. İyi beslenme evcil dişi koyunlarda kızışmayı yirmi gün kadar öne alabiliyor. Yaban keçileri önceden kestirilemeyecek çevre koşullarında yaşıyorlar. Besin bulabilmeleri rasgele yaғabilecek birkaç sağanağı bağlı. Çiftleşme dönemlerini esnek tutmakla, aniden gelen bir yağmurun ve onu izleyen besleyici otların sağladığı üstünlükten yararlanabiliyorlar. İyi beslenmiş oldukları için dişilerin çoğu hamile kalacak ve koşullar elverişli olmayı sürdürürse, çoğunun ikizleri olacak; yavruların da çoğu hayatta kalacaktır. Buna karşılık, kuraklık döneminde yavruların çoğu ölecektir.



“İyi de, Onlar Ne?”

Robert Kennedy Duncan

HERODOTOS

Mısır'ın Yaratılışı

Tarih'ten (yak. MÖ 444)

Herodotos (yak. MÖ 484–MÖ 425) Batı geleneğindeki ilk büyük düzyazı ustasıdır. Onun *Tarih* kitabı günümüze kadar gelen en eski bilim yazılarını da içerir. Nil nehrinin sürüklediği toprak konusundaki açıklamaları, kişisel gözlemlerinin, bu gözlemlere yol açan doğal süreçler hakkındaki merakının, bu süreçlerin genelde doğal dünya için taşıdığı anlam üzerinde kafa yormasının ürünüdür. Doğal süreç hakkında bir genelleme yapma girişiminde, bilimsel hayal gücünün, doğrudan gözlemlerin bir adım önüne geçtiğini görüyoruz. Vardığı sonuç, –yerbilimsel bakımdan yakın geçmiş dediğimiz dönemde– Mısır'ın, vaktiyle Kızıldeniz'in olduğu gibi, bir havza olduğu sonucu yanlıştır. Her ne kadar Nil bir zamanlar Kuzeye, Akdeniz'e değil de doğuya, Kızıldeniz'e akıyor idiyse de, artık yerbilimciler onun çok eski bir nehir olduğu kanısındadırlar. Ancak, bu hataya rağmen anlayışa katkısı büyüktür. Bu yazıyı bitirdikten sonra okuyucular gördükleri dünyanın doğal değişikliklerin sonucu olduğunu ve gelecekteki değişikliklerin de bu dünyayı yine değiştireceğini ileri süren temel yerbilim öğretisini kavramış olacaklardır.

Benim gözlemlerim de, rahiplerin söyledikleri gibi, [Mısır'ın] büyük bölümünün Nil'in sürüklediği topraklarla oluştuğunu destekliyor. Memphis'in yukarısındaki iki sıradağ arasında bulunan bütün bölgenin başlangıçta deniz olduğu ve (eğer küçük şeyleri büyüklerle kıyaslayabilirsem) Truva, Teuthrania, Efes yakınlarındaki araziye ve Menderes ovasına benzediği kanısına vardım –her ne kadar o bölgelerdeki nehirlerin neden olduğu alüvyon birikintilerinin hiçbiri Nil'in beş deltasıyla kıyaslanamaları da. Nil'den çok daha küçük olan ve kıyı şeridinde önemli değişiklikler yapan nehirlerden de söz edebilirim; örneğin, Akarnania'dan akan ve Ekhnades takımadalarını şimdiden anakaraya bağlamış olan Akhelous'dan.

Mısır'dan çok uzak olmayan Arabistan'da, çok uzun ve dar bir körfez [Kızıldeniz] vardır. En dar yeri yarım günlük bir yolculuk mesafesinde; ancak boyu en uç noktasından açık denize kadar, kürekli bir tekne ile kırk günlük yolculuk uzunluğundadır. Gelgitli bir sudur. Kanımca, Mısır da başlangıçta aynı şekilde denizin bir koluydu. İki körfez vardı: Birisi Akdeniz'den güney yönünde, Etiyopya'ya doğru; öteki kuzey yönünde, Hint Okyanusundan Suriye'ye doğru. Bunların ikisi de en uç noktalarında hemen hemen birleşiyorlardı ve aralarında sadece küçük bir arazi parçası bırakıyorlardı. Şimdi Nil'in yönünü değiştirip bu körfeze, Kızıldeniz'e doğru aktığını düşünelim. Körfezin akıntısının sürüklediği toprakla, diyelim ki yirmi bin yılda, dolmasını engelleyecek ne olabilir? Bana kalırsa, on bin yılın bile yeterli olacağını sanırım. Böyle olunca, ben doğmadan geçen o uzun zaman içinde bundan çok daha büyük bir körfez, Nil'in taşıdığı toprakla karaya dönüşmüş olabilirdi. Çünkü Nil büyük bir nehirdir, gerçekten de büyük değişikliklere yol açmıştır. Ben, sadece insanların Mısır hakkında bu anlattıklarına inanmakla yetinmiyorum; kendi vardığım sonuçlar da onların söylediklerini destekliyor. Mısır'ın Nil Deltasında kıyı şeridinin her iki yanında, denize doğru uzandığını bizzat gözledim; tepelerde deniz canlılarının kabuklarını gördüm ve topraktan sızan tuzun piramitleri bile etkileyecek ölçüde

olduğunu gördüm. Sonra, üzerinde kum olan tek tepenin yalnızca Memphis'in yukarılarında olduğunu; ve –bir başka nokta– Mısır'ın toprağının komşu Arabistan ya da Libya'ninkine, hatta Suriye'ninkine benzemediğini [...] onun Etiyopya'dan gelen nehrin sürüklediği, milden oluşmuş alüvyonlu bir topraktan beklendiği gibi siyah ve yumuşak bir şey olduğunu da fark ettim. Bildiğimiz gibi, Libya'nın toprağı kırmızımtrak ve kumludur; Arabistan ve Suriye'de ise, içinde daha büyük oranda taş ve kil vardır. Rahiplerden ülkenin kökeni konusunda başka bir çarpıcı kanıt daha öğrendim: Moeris'in hükümdarlığı sırasında, nehir sadece on iki ayak yükseldiğinde Memphis'in aşağısındaki bütün alan sel altında kalırmış. Ben bu bilgiyi edindiğimde, Moeris'in ölümünden dokuz yüz yıldan daha az bir zaman geçmişti. Ama ne var ki, bugün nehir en az yirmi üç buçuk ya da yirmi dört ayak yükselmedikçe taşkına neden olmuyor.¹ Bu nedenle, bana öyle geliyor ki eğer toprak yükseklik ve genişlik bakımından aynı hızla artmaya devam ederse, dedikleri gibi eğer Nil taşkınları sona ererse, bir gün Yunanlıların karşılaşacağını söyledikleri kader, Delta'da Moeris Gölü aşağısında ve çevresinde yaşayan Mısırlıların da başına gelecektir; üstelik bu kalıcı olacaktır. Çünkü Yunanistan'ın, Mısır'da olduğu gibi nehirlerin taşmasıyla değil de yağmurla sulandığını öğrendiklerinde, Yunanlıların acı biçimde düş kırıklığına uğrayacaklarını ve aç kalacakları günün geleceğini söylemişlerdi. Başka deyişle, eğer Tanrı yağmur göndermemeyi uygun görür ve bizi kuraklığa mahkûm ederse hepimiz kıtlıktan ölürüz; çünkü Tanrının ihsan ettiği yağmur dışında su kaynağımız yoktur. Bütün bunlar gerçekten de doğrudur; ancak, yanıt olarak, Mısırlıların durumlarının nasıl olduğuna işaret etmeme izin verin. Daha önce de söylediğim gibi, eğer Memphis'in aşağısındaki topraklar (çünkü sürekli yükselen bölge orasıdır) geçmişteki hızla yüksel-

1. Paleolitik çağda, şimdi Moeris Gölü denen eski bir göl vardı. Bu göl, Herodotos'un Nil vadisinin mil ile dolduğunu düşündüğü biçimde küçülmüş ve taşınan mil ile dolmuştur. Herodotos'un oralara gitmesinden 1200 yıl önce, Orta Krallık döneminde bir firavun, büyük olasılıkla III. Ammenemes (MÖ 1842-1797), gölün Nil ile olan bağlantısını genişletti ve derinleştirdi. Herodotos geldiğinde bu ıslah projesi biraz bozulmuştu.

meyi sürdürürse, nehir tarlalara taşamayacağı zaman –yağmur olasılığı da olmadığına göre– orada yaşayan insanların aç kalacakları apaçık ortada değil mi? Şimdiki duruma göre, bu insanlar ürünlerini, diğer Mısırlılar da dahil dünyadaki bütün insanlardan daha az çalışmayla elde etmektedirler. Saban ve çapa kullanmalarına ya da toprağı işlemek için başka olağan yöntemleri uygulamalarına gerek yoktur. Onlar sadece nehrin kendiliğinden tarlalarını basmasını beklerler; sular çekildikten sonra her çiftçi toprağını eker; tohumları bastırmak için domuzlarını salar; sonra da hasatı bekler. [...]

İyonyalılar esas Mısır'ın, Nil Deltasıyla sınırlı olduğunu, kıyı boyunca Perseus Kulesi denilen yerden Pelusian Tuzyataklarına uzanan –40 *schoeni*² uzaklıkta– ve içeriye doğru Nil'in Pelusium ve Canopus'ta denize dökülen iki kola ayrıldığı yer olan Cercasorus'a kadarki bölgeyi kaplayan bir ülke olduğu görüşündedirler. Genel olarak Mısır denen alanın gerisi ise, bu görüşe göre, ya Libya'ya ya da Arabistan'a aittir. Bu nedenle, eğer bunu kabul edersek, Mısırlıların hiç ülkesi olmadığı bir dönemin de var olduğu sonucuna varmak zorunda kalıyoruz. Çünkü, şuna kanaat getirdim ki, –Mısırlıların kendileri de bunu kabul ediyor– Delta alüvyonlu bir topraktır ve sadece yakın zamanda (bunu söylemeye izin verilirse) su üzerine çıkmıştır. Öyleyse, eğer bir zamanlar yaşayacak bir yerleri yok idiyse, kendilerinin dünyanın en eski ırkı olduğu teorisini neden ortaya attılar? [...] Ancak gerçek şudur ki, ben Mısırlıların (İyonyalıların dediği gibi) Delta ile aynı dönemde varlığa kavuştuklarına inanmıyorum. Tersine, onlar insanın yeryüzünde ilk ortaya çıkmasından bu yana var olmuşlardır; zamanla Delta büyüdükçe de birçoğu yeni bölgelere göç etmiş, birçoğu da oldukları yerde kalmışlardır.



2. *Schoeni*, 5 $\pm$ 2 mile eşit olan bir Pers uzunluk ölçüsüdür. Böylece, 40 *schoeni*, 120 ile 280 mil arasındadır. Günümüzde Nil Deltası, kıyı boyunca ölçüldüğünde yaklaşık 200 mil uzunluğundadır.

HORACE BÉNÉDICT DE SAUSSURE

Buzul Hareketleri

Alplerde Geziler'den (1796)

İsviçreli fizikçi Horace Bénédict de Saussure'ün (1740-1799) *jeoloji* sözcüğünün mucidi olduğu sanılmaktadır. Alplerde Geziler adlı klasik eseri, çevresindeki dağlarda otuz yıldan fazla bir süre yaptığı yerbilimsel gözlemlerin sonuçlarını anlatır. Buraya seçtiğimiz yazısı, gördüğü fizik eğitimini yansıtmaktadır. Buzul hareketlerinin ve yol açtıkları sonuçların geleneksel açıklamasının doğru olamayacağını fark etmişti; bunlar fizik bakımından anlamsızlardı. Kendinden iki bin yıl evvel gelen Herodotos gibi, Saussure de çok eskilerdeki değişim süreçlerini anlamaya çalışmaktadır. Ancak Herodotos'tan farklı olarak, Saussure, birçok fiziksel süreci anlamış olduğu bir çağda yaşamıştır; bu nedenle de yepyeni bir gözlemi sorgulayabilecek durumdaydı.

Elbette, Saussure'ün fikirleri de eksiksiz değildi. Daha sonra gelen yerbilimciler, buzulları ve buzul hareketlerini, özellikle de, buzullara, Saussure'ün akıl almaz olduğu gerekçesiyle reddettiği ölçüde güç ve kuvvet atfeden buzul-çağı kuramının ışığında, tekrar ele almak zorunda kaldılar. Ama eğer, sadece hataları üzerinde durursak, yapmış olduğu katkıları gözden geçiririz. Saussure'den önce bilim, buzullar, onların hareketleri, beraberlerinde taşıdıkları döküntüler veya oluşturdukları tepelikler hakkında hiçbir şey bilmiyordu.

Buraya aldığımız özet yazı, buzulların oluşturduğu tepelikler için ilk kez teknik bir terimi, *moreine* (buzultaş) sözcüğünü kullanmaktadır. Saussure bunun dağ köylülerinin kullandığı bir terim olduğunu söylüyor. Saussure'den önce bilimciler bu köylülerin neler bildiğinin farkında bile değillerdi.

Çığ biçiminde kayan kar kütleleri iyi bilinen bir olgudur; bu olguya daha sonra tekrar değineceğiz. Daha yavaş olan ve normal olarak daha az gürültü yapan buzul kaymaları ise o kadar iyi bilinmez.

Neredeyse bütün buzullar [...] eğik tabanlar üzerinde dururlar ve epeyce bir büyüklüğü olan her buzulun altında, buzul ile buzulun üstünde durduğu taban arasından kışın bile geçen su akıntıları vardır.

Öyleyse, üzerinde bulundukları eğik taban tarafından çekilen, bu tabanla kurulmuş olabilecek bağlantıları suların etkisiyle çözülen, hatta bazen bu sular tarafından kaldırılan bu donmuş kütleler, yavaş yavaş kaymak zorunda kalır ve kapladıkları vadi yamaçlarından veya tepelerden aşağıya inerler.

Buz kütlelerinin eğik tabanları üzerinde bu yavaş fakat sürekli kaymaları, onları alçak vadilere kadar taşır ve aşağıdaki ovalarda buz yığınları oluşturur, buralar yeterince sıcaksa büyük ağaçlara ve hatta bol ürün alınmasına yol açar. Örneğin Chamonix vadisinin tabanında buzul oluşmaz. Mayıs ve haziran aylarında kar bile kalmaz. Ama Buisson, Bois, ve Argentière buzulları bu vadinin alt bölümüne inerler. Bu buzulların aşağı tarafındaki buzlar orada oluşmamıştır. Değiş yerindeyse doğum yerinin kanıtlarını taşır; çünkü buzul vadisinin en yüksek bölümünü sınırlayan kayalıkların döküntüleriyle doludur ve bu kayalar, vadinin alt bölümündeki kayalardan farklıdır.

Bütün büyük buzullar, alçak bölümlerinde ve kenarları boyunca, arkalarında yükselen dağlardan kayan kum ve taş yığınları taşırlar. Hatta çoğu zaman, buzullar, yanlarındaki buzların kenarlarda bıraktığı bu döküntülerden oluşmuş bir tür siper veya toprak set içine hapsolmuştur. Bir zamanlar şimdi olduklarından çok daha büyük olan buzullarda ise, bu setler buzun kendisinden daha yüksektedir. Öte yandan eskisine göre şimdi daha büyümüş olan buzullarda bu setler buzdan daha alçaktır. Son olarak, bazılarının da aynı düzeyde oldukları görülür. Chamonix köylüleri bu döküntü yığınlarına buzulun moren'i [*moraine*] diyorlar.

Yığılarak bu setleri oluşturan taşlar genellikle yuvarlaktır. Çünkü köşeleri ya dağların tepelerinden yuvarlanırken aşınmıştır ya da buz onları tutmuş, tabanına ve kenarlarına karşı sürterek köşelerini kırmıştır. Ancak buzun yüzeyinde olan ve fazla

sürtünmeye maruz kalmayanlar ise sivri ve keskin köşelerini olduğu gibi korumuşlardır. Bileşimlerine gelince, buzulların yukarı uçlarında bulunanlar arkalarında yükselen dağlarla aynı türden taşlardır; ancak buz onları aşağıya, vadilere doğru götürdükçe, yapıları kendilerinkinden çok farklı olan dağların arasında kalmışlardır.

Buz vadilerinin [*vallés de glace*] ortasında bulunan taş ve kum yığınlarını açıklamak biraz daha zor görünüyor. Çevrelerindeki dağlardan o kadar uzaktalar ki, onlardan gelmiş olmaları olanaksız gibi görünüyor.

Bu taşlar normal olarak buzulun kenarına paralel olan çizgiler boyunca sıralanmışlar; bu sıraların çoğunun taze, saf buzla ayrıldığı görülüyor. Montanvert'in iki fersah yukarısındaki buzulu geçerken bu tür dört beş toprak seti aşmak gerekiyor; bunlar buzul yüzeyinin on on iki metre yukarısına yükseliyor. Bunun nedeni kısmen, orada toplanmış olan taşların niceliğidir. Kısmen de buzun kendisidir ki, bu buzlar güneşten ve yağmurdan döküntülerle korundukları için, önceleri daha yüksek olan ancak korumasız olduğu için atmosferin bütün yıkıcı etkilerine açık olan bölümlerden daha yüksekte kalmışlar.

Alplerde rastladığımız bazı insanlar, bu tepelerin oluşumunu nasıl açıklayacaklarını bilmedikleri için, buzun içinde bulunan bütün yabancı maddeleri, hatta altında bulunan taş parçalarını ve kumları, buzun yukarıya doğru iterek yüzeye çıkardığını söylediler. Böyle bir kuvvetin tümüyle akıl almaz olması dışında, daha da büyük bir sorun var: Dediğim gibi, bu döküntü yığınları altındaki buz, buzulun öteki bölümlerindekinden çok daha yüksek; öyle ki döküntü ara bölümlerdeki çıplak buzdan beş ila yedi metre daha yüksek olan buz tepelerinin üstünde. Bu durumda buzun kendisini yukarı ittiğini, bunu yalnızca ve özellikle en çok ağırlıkla yüklü olduğu yerlerde yaptığını var saymak gerekir. Bu ise tümüyle anlamsız. Bu örtülü buz ile örtülü olmayan buz arasında kusursuz bir sürekliliğin var olduğunun gözleendiği de eklenince, bu daha da saçma olur— aynı açıklıklar, aynı çatlaklar birinden

öbürüne devam etmektedir, o zaman da birisinin en altta, diğerinin yüzeyde olduğu ileri sürülemez. Bu olgunun doğru açıklamasının aşağıdaki gibi olduğunu sanıyorum.

Düzlüklerde olduğu gibi, Alplerin yüksekliklerindeki dağlardan, tek-parça ya da toprak ve kum şeklinde ufalanmış parçaların sürekli koptuğu görülür. Bunun nedeni ya farklı biçimdeki parçaların dağlardan doğal olarak kırılıp ayrılması ya da atmosferin yıkıcı etkisinin onları aşındırıp ayrıştırmasıdır. Özellikle ilkbaharda –donma nedeniyle yukarıya itilip hareket ettirilen kaya parçaları, kum ve toprak, yüksek vadilerdeki buzun üstüne düşerler. Buzulların kenarlarına yığılan bu taşlar artık onları taşıyan buzun hareketlerini izlerler. Ancak, bütün bu buzun ileriye doğru bir hareketi olduğunu, eğik tabanı üzerinde kaydığını, yavaş yavaş aşağı vadilere indiğini, orada yazın sıcaklığı ile eridiğini ve böylece yok olanın da buzulun ileriye doğru hareketi ile yeniden oluştuğunu daha önce görmüştük. Buz, sadece buzul vadisinin aşağı bölümünde erimez. Güzel yaz günlerinde, özellikle güney rüzgârlarının çok estiği veya ılık yağmurların yağdığı zamanlarda, buz bütün buzul boyunca erir. Bu erimenin yol açtığı sular birleşir ve buzun üstünde geniş, derin yarıklar açar. Buzullar bu büyük yarıklarla bölünür. Vadilerin hemen hepsinin tabanları yanlarına göre daha derin, adeta beşik biçiminde oyulmuş olduğu için buz vadilerinin orta bölümüne doğru itilir ve sıkışır. Kenarlardaki buz eğimli yerlerden çekilerek en alt noktaya doğru kayar; beraberinde üstündeki taş ve toprağı da sürükler.

Bu gerçeğin kanıtı şudur: Yaz sonlarına doğru birçok bölgede, özellikle de en geniş vadilerde, dağın eteği ile buzulun kenarı arasında oldukça geniş bir açıklık olduğu görülür. Bu aralıklar sadece yanal buzun erimesi sonucu değildir; aynı zamanda vadinin ortasına doğru inerken kenardan ayrılmaları sonucu olarak da ortaya çıkarlar. Ertesi kış bu aralıklar karla dolar. Kar, su emerek buza dönüşür. Bu yeni buzun dağa en yakın olan kenarları yeniden döküntülerle kaplanır. Bu döküntülü kenarlar da buzulun ortasına doğru ilerlerler. Bir yandan vadi tabanının ortaya doğru

olan beşik benzeri eğimi, öte yandan aynı vadinin aşağıya, dağın eteğine doğru olan eğimi nedeniyle meydana gelen bileşik hareket sonucunda, eğik bir doğrultuda hareket eden bu paralel banklar oluşur.

Son olarak da bu paralel bankların, buzulların çok dayanıklı granit kayalarla sınırlanmış olduğu yerlerde ya da dağ yamaçlarının buz veya karla kaplı olduğu yerlerde hiç oluşmaması da onların oluşum nedeninin kanıtını tamamlamaktadır.

İlk bakışta, kum ve döküntülerden oluşmuş bu paralel çizgilerin yılları işaretlediği ve buzulun farklı bölgelerinin yaşını hesaplamakta kullanılabileceği akla gelebilir. Ancak bu banklar buzulun iki yanından gelerek ortaya doğru birbirlerine karışırlar; ayrıca, tabanlarının eğimindeki düzensizlikler de çoğu kez konumlarını ve paralelliklerini bozar.

Bazı bölgelerde de dağlar buzulun yalnız bir kenarını parçalar. Bu bölgelerde yapılan yaş hesaplamaları daha az belirsizlik içerir.



JAMES CLERK MAXWELL

Moleküller (1873)

James Clerk Maxwell kısa sayılabilecek bir ömür içinde (1831-1879), on dokuzuncu yüzyıl biliminin en üretken simalarından biri olmuştur. Günümüzde, en çok, elektrik ve manyetizmanın aynı şeyin iki yönü olduğu; o şeyin de maddi olmadığı, bir enerji alanı olduğu yolundaki teorisi ile anımsanır. Ancak Maxwell bunun dışında, gazların kimyasından, renklerin görünümünün doğasına ve renkkörlüğüne kadar başka birçok şey üzerinde de çalışmıştır. Maxwell elektromanyetik alan teorisini destekleyen dört denklemi yayımladığı yıl, İngiliz Bilim Geliştirme Derneği'nde (British Association for Advancement of Science) moleküller konusunda bir konferans verdi. Bu konuşma, daha sonra, derneğin dergisi olan *Nature*'da yayımlandı. Bu konferansında gazlar ve onların davranışı konusundaki düşüncelerini dile getirdi. O alanda da birçok yeni katkıları olmuştur. Konuşması gözlemlere ve uygulamalara dayanıyordu. Maxwell, konuşurken, dinleyicilerin görmesi için gaz kavanozlarının kapaklarını açıyordu; halbuki, söz ettiği şeyler –moleküller– gözle görülmeyen şeylerdi. Dolayısıyla, Maxwell'in ve dinleyicilerinin gözlemlediği şey bir ide, gözlemlerle de savunulabilen bir düşünce idi. İkinci elden diyebileceğimiz bu gözlemler Galileo veya Darwin veya Schaller'inkinden çok farklıydı –onlarınkilerin hepsi kendi alanlarında doğrudan, ilk elden gözlemlenmişlerdi. Ancak eğer bilim, betimlemeden kavramaya doğru ilerleyecekse, Maxwell'in yorumsal gözlemleri de kaçınılmazdı. Maxwell ne yaptığını kuşkusuz tam olarak biliyordu. Dahası, bilimcilerin gözlemlerinin çok önünde koşamayacağını da biliyordu. Bu konuşmanın günümüzde şaşırtıcı gelebilecek son tütmesi, bir sınıra yaklaşıldığı sezinlemesini yansıtmaktadır.

Yirmi iki yüzyıl öncesinin Trakya'sında, bilimsel örgütlenme, ya da fizik biliminde araştırmaya duyulan ilgiyi yaymak için kullanılan yöntemler konusunda fazla bir bilgimiz yok. Ancak, o çağlarda da yaşamlarını İngiliz Derneği'nin seçkin üyelerine yaraşır bir heyecanla, bilgi arayışına adanmış bazı kişiler vardı. Demokritos'un Abderalılara atom teorisini açıkladığı konuşmalar, sadece

pek değerli fikirleri değil, aynı zamanda pek değerli yetenekleri de harekete geçirmiştir. Amerika'da bile bunun benzeri pek yoktur.

Demokritos tarafından dile getirildikten sonra, atom teorisinin yapılandırılması konusunda çok önemli katkıda bulunan bir başka fizolofa, daha çok Sokrates'in hocası olarak tanınan Anaksagoras'a da çok şey borçluyuz. Anaksagoras, Demokritos'un atom teorisine öylesine zıt düşen bir teori ortaya atmıştır ki, birinin doğru ya da yanlış olması öbürünün yanlış ya da doğru olması demek oluyordu. [...]

Maddenin herhangi bir miktarını, örneğin bir su damlasını alıp, özelliklerini inceleyelim. Şimdiye kadar gördüğümüz her madde parçası gibi, bu damla da bölünebilirdir. İkiye bölelim. Her parçanın, ilk damlanın bütün özelliklerine, bu arada bölünebilirlik özelliğine, sahip olduğunu görürüz. Parçalar, mutlak büyüklük dışında, her bakımdan bütüne benzerler.

Bu bölme işlemini, suyun bu ayrılmış bölümleri, artık kendilerini göremeyeceğimiz, dokunamayacağımız kadar küçülünceye dek sürdürelim. Yine de, duyularımız daha keskin ve aygıtlarımız daha duyarlı olsaydı, bu bölme işleminin daha da sürdürülebileceğinden kuşquamız yoktur. Buraya kadar herkes aynı fikirde. Ancak şimdi şu soru ortaya çıkıyor: Bu bölme işlemi, hiç son bulmadan sürdürülebilir mi?

Demokritos'a ve atomcu ekole göre yanıt olumsuzdur. Belli bir sayıdaki bölme işleminden sonra, su damlası öylesine parçalara bölünmüş olur ki, artık onların yeniden bölünmeleri olanaksızdır. Böylece, hayalimizde, adının da gerçekten ifade ettiği gibi, artık ikiye bölünemeyen atoma erişmiş oluruz. Demokritos'un, Epikuros'un, ve izninizle konuşmacınızın, atom öğretisi işte budur. [...]

Şimdi, konumuz olan moleküllerle devam edeceğiz. Molekül yeni bir sözcüktür. *Johnson Sözlüğünde*³ yoktur. Onun temsil ettiği fikirler çağdaş kimyada yer alırlar.

3. Samuel Johnson, *Dictionary of the English Language* (İngiliz Dili Sözlüğü) 1755'te yayımlanmış ve kısa sürede İngilizcenin sözcük ve yazım konularında standart kaynak olmuştur.

Deminki örneğimize dönersek, bir damla su, birbirine benzeyen belirli sayıda parçalara bölünebilir, daha çoğuna bölünemez. Çağdaş kimyacı bunların her birine su molekülü der. Ancak o kesinlikle bir atom değildir; çünkü molekül iki değişik madde içerir: oksijen ve hidrojen. Belirli işlemlerle molekül de iki parçaya ayrılabilir; biri oksijenden, öbürü de hidrojenenden oluşur. Kabul görmekte olan öğretiyeye göre her su molekülünde iki hidrojen ve bir oksijen atomu bulunur. Bunların nihai atomlar olup olmadığını saptamaya girişmeyeceğim.

Şimdi, atomdan farklı bir şey olan molekülün ne olduğunu anlıyoruz.

Bir maddenin molekülü küçük bir cisimdir. Öyle ki, eğer benzer moleküllerden bir miktarı bir araya gelirse o maddenin bir kütesini oluşturur. Öte yandan, bu molekülün herhangi bir bölümü ayrılır ve aynı işlemin uygulandığı başka molekülle bir araya getirilse, artık orijinal maddenin bir kütesini oluşturması olanaksızdır.

Basit ya da bileşik, her maddenin kendi molekülü vardır. Eğer bu molekül parçalanırsa, parçaları, molekülü oluşturan farklı madde ya da maddelerin molekülleridir. Bir atom, eğer gerçekten öyle bir şey varsa, elementer bir maddenin bir molekülü olmalıdır. Her atom bir molekül olduğu halde her molekül bir atom olmadığı için, molekül sözcüğünü daha genel bir terim olarak kullanacağım. [...]

Bu akşamki işimiz, molekül bilimindeki bazı araştırmaları, özellikle de bizzat molekülle hakkında edinilmiş bazı kesin bilgileri sizlere sunmaktır. Lucretius'un betimlediği ve modern çağlarda yeniden ilgi kazanan eski atom teorisi, cismin kendisi hareket-siz görünse de, bütün cisimlerin moleküllerinin hareket halinde olduğunu iddia eder. Katı cisimlerde moleküllerin bu hareketleri öylesine dar alanlarda yer alırlar ki en iyi mikroskoplarımızla bile onların yer değiştirdiklerini saptayamayız. Ancak sıvılarda ve gazlarda, molekülle belirli sınırlar içinde hapsolmemişlerdir; kütlelerin bütününde hiçbir hareket olmadığı halde molekülle kütle içinde dolaşırlar.

Gazlarda, sıvılarda ve hatta bazı katılarda yer alan ve difüzyon denen bu yayılma süreci deneylerle saptanabilir ve moleküllerin hareketinin en inandırıcı kanıtlarından birini oluşturur.

Molekül bilimindeki son gelişmeler, hareket eden bu moleküllerin herhangi bir katı cisme çarpmalarının mekanik etkilerini incelemekle başlamıştır. Uçuşma halindeki bu moleküller, aralarında bulunan her şeye çarpmak zorundadırlar. Teorimize göre, havanın ve öbür gazların basıncı dediğimiz şeyin tek nedeni art arda yer alan bu çarpışmalardır.

Bundan ilk kuşkulananın Daniel Bernoulli olduğu anlaşıyor, ancak teorimizi doğrulamak için şimdi bizim sahip olduğumuz olanaklar onda yoktu. Aynı teori daha sonra, bağımsız olarak, Cenevreli Lesage tarafından da ileri sürüldü; ancak o çalışmalarının büyük bölümünü yerçekiminin atomların çarpmalarıyla açıklanmasına adanmıştı. [...]

Moleküllerin hızları belli ise, sayıları da değişiyorsa, her biri toplam basınca aynı ölçüde katkıda bulunur. Çünkü her bir molekül kabın duvarlarına, ortalama olarak aynı sayıda, aynı itme gücüyle çarpar. Öyleyse belli büyüklükteki bir kap için basınç, onun içindeki molekül sayısı ile yani, içindeki gaz miktarı ile orantılıdır.

Boyle⁴ tarafından keşfedilen havanın basıncının onun yoğunluğu ile orantılı olması olgusunun dinamik bakımından tam açıklaması budur. [...]

Şimdi hava moleküllerinin bu salonda, her yönde, dakikada yirmi yedi kilometrelik bir hızla uçuştüğünü düşünelim.

Eğer bütün bu moleküller aynı yönde uçsaydı, dakikada yirmi yedi kilometrelik hızla esen bir rüzgâr oluşturmurlardı ve bu hıza yaklaşan yegâne rüzgâr, bir topun ağzından çıkan rüzgârdır. Öyleyse siz ve ben burada nasıl durabiliyoruz? Bunun tek nedeni moleküllerin farklı doğrultularda uçmaları, böylece de arkamızdan çarpanların yüzümüze vuran fırtınaya karşı

4. Robert Boyle (1627-1691), bu kitapta makalesi olan bir bilim adamıdır. Onun yasası 1662'de, *New Experiments Physico-Mechanical, Touching the Spring of the Air*'in (Havanın Sıkıştırılabilirliği ve Etkilerine İlişkin Yeni Fiziko-Mekanik Deneyler) ikinci baskısında yer almıştı.

durmamızı sağlamasıdır. Gerçekten, bu molekül bombardımanı bir an için bile dursa damarlarımız şişerdi— nefesimiz kesilirdi ve tam anlamıyla tükenirdik. Ancak moleküller sadece bize veya odanın duvarlarına çarpmıyorlar. Onların sayılarının ne kadar çok olduğunu ve her yönde uçtuklarını düşününce, birbirlerine çarpmamalarının olanaksız olduğunu açıkça görürsünüz. İki molekül birbirine her çarptığında ikisinin de yolu değişir ve yeni doğrultularda giderler. Böylece her molekülün yolu sürekli değişir ve hızının büyük olmasına karşın, yola çıktığı noktadan uzaklaşması için uzun zaman gerekmesine yol açan da budur.

Burada bir şişe amonyak var. Amonyak, kokusuyla ayırt edebileceğiniz bir gazdır. Moleküllerin hızı saniyede 600 metredir ve bu nedenle, eğer molekülleri hava moleküllerine çarparak engellenmese, ben daha onun adını söylemeyi bitirmeden, salonun en uzak köşesinde bulunan herkes amonyak kokusunu almış olurdu. Ama böyle olacağına, her amonyak molekülü hava molekülleri tarafından o ölçüde itip kakılıyor ki bazen bir yöne bazen öbür yöne gidiyor. Sanki sürekli ileri geri koşuşturan bir tavşan gibi; büyük bir hızla koşmasına karşın çok az ilerleme kaydediyor. Yine de amonyak kokusu artık şişeden biraz uzakta algılanmaya başlamıştır. Sürecin yavaş olmasına karşın, gaz kendini havanın içinde yaymaya başlamıştır. Eğer bütün çıkışları kapatıp salonu hava geçirmez yapabilseydik ve birkaç hafta için her şeyi kendi haline bıraksaydık, amonyak salonun havasıyla tekdüze biçimde karışmış olurdu. [...]

Gazların çoğu görünmez olduğu için, gazların yayılımını [*diffusion*] size, farklı iki gaz kullanarak sergileyeceğim; karşılaştıklarında katı bir maddeye dönüşen amonyak ile hidroklorik asit. Amonyak daha hafif olduğu için, aralarında bir hava katmanı olacak şekilde hidroklorik asitin üstüne konmuştur. Bu gazların hava katmanının içinden yayılarak karşılaştıklarında beyaz bir duman oluşturdıklarını hemen göreceksiniz. Bütün bu süreçte hiçbir akım ya da herhangi bir görünebilen hareket fark edilmez.

Kabın her bölümü, kendi haline bırakılmış bir kavanoz içindeki hava kadar durgun görünür.

Ancak teorimize göre, durgun havada da, birbiri içine yayılan iki gazinkine benzer bir hareket sürekli yer almaktadır; tek bir farkla: Gaz molekülleri, içinde yayıldıkları gazın moleküllerinden farklı türde olduklarında, onların bir yerden diğerine hareketlerini daha kolay izleyebiliriz.

Durgun havadaki moleküller arasında neler olup bittiğini hayalimizde canlandırmak istiyorsak, yapabileceğimiz en iyi şey bir arı oğulunu gözlemektir; bireyler çılgınca önce bir yöne sonra başka bir yöne uçarken, bir bütün olarak oğul ya durağandır ya da havada yavaş yavaş yol almaktadır.

Bazı mevsimlerde arı oğullarının çok uzaklara uçuşma eğilimleri olur, sahipleri de başkalarına ait bölgede kendisine ait olanları ayırt edebilmek için, oğuldaki arıların üzerine avuçla un atarlar. Atılan bu unların oğulun sadece alt bölgesindeki arıları beyazlaştırdığını, üst yarısına un değmemiş olduğunu düşünelim.

Eğer arılar düzensiz biçimde oraya buraya uçmayı sürdürürlerse, oğulun üst bölümünde giderek artan oranda unlu arı görülecek sonunda, her bölümde eşit yayılım sağlanana kadar bu sürecektir. Bu yayılımın nedeni, arıların unla işaretlenmiş olmaları değil, sürekli sağa sola uçmalarıdır. İşaretlemenin tek etkisi bazı arıları ayırt edebilmemize olanak sağlamasıdır. [...]

Sıvıların dinamik teorisi gazlarınkı kadar iyi bilinmiyor. Ancak bir gaz ile sıvı arasındaki temel fark, gazlarda her molekülün vaktinin büyük bölümünü özgür bir yol üstünde uçarak çok küçük bölümünde de, başka moleküllere çarparak geçirmesi; buna karşın sıvılarda moleküllerin özgür izleklerinin pek olmaması ve diğer moleküllerle sürekli çarpışma durumunda olmalarıdır.

Demek ki, sıvılarda hareketin bir molekülden bir başkasına yayılması, moleküllerin kendilerinin yayılımından çok daha hızlı olarak gerçekleşir; tıpkı yoğun bir kalabalıkta bir mektubu elden ele iletmenin, onu kalabalığı yararak geçecek bir ulağa vermekten daha verimli olması gibi. [...]

Katılarda da moleküller hareket halindedir, ancak hareketleri çok dar bir bölgeyle sınırlıdır. Bu nedenle katı cisimlerde maddede yayılmaz ama hareket ve ısı özgürce kendini gösterir. Bunun yanında bazı sıvılar, jöle ve zamk gibi katı koloit maddelerden geçebilir; hidrojen ise, demir ve palladyum gibi maddelerin içinden bile geçebilir. [...]

Buraya kadar, molekül bilimini ele alışımız doğal bir olguyu araştırma şeklindeydi. Bütün bilimsel çabaların dile getirilmiş amacı doğanın gizlerini çözmek ise de onların, bu çalışmalarını yapan insanların zihinlerinde yaptıkları etki daha az değerli değildir. Bu çalışmalar bilimciyi öyle yöntemlere sahip kılar ki, bilimsel çalışmalar dışında hiçbir şey onu bu yöntemleri keşfetmeye yöneltmez. Yine bu çalışmalar bilimciyi, kendi alanı dışında olan daha birçok doğa konusunu yeni bir bakış açısından görececek bir konuma getirir.

Moleküllerin araştırılması kendi yöntemini geliştirmiş ve doğanın yeni bazı görünümelerini önümüze sermiştir.

Sadece iki tane molekül söz konusu ise ve gerekli bütün bilgiler verilmişse onların çarpışmalarının sonucunu hesaplayabiliriz. Ama her biri saniyede milyonlarca defa çarpışan milyonlarca molekül söz konusu olunca, problemin karmaşıklığı geçerli bir çözüm umudunu biraz olanaksız kılıyor gibidir.

Bu nedenle de çağdaş atom bilimcileri matematiksel fizik alanında yeni olduğunu sandığım bir yöntemi benimsemişlerdir. Aslında bu yöntem İstatistik Bölümü'nde⁵ uzun süreden beri uygulanmaktadır. Nüfus Sayımı sonuçları veya Ekonomik ve Sosyal Bilimlere ait sayısal verileri içeren herhangi başka bir belgeyi ele aldıklarında bütün nüfusu yaş, gelir vergisi, eğitim düzeyi, dini inanç veya cezai mahkûmiyet bakımından gruplara ayırmakla işe başlarlar. Bireylerin sayısı herkesi tek tek izlemeye olanak vermediğinden işleri, başdebilecekleri bir düzeye indirmek için, çalışmalarını daha az sayıdaki bu yapay gruplar üzerinde yoğunlaştırırlar. Böylece üzerinde araştırma yaptıkları başlıca veriler, birey-

5. *British Association* 'ın Bölüm F olarak bilinen çalışma grubu.

lerin durumları arasındaki farklılıklardan değil, her gruptaki birey sayısındaki farklılıklardan oluşur.

İnsan doğasını araştırmanın tek yolunun bu olmadığı aşîkârdır. Kişilerin tek tek davranışlarını izleyebilir, bu davranışları ile önceki karakterlerinin ve şimdiki koşullarının onları yönlendirebileceği davranış arasında bir karşılaştırma da yapabiliriz. Bu yöntemi uygulayanlar, insan doğasının öğeleri konusundaki bilgilerini geliştirmeye çalışırlar; tıpkı bir gökbilimcinin bir gezegen hakkındaki bilgileri, onun gerçek konumunu, alınan verilerden hesaplanan konumu ile karşılaştırarak düzeltmesi gibi. İnsan doğası konusunda ana baba ve öğretmenlerin, tarihçiler ve devlet adamlarının yaptığı çalışmalar ile sicil kâtipleri, istatistikçiler ve inancını sayılara bağlamış siyasetçilerin çalışmaları birbirinden ayırt edilmelidir. Birincisine tarihsel yöntem, ikincisine de istatistiksel yöntem denebilir.

Dinamik denklemleri, tarihsel yöntemin yasalarının maddeye uygulanmasını tam olarak ifade ederler, ancak bu denklemlerin uygulanması bütün verilerin tam olarak bilinmesini gerektirir. Deney uygulayabileceğimiz en küçük madde parçası ise milyonlarca molekülden oluşur ve bunlar, birey olarak, bizim erimimiz dışındadırlar. Öyleyse bu moleküllerin herhangi birisinin gerçek hareketini saptama olanağımız yoktur; bu nedenle katı tarihsel yöntemi bir yana bırakıp, büyük molekül gruplarıyla ilgilenen istatistiksel yöntemi kullanmak zorundayız.

Molekül bilimine istatistiksel yöntemi uyguladığımızda kullanılan veriler, çok sayıda moleküle ait niceliklerin toplamından oluşur. Bu tür nicelikler arasındaki ilişkileri araştırırken yeni tür bir düzenlilikle karşılaşırız: ortalamaların düzenliliği. Bütün pratik amaçlar için buna yeterince güvenebiliriz; ancak bu hiçbir zaman soyut dinamik yasalarının sahip olduğu mutlak kesinlik özelliğine sahip değildir.

Görülüyor ki, molekül bilimi, deneylerimizin, istatistiksel bilgi dışında bize birşey veremeyeceğini, onlardan çıkarılan hiçbir yasanın da mutlak kesinlik iddia edemeyeceğini öğretmektedir.

Ancak deneylerimiz üzerinde düşünmekten moleküllerin kendileri üzerinde düşünmeye geçtiğimizde, rastlantı ve değişim dünyasını bırakıp her şeyin kesin ve değişmez olduğu bir bölgeye gireriz.

Moleküller bazı kesin değişmez özelliklere sahiptirler; ancak oluşturdıkları cisimlerin duyuyla algılanan özelliklerinde böyle bir kesinlik yoktur. Bir kere, her molekül bireyinin kütlesi ve bütün diğer özellikleri kesinlikle değiştirilemez niteliktedir. Sonra aynı türden olan bütün moleküllerin özellikleri kesinlikle özdeşirler. [...]

Molekül, yok edilemez olmakla birlikte sert ve katı bir cisim de değildir, ama içsel hareketler yapma olanağına sahiptir ve bunlar uyarıldığında ışınlar salar, bu ışınların dalga boyları molekülün titreşim süresinin bir ölçüsüdür.

Farklı türden ışıkların dalga boyları spektroskop kullanarak, on binde bir hassasiyetle birbirleriyle karşılaştırılabilirler. Bu yolla, sadece, laboratuvarımızdaki farklı hidrojen örneklerinden alınan moleküllerin aynı titreşim periyoduna sahip oldukları saptandığı gibi, Güneş'in ve sabit yıldızların da aynı titreşim periyodlarına sahip ışık neşrettikleri anlaşılmıştır.

Böylece, bizim hidrojenimizle aynı özellikleri taşıyan moleküllerin bu uzak bölgelerde de var olduğundan ya da hiç olmazsa, onları görmemizi sağlayan ışığın neşredildiği dönemde var olmuş olduğundan emin oluyoruz.

Eski Mısır ve Yunan yapılarının boyutları karşılaştırıldığında - ortak bir ölçekleri olduğu görülüyor. Eski yazarlar uzunluk standardı olarak iki ulusun da arış kullandığını kaydetmeseydi bile biz yapıların kendilerinden bunu kanıtlayabilirdik. Dahası, şu veya bu zamanda somut bir uzunluk ölçeğinin bu ülkelerin birinden öbürüne götürüldüğünü ya da her iki ülkenin de standartlarını ortak bir kaynaktan aldığını ileri sürmekte haklı olurduk.

Fakat gökyüzünde, birbirlerinden çok uzakta olan yıldızlar keşfediyoruz; onları ışıklarıyla, sadece ışıklarıyla, keşfediyoruz. Bunlar birbirlerinden o kadar uzaktalar ki birinden diğerine herhangi maddesel bir şeyin geçmiş olması olanaksızdır. Yine de,

uzaklardaki bu dünyaların varlıklarının yegâne kanıtı olan bu ışık, bize, onların her birinin dünyada bulunduğumuz moleküllerden yapıldığını söylemektedir. Örneğın bir hidrojen molekülü, ister Sirius'ta ister Arcturus'ta olsun, titreşimlerini tam olarak aynı sürede gerçekleştirmektedir.

Demek oluyor ki evrendeki her molekül üzerinde, Paris Arşivlerindeki metre ya da Karnak Tapınağındaki  ift kraliyet arışı kadar belirgin olarak, bir tür metrik sistemin damgasını taşıtmaktadır.

Moleküllerin benzerliğini açıklayan herhangi bir evrim teorisi oluşturulamaz. Çünkü evrim sürekli değişim gerektirir, halbuki moleküllerin büyümeleri ya da bozulmaları, üremeleri ya da yok olmaları olanaksızdır.

Doğanın başlangıcından bu yana hiçbir Doğa süreci, hiçbir molekülün özelliklerinde en ufak bir değişiklik yapmamıştır. O halde, ne moleküllerin varlığını ne de özelliklerinin özdeş olmasını, doğal dediğimiz herhangi bir nedenin etkisine atfedebiliriz.

Diğer yönden, her molekülün, aynı türden bütün moleküllerle tamamen aynı olma özelliği ona, Sir John Herschel'in yerinde deyişiyle, imal edilmiş bir nesnenin temel özelliğini vermekte, onun ezeli ve ebedi olduğu, kendiliğinden var olduğu düşüncesini dışlamaktadır.

Böylece, tümüyle bilimsel bir yol izleyerek, Bilimin durmasını gerektiren noktaya çok yaklaşmış bulunuyoruz. Bu, Bilimin parçalara ayıramadığı bir molekülün i  mekanizmasını araştırmasının engellendiği anlamına gelmez, tıpkı bilimin, oluşturamadığı bir organizmayı araştırmasının engellenmemiş olması gibi. Ancak, bilim maddenin tarihini geriye doğru incelerken bir yandan kendine molekülün imal edilmiş olduğu güvencesini verip bir yandan da, doğal dediğimiz herhangi bir süreçle imal edilmemiş olduğunu iddia etmekle durma noktasına gelmiştir.

Bilim, maddenin kendisinin hiçten yaratıldığı konusunda akıl yürütmekte yetersizdir. Madde ezeli ebedi ve kendiliğinden var olamayacağı için, onun yaratılmış olması gerektiğini kabul etmekle bizler de düşünce yetilerimizin son sınırına ulaşmış oluyoruz.

ROBERT KENNEDY DUNCAN

Radyoaktivite: Maddenin Yeni Bir Özelliği
Harper's'tan (1902)

Robert Kennedy Duncan (1864-1914) yirminci yüzyılın başlarında bilim yazarı olarak ün kazanmış Amerikalı bir kimyacıydı. Şimdi unutulmuş olmasına karşın kendi döneminde Asimov veya Gould kadar ünlüydü. Madde kavramı konusundaki büyük değişimleri anlatan makaleleri, bu makale de dahil, *Harper's* dergisinde sık sık yayımlanırdı. Asimov gibi Duncan da teknik düzeyde bilim anlayışına sahip bir kimyacıydı; ama bilimi, uzman olmayanlar için de somut ve anlaşılır kılabilirdi. Her ne kadar günümüzde bilim Duncan'ın ancak hayal edebileceği ölçüde ilerlemiş bulunuyorsa da, bugün yazılarını okurken, onun ilerlemeye olan büyük inancı, büyük ölçüde yitirilmiş olan bu inanç, beni çok etkilemiştir. Özellikle ilk paragrafta, daha sonra filozof Ludwig Wittgenstein'in kullandığı imgeyi, bilgi merdivenini tırmanıp kumsursuzluğa erişildiğinde merdivenin atılması imgesini kullanması çok çarpıcıdır.

Duncan da Galileo kadar açık yüreklidir, beklenmedik karşısında duyduğu şaşkınlığı gizlemez; ancak Saussure gibi, bir sonuca varmak için birçok gözlemleri yararlanır. Bu makalede de radyoaktivitenin doğası hakkında yapılmış olan gözlemleri sınıflandırarak yeni bilgiler aktarmaktadır. Onun A ve B tipi olarak söz ettiği radyasyonlar, kısa süre sonra, saygın Yunan adları olarak alfa ve beta ışınları oldular. Sonra da üçüncü bir tür ışın bulundu. (Verdiği tabloda ışık hızının 1,7 katı hızla giden bir ışın yer almaktadır; birkaç yıl sonra Einstein böyle bir hızın olanaksız olduğunu söylemiştir.)

“Başlangıçta, Tanrı yarattı.” Yaratusının ortasına insanı, içinde Tanrı-aklından ufak bir kıvılcım taşıyan insanı koydu ki, o bilmek için çabalsın –bu çaba ile gelişsin ve bu dünyanın büyük, değerli, bilinmeyen sonuna doğru ilerlesin. Ona, yapsın diye el,

gayret etsin diye istenç, kavrasın diye yedi duyu verdi- bunlar sadece çalışma donanımıydı; böylece o, tarihöncesinin korkunç koşullarından çok öteye giden yolunu buldu.

Bilmek, çalışmak ve yapmaktır. Yapılan yeni bir şey insanın tırmandığı merdivende sonsuza kadar kalan bir basamaktır. Bu, zirveye erişilip merdiven atılana kadar bütün kuşaklar için gerekli ve yararlı bir tırmanmadır.

Bu makalenin teması, yeni bir Yapılmış Şeyin, maddenin yeni bir özelliğinin keşfidir. Yapabileceğimiz tek şey bir dizi deneyle onu önünüzde ayağa kaldırmaktır. Onun görünür ilginçliği dışında, iç derinliğinde yatan akla dayalı Eylemin şiirini ve güzelliğini görmeniz umulur.

Eğer onu keşfedeni -iş yapanı- kendisi hakkında sorgularsanız, size söyleyeceği, büyük olasılıkla, çalışmasının belki bir şey olduğu, kendisinin ise hiçbir şey olmadığıdır. Bir ölçüde haklıdır da; çünkü birkaç yıl içinde o gidecektir, ama yaptığı sonsuza kadar baki olacaktır. Çalışması nedeniyle yine de onu tanımak isteriz; hiç olmazsa, hakkında bir şeyler söylemek yerinde olur.

Öyleyse, radyoaktivite olgusunun temeli olan ışınların kâşifinin Enstitü Üyesi Henri Becquerel olduğunu söyleyelim. Onun geçmişi gerçekten görkemlidir. Dedesi Antoine César (1788-1878) altmış yıl süren yorulmaz çalışmalarıyla mineralbilim ve elektrik konularında dikkate değer katkılarda bulunmuş, beş yüzden fazla inceleme yazısı yayımlamıştır. Babası Alexandre Edmond (1820-1891) o kadar çok inceleme yayımlamıştır ki bunlar optik ile elektrik arasındaki ilişkilerin son elli yılının neredeyse tarihini oluştururlar. Oğul Henri Becquerel bu saygın adamların eğitim ve etkisine tabi tutuldu, bu nedenle onun, kalıtım ve çevre koşulları etkisiyle, ruhunu görünmeyene göndermiş bir adamın yüz ifadesine sahip olmasına şaşmamak gerekir -her gerçek deneycinin, ruhunu bilinmeyene gerçekten gönderdiği de somut gerçeğin ta kendisidir. Atalarının izinde giderek Fizik Profesörlüğü kürsüsünü devraldı ve onların Jardin des Plantes'taki eski şirinin Cuvier evindeki laboratuvarında çalışmaya başladı- orayı

“yürümeye başladığım zamandan beri sürekli gitmekte olduğum laboratuvar.” diye betimliyor. O laboratuvarda ismine yaraşır bir asaletle çalışmayı sürdürdü. Röntgen’in X-ışınlarını keşfetmesiyle başlayan araştırması, onun Becquerel ışınlarını ve radyoaktiviteyi keşfetmesiyle sonuçlandı.

X-ışınları, bir biçimde Crookes tüpündeki⁶ fosfor ışıınımı ile içiçedir. Bu nedenle, Profesör Röntgen’in⁷ keşfi insanları, nüfuz edici ışınlar çıkarma gücünün fosfor ışıınımı veren cisimlerin genel bir özelliği olup olmadığı konusunda düşünmeye yöneltti. Düşünceler her zaman dalgalar halinde ilerler ve aynı dalganın tepesinde her zaman birden fazla insan vardır. Bu örnekte de Niewenglowski vardı; ışıınımlı boyanın ana maddesi olan bir sülfür ve kalsiyum bileşiği olan kalsiyum sülfürün bir süre güneş ışığına tutulduktan sonra ışııldadığını –yani fosforışıl olduğunu– keşfetmişti. [...] Doğaya sorulan soru şuydu: “Bu madde, bu kalsiyum sülfür, camdan ve metalden geçip bir fotoğraf klişesini etkileyecek ışınlar veriyor muydu?” Ve doğa açık imzalı yanıt verdi: “Bu madde verecek.”

Ancak insanlar çocuktur ve her soru bir başkasına babalık yapar. Bu ışınlar ışık mıdır? Yanıt [...] olumludur. [...] Yalnız, sülfidin doğal durumundayken bu nüfuz eden ışık ışınlarını vermediğini unutmamak gerekir. Onun, daha önce, enerji veren güneş ışığında bırakılması gerekmişti.

Becquerel de Niewenglowski gibi aynı araştırmacı düşünce dalgasının tepesindeydi. Şöyle diyordu: “Bana gelince, Röntgen’in keşfini ilk öğrendiğim günden sonra benim de aklıma, derine nüfuz eden ışınlar çıkarma özelliğinin fosfor ışıınımı ile yakından ilişkili olup olmadığı sorusu geldi.” Düşünceleri kısa sürede somutlaştı; çünkü çeşitli fosforışıl madde parçaları alarak onları art arda, siyah kâğıda sarılmış bir fotoğraf camının üstüne koydu ve böylece onlara, kâğıdı geçerek ve camı etkileyerek sırlarını açıklama fırsatı verdi.

6. Sir William Crookes’un adıyla anılan vakum tüp.

7. Wilhelm Röntgen, bu makale yayımlandığında fizik dalındaki Nobel Ödülünü yeni almıştı ve x-ışınları sayesinde dünya çapında ün kazanmıştı.

Buraya kadar yaptıkları Niewenglowski'nin yaptıklarına benziyordu; ancak bunların önemi ve şanslı olma nedeni, deneylerin farklı maddelerle yapılmasındaydı. Denediği çeşitli maddeler arasında bir madde, uranyum metalini içeren bir madde vardı ve o, çok uzun zamandan beri bu kıymetli günü beklemişti. Yirmi dört saatlik bir gün boyunca bu madde, siyah kâğıda sarılmış bir fotoğraf klişesi üstünde bekledi ve nihayet, çağlar boyu beledikten sonra sesini duyurdu. Klişe etkilenmişti. [...] Fotoğraf camı, yaklaşan şafak vaktinin fotoğrafında olacağı gibi belirsizdi, ama aynı ölçüde de önemliydi. Açıkladığı ise sadece nüfuz eden ışınların varlığıydı.

Doğa "İşte buradayım" diyordu. "Şimdi bana söyle, ben Niewenglowski'nin ışınları mıyım?" [...]

"O zaman" diyor Becquerel "bu nüfuz eden ışınların salınmasını başlatmak için maddeyi daha önce güneşte tutmak gerektiğini düşünüyordum ama kısa bir süre sonra *ışınların salınmasının hemen başladığını, hatta maddenin daha önce herhangi bir ışığa maruz kalması tamamen önlenmiş olduğu zaman bile, kendi kendine başladığını fark ettim*"

Bu soruyu halletmişti. Niewenglowski'nin ışınları, güneşin onları çıkaran madde üzerindeki doğrudan etkisi sonucuydu; Becquerel ışınları ise sadece onları salıvermek değil, aynı zamanda üretmek özelliği de olan bir maddeden çıkıyordu. Bu arada, ışın saldığı keşfedilen bu bir parça özel uranyum bileşiğinin, o günden bu yana hiçbir küçülme işareti göstermediğini de söylemek yerinde olur. Işınların bu tür maddenin kalıcı bir özelliğı olduğu anlaşıyor. Ayrıca, hangi uranyum maddesinin kullanıldığının da hiç önemi olmadığı kısa sürede anlaşıldı. Uranyum içeren her madde ışın salıyordu. Uranyum metalinin kendisi [...] herhangi bir bileşeninden daha fazla ışın salıyordu. Dahası, ışın salınmasının fosforışım özelliğinden de bağımsız olduğu anlaşıldı. Uranyumlu cisimler fosforışıl olsunlar olmasınlar ışın salıyorlardı. Öyleyse bunlar Niewenglowski'nin ışınları gibi depolanmış, değişime uğramış güneş ışınları değillerdi; bunlar sadece, ışıkla hiçbir

ilgisi olmayan bir maddeden, sürekli çıkan nüfuz edici ışınlardı. Normal durumda bir kimyasal maddeden bakırı dosdoğru geçebilen ışınların çıkması, maddenin bizim için yeni olan bir özelliğini oluşturmaktadır –doğada yeni bir şey! Böylece, o gece laboratuvarında ayakta durmuş, elinde klişe, kafasında düşünceler olan Becquerel, çağların üstüne düşen keskin silueti ile, mıknaatı taşımanın çekici kuvvetini bütün insanlardan önce fark eden taş devri insanıyla veya Theophrastos’la kıyaslanabilir. Theophrastos iki bin yıl önce, ceketinin koluna bir amber parçasını sürtmüş ve onun kâğıt parçacıklarını çektiğini fark etmişti; ne var ki amber parçasının Alaattin’in lambasıyla eşdeğer olduğunun farkında değildi. Maddenin yeni özellikleri, o ölçüde olağandışıydı ki, önemlerini abartmak olanaksızdı. Maddenin bu yeni özelliğine *radyoaktivite* dendi ve manyetizma, elektrik, ışık ve ısı yanında yerini almış oldu.

Maddenin yeni bir özelliği, radyoaktivite keşfedilmişti ama onun kaynağı neredeydi? Siz “Metal uranyumun kendisi,” diyebilirsiniz, “ışınları veren O olduğuna göre.” Evet ancak bir kuşku –küçük, küçücük bir kuşku– vardı.

Işın verme gücü, yani radyoaktivite, uranyumdaki ufak bir tür kirlilikten kaynaklanmış olamaz mıydı? Bu kuşku, bir oda dolusu başka keşiflerin kapısını açan bir anahtar oldu. Bunu sorgulayan, Becquerel’in çalışmalarını ilgiyle izleyen iki araştırmacıydı. Paris’teki Fizik ve Endüstri Kimyası Okulunda fizik profesörü olan Mösyö Pierre Curie ile eşi Madam Sklodowska Curie. Onlar uranyumun elde edildiği yegâne cevher olan Peçblend’in ışın salma gücünü araştırmaya karar verdiler. Alınan peçblend örneklerinin, metalik uranyumun kendisinin dört katı fazla radyoaktivitesi olduğunu saptadılar.

Doğa hiçbir zaman kapris yaparak bizi aşağılamaz; bu nedenle Curieler güvenle “Eğer peçblend’de bu kadar güçlü aktivite varsa, nedeni, bu mineralin harika radyoaktivitesi olan uranyumdan ya da bilinen basit maddelerden farklı olan bir maddeden, az bir miktar içermesidir. Biz bu maddeyi peçblend’den çı-

karmaya karar verdik; hatta, normal kimyasal analiz yoluyla peçblend'den, *radyoaktivitesi uranyum metalinin yaklaşık 100 000 katı olan maddeler* elde etmenin mümkün olduğunu kanıtlamayı başardık." diyebiliyorlardı.

Curieler üstün ışın salma gücü olan yeni elementler – radyum, polonyum, aktinyum– keşfettiklerini bu yalın ifadeyle açıkladılar. Becquerel ışınlarının özelliklerini araştırmak için bu üç yeni madde içinden, elde edilmesi en kolay olan radyum seçildi. Uranyumun 100 000 katı ışın salma gücü olan bu madde, Becquerel'in emrine ışınlarının özelliklerini saptamak için güçlü bir araştırma aracı vermiş oldu.

Radyum hiç izole edilmemiştir. Demir ve altın gibi bir element olarak kendi başına hiç görülmemiştir, dokunulmamıştır, kullanılmamıştır; ancak bileşiklerinin özellikleriyle varlığını belli eder. Sadece başka elementlerle bileşik halindeyken incelenmiştir. Onun doğadaki başka her cisimden farklı bir element olarak var olduğunu yalnızca ve tamamen tayfi sayesinde biliyoruz; her elementin kendine özgü imzası olan tayf, laboratuvarda, güneşte veya yıldızlarda da olsa, elementin varlığını kanıtlar. [...] Radyumun tayfi [...] dünyada veya gökyüzünde bilinen başka hiçbir elemente ait olamaz. Bu nedenle radyum yeni bir elementtir. Peçblend'de bulunan radyum miktarı milyarda birden azdır ve daha ender olan polonyum ve aktinyumun miktarı ise gerçek anlamda sonsuz küçüktür.

Sadece elde edildiği peçblend'in fiyatını dikkate alırsak, radyum, en azından gramı 10 000 dolar değerindedir. Gerçekte var olan radyum miktarı ise bir gramdan azdır. Mösyö Curie'de bir gramın yaklaşık yüzde ikisi veya üçü kadar saf radyum klorür vardır; Mösyö Demarcay bir tayf elde etmek için bunu kullanmıştır. Bunun dışında, 0,3 gram civarında oldukça saf baryum klorür maddesi bulunmaktadır.

Mösyö ve Madam Curie'nin cömertçe sağladığı saf olmayan radyum klorür örneği ile Becquerel, ışınının özelliklerini araştırmaya girişti. Görmüş olduğumuz gibi, bu ışınların keşfedilmeleri-

ne yol açan şey, onların olağanüstü bir güçle, genellikle saydam olmadıkları düşünülen maddelerden geçme özellikleriydi. Öyleyse araştırılacak özelliklerden ilki bu olmalıydı. Kısa sürede bu gücün, geçtikleri maddeden bağımsız olduğu ortaya çıktı. Sadece araya konulan maddenin yoğunluğundan etkileniyordu. Örneğin, ışık için cam ne ise, Becquerel ışınları için de ağırlığı düşük olan alüminyum öyleydi –görece şeffaftı. Kurşun ise, ağır olduğu için görece ışın geçirmezdir.

Radyografi gücü bakımından Becquerel ışınları X-ışınlarına benzerler. Becquerel ışınlarına tutulan birçok madde karanlıkta ışıldar –yani fosforişil– olur. Elmas ve yakut, bir tutam radyum klorürün saldığı görünmez ışınlara tutulunca çok canlı olarak parlarlar. Kalsiyum flüorür, kalsiyum sülfür, baryum platino-siyanür ve başka birçok madde üzerinde de aynı etkiyi yapar. Becquerel ışınlarının fosforışınım etkisi o denli güçlüdür ki, eğer bir insanın alnına bir tüp radyum klorür tutulursa, o insan gözlerini kapatınca da ışık görmeyi sürdürür, retinanın kendisi fosforişil olur. Işınlardan radyumlu maddenin kendisi de etkilenir ve ışıldar, hem de radyumun keşfinden bu yana hiç değişmemiş olan bir canlılıkla ışıldar. [...] Yani tuhaf şeylerdir bu Becquerel ışınları. Resmi çeken bu ışık, yaradılışın ilk şafağıyla parlıyordu, son kıyamet gününün şafağında da parlayacaktır. Çünkü Becquerel ışınları maddenin atomunun bir niteliğidir; bu nedenle de yok edilemez. Hangi fiziksel baskının, hangi kimyasal değişimin uygulandığına hiç aldırılmaz. Işık, azalmadan ve azaltılmadan parlayacaktır; gramında yumuşak bir ısıltı, kilosunda –eğer bulabilseydik–, yeni bir güneş gibi.

Becquerel ışınlarının fizyolojik etkisi çok şiddetlidir; neredeyse inanılmaz ölçüdedir. İçinde bir tutam radyum tuzu olan kapalı bir cam tüp, bir karton kutuya konmuş ve kutu bir buçuk saat Mösyö Curie'nin koluna bağlanmıştı. Sonuç, koyu bir kızarıklık, ardından iyileşmesi üç aydan fazla süren irinli bir yara oldu. Bir gün, Profesör Becquerel çalışırken, kapalı bir kap içindeki radyum tuzunu kolaylık olsun diye cebine koymuştu. Çok piş-

man oldu; çünkü yara çok acı veriyordu, kapanması da çok uzun sürdü.

Fotoğraf klişeleri ve elektriklenmiş cisimler birbirlerinden çok farklıdır. Ama Becquerel, her ikisinin de ışıklardan etkilendiğini hemen hemen aynı zamanda saptadı. Fotoğraf klişesi kararmış, elektriklenmiş cisim de deşarj olmuştu; bunların her ikisi de radyoaktiviteyi saptayan bir dedektördü. Deşarj etkisi radyumun keşfiyle, doğal olarak, çok daha belirgin oldu. [...] Bir elektroskopun küçük altın yaprakları, elektriklenme olduğunda açılırlar. Küçük bir miktar radyum klorür konulmuş bir tüp yaklaştırıldığında ise yapraklar, elektriğin deşarj olması nedeniyle hemen kapanır. Radyumun yaklaşması ile yapraklardaki deşarj aynı anda olur. Araştırmalar, radyumdan çıkan ışınların *havaı ken-diliğinden elektriği iletir duruma getirdiğini* gösterdi; doğal olarak da yapraklardaki elektriklenme, sanki bir bakır telle dokunulmuşcasına, uçup gitti. Radyoaktiviteyi saptamak bakımından elektrikli bir cisim fotoğraf klişesinden daha duyarlıdır.

Radyumun yakınına konulan her madde sahte radyum haline gelir. Curieler diyor ki, "Radyumun çevresine konan herhangi bir maddenin, radyum kaldırıldıktan sonra, saatler hatta günler boyunca radyoaktif kaldığını gördük. Bu indüklenmiş radyoaktivite, radyumun etkisinde bırakıldığı süreyle, bir sınıra kadar, artar.. Radyum kaldırıldıktan sonra hızla azalır ve sonunda yok olur. Hangi tür maddenin radyumun etkisine bırakıldığının hemen hemen hiç önemi yoktur. Hepsi kendilerine radyoaktivite edinirler". Bu sonuç, bu alanda deney yapan herkes tarafından defalarca doğrulanmıştır. Çinko, demir ve kurşun donanım; laboratuvarın havası, su, çalışanların elbiseleri, bizzat kendileri radyumun huzurunda harekete geçerek, radyum gibi fotoğraf klişelerini etkileyen, elektriği deşarj eden ışınlar vermeye başlarlar. Bu çok can sıkıcı ve endişe verici bir durumdur. Radyumun tamamen sakıncalı ışınlar vermesini önlemek için aşırı dikkat gerektirir. Mösşö Curie, edindiği radyoaktivite nedeniyle, günlerce elektrometrelerine, hatta laboratuvarına yaklaşamamıştı. Çinko için bu ikincil

radasyonlar normal uranyumunkinin dört katı şiddetindeydi. Dahası, bu edinilmiş radyoaktivite, yıkamakla da giderilemiyor-
du. Radyumdan çıkan Becquerel ışınları, madeni levhalardan geç-
tikten sonra bile bu etkiyi yapıyorlardı. Ancak, bu radyoaktivite-
nin geçici olduğunu da unutmamak gerekir. Güçlü radyumu o
bölgeden kaldırdıktan sonra radyoaktivite er geç son bulur. [...]

Becquerel ışınları kimyasal etkilere de neden olur. Radyum-
dan çıktıklarında kâğıdı soldurur, cama kalıcı bir açık menekşe
rengi verir; oksijeni ozona, sarı fosforu kırmızı fosfora, cıva perk-
lorürü kalomele dönüştürür.

Becquerel'in ışınları nasıl keşfettiğini öğrendik, niteliklerini
inceledik. Şimdi de hepsinden daha önemli bir problemle yüz yü-
zeyiz. Bu ışınlar nedir? Becquerel, onların ne olduklarını, bir öl-
çüde keşfetmiştir; ancak verdiği kanıtları ve sonuçları açıklama-
dan önce, Becquerel'in keşfettiği bir başka tuhaf özelliklerinden
ve bu özelliğin de, onların doğasının anahtarı olduğunun anlaşıl-
masından söz etmemiz gerekiyor.

Becquerel ışınları mıknatıs tarafından bükülürler. Şimdi onu
kendine özgü, verimli, basit deneylerinin birisiyle bunu ispat
ederken izleyelim. Siyah kâğıda sarılmış ensiz bir fotoğraf klişesi
olarak bunu güçlü bir elektromıknatısın kutupları arasına yatay
olarak koydu; klişenin arka kâğıdı üzerine, içinde az miktarda
radyum bileşiği bulunan küçük bir kurşun kap yerleştirdi. Bu du-
rumda ışınlar klişeyi sadece bükülerek etkileyebilirdi, çünkü kur-
şun kap ışın geçirmez. Mıknatısa elektrik verdi; bir süre sonra da
polariteyi değiştirdi. Eğer ışınlar bükülürse ters yöne bükülecek-
lerini düşünüyordu. [...] Klişede iki enli çizgi vardı, bunlar ışınlar-
ın aşağı doğru eğilip klişeye geldiklerini gösteriyordu. Tek bir
çizgi yerine iki çizgi olması da polariteyi değiştirmenin ışınların
ters yönde bükülmesine neden olduğunu ispatlıyordu. Becquerel
ışınları mıknatısla saptırılabiliyorlardı.

Ancak hepsi aynı ölçüde mi sapıyor? Homojenler mi? Yine
Becquerel'i izleyelim. Aynı tür bir başka klişe üzerine platin, alü-
minyum ve kâğıt şeritler koydu; en uca da, daha önce olduğu gi-

bi, içinde radyum bileşiği olan küçük kurşun yerleştirdi. Eğer hepsi eşit ölçüde sapıyorlarsa, klişeye çarptıkları yerde bir çizgi oluştururlar, aksi halde bir band oluştururlardı. Mıknatısa enerji verdikten ve klişeyi banyo ettikten sonra [...] ışınlar [...] geniş bir band oluşturmuştu; sonsuz sayıda ve farklı ölçüde sapan radyasyonların gerçek bir tayfını. Aynı klişe, ışınların nüfuz etme sıralamasını da göstermektedir: En az platin, sonra alüminyum, en çok da kâğıt.

Hepsi sapabiliyor mu? Bazılarının mıknatıstan hiç etkilenmemesi ve sapmaması mümkün değil mi? Bunu anlamak için fotoğraf klişesini mıknatısın kutupları arasına yatay değil de dikey olarak koyamaz mıyız? Bu fikir gerçekleştirildi, sonuç da hiç kuşku götürmeyecek ölçüde açıktı: Becquerel ışınları iki farklı tür radyasyondan oluşuyordu. Birinci tür, A, mıknatıs tarafından bükülüyor; öteki, B, ondan hiç etkilenmiyor ve hiç sapmadan geçip gidiyor. [...] Becquerel ışınları, her ne olurlarsa olsunlar, sapabilen ve sapamayan radyasyonların bir karışımıdır.

Fakat nedir onlar? Farklı türden ışınların özelliklerini gösteren tabloyu incellerseniz şu tuhaf gerçeği göreceksiniz: Sapabilen Becquerel ışınlarının nitelikleri Crookes'un tüpünün katot ışınlarıinkilerle özdeş, sapamayan ışınların nitelikleri ise Röntgen'in X-ışınlarıinkilerle özdeş. Niteliklerinin özdeş olması doğalarının da özdeş olması anlamına gelir ve bu nedenle radyumdan çıkan Becquerel ışınlarının, aşağı yukarı katot ve X-ışınlarının, yani keşif tarihindeki atalarının, bir karışımı olduğunu kabul etmek zorundayız.

Okuyucu "Bu ne hayal kırıklığı!" diyebilir "Maddenin yeni bir niteliğini incelemek için yola çıktık ve eski bir niteliğiyle bitirdik"

Hiç de öyle değil. Maddenin yeni niteliğine radyoaktivite dedik; Becquerel ışınları demedik. "Farkı nedir?" Doğal, yaradılıştan gelen bir özellik ile koşulların bir özelliği arasındaki fark neyse o. Bir ark lambasının ışığı koşulun bir niteliğidir; toprağın derinliğinde aynı şiddette ışık vererek sürekli yanan bir madde

Farklı Işıkların Niteliklerini Belirten Tablo							
Işının Adı	Katot	Sapabilen Becquerel Işıkları	X-ışını	Sapamayan Becquerel Işıkları	Niewen-glowski Işıkları	Morötesi Işık	Kırmızı Işık
Girişim, polarizasyon, yansıma ve kırılım varlığı	0	0	0	0	X	X	X
Fotoğrafik etki	X	X	X	X	X	X	0
Fosforışıl yapma	X	X	X	X	?	X	0
Havayı iletken yapma	X	X	X	X	X	X	0
Saydam olmayan cisimlere girme	X	X	X	X	X	0	0
Mıknatısla sapma	X	X	0	0	?	0	0
Işığa göre hız	1,7	1,2	1	?	?	1	1

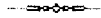
x, özelliklik var; 0, özelliklik yok; ?, özelliklik belirsiz.

bulursanız, bu yaradılıştan gelen doğal özelliktir –üstelik çok ilginç bir özellik–, radyoaktivitedir. Katot ve X-ışınları için de aynı durum vardır. Onlar bir Crookes tüpünden çıkarlar, yüzyılların fikirlerinin karmaşık bir sonucu olan bir mekanizmadan, onlar koşulun bir niteliğidirler. Bunun tersine, radyumdan çıkan Becquerel ışınları yeri kazarak elde edilen bir maddeden çıkıyorlar ve görünen o ki, bu madde onları hiçbir dış etki olmadan geçmişte yüzyıllar boyu nasıl saldıysa, sonsuza kadar da salacaktır. Bu onların doğal yaradılış özelliğidir, –maddenin yeni bir özelliği– radyoaktivitedir.

Katot ışınları madde parçacıklarının bir akımıdır. Bu parçacıklar radyumdan saniyede altmış milyon ila doksan milyon mil hızla fırlatılırlar. Elektrikle yüklü olarak uçarlar ve bu yük de doğal olarak bir elektroskopu boşaltmaya yeterlidir. O denli küçüktür ki kimyacının atomları onlara kıyasla dev gibidir. Radyumdan fırlayan bu parçacıklar parçalanmış atom oldukları için, nitelikleri demirin veya altının veya bakırın nitelikleri değil genel olarak, maddenin nitelikleridir. Kütlecik de denen bu parçacıklar, bildiğimiz elementleri oluşturan bir tür ana-maddenin temel atomlarıymış gibi görünüyorlar. Bu bağlamda, çok eskiden, Becquerel'in ışınları en çılgın kurgulamacıların bile rüyasına girmeden çok önce yazılmış olan Huxley'in sözlerini hatırlamak ilginç olacaktır. Şöyle yazmıştı: "Elementlerin maddenin ilkel bir formundan geliştiği varsayımının bilim tarihinde gelecekte oynayacağı rolün, başlangıçta deneysel temeli daha fazla olmayan atomik varsayımın oynadığı rolden daha az olmayacağını ileri sürmenin sakıncası olmasa gerek." Bu sözler bir ustanın öngörüsüyle yazılmıştır.

Bu ilginç cisimlerin alışılmadık olgularla dolu olan öykülerinin akla getirdiği en ilginç soru enerji konusundadır. Enerjinin kaynağı nedir? Madam Curie radyumun, enerjisini uzaydan gelen radyasyonlardan aldığını ve onlara yanıt verdiğini ileri sürdü. Bu olasıdır. Sadece Tanrı *bilir*. Bildiğimiz bir şey var: Uzay, uzunlukları metreler ile sonsuz küçük arasında değişen radyas-

yon enerjisi dalgalarıyla titreşim içindedir. Bedensel duyularımız bunların sadece birkaçını algılayabiliyor; ya da mekanizmaları-
mız bazılarını ayırt edebiliyor. Radyasyon enerji dalgaları “yaşa-
mın arpi” denilen şeyi oluşturur. Biz de ona, orada burada bir-
kaç telle katılırız –ufacık X-ışınları, aktinik⁸ dalgaları, ısı dalga-
ları tiz seslerle; Hertz ve Marconi’nin dev elektromanyetik dal-
gaları ve muhteşem ses dalgaları da bas seslerle; ancak öyle mu-
azzam uzaylar, sayısız teller, sonsuz olanaklı radyasyonlar vardır
ki, biz bunları duymayız; hiç duymayız. Bir gün, bundan bin yıl
sonra biz de bu görkemli uyumun bütün uzamını algılayacağız
ve böylece hepsinin ustası olan o Büyük Müzisyenle uyum için-
de titreşeceğiz.



8. Aktinik dalgaları, fotoğrafik etkiler gibi kimyasal etkilerin oluşumunu sağladığı düşü-
nülen kuvveti taşıyan dalgalar. On dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında güneş ışığının bu
etkileri yaratan “aktinik güç” içerdiği söylenirdi. Işığın enerji olduğunu ileri süren çağdaş
görüş bu makale yayımlandıktan birkaç yıl sonra ortaya çıkmıştır.

I. P. PAVLOV

Etkinlik Atomları

Koşullu Refleksler'den (1924)

Ivan Petrovich Pavlov (1849-1936), daha çok otomatik diz sıçraması davranışı anlamına gelen *Pavlovyan* terimiyle anımsanır.

Bu terim, bir kişinin çalışmalarının o kişinin adına indirgenmesine izin verilmemesi konusunda bir uyarıdır; çünkü, Pavlov'un çalışmaları tek bir adla ifade edilmeyecek ölçüde önemlidir. 1924'te 75 yaşındayken verdiği bir dizi konferansı temel alan en ünlü kitabı *Koşullu Refleksler* [*Conditioned Reflexes*] 1926'da yayımlandı. Kitap, beynin fiziksel işleyişini anlamaya yönelik onlarca yıllık deneysel gözlemleri özetler. Pavlov'un kitabı *Serebral Korteksin Fizyolojik Etkinliği Üzerine Bir Araştırma* [*An Investigation of the Physiological Activity of Cerebral Cortex*] alt başlığını taşır. Hiçbir şey onu, çalışmalarının, her şeyin çevre ile açıklanabileceğini gösterdiği ve beynin rolünü anlamaya gerek bırakmadığı yolunda Amerika'da yaygınlaşan görüş kadar şaşırtmazdı. Gözlemler derleyen başkaları gibi, Pavlov da gözlemlerini kategorilere ayırmak yanlısıydı. Hayvan etkinliklerinin temel birimlerini bulmayı, sonra da onların nasıl bir araya toplanabileceğini göstermeyi umuyordu. Bu kimyasal bir yaklaşımdı; önce elementleri belirlemek, sonra da birleştirilebileceklerini göstermek. Buna şaşırmamak gerekir. Çalışmalarına başlaması kimyanın, özellikle Rus kimyasının büyük atılım yaptığı döneme rastlar. Duncan ve Cannon'un bu bölümdeki makalelerinde olduğu gibi, aşağıdaki makale de anlamının çoğu kez kategoriler oluşturmakla başladığını gözler önüne seriyor.

Bizim çıkış noktamız Descartes'in sinirsel refleks kavramıdır. Bu, tam anlamıyla bilimsel bir kavramdır; çünkü zorunluluk içerir. Bu kavram şöylece özetlenebilir: Bir iç veya dış uyarı sinirsel alıcıların birine ya da öbürüne rastlar ve sinirsel bir itime neden olur; bu sinirsel itim sinir lifleri üzerinden merkezi sinir sistemine

iletilir; orada, mevcut sinirsel bağlantılar yardımıyla, geriye yönelik sinir lifleriyle etkin organa iletilen yeni bir itime yol açar ve o organdaki hücre yapılarında özel bir etkinliği başlatır. Böylece, bir uyarı, zorunlu olarak, belirli bir tepkiyle bağlantılı gibi görünür; tıpkı neden-sonuç ilişkisi gibi. [...]

İnsanların ve hayvanların sinirsel etkinliklerinin temelini oluşturan şey bir refleksler kümesidir. O nedenle, organizmanın temel reflekslerini bütün ayrıntılarıyla incelemek büyük önem taşır. Ne yazık ki bu, günümüze kadar başarılmış olmaktan çok uzaktır; özellikle de, daha önce sözünü ettiğim gibi, belirsiz “içgüdüler” olarak bilinen refleksler için durum böyledir. Onlar hakkında bildiklerimiz çok sınırlı ve bölük pürçüktür. Onların “beslenme”, “korunma”, “cinsellik”, “ana babalık”, “sosyal” gibi başlıklar altında sınıflandırılması tümüyle yetersizdir. Bu başlıkların her birinin altında, çoğu kez, büyük sayıda tek tek refleksler toplanır. Bunların bazıları tam olarak belirlenmiş değildir; bazıları diğerleriyle karıştırılmıştır; birçoğu da ancak bir ölçüde anlaşılmıştır. Kendi deneyimlerime dayanarak, bu konunun ne kadar yeni ve boşluklarla dolu olduğunu gösterebilirim. Az sonra açıklayacağım araştırmalar sırasında, bir hayvanın garip bir davranışı için hiçbir neden bulamamıştık. Onun çok yumuşak başlı bir köpek olduğu aşikârdı; kısa sürede bizimle çok iyi dost oldu. Çok basit bir deneyle işe başladık. Köpek bir platforma yerleştirildi; ayaklarına onu incitmeyecek ve rahatlıkla bir iki adım atmasına izin veren ilmikler geçirildi. Hayvana birkaç dakikalık aralıklarla yiyecek vermek dışında hiçbir şey yapılmıyordu. Hayvan önceleri oldukça sakin durdu; verilenleri hemen yiyordu. Ancak, zaman geçtikçe heyecanlanmaya ve platformdan çıkmak için çabalamaya, yeri tırmalamaya, korkulukları kemirmeye, vb. başladı. Bu sürekli kas çalışmasıyla birlikte nefes darlığı ve sürekli salya akıtma da başladı. Bu durum birkaç hafta boyunca yapılan deneylerde tekrarlandı; hayvanın bu davranışı gittikçe daha kötüleşti; sonunda, deneylerimiz bakımından işe yaramaz hale geldi. Hayvanın normal olmayan bu davranışı bizleri uzun süre şaşırttı. Çeşitli de-

neysel yollarla, olası yorumlamaları sınadık; laboratuvarı da çok sayıda köpekle uzun süre deneyim sahibi olduğumuz halde bu garip davranış için doyurucu bir çözüm bulamadık. Sonunda bunun özel bir *özgürlük refleksi*nin bir ifadesi olabileceğini ve köpeğin platformda hapsedilmiş durumda sakın kalamadığını düşünmeye başladık. Bu refleks, karşısına başka bir refleks –yiyecek refleksi– çıkarılarak giderildi. Köpeğe yiyeceğinin hepsini platformda vermeye başladık. Başlangıçta çok az yedi ve epey kilo kaybetti. Ama yavaş yavaş daha çok yemeye başladı; en sonunda da yiyeceğin tümünü yemeye alıştı. Bundan başka, deneyler sırasında daha sakinleşti: Özgürlük refleksi engellenmişti. Özgürlük refleksinin en önemli reflekslerden biri olduğu açıktır; daha genel bir terim kullanırsak, yaşayan canlıların en önemli tepkisidir. Öyle olmakla birlikte, bu refleks hâlâ kesin olarak kabul görmüş değildir. James’in yazılarında⁹ özel insan “içgüdüleri” arasında adı bile geçmez. Ancak, şurası açıktır ki, eğer hayvana, özgürlüğüne konulan sınırlamalara karşı koyan bir refleks sağlanmasaydı, önüne çıkan en ufak bir engel doğal işlevlerini yerine getirmesini önleyecekti. Hep bildiğimiz gibi, bazı hayvanlarda bu özgürlük refleksi öylesine güçlüdür ki, bir yere kapatıldıklarında hiçbir şey yemezler, hastalanıp ölürler.

Çok göz ardı edilen reflekslere örnek olarak da *sorgulayıcı refleks* denebilecek refleks gösterebiliriz. Ben ona “Bu-nedir?” refleksi diyorum. Bu reflesledir ki insanlar ve hayvanlar çevrelerindeki en ufak değişikliğe hemen tepki gösterirler; öyle ki, duyu organlarını, değişikliğe neden olan etkenin algılanan belirli niteliklerine yönelterek onu inceden inceye araştırırlar. Bu refleksin biyolojik önemi aşikârdır. Eğer hayvan böyle bir refleksle donatılmasaydı yaşamı her an pamuk ipliğine bağlı olurdu. İnsanlarda bu refleks büyük ölçüde gelişmiştir ve çok önemli sonuçları vardır; en üst derecesine meraklılık denir. Merak ise bilimsel yönte-

9. William James (1842-1910), psikolog ve roman yazarı Henry James’in (1841-1916) erkek kardeşidir. *The Principles of Psychology*’yi 1890’da yayımladı ve bu kitap daha sonra yıllar boyunca standart psikoloji ders kitabı oldu.

min atasıdır; onun sayesinde, bir gün, çevremizde olup bitenler hakkında bilgi edinmenin doğru yolunu bulmayı umut edebiliriz.

Olumsuz ya da engelleyici türden reflekslerin (içgüdülerin) açıklığa kavuşturulması yolunda daha da az şey yapılmıştır; bu refleksler çoğu zaman güçlü herhangi bir uyarıyla ya da zayıf ama alışılmamış bir uyarıyla harekete geçerler. Hayvan hipnotizması denen şey bu kategoriye girer.

Gerek insanların gerek hayvanların temel sinirsel tepkileri belirli refleksler şeklinde doğuştan var olduğundan, bütün bu reflekslerin uygun bir sınıflandırma ile eksiksiz bir listesini yapmanın çok önemli olduğunu bir kez daha vurgulamalıyım. Çünkü, ileride göreceğimiz gibi, hayvan organizmalarının bütün öteki sinirsel işlevleri bu reflekslere dayalıdır. Şimdi, sözünü ettiğimiz türden refleksler hayvanın yaşamını sürdürebilmesi için temel koşulu oluştursalar da, kendi başlarına uzun, dengeli ve normal bir yaşam güvencesi sağlamada yeterli değildirler. Bu sonuç serebral yarım küreleri alınmış köpeklerde kanıtlanmış bulunmaktadır. İç refleksleri devre dışı bırakılmış böyle bir köpek temel dış reflekslerini korumaktadır. Yiyeceğe ilgi duymaktadır; zarar verici uyarılardan kaçınmaktadır; araştırma tepkisi vermekte, ses çıkarıldığında kafasını kaldırıp kulaklarını dikmektedir. Bundan başka, özgürlük refleksini de sergilemekte, sınırlayıcı şeylere karşı direnme göstermektedir. Ancak gereksinimlerini kendisi karşılamakta tümüyle acizdir; bir başına bırakılsa kısa sürede ölür. Anlaşılan, bu sinirsel yapıda önemli birşeyler eksiktir. Acaba hangi sinirsel etkinliği kaybetmiş olabilir? Kolaylıkla görüldüğü gibi, bu köpekte refleks tepkisi gösteren uyarı sayısı belirgin ölçüde azalmıştır; kalanlar ise en temel ve genel nitelikte olanlardır ve çok dar bir alanda iş görürler. Sonunda, hayvan sisteminin iç güçleriyle dış güçler arasındaki dinamik denge, normal hayvandaki eşsiz uyumla kıyaslandığında, ilkel düzeye düşmüştür ve açıkça görülen, bu basit dengenin yaşam için yetersiz oluşudur.

Şimdi, araştırmamızın başladığı en basit reflekse dönelim. Eğer yiyecek ya da geri atılabilecek bir madde bir şekilde ağzın

içine girerse, tükürük salgısı başlar. Bu salgının amacı yiyecek söz konusu olduğunda, onu kimyasal olarak değiştirmek; reddedilecek madde için ise, onu sulandırmak ve ağızdan dışarı atmaktır. Bu, bir nesnenin fiziksel veya kimyasal özelliklerinden dolayı, ağızda ya da dildeki mukozaya temas etmesiyle oluşan refleks bir örnektir. Bundan başka bu nesneler köpeğe uzak bir yere konulduğunda da benzer bir refleks salgısı salgılanır; burada etkilenen algılayıcı organlar yalnızca kokuya ve görmeye ilişkin olanlardır. Yiyeceğin verilegeldiği kap bile bütün ayrıntılarıyla eksiksiz bir beslenme refleksi uyandırmaya yeter. Bundan da öte, kabı getiren kişinin görülmesi ya da ayak seslerinin duyulması bile salgılamayı harekete geçirebilir. Hassas biçimde ayırt edici birkaç uzaklık sinir alıcısına çarpan bütün bu uyarılar, eğer hayvanın yarım küreleri alınmışsa, güçlerini hepten yitirirler; yalnız ağız ve dil üzerinde doğrudan etkili olanlar güçlerini korurlar. Birinci tür uyarıya yanıt verme kapasitesinin organizma için büyük yararı olduğu aşikârdır. Çünkü, onların etkileri sonucunda ağıza giren yiyecek hemen çok miktarda ıslatıcı salyayla karşılaşır; genellikle mukozaya zarar verici olan istenmeyen maddeler ise ağızda onları sulandırıp dışarı atan koruyucu bir tükürük tabakasıyla karşılaşır. Karmaşık beslenme refleksinin motor bölümünü harekete geçirmekteki önemleri daha da büyüktür; yiyecek arama refleksi-ne uyarı görevi yaparlar.

Bir başka örnek verelim: kendini savunma refleksi. Güçlü olan etobur hayvanlar kendilerinden daha güçsüz olan hayvanları avlarlar. Eğer güçsüzler kendilerini korumak için düşmanın dişlerinin etlerine batmasını beklerlerse hemen yok olurlar. Ancak, düşmanın görülmesi ve yaklaştığını belirten seslerin duyulmasıyla korunma refleksi devreye girerse olay farklı bir hal alır. O zaman avın, saklanarak ya da kaçarak kendini kurtarma şansı vardır.

Normal hayvan ile korteksi alınmış hayvan arasındaki bu dinamik yaşam dengesi farkını genelde nasıl açıklayabiliriz? Bu ayırımın genel mekanizması ve kuralı nedir? Her ne kadar, küçük

hayvan için zararlı olan şey yırtıcı hayvanın görülmesi ya da sesi değil dişleri ve pençeleri ise de, doğal koşullar altında normal hayvanın sadece o andaki yarar ve zarar verici uyarıcılara değil, uyarıların yaklaştığına işaret eden başka fiziksel ve kimyasal etkilere de –ses ve ışık dalgaları, vb.– tepki göstereceği aşikâr gibidir.

Verdiğimiz görece basit refleks örneklerinde her ne kadar *sinyal veren uyarılar* bir rol oynamaktaysalar da en önemli husus bu değildir. Bizi ilgilendiren, daha gelişmiş hayvanlarda büyük olasılıkla yarım kürelerde bulunan, merkezi sinir sisteminin en yüksek düzeydeki etkinliğinin temel özelliğidir. Bu özellik sayısız sinyal uyarılarının hayvanda refleks tepkileri başlatması değil, aynı uyarıların (farklı koşullarda) tümüyle farklı refleks tepkileri başlatabilmesidir; yahut, bunun tersine, aynı tepkilerin başka uyarılarla başlayabilmesidir.

Yukarıda verilen salya refleks örneğinde sinyal bir keresinde belirli bir kap, başka bir seferde başka bir kap, belirli koşullarda belli bir kişi, başka koşullarda başka bir kişidir. Sinyal, beslenme için hangi kabın kullanıldığı ve bu kabı kimin getirip köpeği beslediğiyle kesin olarak bağlantılıdır. Görülüyor ki, bu, organizmanın makine benzeri tepkisel etkinliğini daha da belirgin kılmakta ve ona daha yüksek düzeyde kusursuzluk niteliği sağlamaktadır. Çevremizdeki dünyada koşullar o denli karmaşık, o denli sürekli değişkendir ki, bizzat kendisi yaşayan bir değişkenlik içinde olan karmaşık hayvan sistemi, ama yalnız o sistem, çevre ile dinamik bir denge sağlama olanağına sahiptir. Görülüyor ki, yarım kürelerin en temel ve en genel işlevi değişik ölçülerde önemli olan sayısız uyarının gönderdiği sinyallere tepki göstermektir.



ANNIE J. CANNON

Yıldızları Sınıflandırma

Yıldızların Evreni'nden (1926)

Annie Jump Cannon (1863-1941), Harvard College Gözlemevinde 14 yıl boyunca asistanlık yaptı. 1911'de Harvard'ın gökbilim fotoğrafları müdürü oldu. Bütün gözlemsel verilerin yöneticisi olması demek olan bu unvan işin önemini yeterince yansıtıyor. 200 000'den fazla yıldızla ilişkin referansları ve tayfları sınıflandırdı. Tayflar yıldızların ışıklarında saptanan renklerdir. Onların göz kırpan ışıkları bir prizmadan gözleendiğinde, gökkuşağının hemen bütün renklerini göz önüne sererler. Ancak bazı renkler eksiktir; bunlar gökkuşağında siyah çizgiler olarak görülür. Cannon yaklaşık 250 000 yıldızın tayfını içeren bir katalog hazırlamıştır. Bu katalog günümüzde de uluslararası standart olarak benimsenmektedir. Cannon, bunun dışında, ilk büyük kadın gökbilimci olarak da anılmaktadır.

Çok sayıda gözlem verileriyle ilgili başka yazılarda da görüldüğü gibi, öğrenme yolunda atılacak ilk adım sınıflandırmaktır. Sınıflandırmanın açıklayıcı hiçbir yönü olmamakla beraber, verilerdeki farklılıkları ortaya koyar ve insan, birinin bu şekilde, öbürünün şu şekilde davrandığını söyleyebilir. Böylece, karışık bir yığın durumundaki farklı şeyler daha düzenli görünmeye başlarlar. Cannon bu makalesinde (orijinali bir radyo konuşmasıdır) yıldızların sınıflandırılması ve bundan ne öğrenilebileceği konusunu ele almaktadır. Ayrıca, yıllarını yıldızları sınıflandırmakla geçiren bir bilimcinin hâlâ esprili bir yaklaşıma sahip olduğunu görmek hoş bir şey. Onun sınıflandırma işleminin, Maxwell'in elli yıl önce derslerinde anlattığı, görünmeyen süreçlerin yorumunu temel aldığına da dikkatinizi çekmek isterim.

Yıldızların doğası hakkındaki ilk bilgilerimiz 1672'ye, Isaac Newton'un güneş ışığını bir prizmadan geçirerek yaptığı deneylerinin sonuçlarını dünyaya açıkladığı döneme uzanır. Güneş ışığı

üç köşeli bir cam parçası tarafından ayrıştırıldığında ortaya çıkan o çok güzel gökkuşağı renklerinin oluşturduğu şeridi betimlemek için Newton, Latincede görünüm anlamına gelen *spectrum* sözcüğünü (tayf) kullandı. Gökkuşağı Güneşin tayfidir.

İnsanın bilgi arayışında ışığın analizinin öyküsünden daha ilginç olan bir sayfa zor bulunur. Bu öykünün, yıldızların sınıflandırılması bakımından yaşamsal önemi olan yalnızca birkaç noktasını aktarmama izin verir misiniz? Newton'dan bir yüzyıldan fazla bir zaman sonra, 1814'te, güneşin tayfı o denli arı bir biçimde elde edilmişti ki, Alman optikçi Fraunhofer şaşırtıcı bir ayrıntı fark etti ve bunu inceledi. Açık mordan koyu kırmızıya yayılan çeşitli tayf renklerinin yüzlerce ince koyu çizgilerle kesildiğini gördü. Başka deyişle, tayfta bazı renk tonlarının tamamen yok olduğu dar aralıklar bulunuyordu.

Parlak güneş ışığı üzerine doğanın eliyle çizilmiş bu şaşırtıcı hiyerogliflerin gizemini çözmek için elli yıl boyunca birçok insan bir Reşit Taşı bulmaya çalıştı. Çözüm çok iyi bilinen ve gezegenimizde bulunan en sıradan maddelerden biri olan tuzun ışığının incelenmesi sonunda ortaya çıktı. Her yerde bulunan bir dünya maddesi olan tuzun ya da en azından onun sodyum bileşeninin, Güneş'te ve uzak yıldızlarda da var olduğunu ispatlamayı da onlar başarmıştır.

Tayf sözcüğünün, yalnızca güneş ışığı için değil, ışıldayan herhangi bir maddenin ışıklarının bir prizma veya kafes yoluyla ayrıştırılması için de kullanıldığını unutmamak gerekir. Bu işlem-den geçirilen her madde, kendi şarkısını söylüyormuşçasına, kendine özgü dalga boyunda, kendine özgü titreşimler gönderir. Kimyacıların sodyum klorür dedikleri tuzun tayfı çok basittir ve yalnızca iki sarı çizgi içerir. Güneş'in tayfında da, sarının tıpatıp aynı tonu, iki siyah çizgiyle kesilmiştir. Bu ikisinin arasında bir bağlantı olabilir mi? Dünyamızın sarı çizgileri siyaha dönüştürülmüş olabilirler mi? Evet, deneylerin gösterdiğine göre, eğer bir prizma ile her dalga boyunda ışık salan bir ışık kaynağı arasına sıcak olmayan tuz buharı konulursa çizgiler hemen siyaha dönüşür.

Öyleyse Güneş'in kızgın yüzeyindeki parlak sarı ışık Güneş atmosferindeki daha serin sodyum buharı tarafından emiliyordu. Benzer şekilde Güneş tayfındaki iki bin siyah çizgi bizi demire ve dahası, Dünya'da alışıktığımız bütün sıradan maddelere götürüyordu; Güneş'in "soğurma" tayfını bu maddelerin laboratuvarında elde edilen tayflarıyla kıyaslayarak onların Güneş'te de var oldukları anlaşılmıştır.

Ebeveynimiz olan Güneş'in bu tanıdık maddeleri içermesi beklenebilirdi: Biz uzak bir geçmişte onun etinin eti, kemiğinin kemiği değil miydik? Ancak, o kadar uzakta, o kadar soluk olan yıldızlardan ne haber? Güneş onların en parlağı Sirius'tan (Köpek Yıldızı'ndan), bile on milyar kat daha parlaktır. Fakat bir yıldızın ışığı da, teleskop yardımıyla, birkaç bin kat büyütülebilir. O zaman teleskopa bağlanmış bir spektroskop kullanarak ışık saçan güzel bir görünümle karşılaşırız, çünkü göz kırpan yıldız ışığı bu durumda bütün gökkuşağı renklerini gösteren ve yine gizini açığa vuran o çizgilerle kesilmiş bir şeride dönüşür. Öyleyse yıldızlar da birer güneştir. Yıldızlar kendi aralarında birbirlerinden farklı mıdır? Farklılarsa onlar hakkında nasıl bilgi edinebiliriz? İnsan gözü, övgüyü hak eden bir alet olmasına ve bir teleskopun büyütücü gücü yardımıyla uzayın derinliklerine nüfuz edebilmesine karşın, yıldızların tayflarını gözlemlemek için pek uygun değildir. Ne hoş bir rastlantıdır ki, tam da gökbilimcilerin yıldız ışıklarını gözlemlediği bir sırada, kimyacılar da brom ve gümüş bileşimleri üzerinde hararetle çalışıyorlardı; hem de, tepemizde baş aşağı duran çanağın yüzyıllardır süregelen bilmesinin anahtarının önlerindeki karıştırma çanağının içinde yattığını hayal bile etmeden. Kimyacıların geliştirdiği fotoğrafik yöntem, yıldız tayflarının gözle incelenmesini artık tümüyle geride bırakmıştır. Zayıf ışıkların ayırt edilmesinde film, gözden daha başarılıdır; ayrıca da insanın görüm kapasitesi dışındaki çok kısa ve çok uzun dalga boyu olan ışınlara da duyarlıdır.

Yıldızların tayflarının fotoğraflarının kapsamlı olarak çekilmesini üstlenen ilk kurum Harvard Gözlemevi olmuştur. Teles-

kopun merceğinin üstüne bir prizma koyarak, görüş alanı içinde bulunan yeterince parlak her yıldızın tayfının resmi çekilebilir. Bu işlem sırasında renklerin güzelliği yitirilir, çünkü renkler filmde, sadece, üzerlerinde siyah çizgiler çizilmiş bir ışıklı zemin olarak görünürler. Fakat yıldızlar, bu çizgilerin konum ve şiddetlerine göre sınıflandırılabilirler.

Büyük Ayı çanağının yaklaşık iki büyüklüğündeki bir gökyüzü parçasını içine alan, 20 cm'ye 25 cm büyüklüğündeki bazı fotoğraflar dört bin yıldızın tayfını içermektedir. Bu tayfları incelediğimizde, birçoğunun birbirine benzediğini hemen fark ederiz. Bunlardan daha parlak olan birkaçını bu sınıfın temsilcisi olarak seçebiliriz. Sınıfları adlandırmada Harvard Üniversitesince başlatılan çok iyi bildiğimiz simgeler olan harfleri kullanıyoruz. Bu basit sistem bütün gökbilim dünyasınca da kullanılmaktadır. Bildiğimiz bazı yıldızların bu yolla nasıl adlandırıldıklarına bir bakalım.

Bir gökbilimci A sınıfından bir yıldızdan söz ettiğinde, tayflarında, atmosferlerindeki hidrojen kaynaklanan çok keskin bir dizi koyu çizgi bulunan Sirius ve Vega gibi beyaz yıldızları kastediyordur. Rigel gibi mavi-beyaz yıldızlar için B harfini kullanırız. Dünyada çok az bulunan ve çok kıymetli olan Helyum gazı bu yıldızların atmosferinde bol miktarda bulunur. G harfi Güneşimiz ve öteki sarı yıldızlar içindir; Betelgeuse gibi kırmızı yıldızlar için M harfi kullanılır. A ile M arasında F yıldızları, G ile M arasında da K yıldızları vardır. Öteki harfler daha ender olan bazı türleri temsil ederler. Çok sayıda yıldız sınıflandırıldıktan sonra B, A, F, G, K, M harflerinin, yıldızların çoğunluğunu içeren altı büyük grup oluşturduğu ortaya çıkmıştır. Gökbilimcilerin alfabetinde B, A'dan önce gelmek durumundadır; çünkü B yıldızlarının A yıldızlarından önce geldiği anlaşıldığında, harfleri değiştirmek için artık çok geçti. Böylece BAF denilen sınıflandırma ortaya çıktı. Bir İrlandalı gökbilimci, BAF'ın, *Baffling* (şaşırtıcı) sözcüğünü çağrıştırdığı için akılda kolay kalacağını söylemiştir.

Yıldızlar, ara sınıflar da dahil, bu verilen sıraya göre dizildiklerinde, harfler, yıldızların sıcaklığa göre azalan, kırmızılığa göre

artan bir düzenlemesini temsil etmektedirler. Yıldızların farklı renklerde olduklarını fark ettiğinizden kuşkusuz yok. Mars'ın rakibi olarak bilinen kırmızı Antaresi'yi ve yaz semasındaki bembeyaz Spica'yı anımsıyor musunuz? Renk, Doğanın bize verdiği, yıldızların farklı türlerden olduklarını gösteren bir ipucudur. Acaba bütün yıldızlar giderek daha soğuk ve daha kırmızı mı olmaktadır? Hayır. Harika koyu çizgiler bir yıldızın hayat ağacında yükselen bir dalın öyküsüdür. Yıldızlar önce M sınıfından B sınıfına, kırmızıdan maviye uzanan bir sıradan geçerler; daha sonra da B'den M'ye. Bir yıldızın yaşamöyküsü böyledir. Gençlikte dev gibi büyük ama yoğunluğu düşük ve kırmızı; orta yaşta çok mavi, sıcak ve parlak; yaşlılıkta küçülmüş, yoğun ve yine kırmızı. Yıldızlara gençliklerinin şişkin dönemlerinde "dev gibi", sonraki yoğunlaşmış dönemlerinde "cüce" denilse de benim anlattıklarım bir peri masalı değildir.

Yirmi yıl önce yıldızların bileşimlerinin farklı olduğu, A yıldızlarında bir hidrojen tekeli B yıldızlarında da helyum tekeli olduğu düşünülürdü. Ancak kimyacıların, fizikçilerin ve gökbilimcilerin ortak çalışmaları, farklılıkların daha çok sıcaklıktan kaynaklandığını ve bir yıldızın sınıfının gözlemlenen atmosfer koşullarını oluşturmak için gerekli olan sıcaklığı ifade ettiğini gösteriyordu. Bundan başka, yıldızların sınıflandırılmaları, bizleri evrende yeni hiçbir tür madde olmadığı kanısına yöneltiyordu çünkü bütün yıldızların tayfları Dünya'daki bilinen elementler cinsinden açıklanabilmektedir.

Harvard fotoğraflarının incelenmesi sonucunda, halen iki yüz elli bin yıldız, kırk sınıf altında gruplandırılmış bulunuyor. Semavi köşkerin mimari yapılarını ve bir baştan öbür başa uzanan gökyüzü kolonilerini incelemek için elimizde artık bol miktarda veri bulunmaktadır. Aynı sınıftaki yıldızlar, tüyleri benzer olan kuşlar gibi, bir arada mı kümeleniyorlar? Evet, çoğunlukla öyle gibi görünüyor. B yıldızlarının hemen hepsi Samanyolu'nda yaşıyor. Yıldız yaşamlarının doruğunda olduklarından hepsi de son derece sıcak ve parlak. Çok uzaktalar, ama çok parlak olma-

ları onların uçsuz bucaksız uzayda bile parlamalarını olanaklı kılıyor. A sınıfı yıldızlar da Galaksiyi tercih ediyor gibi görünüyorlar. Bizim Güneşimiz gibi G sınıfından olan yıldızlar ise bütün gökyüzüne serpiştirilmişlerdir: evrenin ana yollarına da, arka yollarına da. Eğer tesadüfen birisi Güneş'e benzer bir geçmişe sahipse ve şimdi de bir gezegenler ailesinin reisiyse, bu gezegenlerde yaşayanlar –eğer varsa– bizimkine benzer hayırsever bir güneş ışığıyla kutsanmışlardır. Bize en yakın yıldız olan ve ışığı bize dört yıl dört ayda gelen Alpha Centauri G sınıfındandır.

Çıplak gözle çok zor görülebilen Büyük Andromeda Bulutsusu durağan bir kuyrukluyıldıza benzer. Onun, bizim güneşler evrenimizle pek ilişkisi yoktur; bazen etkileyici bir terim olan Ada Evreni [*Island Universe*] diye adlandırılan, ayrı bir sistem oluşturur. Hesaplamalara göre bu sistem o kadar uzaktır ki saniyede 300 000 km hızla yol alan ışığının bize varması için neredeyse bir milyon yıl gerekir. Başka deyişle, biz bu bulutsunun bir milyon yıl önceki halini görmekteyiz. Ancak yine de, büyük teleskoplarla saatler boyu poz verilerek alınan fotoğraflar, bu Andromeda Bulutsusunda, bizim ışık kaynağımız olan Güneş gibi G sınıfı yıldızların varlığını ortaya koymuştur.

Semaların çok uzak bölgelerine, bir anlamda da geriye, çok eski zamanlara baktığımızda, bazı yıldızların bizim için günümüzde gerekli olan elementlerin aynısından oluştuklarını, aynı ritimle titreştiklerini, aynı boyda dalgalar yolladıklarını görürüz.

İnsan zekâsına sunulan en büyük problem olan evrenin yapısının incelenmesinde, yıldızların sınıflandırılmasının önemli bir katkısı olmuştur. Bir yandan insana, evrendeki görece küçücük yerini öğretirken; öte yandan doğanın bütünlüğü konusundaki dersleriyle, onu yüreklendirmekte, kavrama gücünün, onu her şeyi kapsayan büyük akılla birleştirdiğini göstermektedir.



“Çok Çaba Gerektiren Bu Kanıtlama”

Marie Curie

GALILEO GALILEI

Evrenin Merkezi Nerede?

En Büyük İki Dünya Sistemi'nden (1632)

Galileo Galilei'den (1564-1643) seçtiğimiz bu ikinci makale Dünya'nın Güneş çevresinde dönüp dönmediği konusundaki bir diyalogdan alınmıştır. Katılanlar Aristoteles'in geleneksel bilgeliğini savunan Simplicio, Galileo yerine kanuşan Salviati ve her ikisinin de ikna etmeğe uğraştığı akıllı bir bilim-dışı kişi olan Sagredo'dur.

Copernicus'un ortaya attığı teori, bir gökbilim konusu olan Güneşin yörüngesi kavramı dışında da birçok düşünceye karşı geliyordu. Örneğin fizikte, cisimlerin dünyaya düşmesinin nedeninin, doğalarında var olan evrenin merkezine doğru hareket etme eğilimi olduğu söyleniyordu; ne var ki, eğer Dünya Güneş çevresinde dönüyorsa evrenin merkezinde olamazdı. Öyleyse cisimler niçin yere düşüyordu?

Bu tür sorular, en çok, düşünen bilginlerin kafasını kurcalıyordu ve dinsel dogmaları temel alan itirazlardan tümüyle farklıydılar. Bu sorular yanıtlanmalıydı ve Galileo'nun *En Büyük İki Dünya Sistemi-Ptolemaios ve Copernicus Sistemleri Konusunda Diyalog'u* doğrudan bu sorulara yönelikti. Bu makale yerçekiminin doğası konusunda bir tartışmadır. Daha sonra Newton'un saptadığı şeylerin çoğu bu diyalogda öne sürülmektedir.

Bu yazının ifade biçimi Galileo'nun daha önceki makalesinden çok farklıdır. *Yıldızların Habercisi*'nde gözlemleri aktardığı için diyaloga gereği yoktu. Halbuki bu diyalogda tartışma konusu olan şey gözlemler değildir; daha çok, onların nasıl yorumlanacaklarıdır. Mach'ın söylediği gibi, bilimde, "dakik gözlem ile inceden inceye sorgulayan düşünme"nin her ikisine de gerek vardır.

SIMPLICIO: Aristoteles, büyük dehâsına karşın, uslamlamaya dayanarak gereğinden çok kesin sonuç çıkarmazdı. O felsefe yaparken, duyuusal deneylerin insan zekâsının ortaya koyduğu uslamlamalara tercih edilmesi gerektiğini savunurdu; üstelik bir duyuusal kanıtı karşı çıkanların o duyunun yitimiyle cezalandırılmayı hak ettiklerini söylerdi. Şimdi, ağır olan şeylerin, topraklı ve sulu şeylerin, aşağı doğru gittiğini –yani, bizzat doğa tarafından doğrusal olan *deorsum*¹ hareketinin, ereği ve bitim noktası olarak saptanan evrenin merkezine doğru gittiğini görmeyecek kadar kim kör olabilir? Bunun gibi, ateş ile havanın dosdoğru, *sursum* hareketinin, ereği olan Ay'ın yörüngesinin kavisine doğru, yukarıya hareket ettiğini görmeyen var mı? Bunlar açıkça görüldüğüne göre ve kesin olarak, *eadem est ratio totius et partium* (bütün için doğru olan parça için de doğrudur) olduğuna göre, dünyanın doğal hareketinin *ad medium* (ortaya doğru) ve ateşinkinin *a media* (ortadan dışarıya doğru) olduğu yolundaki bir önermeye neden doğru ve aşikâr denmesin?

SALVIATI: Bu söyledikleriniz karşısında olsa olsa şunu kabul edebilirim: Dünyanın bütününden ayrılmış parçaları (yani doğal olarak durdukları konumdan ayrılmış olan parçaları), kısacası, kötü ve düzensiz bir hale indirgenmiş parçaları, doğallıkla ve kendiliğinden, düz doğrusal bir hareketle eski yerlerine dönerler. Bundan da, aynı şekilde, [*eadem est ratio totius et partium* (bütün

1. *Deorsum* "aşağıya doğru"nun, *sursum* "yukarıya doğru"nun Latince leridir. Aristoteles bu ayrımı, hareketin temel özelliği olarak kabul etti. Ancak, Newton bunları, en azından hareket türlerini ayırt etmek için, önemli görmedi. Hangi doğrultunun *deorsum* hangisinin de *sursum* olduğunu kestirmek için, 'aşağıya' (İngilizcesi: *downward*) sözcüğünün *deorsum*'da olduğu gibi bir *d* harfiyle başladığını anımsayınız.

için doğru olan parça için de doğrudur)] olduğu varsayılarak, yeryüzü küresinin, doğanın onun için saptadığı konumdan zorla uzaklaştırılırsa, bir doğru boyunca yeniden oraya döneceği sonucu çıkarılabilir. Sözlerini büyük saygıyla dinledikten sonra da, dediğim gibi, en çok bu kabul edilebilir. Bu konulara derinliğine bakmak isteyen herkes, daha başlangıçta, dünya parçalarının bütünlerine dönerken dairesel ya da karışık bir yol üzerinde değil de doğru çizgi üzerinde hareket ettiğini hemen reddedecektir. Ptolemaios ile Aristoteles'in uyguladığı özel deneylerden ve nedenleri konusunda verdikleri yanıtlardan açıkça göreceğin gibi, bunun tersini göstermekte gerçekten çok sıkıntı çekersin.

Dahası, diyelim ki dünyanın parçaları evrenin merkezine gitmiyor da dünyanın bütünüyle birleşmeye gidiyor (sonuçta, yeryüzü küresinin merkezine doğru gitme eğilimleri var; bu eğilim sayesinde onu meydana getiriyorlar ve olduğu gibi kalmasına yardımcı oluyorlar). Peki o zaman evrende nasıl başka bir "bütün" ve başka bir "merkez" bulacaksın ki yeryüzü küresinin tümü oradan uzaklaştığında yine oraya dönsün; böylece bütünün mantığı yine de parçalarinki gibi olsun?

Şunu da eklemeliyim ki sen de Aristoteles de evrenin merkezinin *de facto* (gerçekten) dünya olduğunu asla kanıtlayamazsınız. Eğer evrene bir merkez aranıyorsa oraya Güneş'in oturtulması daha yerinde olur; sırası geldiğinde bunu sen de anlayacaksın.

Şimdi, dünyadaki bütün parçaların bir bütün oluşturmak için karşılıklı işbirliğine girmeleri, bunun sonucu olarak da, hepsinin olası en iyi biçimde birleşerek küresel bir şekil alma eğiliminde olmaları gibi, Güneş, Ay ve öteki Dünya cisimlerinin de, sadece bütün bileşenlerinin doğal eğilimleri ve uyum içgüdüleri sayesinde, yuvarlak bir şekil aldıklarına neden inanmayalım? Bu parçalardan birisi bütünden herhangi bir anda zorla uzaklaştırıldığında, onun doğal eğilimi nedeniyle kendiliğinden geri geleceğini düşünmek akla yakın değil mi? Böylece de, düz doğrusal hareketin bütün dünya cisimleri için aynı ölçüde geçerli olduğu sonucuna varmamız gerekir.

SIMPLICIO: Sen, sadece bilimin ilkelerini değil, somut deneyimleri ve hatta duyuların kendilerini inkâr etmek istediğin için, seni ikna etmenin, önceden edindiğin düşüncelerden kurtarılmanın, olanaksız olduğundan kuşkusuz yok. Onun için ben de üstelemeyeceğim. Senin akıl yürütme tarzını kabullendiğim için değil; çünkü, *contra negantes principia non est disputandum* (ilkeler reddedilince tartışma yapılamaz) olduğu için.

Biraz önce söylediklerine, ağır cisimlerin hareketinin düz doğrusal olup olmadığını bile sorgulamana gelince, dünyanın parçalarının –yani ağır cisimlerin– doğrudan merkeze doğru düştüklerini akla uygun biçimde nasıl inkâr edebilirsin? Duvarları düz ve dikey olan çok yüksek bir kuleden ağır bir taşı bırakırsan, taş aşağı doğru, kuleyi sıyrarak yere düşer; yukarıda taşın bırakıldığı yere bağlanmış bir ipin ucundaki çekülün yere değdiği noktaya konar. Bu, böyle hareketlerin doğrusal ve merkeze doğru olduğunu açıkça ortaya koyan bir kanıt değil mi?

Sonra, sen, dünyanın parçalarının Aristoteles’in iddia ettiği gibi evrenin merkezine doğru gidip gitmediğini sorguluyorsun. Sanki o bunu ters hareketler öğretisiyle kesin biçimde ispatlamamış gibi. Öğreti şöyle: Ağır cisimlerin hareketi hafif cisimlerin hareketinin tersinedir. Hafif cisimlerin hareketinin yukarıya doğru, yani evrenin çevresine doğru olduğu görülüyor. Öyleyse ağır cisimlerin hareketi de doğrudan evrenin merkezine doğrudur. Bu, *per accidens* (rastlantısal) olarak da dünyanın merkezine doğru demek oluyor; çünkü bu ikincisi, birincisiyle çakışıyor ve onunla birleşiyor. [...]

SALVIATI: Daha önce de söylediğim gibi, ağır cisimlerin düz ve dikey bir doğru üstünde hareket edip etmediklerinden kuşkulananmanın ne kadar mantıksal olduğunu ben bu konuyu tartışırken göreceksin. İkinci noktaya gelince, Aristoteles’in çok aşikâr olan bir hatasının açığa vurulmasına gerek duymana şaşırdım. Aristoteles’in tartışmanın konusu olan şeyin kendisini doğru kabul ettiğini algılayamamama da hayret ediyorum. Çünkü eğer ...

SIMPLICIO: Lütfen Salviati, Aristoteles'ten daha saygılı biçimde söz et. Tasımsal kalıpların, ispatların, ispatların reddinin, sofistlik ile safсатаcılığın keşfedilme biçiminin –kısacası tüm mantığın– ilk, tek ve övgüye değer açıklayıcısı olan bir kişiyi, daha sonra sorgulanan şeyi doğru kabul etmiş gibi göstererek, çok ciddi bir belirsizliğe yol açtığına kimi inandırabilirsin? Beyler, önce onu iyi anlamamız, ancak ondan sonra onun öne sürdüklerini çürütmek isteyip istemediğinizi düşünmeniz daha iyi olacaktır.

SALVIATI: Simplicio, bazı hakikatleri araştırmak için kendi aramızda dostça tartışıyoruz. Sen benim hatalarımı açıklarsan asla gücenmem. Aristoteles'in düşüncelerini yanlış anlamışsam beni istediğin kadar paylayabilirsin; hoş karşılarım. Fakat benim kuşku larımı açıklamama ve söylediklerini yanıtlamama izin ver. Mantık, genelde anlaşıldığı gibi, felsefe yapmanın bir aracıdır. Nasıl ki bir org yapıcısı, org yapmakta üstüne kimse olmadığı halde, onu çalmasını bilmeyebilir; bunun gibi, bir kimse büyük bir mantıkçı olduğu halde, yine de, mantığı kullanmakta usta olmayabilir. Aynı şekilde, bütün şiir sanatını teorik olarak anlayan, ama bir dörtlük bile yazamayan; da Vinci'nin uyguladığı bütün kuralları bilen, ama bir iskemle bile boyayamayan çok insan vardır. Org çalma orgu yapanlar tarafından değil, onun nasıl çalınacağını bilenlerce öğretilir; şiir şairleri sürekli okumakla öğrenilir; resim sanatı sürekli resim ve desen çizerek elde edilir; ispatlama sanatı da ispatlamalarla dolu kitapları okuyarak öğrenilir ve bunlar mantık değil, tümüyle matematiksel çalışmalardır.

Şimdi konumuza dönersek, ben derim ki, hafif cisimlerin hareketi hakkında Aristoteles'in bütün gördüğü, ateşin yeryüzü küresinin herhangi bir yerini terk ettiği ve oradan uzaklaştığı, yukarılara doğru yükseldiğidir. Gerçekten de bu yeryüzününkinden daha büyük bir çembere doğru bir harekettir. Aristoteles onun Ay'ın yörüngesine gittiğini ileri sürüyor. Ancak onun evrenin çevresi olduğunu ya da onunla eşmerkezli olduğunu; ona doğru gitmenin evrenin çevresine doğru gitme olduğunu iddia edemez. Bunu yapmak için yükselen hafif cisimlerin terk ettiği Dünya'nın

merkezinin evrenin merkeziyle aynı olduğunu varsayması gerekiyor. Bu da yerkünün evrenin merkezinde bulunduğunu söylemekle aynı şeydir. Sorguladığımız da Aristoteles'in ispatlamak istediği de tam budur. Sen bunun aşikâr bir yanlış olmadığını mı söylüyorsun?

SAGREDO: Ateşin düz doğru boyunca yükselirken yöneldiği çemberin evreni çepeçevre saran çember olduğunu kabul etsek bile, Aristoteles'in bu iddiası bana başka bir yönden de sakat ve yetersiz gibi geliyor. Yalnız merkezden değil bir daire üstündeki herhangi bir noktadan yola çıkarak doğru çizgi boyunca herhangi bir noktaya doğru giden bir cisim, kuşkusuz çevreye doğru gidecek ve yoluna devamla oraya varacaktır. Öyleyse, onun çevreye doğru gittiğini söylemek doğru olur. Ancak, aynı doğru boyunca ters yönde giden bir şeyin merkeze doğru gittiği her zaman doğru değildir. Bu sadece, alınan nokta eğer merkezin kendisi ise ya da o noktadan geçen doğrunun uzantısı merkezden geçiyorsa doğru olur. Demek oluyor ki, "Doğru çizgi üzerinde hareket eden ateş, evrenin çevresine gider; öyleyse, aynı doğrular boyunca ters yönde hareket eden dünya cisimleri de evrenin merkezine gider" demek, ancak, eğer bu ateş doğrularının uzantılarının evrenin merkezinden geçtiği varsayılırsa geçerli olur. Her ne kadar biz onların yerkünün merkezine doğru gittiklerini (yüzeye eğik değil dik olduklarını) kesinlikle biliyorsak da, bir sonuç çıkarmak için, dünyanın merkezinin evrenin merkeziyle aynı olduğunu ya da ateş ve dünya parçacıklarının evrenin merkezinden geçen tek bir doğru boyunca yükselip alçaldıklarını varsaymamız gerekir. Bu ise yanlıştır ve deneyimlerimize aykırıdır. Deneyimlerimiz bize ateş parçacıklarının her zaman, tek bir doğru boyunca değil, dünyanın merkezinden evrenin her yanına uzanan, yerkünün yüzeyine dik sonsuz sayıda doğru boyunca yükseldiklerini göstermektedir.

SALVIATI: Sagredo, sen Aristoteles'in aşikâr yanlışını göstererek ve buna başka bir tutarsızlığı ekleyerek, çok büyük bir ustalıkla onu aynı sorunla yüz yüze getirdin. Dünyanın küre şek-

linde olduğunu görüyoruz. O nedenle, onun bir merkezi olduğundan ve bütün parçalarının buna doğru hareket ettiğinden eminiz. Bu şekilde konuşmak zorundayız; çünkü hareketleri dünya yüzeyine diktir ve dünyanın merkezine doğru hareket ederken kendi bütünlerine, yani evrensel analarına doğru gittiklerini anlıyoruz. Şimdi artık onların doğal içgüdülerinin dünyanın merkezine değil evrenin merkezine doğru olduğu yolundaki iddiayı bırakmak inceliğini gösterelim. Çünkü onun nerede olduğunu ya da var olup olmadığını hiç bilmiyoruz. Varsa bile, o herhangi bir özelliği olmayan hayali bir noktadır; bir hiçtir. [...]

SIMPLICIO: Bu tür felsefe bütün doğa felsefesini yıkmaya, düzensizliğe götürür; dünyayı da, gökleri de, bütün evreni de karmaşaya sürükler. Bununla birlikte, Peripatetiklerin* temel ilkelelerinin, eski bilimlerin yıkıntıları üzerinde yenilerinin kurulmasında bir tehlike bulunmadığı yolunda olduğu kanısındayım.

SALVIATI: Gökler ve dünya konusunda kendini üzme; onların yıkılacağından, felsefenin çökeceğinden de korkma. Gökler konusunda korkmak boşunadır; çünkü, sen de onların değiştirilemez olduğu kanısındasın. Dünyaya gelince, bizler onu gök cisimlerine benzetmeye uğraşmakla, onu yüceltmeye ve kusursuzlaştırmaya çabalıyoruz; sanki, onu, senin filozoflarının kovdukları göklere tekrar çıkartmaya çalışıyoruz. Bizim anlaşmazlıklarımız felsefeye sadece yarar getirir. Çünkü eğer bizim fikirlerimiz doğru çıkarsa yeni ilerlemeler kaydedilir; yanlış çıkarsa, onların reddedilmesi, ilk öğretileri güçlendirir. Hayır, endişelerini bazı filozoflar için sakla; onların yardımına koş ve onları savun. Bilime gelince, o bunlardan sadece yarar görür. [...]

Bizim asıl amacımız, Ptolemaiosçu ya da Copernicuscü olsun, her iki sistemin lehinde ve aleyhinde olan her şeyi ortaya koymak ve üzerinde düşünmektir; bu konuda yazılmış herhangi bir şeyi göz ardı etmek iyi olmaz.

SIMPLICIO: Öyleyse ben önce tezler kitapçığında bulunan itirazlarla başlayıp sonra da öbürlerini ele alacağım. Kitapçığın

* Aristotelesçiler. (ç.n.)

yazarı, ilk olarak bir noktanın ekvatorunda ve öteki enlemlerde saatte kaç mil yol aldığını akıllıca hesaplıyor. Bu hareketleri incelerken, zamanı saatle belirtmekle yetinmeyip onları dakika olarak, onunla da yetinmeyip tek saniyesine kadar izliyor. Dahası, Ay'ın yörüngesinin bizzat Copernicus'un hesapladığı büyüklükte olduğunu varsayarak, böylece de rakibinin bütün bahanelerini onun elinden alarak, Ay'ın yörüngesine konulan bir top mermisinin şu kadar zamanda kaç mil yol alacağını tam olarak gösteriyor. Bu çok ilginç ve ince hesaplamalar sonunda, oradan düşen ağır bir cismin, ağır cisimlerin doğal olarak yöneldikleri dünyanın merkezine varması için geçecek sürenin altı günden biraz fazla olacağını gösteriyor.

Şimdi, ilahi bir gücün ya da bir meleğin çok büyük bir gülle-yi bir mucizeyle oraya götürdüğünü, üzerimizde dik olarak yerleştirdiğini, sonra da onun serbest bırakıldığını düşünelim. Düşüş sırasında kendini hep o dikey doğru üzerinde tutması; bu arada Dünya'yla birlikte, onun merkezi çevresinde günlerce dönmesi, ekvatorun büyük dairesinin düzlemi içinde sarmal bir yol izlemesi, bütün öteki enlemlerde koniler çevresinde sarmallar çizmesi, kutuplara basit bir doğru boyunca inmesi (yazara ve bana göre) akıl almaz bir şey.

Bunun ne kadar olasılık dışı olduğunu saptadıktan sonra yazar, kendi sorgulama yöntemiyle, Copernicus'un ardılları için aşılması olanaksız birçok güçlüğü vurguluyor. Eğer yanlış anımsamıyorsa bunlar....

SALVIATI: Dur bir dakika lütfen Simplicio. Üst üste bu kadar çok yeni şeyle kafamı karıştırmak istemezsin sanırım. Benim belleğim çok zayıftır; o nedenle adım adım gitmeliyim. Ay'ın yörüngesinden düşen böyle ağır bir cismin dünyanın merkezine varmasının ne kadar zaman alacağını hesaplamış olduğumu anımsıyorum. Aklımda kaldığına göre bu kadar zaman almıyordu. [...]

SIMPLICIO: Her durumda, o kadar uzaktan, Ay'ın yörüngesinden gelen bu güllenin, Ay'dan ayrılmadan önce Dünya'nın hangi noktası üzerinde bulunuyorsa, hareketi sırasında onun çok

gerisinde kalması beklenirken, hep o noktanın üstünde kalma eğiliminde olması bana çok dikkate değer geliyor.

SALVIATI: Bu olay, daha önce ne olup bittiğine bağlı olarak, dikkate değer de olabilir, sıradan ve doğal bir şey de olabilir. Eğer güllenin, yazarın varsayımında olduğu gibi, Ay'ın yörüngesinde kaldığı sürede, bu yörüngenin içinde olan Dünya ve başka her ne varsa, onlarla birlikte, yirmi dört saatlik dairesel hareketi varsa, o zaman, aşağı iniş öncesindeki dönmesini sağlayan bu kuvvet iniş sırasında da bunu sürdürecektir.² [...]

Ama eğer yörüngedeyken gülle dairesel hareket yapmıyorsa, o zaman, inerken, inişe başladığında aşağısında olan, dünyanın o noktasına dik durumda kalması da gerekmez. Ne Copernicus ne de onu destekleyenler bunun gerektiğini söylüyorlar.

SIMPLICIO: Ancak yazar buna itiraz eder. Bildiğin gibi, ağır ve hafif cisimlerin dairesel hareketlerinin hangi ilkeye dayandığını, iç ilkeye mi, dış ilkeye mi dayandığını sorar.³

SALVIATI: Konuyu elimizdeki problemle sınırlarsak ben, güllenin Ay'ın yörüngesindeyken dönmesini sağlayan ilke ile bu dönmeyi iniş sırasında sürdüren ilkenin birbirinin aynı olduğunu söylerim. Ona iç veya dış ilke demeyi de yazarın keyfine bırakırım.

SIMPLICIO: Yazar onun ne iç ne de dış ilke olamayacağını ispat edecektir.

SALVIATI: Ben de güllenin yörüngede hareket etmediği şeklinde yanıt vereceğim. Öyle yapmakla da güllenin inerken neden aynı noktanın üstünde dikey olarak kaldığını açıklamak sorunundan da kurtulacağım; çünkü gülle orada o şekilde kalmıyor.

SIMPLICIO: Pekâlâ, ancak ağır ve hafif cisimler dairesel hareket için ne bir iç ilkeye ne de bir dış ilkeye sahip değillerse, o zaman Dünya da dairesel hareket yapmaz. Böylece biz de yazarın ne demek istediğini anlamış oluruz.

2. Kuvvetin hareketi devam ettirdiği düşüncesi, Newton'un hareket yasalarını ortaya koymasından sonra kolaylıkla öne sürülebiliyordu. Galileo onlardan daha önce söz etmişti; ama düşüncelerinin fazla yandaş bulmasını umut edemezdi.

3. İç ve dış ilkeler ile, Bacon'ın bilim dışına çıkarmaya çalıştığı soyut türden nedenlere atıf yapılmaktadır. Galileo bu konu üstünde düşünmüş ama onu tümüyle yadsımamıştı.

SALVIATI: Ben Dünya'nın dairesel hareketi için ne bir iç ilke ne de bir dış ilke olmadığını söylemedim. Söylediğim onun bu ikisinden hangisine sahip olduğunu bilmediğimdir. Benimi onu bilmemem onu yok etme gücüne sahip değildir.

Ama eğer o yazar başka Dünya cisimlerinin hangi ilke ile döndüklerini biliyorsa, ki onlar gerçekten dönüyorlar, o zaman ben de Dünya'yı hareket ettiren şeyin, Mars'ı ve Jüpiter'i hareket ettiren, kendisinin yıldızlar kubbesini de hareket ettirdiğine inandığı şeyin bir benzeri olduğunu söyleyeceğim. Eğer o bana hareket eden bu cisimlerin bir tanesinin hareketini güden ilkeyi bildirirse ben de ona Dünya'yı neyin hareket ettirdiğini söyleyebileceğime söz veririm. Dahası, eğer o bana dünya cisimlerini aşağıya doğru neyin hareket ettirdiğini öğretebilirse de yine aynı şeyi yaparım.⁴

SIMPLICIO: Bu etkinin nedeni çok iyi bilinir; kütleçekimi olduğunu herkes biliyor.

SALVIATI: Yanlıyorsun Simplicio; herkes ona "kütleçekimi" dendiğini biliyor demen gerekirdi. Benim sana sorduğum onun adı değil, özü. Bu öz hakkında senin bildiklerin ise, yıldızları çevrede hareket ettiren öz hakkında bildiklerinden zerre kadar çok değil. Ona verilen adı, günlük deneyimlerimizde sürekli karşılaştığımız alışıldık adı, ben de kabul ediyorum. Ancak biz taşları aşağıya doğru hangi ilkenin, hangi kuvvetin hareket ettirdiğini; taş atanın elinden çıktıktan sonra onu yukarı doğru gönderen ya da Ay'ı çevremizde döndüren şeyin ne olduğunu bildiğimizden daha çoğunu bilmiyoruz. Biz bunlardan yalnız birincisine daha özel ve kesin bir ad koyduk: "kütleçekimi". Buna karşılık ikincisine daha genel olan "etkileyen kuvvet" (*virtu impressa*) adını veriyoruz; en sondakine de ya "yardımcı" (*assistente*) ya da "kahçı" (*informante*) olan "öz" (*intelligenza*) diyoruz; sonsuz sayıdaki öteki hareketlerin nedenine de "Doğa" diyoruz.

4. Gezegen hareketleri ile cisimlerin yere düşmesi (elma gibi) arasında ilk bağlantı kuranın hep Newton olduğu söylenir. Açıkça görüldüğü gibi ilk olan o değildir.

ROBERT BOYLE

Dört Elementten Kuşkulanma

Kuşkucu Kimyacı'dan (1661)

Robert Boyle'un (1627-1691) bilim tarihinde olduğu kadar edebiyat tarihinde de ünlü bir yeri vardır. *Kuşkucu Kimyacı* (*The Skeptical Chymist*) başlıklı diyalogu, içerdiği bilimsel gerçekler ve problemler eskidikten çok sonra da, iyi eğitim görmüş İngilizler tarafından okunmayı sürdürmüştür. Kitap, daha çok, Boyle'un insan duyularının sağladığı kanıtlar konusundaki ısrarlı tutumu, ayrıca da kitabının alt başlığı olan "simyacılar topluluğu" olarak adlandırdığı karşıtlarını betimlerken eğlendiğini açığa vuran üslubu nedeniyle beğenildi. Boyle'un Aristoteles yanlısı Themistios'u, Galileo'nun diyaloglarındaki Simplicio'dan çok daha gösterişlidir. Boyle'un diyalogunu düzenlerken karşılaştığı yapısal problemler de Galileo'nunkinden daha karmaşıktır. Galileo'nun karşı çıktığı fikir –dünya çevresinde– yalnız bir tane idi; Boyle'un ise, hem Aristoteles'in klasik dört element teorisi hem de ortaçağ sonlarının üç-element öğretisi konularında kuşkusu vardı. Bu diyalogda Philoponos üç element doktrini adına konuşur. Boyle'un Karneades adlı temsilcisinin iki rakibi vardır. Diyalogdaki dördüncü kişi Eleutherios'tur; Galileo'nun Sagredo'su gibi o da, herkesin ikna etmek istediği, eğitim görmüş fakat bilime yabancı olan bir kişidir.

Aşağıdaki parça her şeyin dört (belki de üç) elementten oluştuğu yolundaki çok eski öğretilerin özünü ilgilidir. Üç (ya da dört) element öğretisi çağdaş okuyucuya saçma görünebilir; ancak, –bu fikri sözcük anlamında almazsak– eskilerin yine de bir şeyler keşfetmiş olduklarını görebiliriz. Dört element cisimlerin günlük deneyimlerimizle algıladığımız dört halini açık biçimde özetlemektedir: katı cisimler (toprak), gazlar (hava), sıvılar (su) ve enerji (ateş). Ne var ki, simyacılar mecaz kullanarak konuştuklarının ayırında değillerdi. Bu makalede Boyle/Karneades onların geleneksel ispatlarındaki belirsizliğe dikkat çekiyor.

[Themistios şöyle konuştu] “Eğer dört elementi savunurken onları kanıtlamak için aklın bana önerdiği usullamları kullanmama izin verilseydi, sizlerin de birbirinden hiç ayrılmayan şu iki ustaya, Hakikate ve Aristoteles’e inanç değiştirircesine inanmaya başlayacağınızdan, sizin dürüstlüğünüzden ve yargınızdan kuş-kum olmadığı kadar emin olurdum. Umarım ki, doğanın o büyük gözdesi ve yorumcusu, (*Organon*’unun kanıtladığı gibi) gelmiş geçmiş en büyük mantık ustası olan Aristoteles’in diğer sıradan filozofların (eski ve çağdaş) izlediği yolu reddettiğini gözden ırak tutmazsınız. O filozoflar ki düşüncelerinin tutarlılığına ve sonuçlarına önem vermediler; hepsini hem birbirleriyle tutarlı olacak şekilde hem de birbirlerini destekleyecek şekilde düzenlemek yerine her bir fikri, diğerlerinden bağımsız olarak, sadece görünüşte inanılır kılmaya daha çok özen gösterdiler. O büyük insan, engin ve kavrayıcı akıyla fikirlerini o şekilde düzenlemiştir ki, tek bir sisteme özel bir biçimde uyarlandıkları için, her biri, birbirleriyle olan tutarlılıkları dışında herhangi bir savunma gerektirmezler: Tıpkı bir taş kemerde her bir taşın, diğerlerinden ayrıldığında savunmasız kalacağı gibi; bir parçası olduğu bütünün sağlamlığı ve bütünlüğü nedeniyle kendisinin de güvende olduğu gibi.

“Aristoteles’in elementler öğretisinin, felsefesinin diğer ilkeleleriyle ne kadar uyum içinde olduğunu; onların sayısını, basit cisimlerin basit hareketlerinin bir araya getirilmesinden ve elementler doktrini ile birbirlerini karşılıklı olarak pekiştirecek ve destekleyecek şekilde uyum içinde olan sayamayacağım kadar, başka doğa olgusu ve ilkesinden ussal olarak nasıl türettiğini söylememe izin verilseydi, bunu şimdiki konumuza uygulamanın ne kadar yerinde olduğunu kolaylıkla gösterebilirdim. Ancak bu tür mülâhazalar üzerinde durmak bana yasaklandı. Bu yüzden sizlere ancak şunları söylemeliyim: Her ne kadar dört element yandaşları mantığa büyük değer veriyorlarsa ve dört element mevcut olması gerektiği yolunda ellerinde yeterli kanıt varsa da; her ne kadar şimdiye dek hiç kimse bu sayıyı bulmak için akla uygun herhangi bir girişimde bulunmamışsa da; yine de onlar, akıllarından

çok duygularının etkisinde kalmaya alışmış kimseleri ikna etmek için yeterli deneyime sahiptirler. Şimdi deneyimin tanıklığını ele alarak devam edeceğim. Bunu yaparken size söyleyeceğim ilk şey şudur: Eğer insanlar arzu edilen ölçüde kusursuz biçimde ussal olsalardı, bu kanıta dayandırma yöntemi hem gereksiz hem de yetersiz olurdu. Çünkü olguları *a priori* olarak keşfetmek *a posteriori* olarak keşfetmeye göre çok daha üstün ve felsefidir. Bu yüzden, Aristoteles'in izinden gidenler öğretilerini kanıtlamak için deney toplama yoluna pek gitmemişler, üstün nitelikteki ikna yollarından nasibi olmayan kimseler için birkaç deneyle yetinmişlerdir. Gerçekte onlar deneyleri ispat etmekten çok açıklamak için kullanırlar; tıpkı gökbilimcilerin, tümüyle matematiksel olan kavramları ve hakikatleri açıkça anlamaktan yoksun olanlara duyuları yoluyla öğretmek için onların düzeyine inerek mukavva küreler kullanmaları gibi.

(Themistios ekler) “Eleutherios, sadece aklın hakkını vermek için böyle konuşuyorum; yoksa, deneysel kanıtlamadan kaçındığım için değil. Bir tek örnek vereceğim. Bu örnek bir tek kendisinin yeterli olduğunu gösterdiği gibi, başka örneklerin gereksiz olduğunu da gösterecektir. Yaş bir odunun bir ocakta yandığını düşününüz. Onun birbirinden ayrılan parçalarında, diğer karışık cisimlerin unsurları olan dört elementi hemen fark edebilirsiniz. Ateş kendini alevdeki ışıyla keşfeder; duman bacanın tepesine çıkıp hava içinde hemen yok olduğunda, tıpkı bir nehrin kendini denizde kaybetmesi gibi, hangi elemente ait olduğunu ve severek ona dönüştüğünü yeterince açıklar. Su kendine özgü biçimde, yanan odunun uçlarında kaynayarak ve ısıklar çalarak birden çok duyumuzla kendisini gösterir; küller de ağırlıklarıyla, sıcaklıklarıyla ve kuruluklarıyla toprak elementinden olduklarını bütün kuşkuların ötesinde ortaya koyarlar.

“Eğer daha az bilgili insanlarla konuşsaydım (Themistios devam eder), tartışmama temel olarak böylesine aşikâr ve kolay bir çözümlemeyi seçtiğim için özür dileyebilirdim. Ancak, öyle bir özür dilemenin sizler için gereksiz olduğunu düşünmemek hak-

sızlık olur. Sizler ki, aşikâr olan gerçekleri ispatlayacak deneylerin bir zorlama olması gerektiğini düşünmeyecek kadar; ya da, dört elementten bileşmiş olan bu kadar çok cisim arasında bazılarının ufaklık bir çözümlemeyle oluştukları elementleri ortaya koymalarına şaşmayacak kadar akıllı kişilersiniz. Özellikle böylesine önemli ve bilinmesi gerekli olan bir hakikatin, insanların yaptığı en gözle görülür bazı deneylerle bile ortaya konması doğanın erdemiyle uyumlu olduğu için. Bundan başka, çözümlememizi bu kadar aşikâr yapmamız ispatlamayı amaçladığı öğretinin doğasına da o kadar uygun olur. Bu öğretiyi duyular için aşikâr olduğu kadar akıl için de aşikâr ve anlaşılırdır. Bu yüzden, insanoglunun bilgili bölümünün onu bu kadar yaygın olarak ve bu kadar uzun süredir kucaklamasına şaşmamak gerekir.

“Çünkü bu öğretiyi, kimyacıların ve diğer çağdaş yenilik yanlısı kişilerin garip arzularından çok farklıdır; onların varsayımlarının, doğa bilimcilerin ilkel hayvanlar için yaptıkları gibi, aceleyle oluşturulduğu, bu nedenle de kısa ömürlü olduğu görülür. Çünkü onlar çoğunlukla bir hafta içinde oluşturulurlar ve belki de ertesi hafta gülünç bulunurlar; ihtimal ki iki ya da üç deney üzerine inşa edilir, üçüncü ya da dördüncü deneyde yıkılırlar. Halbuki dört element öğretisi, Aristoteles tarafından, eski filozofların sonraları yeniden keşfedilen şimdi de alkışlarla ihya edilen teorileri üzerinde uzun uzun düşünülmüş, kurulmuş, elementler hakkındaki eski varsayımların hataları ve eksiklikleri öylesine akıllıca saptanmış ve ortaya konmuştur ki, onun öğretisi o zamandan bu yana insanların okumuş kesimi tarafından haklı olarak benimsenegelmiştir. Kendisinden önceki dönemlerde gelen filozofların hepsi bu öğreتيye katkıda bulunmuşlar, daha sonra gelenler de onu kabul etmişlerdir. Böylesine inceden inceye işlenen ve tam olarak ortaya konan bu varsayım son yüzyıla gelinceye kadar hiç sorgulanmadı; ta ki Paracelsus⁵

5. Philippus Aurelius Theoprastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541) tarafından kullanılan isim olan Paracelsus tıp dünyasına kimyayı sokmuştur. Yüksekten atmasıyla ünlü bir kişi olmasına karşılık ‘bombastus’ (abartı ustası) sözcüğü onun isminden alınmamıştır.

ve filozof (kendilerine filozof denmesinden hoşlanırlardı) olmaktan çok deneyci olan, kendi ocaklarından çıkan dumanla gözleri bulanmış, beyinleri sarsılmış birkaç isli deneyci Aristoteles felsefesine dil uzatmaya başlayınca kadar. Onlar Aristoteles yanlısı bu felsefeyi anlayamayacak kadar her şeye inanan safdillere karışık cisimlerde sadece üç unsur görebildiklerini söyleyecek kadar, kendilerine mucit payesini sağlamak için de bu unsurlara toprak, ateş ve buhar yerine tuz, kükürt ve civa isimlerini verecek kadar cahil kişilerdi. Bu unsurlara da hipostatik ana-madde gibi uyduruk bir ad koydular. Ancak sıra betimlemeye geldiğinde, beraberce karşı çıktıkları gerçeğe ters düştükleri gibi birbirlerine de ters düşerek, onlarla kast ettikleri şeyi ne kadar az anladıklarını açığa vurdular. Varsayımlarını da işlemleri kadar karanlık biçimde dile getirdiklerinden, aklı başında bir kimse için onları anlamak iksirlerini⁶ bulmak kadar olanaksız oldu. Kendi böbürlenmeleri ve girişimleri dışında felsefelerini yaygınlaştıran başka hiçbir şey ortaya çıkmadı ve bütün bunlara rağmen, (Themistios gülümseyerek devam eder) Philoponos'u kendi aralarına çekip anlaşılmaz bir varsayımın savunmasında kullanmaları dışında yaptıkları dikkate değer herhangi bir şey bilmiyorum. Herkesle birlikte onun da bildiği gibi, temel maddeler elmas gibi olmalı, onun kadar berrak, onun kadar sert olmalıdır.”

Themistios, bu son sözcüklerden sonra gelen sessizliği ile konuşmasını bitirdiğini belirttikten sonra, Karneades de rakibinin yaptığı gibi Eleutherios'a hitap ederek şu yanıtı verdi: “Ben kanıt bekliyordum; ama görüyorum ki Themistios uzun bir tirad ile beni oyalıyor. Bununla, sözünü ettiği parçalar hakkında bana sağlam bir bilgi veremediği gibi, varsayımı hakkında da güvensizlik vermiştir. Çünkü onun kadar bilgili bir kişi bile daha iyi bir savunma yapamıyor. Konuşmasının, hiç de kısa olmayan bölümünü oluşturmaya rağmen, retorik içeren yönleri hakkında hiçbir şey

6. Simyada bir iksir, kullanıldığı zaman metalleri altına dönüştürecek olan ve uzun süredir aranan bir maddedir.

söylemeyeceğim. Sadece tartışmalar içeren kısımlar üzerinde durmak, Paracelsus'a ve kimyacılarla ilişkin pasajların yanıtlanmasını Philoponos'a bırakmak niyetindeyim. Şunu belirteceğim ki, bunların dışında söyledikleriyle şu iki şey üzerinde duruyor: Birincisi, dört element hakkındaki genel kanıyı ispatlamak için bir deney önermek ve ondan anlam çıkarmak; öteki de uslamalamanın zayıflığını örteceğini sandığı çok çeşitli şeylere üstü kapalı biçimde değinerek, başka yollarla savunulamayacak olan öğretiyeye deneyimlere ve başka açıklamalara dayanarak biraz inanılabilirlik sağlamaya çalışmak.

“Şu odun yakma deneyini ele alarak başlayalım. Bu bana birçok bakımdan aykırı geliyor.

“Bir kere, eğer rakibimle kesin biçimde tartışacak olsaydım, kendisinin ve başkalarının genellikle karışım olarak adlandırılan cisimlerin, hava, su ve ateşten (ki bunlara element demeye çok istekliler) oluştuklarını göstermek için, hiç çekinmeden uyguladıkları deneyin kendisini sorgulardım. Şöyle ki, daha önce de bileşik bir madde üzerinde ateşle yapıldığı varsayılan çözümlemelerde, onların elementler dediği şeylere benzeyen cisimlerin çıkması hep görülmüştür. Daha sonra Philoponos'la konuşacağımı tahmin ettiğim bir şey, yani ateşin karışık cisimleri çözümlemek için doğru ve evrensel bir araç olmaya hakkı olup olmadığı üzerinde şimdiden konuşmamak için şöyle diyorum: Eğer tartışma isteseydim, Themistios'un deneyinin daha çok, onun element dediği şeylerin karışık cisimler dediği şeylerden yapılmış olduklarını gösterdiğini, karışık cisimlerin elementlerden yapılmış olduğunu göstermediğini söylerdim. Çünkü Themistios'un çözümlenen odununda, ve ateşle dağılıp değişen diğer cisimlerde görüldüğü gibi, onun da itiraf ettiği üzere, temel olarak kabul ettiği ateş ve su, bileşik maddelerden yapılmıştır; ancak, bileşik maddenin ateş ve sudan yapıldığı görülmemiştir. Gerek kendisi gerek onun ikna ettiği herhangi bir kimse henüz, bir cisimden, onun içinde önceden var olmayan herhangi bir şeyin ateşle elde edilebileceğini ispat etmemiştir—etse bilirdim.”

Bu beklenmedik itiraz karşısında, yalnız Themistios değil orada bulunan herkes az şaşırmadı. Ancak bir süre sonra, Philoponos itiraza ilişkin hem kendi düşüncelerini hem de Aristoteles'inkileri toparlayarak Karneades'e şunları söyler: "Bahane demek istemiyorum ama bu itirazı herhalde bir espri denemesi dışında bir amaçla yapmadınız ve ona herhangi bir ağırlık vermediniz. Çünkü bir şey, içinde var olmadığı bir şeyden nasıl ayrılabilir? Örneğin bir maden arıtıcısı altınla kurşunu karıştırıp bu karışımı bir pota içinde kızgın bir ateşin üstüne koyduğu zaman onu saf ve parlak altın ile (altının *Lithargyrium Auri* denilen cürufuyla birlikte atılan) kurşuna ayırır; bu iki farklı maddenin kütleden ayrıldığını gören hiç kimse bunların onun içinde, ateşe tutulmadan önce, var olduğundan kuşkulanamaz."

Karneades bunu şöyle yanıtlar: "Öne sürdüklerinizin bir şeyler kanıtladığını kabul edebilirdim; eğer ki, insanların maden arıtıcılarının önce altın ve kurşunu alıp sözünü ettiğiniz kütleyi yaptığını gördüğü gibi, biz de doğanın ateş elementini, bilmem kaç bin fersah ötede olduğu sanılan Ay kütlesinin sınırına yakın bir yerden çekerek ve öteki üç elementin her birinin bir miktarıyla karıştırarak bütün karışık elementleri oluşturduğunu, onların çözülmesi ile de ateşin bizi ateşle ve toprakla ve ötekilerle karşı karşıya bıraktığını görseydik. Philoponos, eklememe izin ver, senin düşünce biçiminin inandırıcı olması için, önce ateşin, temel unsurları hiçbir şekilde değiştirmeden, ayırdığını kanıtlaman gerekir. Yoksa, şu da açıktır ki, cisimler daha önce içlerinde var olmayan maddeleri de meydana getirebilirler; tıpkı uzun süre saklanan çiğ etin kurtçukları, bayat peynirin de peynir kurtlarını üretmesi gibi. Bunların o cisimleri oluşturan unsurlar olduğunu söylemeyeceğini sanırım. Eğer yakın zamanda onu kanıtlayacağım daha iyi bir fırsat çıkacağını bilmeseydim, ateşin sadece cisimlerin temel bölümlerini ayırmadığını, bazen de, en azından cisimlerin bileşenlerini değiştirdiğini, arıtıcının ateşinin korkunç şiddetiyle temel hiçbir şeyin ayrılmadığını, senin verdiğin örnekle ispatını mümkün kılardım: Çözümleme sonucu birbirinden ayrılan iki unsur

olan altın ve kurşun, kabul edildiği üzere, tam olarak karışık cisimlerdir; mürdesenk⁷ de kurşundan başka bir şey değildir; ama bu kurşun yoğunluk ve başka özellikler bakımından daha önceki durumundan farklıdır. Şunu da eklemeliyim ki, bazen, kuşkusuz sizin de daha sık olarak gördüğünüz gibi, maden kabına veya potaya cam parçalarının yapıştığını gördüm; umarım, cam da altın ve mürdesenk gibi çözümleme sonucu ortaya çıktığı halde, onun, kütlenin ateş tarafından açığa çıkarılan üçüncü bir bileşeni olduğunu düşünmezsiniz.”

7. Mürdesenk, simya araştırmaları sırasında ortaya çıkan bir kurşun ve oksijen bileşiğidir.

ISAAC NEWTON VE ROBERT HOOKE

Işığın Doğası Konusunda Tartışma

Mektuplar'dan (1672)

Isaac Newton'a (1643-1727), genellikle dokunduğu her şeye önemli bir katkıda bulunmuş olan ideal bir bilim adamı olarak hayran kalınır. Yerçekimi teorisinden başka Newton, ışığın düz çizgiler üzerinde hareket eden parçacıklardan oluştuğu yolundaki kanısına dayanarak, bir ışık ve renk teorisi geliştirdi. Mevcut teleskoplardan çok daha gelişmiş bir teleskop olan yansıtıcı teleskopu yaptı ve bu onu oldukça ünlü kıldı. Royal Society'nin yazışma sekreteri olan Henry Oldenberg'e yazdığı bir mektupta Newton bu aleti nasıl yaptığını açıkladı. Bu mektup, kendi başına, aktif ve gözlemci bir beynin kusursuz bir dışavurumu olabilirdi. Ancak bir yanıtı neden oldu.

Robert Hooke (1635-1703) birçok alana katkıda bulunmuş bir başka bilim harikasıydı. Newton'un yansıtıcı teleskopunu yapmasından belki üç dört yıl önce, 1664'te, bir yansıtıcı teleskop yapmış, ışığın köşelerden bükülebildiğini deneylerle göstermişti. Işığın bir dalga olduğu sonucuna varmış ve Newton'un parçacık teorisine karşı çıkmıştı.

Her ikisi de içlerinden en az birinin yanlış olduğunu düşündüğü için, bu tartışmadaki ironiyi –modern fiziğin, ışığın hem dalga hem de parçacık gibi davrandığı tezini– hayal bile edemezlerdi. Newton ve Hooke birçok konuda tartıştı. Örneğin, Hooke, Newton'un yerçekimi denkleminin bir başka biçimini ondan önce yazmıştı ve Newton'un, bu katkısını gerektiği ölçüde belirtmediği kanısındaydı.

Işık, Düz Çizgiler Üzerinde Hareket Eder.

Newton'dan Henry Oldenberg'e. 6 Şubat 1672

Efendim,

Size geçenlerde verdiğim sözü yerine getirmek için, sözü fazla uzatmadan, sizi 1666 yılına (optik camları küresel olmayan bi-

çimlerde de yontmaya başladığım yıla) götüreceğim. Kendime üçgen şeklinde bir cam prizma yaptım ve onunla ünlü renk olgusu-nu⁸ denemeye çalıştım. Bu amaçla odamı kararttım ve gereken miktarda güneş ışığının içeriye girmesi için pancurda küçük bir delik açtım; ışığın karşı duvarda kırılması için de prizmamı deliğin girişine koydum. Ortaya çıkan canlı ve yoğun renklere bakmak önce çok hoş bir eğlenceydi, ancak bir süre sonra daha dikkatle baktığımda onların dikdörtgen şeklinde olduğunu görünce çok şaşırdım. Kabul edilmiş kırılma yasalarına göre onların dairesel olmalarını bekliyordum.

Yanlarda düz çizgilerle bitiyorlardı; ancak, uçlarında ışık o kadar yavaş azalıyordu ki, şekillerinin tam olarak ne olduğunu saptamak zordu; yine de yarı dairesel bir görünümüleri var gibiydi.

Bu renkli tayfin uzunluğunun, eni ile kıyaslandığında, onun beş katı olduğunu gördüm. Bu çok büyük bir oransızlıktı ve bunun neden kaynaklandığını bulmak için olağanüstü bir merak duydum. Camın kalınlığındaki farklılığın ya da ucunun gölge veya karanlık olmasının ışık üzerinde böyle bir etkiye yol açacağını pek olası görmediğim halde, ilk olarak bunları araştırmanın bir sakıncası olamayacağını düşündüm. Böylece ışık farklı kalınlıkta camlardan ya da penceredeki farklı büyüklükteki deliklerden geçtiğinde veya prizmayı dışarıya koyarak deliğe gelmeden önce kırıldığında neler olacağını öğrenmeye çalıştım. Ancak bunların hiçbirinin öneminin olmadığını anladım. Bütün bu durumlarda, renklerin biçimi aynıydı.

Daha sonra, renklerin genişlemesine, camdaki bir düzensizliğin veya olası pürüzlerin neden olabileceğinden kuşkulandım. Bunu anlamak için ilk prizmanın aynı olan bir prizma aldım ve onu, ışık her iki prizmadan geçerken farklı yönlerde kırılacak şekilde yerleştirdim; böylece ikinci prizma, ışığı, birinci prizmada sapmadan önceki doğrultuya döndürecek. Bu yolla, birinci priz-

8. Gönderme yaptığı olgu öyle ünlüdür ki, her okul çocuğu onu bilir ve ondan bıkmıştır. Bu, güneş ışığının bir prizmadan geçtiğinde bir renk tayfi vermesi olgusudur.

manın normal etkisi ikinci prizmayla yok edilecek ama düzensizliklerin etkisi katlanarak kırılmaların artmasına yol açacaktı. Sonuç şuydu: Birinci prizmanın dikdörtgen biçiminde yaydığı ışık ikinci prizmadan geçince, prizmalardan hiç geçmediği durumda sahip olacağı bir düzenlilikte, yuvarlak bir biçime döndü. Böylece o uzunluğun nedeni her ne idiyse, onun camdaki olası bir düzensizlik sonucu olmadığı belliydi.

Daha sonra, güneşin farklı bölgelerinden gelen ışınların ne tür bir etki yapacağını daha dikkatle incelemeye koyuldum. Bunun için, görüntüyle ilgili birkaç uzunluk ve açıyı ölçtüm. [...] Görüntünün genişliğine delikte karşılık gelen açı $31'$ dolayındaydı ve bu güneşin çapına da karşılık geliyordu. Ama görüntünün uzunluğuna karşılık gelen açı, çap açısının beş katından daha fazlaydı: $2^\circ 49'$.

Bu gözlemlerden sonra, bunlara dayanarak önce camın kırılma gücünü hesapladım ve prizmadan çıkan ışınların prizmaya geliş açısı kadar, $31'$ 'lık bir açıyı kapsamaları gerektiğini saptadım. [...]

Ancak bu hesaplar, prizmaya geliş açısı ile kırılma açısının sinüslerinin orantılı olduğu varsayımına dayanıyordu. Gerek benim gerekse başkalarının deneyimlerine dayanarak bu varsayımın, gerçekte $2^\circ 40'$ olan bir açıyı $31'$ yapacak ölçüde hatalı olmayacağını düşündüm; ama yine de, merak ederek tekrar prizma döndüm. Onu, daha önce olduğu gibi pencereye koydum ve ışıkla yaptığı açı 4 veya 5 dereceyi geçene kadar eksenini etrafında biraz öne ve arkaya döndürdüm. Bunun sonucunda da duvardaki renklerin konumlarının fazla değişmediğini saptadım; demek oluyor ki geliş açısındaki bu ölçüde bir değişim kırılma miktarını önemli ölçüde değiştirmemişti.⁹ Bu deney ve daha önceki hesaplardan görülen odur ki, güneşin farklı bölgelerinden gelen ışınların, prizmaya gelişleri arasındaki açı farkı en fazla $31'$ veya $32'$ 'dır; bunlar prizmadan geçtikten sonra aralarındaki açının çok daha

9. Ancak burada, Newton ışığın prizmaya gelme açısını değiştirmenin sapma açısını değiştirmedeğini görüyor. Kısacası, ışık bir bilardo topu gibi davranmıyor.

fazla olacak şekilde ayrılmaları için bir neden yoktur; bu açının $2^{\circ} 49'$ olmasına yol açan neden hâlâ belli değildir.

Daha sonra, ışınların prizmadan geçtikten sonra, eğrisel çizgiler boyunca hareket edip etmediklerini ve eğriliklerinin çok veya az olmasına göre duvarın farklı bölgelerine yönelip yönelmediklerini merak ettim. Eğik bir raketle vurulan bir tenis topunun da böyle bir eğri çizdiğini sık sık gördüğümü anımsayınca kuş-kum daha da arttı. Çünkü raketin vuruşu ona hem dairesel hem de ileriye doğru hareket verir; topun çevresindeki hava hareketin verildiği tarafta, öteki tarafa göre daha şiddetle itilir ve sıkıştırılır; orada oluşan hava direnci ve tepkisi de aynı oranda artar. Aynı nedenle, eğer ışık ışınları da küresel cisimlerse ve bir ortamdan başka bir ortama eğik olarak geçmeleri onlara dairesel bir hareket veriyorsa, hareketin alındığı tarafta, çevresindeki esirin daha büyük direncine maruz kalacaklar ve sürekli öbür tarafa doğru eğileceklerdir. Bu düşündüklerim ne kadar makul olsa da, onları denemeye koyduğumda böyle bir eğilme görmedim. Ancak görüntünün uzunluğu ile ışığın geçtiği deliğin çapı arasındaki farkın, aralarındaki uzaklık ile orantılı olduğunu gördüm (bu da benim amacım için yeterliydi).

Bu kuşkularımın giderek yok olması beni şu *Belirleyici Deneye* [*Experimentum Crucis*] yöneltti. İki levha aldım ve birini penceredeki prizmanın hemen arkasına koydum, böylece ışık bu amaçla açılan ufak bir delikten geçecek ve öbür levhaya düşecekti. İkinci levhayı da gelen ışığın bir kısmının geçmesi için ufak bir delik açtıktan sonra, birinciden 12 ayak uzağa koydum. Sonra da bu ikinci levhanın arkasına bir başka prizma koydum, öyle ki her iki levhadan geçen ışık ondan da geçecek ve duvara varmadan önce tekrar kırılacaktı. Bunu yaptıktan sonra ilk prizmayı elime aldım ve onu ekseni etrafında, öne arkaya yavaş yavaş döndürdüm; öyle ki, ikinci levha üzerindeki görüntünün birkaç bölümü bu levhadaki delikten geçmeyi başarsın ve ikinci prizma onları kırdıktan sonra duvarın neresine yansıdıklarını görebileyim. Görüntülerin konumunda gördüğüm değişiklik şöyleydi: Işık ikinci

prizmadan geçerken, ilk prizmadaki kırılımlın yöneldiği uçta, öbür uca kıyasla daha çok kırılmıştı. Böylece, görüntüde görülen uzunluğun gerçek nedeninin, ışığın farklı sapma özelliğine sahip ışınlardan oluşmasından başka bir şey olmadığı saptanmış oldu. Işınların geliş açılarının farklılığından bağımsız olarak onların kırılma derecelerine göre duvarın farklı bölgelerine gitmelerine yol açan bu olguydu.

Bunu anladıktan sonra, daha önce sözünü ettiğim camla ilgili çalışmalarımı bir yana bıraktım; çünkü teleskopların geliştirilmesini engelleyen şey, camların optik uzmanlarının öngördüğü şekilde imal edilmemesi (herkesin daha önce sandığı gibi) değildi; daha çok, ışığın, kırılma özellikleri farklı olan ışınların heterojen bir karışımı olmasıydı. O halde, eğer bir cam sadece bir türden olan ışınları, tek bir noktada toplayacak şekilde yapılmışsa, geliş açıları aynı, ama, aynı ortamda kırılımları farklı olan ışınları tek noktada toplamaz. Ayrıca kırılımlar arasında bu kadar büyük bir fark olduğunu saptadıktan sonra, teleskopların şimdi sahip oldukları kusursuzluğa erişmesinin nasıl sağlanabileceğini düşünmeye başladım. Kırılmayı prizmalarımdan birisiyle ölçerek şu sonuca vardım: Işığın prizmanın düzlemine ortak geliş açısının sinüsüne 44 birim dersek; camdan havaya geçerken renklerin, kırmızının en ucundaki ışınlarının açılarının sinüsü 68 birim, diğer uçta en sonda olan ışınları ise 69 birim oluyor. Böylece fark, bütün kırılımlın yaklaşık 24 veya 25'te biri kadar oluyor. Bu nedenle herhangi bir teleskopun objektifinin nesnenin bir noktasından gelen bütün ışınları bir noktada toplamasının olanaksız olduğu, bu ışınların, çapı teleskop açıklığının çapının ellide biri kadar olan dairesel alandan daha küçük bir bölgede toplanamayacağı görülüyordu. Bu olumsuzluğun yol açtığı düzensizlik, eğer ışık tekdüze olsaydı, dairesel bir mercekte, örneğin uzun teleskopların objektifi kadar küçük bir mercekte, camın biçimindeki bir kusurun yol açacağı düzensizliğin yüzlerce katıdır.

Bu benim dikkatimi yansımalarla yöneltti ve bunların düzgün olduğunu, her tür ışının geliş açısıyla yansıma açısının eşit

olduğunu gördüm. Eğer cam kadar düzgün olarak cilalanabilen ve camın geçirdiği kadar ışığı yansıtabilen bir madde bulunabilirse ve ona parabolik bir şekil verilebilirse, yansımaları kullanarak optik aygıtların istenen ölçüde kusursuzluğa erişebileceklerini anladım. Ancak istenen koşulların sağlanması çok zor görünüyordu; hele yansıtıcı yüzeydeki her pürüzün, ışınları, kırılım yüzeyindeki aynı pürüzün neden olacağı sapmadan beş veya altı kat daha fazla saptıracağını düşününce, bu zorlukların üstesinden gelmek neredeyse olanaksız görünüyordu. Demek ki bu konuda, kırılım için camları şekillendirme konusundan çok daha fazla araştırma gerekiyordu.

Ben bunları düşünürken araya giren veba salgını nedeniyle Cambridge'ten ayrılmak zorunda kaldım ve ancak iki yıldan fazla bir süre sonra tekrar bu konuya döndüm. Metalleri daha hassas biçimde parlatmak için bir yöntem düşündükten sonra, şekillendirmenin de istenen ölçüde yapılabileceği sonucuna vardım. Bunun nasıl gerçekleştirileceğini denemeye başladım ve yavaş yavaş (ana hatlarıyla Londra'ya gönderdiğime benzeyen) bir alet geliştirdim ve bununla Jüpiter'in 4 yoldaşını ayırt edebildim; onları farklı zamanlarda iki tanıdığıma da gösterdim. Bundan başka, çok net olmasa da Venüs'ün Ay'a benzeyen evrelerini de görebiliyordum ancak bunun için aleti çok ince ayarlamak gerekliydi.

O zamandan bu yana, ötekini yaptığım bu sonbahara kadar bu çalışmalara ara vermek zorunda kaldım. Son yaptığımın, daha öncekinden önemli ölçüde daha iyi olduğundan kuşku yok (özellikle gündüz nesneleri için). Sizin bana bildirdiğiniz, Londra'daki çalışmaların da katkısıyla, bunların çok daha büyük bir kusursuzluğa erişeceğinden eminim.

Işık Bir Dalga Gibi Hareket Eder.

Hooke'tan Oldenburg'a. 15 Şubat 1672

Mr. Newton'un renkler ve kırılmalar hakkındaki mükemmel makalesini büyük bir dikkatle okudum ve gözlemlerinin inceliği ile ilginçliği beni çok memnun etti. Yüzlerce deney sonucunda el-

de ettiğini ileri sürdüğü şeyler hakkında onunla tam bir uyum içindeyim ancak, renk olgusunu bunlarla çözme varsayımına gelince, bunun doğruluğuna beni inandıracak, reddedilmesi olanaksız herhangi bir kanıt göremediğimi itiraf etmek zorundayım. Çünkü, şimdiye kadar yapmış olduğum bütün deneyler ve hatta onun yaptığını söylediği deneyler, ışığın homojen, birörnek ve saydam bir ortamdan yayılan bir titreşim veya hareketten başka bir şey olmadığı izlenimini vermektedir. Renk ise bu titreşimin başka saydam bir ortama iletilmesi sonucu ışıktaki oluşan bir düzensizlikten, yani sapmadan başka bir şey değildir; siyahlık ve beyazlık da, düzeni bozulmamış ışık ışınlarının çok az veya çok bol olmasından başka bir şey değildir; bu iki renk, doğada artık bileşik durumda olan ayrıışmış bileşik bir puls veya kırılmanın neden olduğu hareket yayılımının düzensizliğinden başka bir şey değildir. Ancak, yüzlerce deney yapmadan benimsemediğim varsayımından ne kadar emin olduğumu düşünsem de, Mr. Newton'un beni ondan vazgeçirecek bir *Belirleyici Deneyi*'ni görmek beni yine de, çok memnun eder. Fakat onun bu şekilde nitelediği deney, fikrimi değiştirmeme yol açacak deney değildir. Çünkü aynı olgu onun varsayımıyla açıklandığı kadar, hiçbir güçlük olmadan benim varsayımım ile de açıklanabilir, hatta hem onunkinden hem benimkinden farklı olan başka bir varsayımla da aynı şeyin yapılabileceğini göstermeye çalışacağım. Işık ışınının kırılma ile sanki bölündüğü veya ayrıştığı kesindir; bu nedenle ışının her iki ucunda ve orta bölümlerinde farklı titreşimlerin yayıldığını algılamak zor değildir; bu farklı titreşimlerin veya bileşik hareketlerin gözde, beyinde veya duyuda farklı izlenimler bırakacağı da kolayca anlaşılabilir; kırılma ortamının yaptığı şey ise, geçici olanı yok ederek, onu tekrar ilkel, basit hareketine indirgemek ve onun ilkel beyazlığı ile yalınlığını iade etmektir. Ancak bu hareketlerin veya renkleri yapan her neyse onların neden basit ışık ışınlarının kökeninde var olmak zorunda olduklarını henüz anlamış değilim; tıpkı, org borularından çıktığı işitilen bütün o seslerin, neden orgun körüklerindeki havada var olması gerektiğini veya çeşitli çek-

me ve basma hareketleriyle oluşan seslerin, neden tellerde var olması gerektiğini de anlamadığım gibi. Telin, kırılmış ışının şeklini gözde çok iyi temsil ettiğini de belirtmeliyim; ışının şekli bu benzerlikle hayal edilebilir; çünkü ışın göz ile ışıklı nesne arasına gerilmiş bir tel gibidir. Parmak veya başka bir engel bir kırılım yüzeyine benzer; bir tarafında tel hareketsizdir, öbür tarafında titreşmektedir. Bu durumda, telin durağan veya düz hale gelmesinin nedeninin, hareketlerin durması veya titreşimlerin üst üste gelmesi olduğunu, bütün hareketlerin içinde yatmakta olduğunu, söyleyebiliriz veya düşünebiliriz. Ancak yine de bana, öbür türlü düşünmek daha doğal geliyor. Bu varsayımın Mr. Newton'un teleskopları veya mikroskopları, kırılım yoluyla geliştirmek düşüncesini tamamen bir tarafa bırakmasına yol açmasından biraz endişe ediyorum; çünkü bu olasılık dışı değildir. Kendi yansıtma deneyleri sayesinde mikroskop ve teleskoplarda çok iyi gelişmeler sağladığı için, eğer kırılma¹⁰ yolunu sürdürseydi daha başarılı olmaz mıydı diye düşünüyorum. [...]

Fakat O Bir Dalga Olamaz.

Newton'dan Oldenburg'a. 11 Haziran 1672.

[...] Mr. Hooke'un varsayımının temel bölümü bana karşı gelmiyor. Ana varsayım şu şekilde: Cisimlerin bazı bölümleri hızla harekete geçirildiklerinde, esirde her doğrultuda düz doğru yayılan titreşimler oluşur; bunlar gözün arka tarafına çarpıp sıçrayarak ışık duyusuna yol açarlar; tıpkı havadaki titreşimlerin işitme organına çarparak ses duyusuna neden oldukları gibi. Şimdi bu varsayımın renk olgusuna en kolay ve doğal uygulamasının şöyle olduğunu sanıyorum: Cisimlerin harekete geçirilen bölümleri, boyutlarına, biçimlerine ve hareketlerine göre esirde farklı derinlik ve büyüklükte titreşimler oluştururlar. Bunlar birbirlerine ne karışmış olarak ortamdaki yayılarak gözümüze gelir ve bizde

10. Yansıma ile kırılma arasındaki fark bir ayna ile mercekle arasındaki farktır. Ayna ışığın öne doğru ilerlemesini durdurarak onu yansıtır; oysa mercek ışığı bükerek, ama ileriye doğru hareketini engellemez.

beyaz renkte bir ışık duyumu oluşturur, ancak bunların aynı büyüklükte olmayanları herhangi bir şekilde birbirlerinden ayrılırlarsa, en büyük olan kırmızı renk duyusuna, en küçük veya kısa olanı koyu mor duyusuna, arada olanlar da ara renklerin duyusuna yol açarlar. Bu tıpkı farklı büyüklük, biçim ve hareketleri olan cisimlerin havada çeşitli büyüklükte titreşimlere yol açması ve büyüklüklerine göre, farklı tonlarda ses oluşturması gibidir. En büyük titreşimler kırılım yüzeylerinin direncine en iyi karşı koyma gücüne sahiptir ve onu en az kırılarak geçerler. Işıhta karışmış durumda olan farklı büyüklükteki titreşimler, yani farklı renkteki ışınlar, kırılım nedeniyle birbirlerinden ayrılırlar ve bu yolla prizma ve diğer kırılım yüzeyleri olgularına neden olurlar. Saydam ve ince bir levhaya veya baloncığa gelen bir titreşimin levhanın uzak yüzeyinden yansımaları ya da geçmesini saptayan şey, saydam levhanın veya cismin kalınlığıdır: Şöyle ki bunlar iki yüzey arasındaki titreşimlerin sayısına göre, yansır veya art arda gelen birçok kalınlığı geçerler. Mavi ve moru oluşturan titreşimlerin kırmızı ve sarıyı oluşturanlardan daha kısa olduğu varsayıldığı için, onların daha ince levhalarda yansımaları gerekir. Bu da, o levhalara veya baloncuklara ilişkin ve parçaları bu levhaların parçalarına benzeyen bütün doğal cisimlere ilişkin bütün normal olguları açıklamak için yeterlidir.

Bu varsayımın en basit gerçek ve gerekli koşullarının bunlar olduğu anlaşılıyor. Bütün bunlar, benim teorimle de o kadar uyum içindedirler ki, eğer Mr. Hooke onu kullanmayı uygun görürse bunun, kendisinininkinden vazgeçmek olarak düşünüleceğinden çekinmesine gerek yoktur. Ancak yine de varsayımını başka bazı sorunlar karşısında nasıl savunacağını bilmiyorum; çünkü bana temel varsayımın kendisi olanaksızmış gibi geliyor; yani, herhangi bir sıvının dalgalarının veya titreşimlerinin, ışığın ışınları gibi, hareketsiz bir ortamda, sürekli ve aşırı biçimde yayılma ve bükülme yapmadan düz çizgi boyunca ilerleyip son bulmaları. Yanılmıyorsa, bunun tersini gösteren hem deneyler hem de kanıtlar var. Sözüünü ettiği diğer iki veya üç varsayıma gelince, on-

ların da aynı sorunlara maruz kaldığından kuşkulanmayı, Mr. Hooke'un kendisine en kötüsünü seçtiğini düşünmeye yeğlerim.

Bunun için söylediklerim, ışığa neden olan şeyin, ışıklı cisimlerin hareket eden parçalarının esirde yol açtığı her türlü hareket veya titreşim olduğu yolundaki bütün diğer mekanik varsayımlara kolayca uygulanabilir. Çünkü bu hareketlerin veya titreşimlerin herhangi birisinin, her yönde düz çizgi boyunca yayıldığı halde onları sınırlayan gölgeli ortamda da aynı biçimde yayılmaması imkansız görünüyor. Ancak yine de, eğer herhangi bir kişi bunun olanaklı olduğunu düşünebiliyorsa, hiç olmazsa, bir ışıklı cisimin büyüklük, şekil ve hareketlilik bakımından farklı olan birden çok parçasının esirde yol açtığı hareketlerin veya hareket çabalarının eşit olmaması gerektiğini kabul etmelidir. O zaman bu varsayımların herhangi birisine göre, ışığı, farklı biçimdeki ışınların bir kümesi olarak tanımlamak yeterlidir. Eğer başlangıçtaki bu eşitsizlikler ışınları renklerine ve sapma kapasitelerine göre ayırmak için yeterliyse, bu varsayımların herhangi birini savunanların bu etkiler için başka neden aramalarına gerek duymalarını anlamıyorum; eğer amaçları (Mr. Hooke'un uslamlamasını kullanarak) varlıkları hiç gerek yokken artırmak değilse.



MARIE CURIE

Radyumun Elde Edilmesi

Pierre Curie'den (1923)

Ölümünden atmış yıl sonra Marie Skłodowska Curie (1867-1934) bilim tarihinde hâlâ ünlü bir simadır. 1896'da radyoaktiviteyi incelemeye başlamış, 1903'te Nobel Ödülünü paylaşan ilk kadın olmuştur. Robert Kennedy Duncan'ın makalesi onun çalışmalarını o dönemin koşullarına göre değerlendirir; ancak biz burada Marie Curie'nin gösterdiği çabaların öyküsünü buluyoruz. Onun eşi Pierre hakkında yazdığı yaşamöyküsünün Amerikan baskısında kendiyile ilgili bazı ek notları vardır; aşağıdaki makale kitabın kendisinden ve bu notlardan alınmış bölümler içermektedir.

Burada anlatılan çaba, yani radyumu elde etme ve inceleme çabası, daha önceki bölümlerde anlatılan gözlemlerden farklıdır. Teleskopuyla önüne gelen her şeye bakan Galileo'nun tersine, Curie'lerin bir beklentileri vardı. Onlar uranyumdan daha güçlü radyoaktif özellikleri olan yeni bir element arıyorlardı. Başarı onlara üzerinde çalışacakları yeni bir şeyler sunmuştur; ama bunun yanında, doğru yolda oldukları bilinciyle onları yüreklendirmiştir.

Deneylerim uranyum bileşiklerinin radyasyonunun belirli koşullar altında hassas biçimde ölçülebileceğini, bu radyasyonun da uranyum elementinin atomik bir özelliği olduğunu kanıtladı. Radyasyonun yoğunluğu ise bileşikte bulunan uranyum miktarıyla orantılıdır; kimyasal bileşimin koşullarına ya da ışık ve sıcaklık gibi dış koşullara bağlı değildir.

Bundan sonra, aynı özelliği taşıyan başka elementler olup olmadığını bulmaya yöneldim ve bu amaçla, o zaman bilinen, saf ya da bileşikler halindeki bütün elementleri inceledim. Bütün bu maddeler içinde, toryum bileşiklerinin uranyumunkine benzer ışınlar yayan yegâne bileşikler olduğunu saptadım. Toryum radyasyonu uranyumunkiyle aynı yoğunluktadır ve uranyum gibi o da elementin bir atomik özelliğidir.

Bu noktada, uranyum ve toryum elementlerinin ortaya koyduğu, maddenin bu yeni özelliğini belirten yeni bir terim gerekti. Ben, artık genel kabul görmüş olan radyoaktivite sözcüğünü önerdim; radyoaktif elementlere de radyoelementler adı verildi.

Araştırmalarım sırasında sadece basit bileşikler, tuzları ve oksitleri değil çok sayıda minerali de inceleme olanağım olmuştu. Bunların bazıları radyoaktif çıktı; bunlar uranyum ve toryum içeriyorlardı. Ancak, radyoaktiviteleri anormal görünüyordu; uranyum ve toryumda bulduklarına dayanarak beklediğimden çok daha fazlaydılar.

Bu anormallik bizi çok şaşırttı. Bunun deneydeki bir hatadan kaynaklanmadığına kesin olarak inandıktan sonra, artık bir açıklama bulmak gerekli oldu. O zaman, toryum ve uranyum filizlerinin, uranyum ve toryumdan çok daha güçlü olan radyoaktif bir maddeden az bir miktar içerdikleri yolunda bir varsayımda bulundum. O madde bilinen elementlerden biri olamazdı; çünkü onlar zaten incelenmişlerdi. Öyleyse bu, yeni bir kimyasal element olmalıydı.

Bu varsayımı olabildiğince çabuk doğrulamayı şiddetle arzu ediyordum. Bu konuyla yakından ilgilenen Pierre Curie de kristal üzerindeki çalışmalarını (geçici olduğu kanısıyla) bıraktı ve bu bilinmeyen yeni maddeyi bulmak için bana katıldı.

Çalışmalarımız için, saf olduğunda uranyum oksitten yaklaşık dört kat daha aktif olan bir uranyum filizini, peçblend'i seçtik.

Bu filizin bileşimi çok dikkatli kimyasal çözümlemeler sonucu saptanmış olduğundan, en çok yüzde bir oranında yeni madde bulmayı bekleyebilirdik. Deneylerimiz peçblend'de gerçekten yeni radyoaktif elementler olduğunu, ancak oranlarının yüzde bire bile ulaşmadığını gösterdi.

Kullandığımız yöntem *radyoaktiviteye dayanan kimyasal araştırmada yeni bir yöntemdi*. Bu yöntem, bilinen kimyasal çözümleme yollarıyla ayırmayı sağlamak ve uygun koşullar altında bütün ayrılmış maddelerin radyoaktivitesini ölçmekten ibaretti. Bu yolla, aranan radyoaktif maddenin kimyasal özellikleri saptan-

nabilir; çünkü ayırma ilerledikçe radyoaktivitesi giderek artan maddelerde bu element daha yoğun hale gelir. Kısa sürede, radyoaktivitenin temel olarak iki ayrı kimyasal grupta yoğunlaştığını gördük ve peçblend'de en az iki yeni radyoaktif element olduğunu anladık: polonyum ve radyum. Polonyumun varlığını temmuz 1898'de, radyumunkini de aynı yılın aralık ayında açıkladık.

Bu görece hızlı ilerlemeye karşın çalışmamız tamam olmaktan hâlâ çok uzaktı. Bize göre, bu yeni elementlerin varlığı konusunda hiç kuşku yoktu; ancak onların varlığını kimyacılar kabul ettirmek için izole edilmeleri gerekiyordu. Halbuki bizim en kuvvetli radyoaktif maddelerimizde (ki uranyumdan birkaç yüz kat daha aktif idiler) ancak eser halinde polonyum ve radyum vardı. Polonyum peçblend'den çıkarılan bizmutla birlikte bulunuyordu; radyum da aynı maddeden çıkarılan baryuma eşlik ediyordu. Polonyumu bizmuttan, radyumu da baryumdan hangi yöntemlerle ayırabileceğimizi biliyorduk; ancak öyle bir ayırımı gerçekleştirmek için elimizde, sahip olduğumuzdan çok daha fazla filiz olması gerekiyordu. [...]

Bu amaç için gereken olanaklar bakımından donanımımız çok yetersizdi. Çok miktarda filizi dikkatli kimyasal işlemden geçirmek gerekiyordu. Paramız yoktu, uygun bir laboratuvarımız yoktu, bu büyük ve zor girişimde bize yardım edecek elemanlar yoktu. Bu, yoktan bir şeyler yaratmak gibi bir işti. Benim daha önceki öğrencilik yıllarım, bir keresinde kayınbiraderim tarafından yaşamımın kahramanlık yılları olarak adlandırılmıştı; ama abartmadan söyleyebilirim ki, eşimin ve benim şimdi girdiğimiz dönem ortak yaşamımızın gerçekten kahramanlık dönemiydi.

Deneylerimiz sırasında öğrendiğimize göre, St. Joachimsthal'daki uranyum fabrikasında peçblend'e uygulanan işlemler sırasında çıkan artıklar arasında radyum bulunmalıydı. Fabrikanın sahibi olan Avusturya Hükümetinin izniyle, o zaman hiçbir değeri olmayan o artıklardan bir miktar almayı başardık ve onları radyum elde etmek için kullandık. Çam yapraklarıyla karışmış kahverengi tozla dolu çuvalar geldiğinde ve onların ilk kullandırı-

ğımız filizlere göre çok daha aktif oldukları ortaya çıktığında, ne kadar da sevinmiştim. Fabrika artıklarının uzaklara atılmayıp ya da bir şekilde elden çıkarılmayıp fabrika yakınındaki çam ormanında bir yığın halinde bırakılması da büyük şanstı. Bir süre sonra Viyana Bilim Akademisinin önerisi üzerine Avusturya Hükümeti aynı artıktan birkaç tonunu ucuz fiyatla almamıza izin verdi. Amerikalı kadınlardan çok değerli armağanı aldığım güne kadar, laboratuvarımda sahip olduğum bütün radyum bu artıklardan elde edildi.

Fizik Bölümü bize uygun bir bina veremiyordu; daha iyi bir yer bulunmadığından, müdür, Tıp Fakültesi tarafından daha önce teşrih odası olarak kullanılmış olan, terk edilmiş bir barakayı kullanmamıza izin verdi. Camdan yapılmış çatısı yağmura karşı tam bir sığınak oluşturmuyordu. Yazın sıcak boğucuydu; kışın o acı soğuğu, demir sobadan, onun yakın çevresi dışında, pek etkilienmiyordu. Gerek duyduğumuz ve kimyacıların genellikle kullandıkları doğru dürüst aletleri edinmemiz söz konusu değildi. Sadece, çam tahtasından yapılmış birkaç eski masamız, fırınlar ve gaz ocaklarımız vardı. Rahatsız edici gazlar içeren işlemlerimiz için ise bitişik bahçeyi kullanmak zorundaydık; yine de gazlar çoğu zaman barakamızı dolduruyordu. Yorucu çalışmalarımıza bu donanımla başladık.

Ancak yine de, bütün gün boyunca kendimizi çalışmalarımıza vererek, bu harap eski barakada yaşamımızın en güzel ve mutlu yıllarını geçirdik. Önemli işlemleri yarıda bırakmamak için, çoğu zaman, öğle yemeğimizi barakada hazırlamak zorunda kalıyordum. Bazen bütün bir günü hemen hemen kendi boyumdaki ağır bir demir sopayla, kaynayan bir kütleyle karıştırarak geçiriyordum. Günün sonunda yorgunluktan bitkin düşüyordum. Bazı günler de, tam tersine, çalışmalarımız radyumu yoğunlaştırmak için kristalleri ayırıştırma gibi çok hassas ve titiz çabalardan oluşuyordu. O zaman da kıymetli ürünlerimi uçuşan demir ve kömür tozlarından koruyamadığıma üzülüyordum. Ancak, bu araştırma atmosferinin huzurlu sükûnetinin verdiği hazzı, gerçekleştirilen

ilerlemenin verdiği heyecanı ve daha verimli sonuçlara ulaşmak için duyduğum güvenli umudu asla dile getiremeyeceğim. Başarısız bir uğraşma sonunda ara sıra duyduğum hayal kırıklığı uzun sürmezdi ve yerini yeniden çalışmaya bırakırdı. Barakamızın çevresinde dolaşarak çalışmamızı sakince tartışmakla geçirdiğimiz mutlu anlar yaşadık.

En sevdiğim şeylerden biri çalışma odamıza geceleri gitmekti; o zaman her tarafta, ürünlerimizi koyduğumuz kapsül ve şişelerin çok hafiften ışıldayan silüetlerini görürdük. Bu gerçekten çok hoş bir manzaraydı; bize de hep yeni bir şey gibi gelirdi. Pırıldayan tüpler soluk peri ışıklarına benzerdi.

Aylar böyle geçti ve kısa tatillerle bile pek ara vermediğimiz çabalarımız gittikçe daha kusursuz kanıtlar vermeye başladı. İnancımız daha da güçleniyordu. Çalışmalarımızın zamanla daha geniş çevrelerde duyulmasıyla da yeniden ham madde bulma ve kaba işlemlerimizi bir fabrikada yapma olanaklarına kavuştuk; bu bana, son ince işlemlere ayıracak daha çok zaman bırakıyordu.

Bu aşamada kendimi, özellikle, radyumun arındırılmasına adanmıştım. Eşim ise yeni maddelerin saldıkları ışınların fiziksel özelliklerini araştırmakla uğraşıyordu. Bir ton peçblend artığını işledikten sonra ancak kesin sonuçlar elde edebildim. Bugün bildiğimize göre, en iyi minerallerde bile bir ton ham maddede birkaç desigramdan çok radyum bulunmuyor.

Sonunda, izole edilmiş maddelerin saf bir kimyasal cismin bütün özelliklerini gösterdiği o an geldi. Bu cisim, yani radyum, kendine özgü bir tayf vermektedir. Onun baryumdan çok daha yüksek bir atom ağırlığına sahip olduğunu da saptayabildim. Bu sonuca 1902'de ulaşıldı. O tarihte bir desigram saf radyum klorür vardı. Radyumun yeni bir element olduğunu ispat etmek için kimya biliminin gerektirdiği türden kanıtlar üretmek yaklaşık dört yılını almıştı. Eğer elimde makul olanaklar bulunsaydı, aynı amaç için belki de bir yıl yeterli olabilirdi. Bu kadar çaba gerektiren bu kanıtlama yeni radyoaktivite biliminin temelini oluşturmuştur.

ALFRED WEGENER

Anakara Yapbozu

Anakaların ve Okyanusların Kökeni'nden (1929)

Alfred Wegener (1880-1930), anakaların kaydığı yolunda önce-leri saçma olarak nitelenen bir teori öne sürmüştür. Bu nedenle, kendisine yakıştırılan kafadan çatlak damgası günümüzde bile onu gölgelemektedir. Wegener'in ölümünden otuz yıl sonra, yani, genel teorisinin doğrulanmasından sadece birkaç yıl önce, üniversi-teye başladığımda, hareket eden anakalar düşüncesinin deli saç-ması olduğu, onu ciddiye alan bir kişinin de ciddiye alınamayaca-ğı yolunda bir kaniya varmıştım. Bu antolojiye alma olasılığını saptamak için kitabı arayıp bulduğumda, garip fikirlerle dolu yü-zeysel bir yazı bekliyordum. Ancak, farklı bir şey buldum. Wege-ner'in yaptığı, Afrika ve Güney Amerika kıyılarının bir yapboz bulmacasının eşleşen iki parçası gibi görüldüğüne dikkat çekme-nin ötesinde bir şeydi. Atlas Okyanusu kıyıları boyunca, parçala-rın, gerçek bir bulmacadaki parçalar gibi, birbirlerine nasıl uy-dukklarını gösteriyordu –yani sadece sahillerin kenarları değil, parçalar üzerindeki işaretler ve çizgiler de birbirine uyuyordu. Dağlar ve nehirler de uyuyordu. Bu bağlantılar günümüzde sa-han tektoniği teorisiyle açıklanmaktadır. Bu düşünceye göre, dünyanın anakaları çok büyük platformlar veya “sahanlar” üs-tünde durmaktadırlar; bunlar çatlayıp aralanmakta ve deniz taba-nının yayılmasının etkisiyle itilerek ayrılmaktadırlar.

Wegener profesyonel bir yerbilimci olmaktan çok bir meteorolog ve bir serüvenciydi; ancak, birçok bilginin derlenip sınıflandırıl-mış olduğu bilim dünyasının bir üyesi olma üstünlüğünü de sonu-na kadar kullandı. Karaların şekillerinin dışında, yerbilimsel nite-liklerinin de uyup uymadığını anlamak için başkalarının saptayıp yayımladığı gözlemleri araştırdı. Sadece teorisini destekleyici ve-ri aramakla eleştirildi; ne var ki, bu kitaba aldığımız Curie, Rut-herford, Smoot ve Sullivan'ın yazıları da, bilimcilerin çoğu kez, önce bir şey düşündüklerini, sonra da kanıtların onu destekleyip desteklemediğini araştırdıklarını göstermektedir.

Anakaraların kaydığı düşünceci ilk kez, ta 1910'da, dünya haritası üzerinde düşünürken aklıma geldi; Atlantik'in iki tarafındaki kıyı şeridi arasında görülen uyumun yarattığı doğrudan izlenimin sonucuydu bu. Önceleri bu fikri pek önemsemedim; çünkü bunun olasılık dışı olduğunu düşünüyordum. 1911 sonbaharında, Brezilya ile Afrika arasında bir zamanlar var olan bir kara köprüsünün paleontolojik kanıtlarını konu alan bir rapora rastladım. Bunun üzerine yerbilim ve paleontoloji alanlarında bu konuyla ilgili araştırmaları hızla gözden geçirmeye başladım; sonunda o ölçüde güçlü bir destek buldum ki, kanaatimin temelde doğru olduğu kafamda kök saldı. [...]

Atlantik'in iki kıyısındaki yerbilimsel yapıyı kıyaslayarak, bu okyanus bölgesinin anormal olarak genişlemiş bir yarık olduğu, bu yarığın kenarlarının bir zamanlar doğrudan bitişik veya öyle denebilecek ölçüde birbirine yakın olduğu yolundaki teorimiz için çok kesin bir kanıt elde edebiliriz. Çünkü, ayrılmadan önce oluşmuş olan birçok kıvrımın ve başka oluşumların her iki tarafta birbirleriyle uyumlu olmaları beklenir. Ayrıca anakaraların ayrılmadan önceki durumlarını görmek için kıyıları yan yana getirerek oluşturduğumuz bir tasarımda bu kıvrım ve oluşumların birbirlerinin devamı gibi bir konumda olmaları gerekir. Anakaraların kıyı şeritleri kesin biçimde belirlenmiş olduğundan, yapılacak tasarım da açık kapı bırakmayacak ölçüde kesin olacaktır. Böylece, anakaraların kayması teorisinin doğru olup olmadığını saptamak için son derece önemli bir kriter elde etmiş oluyoruz.

Atlantik çatlağının en geniş olduğu yer, ayrılmaya ilk başladığı yer olan güneydedir. Buradaki genişlik 6220 km'dir. Cape São Roque¹¹ ile Cameroons arasındaki açıklık 4880 km, Newfoundland Bank ile Büyük Britanya Şelfi arasında sadece 10 km., Scoresby Sound¹² ile Hammerfest¹³ arası 1300 km, Kuzeydoğu Grönland ile Spitsbergen şelfi sınırları arası sadece 200-300 km'dir ve buradaki çatlağın yakın zamanda oluştuğı sanılmaktadır.

11. Cape São Roque (5° 28' G, 38° 53' B) Brezilya kıyısının güneye döndüğü noktadır.

12. Scoresby Sound (70° 30' K, 20° 0' B) Grönland'ın doğusunda bir yer.

13. Hammerfest (70° 40' K, 23° 44' D) Kuzey Norveç'te bir yer.

Önce güney kıyılarını karşılaştıralım. Afrika'nın en güney bölümünde, doğu-batı doğrultusunda uzanan permilyon dönemi¹⁴ Swartberg¹⁵ katlı-sıradağları bulunur. Bu dağların tasarımıdaki batı uzantısı Buenos Aires'in güneyindeki bölgeyle karşılaşır. Haritada bu bölge özel herhangi bir oluşumla işaretlenmemiştir. Keidel'in bu bölgedeki sierraların*, özellikle onların daha çok katlanmış güney bölümlerinin fosil içeriği ve yapı bakımından, sadece kuzey-batıdaki San Juan ve Mendoza eyaletlerindeki ön-cordilleralara¹⁶ değil, daha da önemli olarak, Güney Afrika'daki Cape dağlarına da tam olarak benzediğini keşfetmesi çok ilginçtir. Bunu şöyle ifade ediyor: "Buenos Aires eyaletindeki sierralarda, özellikle güney bölgesinde, Güney Afrika'daki Cape Dağlarındakine çok benzeyen bir dizi katman buluyoruz. En az üç noktada çok güçlü bir uyum olduğu görülüyor: Aşağı devonyen sınırlarının¹⁷ aşağı bölümlerindeki kumtaşları, sınır oluşumunun bitişini işaretleyen fosilli şist¹⁸, daha yeni ve çok karakteristik bir oluşum olan Üst Paleozoik¹⁹ zamanı buzullu çakıl kayaç. ... Devonyen sınırının tortul kayaçları ile buzullu çakıl kayaçların her ikisi de tıpkı Cape Dağlarındaki gibi kıvrılırlar ve orada olduğu gibi burada da kıvrılmanın doğrultusu çoğunlukla kuzeye dönerek And'larla birleşen, uzunlamasına bir eski kıvrım olduğuna işaret etmektedir. Günümüzde bu kıvrımın bölümleri birbirlerinden 6000 km'den daha geniş bir okyanusla ayrılmışlardır.²⁰ Özellikle burada hiçbir değişime açık olmayan tasarımıımızda, parçalar doğrudan yerlerine oturuyorlar. Bir tarafta Cape São Roque'tan, öteki tarafta Cameroons'dan uzaklıkları eşittir. Sentezimizi doğrulayan bu kanıt çok ilginçtir; dedektif öykülerinde iki-

14. Permilyon dönemi 280 milyon ilâ 230 milyon yıl öncesidir.

15. Swartberg dağları (34° 11' K, 19° 29' D) Ümit Burnu'ndadırlar.

* Sierra: zirveleri çok olan dağ silsilesi. (ç.n.)

16. And Dağlarının etekleri.

17. Aşağı devonyen sınırları yaklaşık 400 milyon yıl önce oluşmuştur.

18. Şist, kalın tanecikli dokusu olan bir kayadır.

19. Üst paleozoik zaman, bundan yaklaşık 250 milyon yıl öncesidir.

20. Birbirlerinden çok uzak oldukları halde Buenos Aires (34° 40' G) ve Capetown (33° 50' G) nerdeyse tam olarak aynı enlem üzerindedirler.

ye yırtılmış bir kartvizitin kimliği kanıtlama amacıyla kullanılması akla getirmektedir. [...]

Cape Dağları ile onların uzantıları olan Buenos Aires'in sier-raları arasındaki uyum, görüşümüzün doğruluğunu destekleyen bu tür tek örnek değildir; Atlantik kıyısı boyunca başka birçok kanıt bulabiliriz. Son kez kıvrılması çok eskilere dayanan, Afrika'nın geniş gnays²¹ düzlükleri, ana hatlarıyla bile Brezilya'dakilere çok çarpıcı bir benzerlik göstermektedir. Bu benzerlik yalnızca genel şeylerle sınırlı değildir; her iki bölgedeki kor kayaçlarda, tortul birikintilerde ve orijinal kıvrım doğrultularının uyumunda da görülmektedir.

H.A. Brouwer kor kayaçların bir karşılaştırmasını yapmış, en az beş tane benzerlik saptamıştır: (1) daha yaşlı granit, (2) daha genç granit, (3) zengin alkali içeren kayaçlar, (4) volkanik Jura dönemi kayaçlar ve katmanlar arasına girmiş dolerit, (5) kimberlit ve alnoit, vb.

Yaşlı granit, Brezilya'da, "Brezilya kompleksi" denen bölgede, Afrika'da ise güneybatının "ana kompleksi"nde, ayrıca Güney Cape Colony'nin "Malsbury sistemi"nde, Transvaal ve Rodezya'nın "Swaziland sistemi"nde bulunur. Brouwer şöyle demektedir: "Brezilya'nın, Serra do Mar'daki doğu kıyısı ile karşısındaki Orta ve Güney Afrika'nın batı kıyıları, daha çok bu kayalardan oluşmuştur ve bunlar birçok bakımdan, her iki anakaranın görünümüne benzer topografik özellikler gösterirler." [...]

Son olarak, kayaç gruplarının sonuncusu (kimberlit, alnoit, vb.) en ünlüsüdür. Hem Brezilya'daki, hem Afrika'daki ünlü elmas madenleri bu kayaçların yataklarında bulunurlar. Her iki bölgede de "püskürme bacaları" denen, kendine özgü bir katmanlaşmaya rastlanır. Beyaz elmas sadece, Brezilya'daki Minas Geraes State'de ve güney Afrika'da Orange Nehri'nin kuzeyinde bulunmaktadır. Fakat iki bölge arasındaki benzerlik, bu ender elmas yataklarından çok, kimberlit kökenli kayaçların yaygın olmalarıy-

21. Gnays, granite benzeyen, katlardan oluşmuş bir kayaçtır.

la daha açıkça görülmektedir. Aynı şey Rio de Janeiro eyaletindeki düşük nitelikli mineraller için de saptanmıştır. “Ünlü Brezilya kayaçlarının hemen hemen hepsi, Güney Afrika’nın batı kıyıları yakınındaki kimberlit kayaçlarda olduğu gibi, düşük-mikali bazalt türündendir.”

Brouwer ayrıca her iki taraftaki tortul kayaçlar arasında bile çok sıkı bir uyuşma olduğunu söylüyor: “Atlantik’in her iki kıyısındaki bazı tortul kaya grupları arasındaki benzerlik de çok çarpıcı. Biz yalnızca Güney Afrika’daki Karroo sistemi ile Brezilya’daki Santa Catherina sistemini dile getireceğiz. Santa Catherina ve Rio Grande do Sul’daki Orleans çakıl kayaçları, Güney Afrika’daki Dwyka çakıl kayaçlarına uymaktadır ve her iki anakarada da, en üstteki bölümler, daha önce sözünü ettiğimiz Cape Colony’daki Drakenberg’de ve Rio Grande do Sul’daki Serra Geral’de olduğu gibi, kalın volkanik kayaç dizilerinden oluşmuşlardır.” [...]

Bu büyük gnays düzlüklerinde baştan başa uzanan çok yaşlı kıvrımların doğrultularında da bir uyum olduğunu görüyoruz. [...] Afrika anakarasındaki gnays dağ kitlesinde, biraz farklı çağlara ait iki ana doğrultu çizgisi (eğilim çizgisi) bulunmaktadır. Sudan’da egemen olan, daha yaşlı kuzeydoğu doğrultusudur. Bu, aynı yönde akan Niger nehrinin mecrasında da, Cameroons’a kadar açıkça görülebilir. Kıyıyı 45°lik bir açıyla keser; ancak Cameroons’un güneyinde [...] öteki, daha yeni olan doğrultu çizgisi öne geçer; kıyı çizgisinin kıvrımlarına paralel olarak, kabaca kuzey-güney doğrultusunu izler.

Brezilya’da da aynı olguyu görüyoruz. E. Suess şunları yazmıştı: “Doğu Guiana haritasında ..., bu bölgeyi oluşturan daha eski dönem kayaçlarının az çok doğu-batı doğrultusunda olduğu görülüyor. Amazon çanağının kuzey bölümünü oluşturan paleozoik ara katmanlar da aynı doğrultuyu izliyor ve Cayenne’den Amazon ağzına doğru olan kıyının izlediği yol, bu nedenle, doğrultu çizgisini kesmektedir... Brezilya jeolojisi hakkında günümüzde bilindiği kadarıyla, Cape São Roque’a kadar anakaranın

kıyı çizgisinin, dağların doğrultu çizgilerini kestiğini kabul etmek zorundayız. Ancak, bu dağın eteklerinden sonra Uruguay'a kadar, kıyı çizgisi dağlarla belirlenmiştir." Burada nehirlerin (bir yanda Amazon, öte yanda Rio São Francisco ve Parana) mecraları da genel olarak doğrultu çizgilerini izlemektedir. [...] Tasarım sırasında Güney Amerika'nın döndürülmesi gereken büyük açığa dikkate alındığında, Amazon'un doğrultusu, yukarı Niger'in akış doğrultusuna paralel duruma gelir; böylece iki doğrultu çizgisi de Afrika'ninkilerle üst üste gelir. Bundan da, iki anakara arasında bir zamanlar doğrudan bir bağlantı olduğu yolunda yeni bir kanıt elde etmiş oluruz.

Brezilya ile Güney Afrika'nın yapıları arasındaki benzerlik, son zamanlarda giderek daha kuvvetle vurgulanır olmuştur. Maack şöyle söylüyor: "Afrika'nın güney bölgelerine aşına olan herkes bu arazinin (Brezilya'nınki) yerbilimsel yapısını çok şaşırtıcı bulacaktır. Attığım her adım bana Namaland ya da Transvaal oluşumlarını hatırlatıyor. Brezilya'daki katmanlar, Güney Afrika'daki kara kalkanlarının bir dizi katmanlarına, bütün ayrıntılarıyla, tam olarak tekabül ediyorlar." Bu yolculuk sırasında Maack, Patos'ta (yaklaşık $18\frac{1}{2}^{\circ}$ G, $46\frac{1}{2}^{\circ}$ B) beş kimberlit püskürme bacası saptadı. Vardığı sonuç şu: "Karşılıklı oluşumlar arasında bugün var olan uzaklık dikkate alındığında, Atlantik üstünden uzanan batık kara köprüleri fikrinin reddedilmesi gerektiği açıktır. A. Wegener'in ileri sürdüğü anlamda bir anakaraların yer değiştirmesi düşüncesi akla yakın geliyor; bu kavram, permo-karbonifer çağı dışında, en eski jeolojik çağlardan bu yana batı Güney Afrika'da daha çok kuru bir iklimin hüküm sürmüş olduğu ve Minas'taki triyas dönem tortul birikintilerinin denizden uzak iç bölgelerin kuru iklimiyle uyumlu olması ile de desteklenmektedir."

Bu amaçla Güney Amerika'ya bir araştırma gezisi yapan ünlü Güney Afrikalı yerbilimci Toit tarafından eksiksiz bir karşılaştırma çalışması yapılmıştır. Bu konudaki bütün literatürü tam olarak elden geçirmeyi içeren bu araştırmanın sonuçları 1927'de yayımlandı. [...] Eser tümüyle, dünyanın bu bölgeleri

için, sürüklenme teorisinin, yerbilimsel bakımdan doğru olduğunun eşsiz bir kanıtlamasıdır. Bu kitapta teorimize destek veren bütün ayrıntılardan söz etmek istersek, kitabı baştan sona kadar çevirmemiz gerekir. Şu türden birçok ifade var: “Gerçekten, yakından baktığımda bile, bunun Cape’in güney bölgelerinden birisi değil de, başka bir anakara olduğunu kabul etmekte çok zorlandım.” [...]

Atlantik’in karşılıklı kıyılarını karşılaştırmaya daha kuzeyde devam edersek, Afrika anakarasının kuzey sınırında, Atlas sıradağlarına geliriz; kıvrılması kretasin döneminde başlamış ve daha çok oligosen çağında yer almış olan bu dağın Amerika tarafında bir karşılığı yok. Bu durum, tasarımda ileri sürmüştüğümüz, bu bölgedeki Atlantik yarığının uzun zaman önce açıldığı yolundaki varsayımımızla uyum içindedir. Gerçekten, burada bir zamanlar bir açıklık olmadığı ve ayrılmanın kretasin döneminden önce yer almış olması da mümkündür. Dahası, Kuzey Atlantik’in batı tarafında okyanusun çok derin olması, belki de buradaki deniz tabanının daha eski olduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca İber yarımadası ile karşı taraftaki Amerikan kıyı bölgesi arasındaki tezatı da dikkate almak gerekir; bu tezat kıyıların daha önce doğrudan bağlantılı olma olasılığını çok büyük ölçüde yok ediyor. Zaten sürüklenme teorisi de böyle bir görüş içermiyor; çünkü İspanya ile Amerika arasında, denizin altında Azorların geniş dağ kütleleri bulunmaktadır. Atlantik Okyanusunun en eski ses-yankı profiliyle kanıtlamaya çalıştığım gibi, bu dağ kütlesi, belki de, başlangıçtaki genişliğinin 1000 km veya daha fazla olduğu tahmin edilen, anakara maddelerinden oluşmuş bir döküntü tabakasıdır. [...]

Daha da kuzeye gidildiğinde, birbiri ardına gelen çok eski üç kıvrım bölgesi görürüz; bunlar Atlantik’in bir tarafından öteki tarafına uzanırlar ve bir zamanlar doğrudan bağlantı olduğunun, bir kere daha, dikkate değer bir doğrulamasını oluştururlar.

En çok göze çarpan şey, E. Suess’in Armorican dağları adını verdiği ve Kuzey Amerika’nın kömür yataklarını Avrupa’ninkile-

rin doğrudan devamı gibi gösteren, karbonifer dönemi kıvrımlarıdır. Artık oldukça düzleşmiş olan bu dağlar Avrupa anakarasının iç bölgelerinden gelir; önce kavisli bir biçimde batı-kuzeybatıya uzanır; daha sonra batıya doğru döner ve Güneybatı İrlanda ve Brittany'deki vahşi ve düzensiz (ria denilen) kıyı şeridini oluşturur. Bu sistemin Fransa'dan geçen en güney ucundaki sıradağlar, kıyının kıta sahanlığının ötesinde tümüyle güneye dönüyor gibidir; sonra, açık bir kitap şeklinde Biscay Körfezi'nin derin-deniz çatlağının öbür tarafından İber yarımadasında devam eder. Suess bu kola "Asturian girdabı" adını verdi. Ancak, ana sıradağların, sahanın kuzey bölümünden, zirveleri dalgalarla aşınmış olarak batıya doğru devam ettikleri anlaşılıyor; sanki batıya doğru devam etmekte kararlı olduklarını göstermek için Atlantik'e doğru işaret ediyorlar.

Amerika tarafındaki uzantısı, ilk olarak Bertrand'ın 1887'de keşfettiği gibi, Nova Scotia'da ve Güneydoğu Newfoundland'daki Appalachianlar'ın kollarından oluşmuştur. Burada da karbonifer çağı dağ silsileleri kıvrımı biter ve Avrupa'da olduğu gibi kuzey doğrultusuna döner. Bu, bir ria kıyı şeridi oluşturur ve sıradağlar herhalde Newfoundland Bank'ın sahanlığını keser. Başka yerlerde kuzey-doğu yönünde olan doğrultusu, yarık bölgesi yakınında doğrudan doğuya döner. O zamana kadar benimsenmiş olan fikirlere göre, E. Suess'in "transatlantik Alteidleri" dediği, tek bir büyük kıvrım sistemi söz konusuydu. Kayma teorisi işleri oldukça kolaylaştırmaktadır: Bu teoriyi dayanak alan tasarımda iki bileşen gerçekten birbirine dokunuyor. Halbuki şimdiye kadar, bildiğimiz uç bölümlerden daha da uzun olan, batık bir orta bölümün olduğu varsayılıyordu –Penck'in karşılaştığı güçlük de buydu. Yarığın kavşak çizgisinde, deniz tabanında bazı düzensiz yükseltiler bulunmaktadır. Şimdiye kadar bunların batık dağ silsilesinin zirveleri olduğu düşünülürdü. Bizim teorimiz ise, onları, ayrılan kütlelerin kenarlarının kırık parçaları olarak görmektedir; bu tür kütle ayrılmaları tektonik etkinliklerin olduğu böyle bir bölgede kolayca anlaşılabilir. [...]

Kuzey Amerika ve Avrupa'nın iç bölgelerinde pleystosen buz çağının büyük buzullarının bitimindeki buzul taşları da vardır. Bunlar, Newfoundland'ın Avrupa'dan ayrılmasından sonra, ama kuzeyde Grönland yakınında kütleler daha ayrılmamışken oluşan, çökelmiş buzultaşlardır. Her durumda, o dönemde Kuzey Amerika, Avrupa'ya, bugün olduğundan çok daha yakın olsa gerek. Bizim tasarımızda, buzultaşlarının ayrılmadan önceki dönemdeki durumlarına bakıldığında, onlar herhangi bir aralık veya kırık olmadan birleşmektedirler. [...] Buzultaşlar çökelmeden önce kıyılar birbirlerinden bugünkü uzaklık olan 2500 km ile ayrılmış olsalardı, bu pek mümkün olamazdı; özellikle de, günümüzde Amerika ucunun Avrupa ucundan $4\frac{1}{2}^{\circ}$ daha aşağıdaki enlemde olduğu dikkate alındığında.



ERNEST RUTHERFORD

Atomun Dönüşümü'nden (1933)

Ernest Rutherford (1871-1937) (daha sonra Baron Rutherford oldu), çekirdek fiziğinin ilk araştırmacılarından, hatta hiç kimse-
nin atomun bir çekirdeği olduğunu bilmediği dönemden önceki
araştırmacılarından biridir. Buraya seçilen makale, 1933'te İngiliz
radyosunda (BBC) yaptığı, gözlemcinin ne aradığını bilerek giriş-
tiği bir bilimsel gözlemi anlatan bir konuşmadır. "Bu problemin
tekrar ele alınması, daha iyi bir anlayışı beklemek zorundaydı." ve
"Bu genel fikirlerin etkisiyle harekete geçerek 1919'da bazı de-
neyler yaptım." şeklindeki ifadeler, Rutherford'un ilerlemesinin,
aradığının ne olduğunu tam anladıktan sonra gerçekleştiğine işa-
ret etmektedir.

Bu konuşma, Rutherford'un British Association'da kısa bir süre
önce vermiş olduğu bir konferansın, bilim adamı olmayanlar için
yaptığı bir uyarlamasıdır. O konuşmada, atom enerjisi umudunun
bir hayal olduğunu söylemişti. Bir Çek fizikçisi olan Leo Szilard,
onun bu tutumuna öyle sinirlenmişti ki hemen, zincirleme tepki-
me yoluyla nükleer parçalanmayı gerçekleştirecek bir yöntem ta-
sarladı. Top Rutherford'a atılmış gibi görünüyordu. O da, bu ko-
nuşmada, olumsuz tavrını yineliyor, hatta zincirleme tepkime ola-
nağını sanki reddediyor. Ancak son paragrafta, bu konuyla ilgi-
lenmeyi neden sürdürmediğini görebilirsiniz: Pratik sonuçlardan
ziyade, anlamaya değer veriyordu. Bu da onu gerçekten çok eski
moda yapmaktadır.

Bilimin en erken çağlarından başlayarak, bir türden olan mad-
deyi başka bir tür maddeye dönüştürme olanağı, insan aklı için sü-
rekli bir tutkulu arayış konusu olmuştur. Son otuz yıldır, bu soru-
nun farklı yönleri üzerinde etkin araştırmalar yapmaktayım. [...]

Dönüşüm konusunda ilk kez başarılı sonuçlar veren deney-
ler oldukça yenidir; 1919 yılına uzanır. Ancak, sorun bir anlamda
çok eskidir ve bilimin ilk dönemlerinden bu yana birçok fikir ve

araştırmaya konu olmuştur. Hepiniz, gerçekte ilk kimya araştırmacıları olan simyacıları ve bir elementin bir başkasına dönüşümünü sağlayacağına inanılan felsefe taşı duymuşsunuzdur.

Bugünkü bilgilerimiz açısından baktığımızda, o çağın sınırlı laboratuvar aygıtları ve yöntemleriyle bu arayışın hiçbir başarı umudu olmadığını ve onu desteklemek için sunulan deneysel kanıtların, çok kuşkulu ve yetersiz olduğunu görürüz. Bu arayışın yine de yüzyıllar boyu sürmesinin başlıca nedeni, maddenin doğası hakkındaki felsefi görüştür. Bu görüş, ortaçağdaki entelektüel dünyanın görünümünü de çok etkilemiş olan Aristoteles'in yazılarını temel alıyordu. Aristoteles'e göre bütün cisimler, başlangıçta var olan temel madde ile toprak, hava, ateş ve su denilen dört unsurun karışımından oluşuyordu. Bir madde, ötekinden sadece bu varsayımsal unsurların görece bileşimi ile ayrılıyordu. Bu görüşlere göre, eğer bu bileşenlerden birinin ya da birkaçının miktarını değiştirecek uygun bir yöntem bulunabilirse, bir maddenin başka bir maddeye dönüştürülebileceği aşikârdı. Doğal olarak, adı metalleri asil bir madde olan altına dönüştürme ümidi başta geliyor, zaman zaman, bakır, kurşun veya başka metalleri altına dönüştürmenin gizini keşfettiklerini iddia eden kişiler ortaya çıkıyordu. [...] Eski düşünceler toplumsal zihindeki yerlerini korudukları için, günümüzde bile altın yapmanın reçetesine sahip olduklarını söyleyen sahtekârlar veya kandırılmış kişiler, arada bir ortaya çıkmaktadırlar. Ne var ki, yaptıkları tek altın, kendilerine inanan insanların ceplerinden çıkan altındı. Bu tür şarlatanların, bir kere bile altın yerine platin veya radyum gibi daha ender ve pahalı olan bir element yaptıklarını iddia etmemeleri, hayal gücünden ne kadar yoksun olduklarını gösteriyor.

On dokuzuncu yüzyıl kimyacılarının değerli çalışmaları, elementlerin birbirleriyle ilintisiz olmadığını, bazı bakımlardan benzer yapıda olmaları gerektiğini göstermişti. [...] Bu görüş 1897'de, daha çok Sir J. J. Thomson'un çalışmaları sonucu elektronun keşfinden sonra büyük destek kazandı. Negatif elektrikle yüklü olan elektronun kütlesinin çok küçük olduğu –en hafif atom olan

hidrojen atomunun kütesinin yaklaşık 1/1840'ı kadar- ve bütün atomların bir bileşeni olduğu anlaşıldı. [...]

1896'da Becquerel'in uranyumun radyoaktivitesini keşfetmesi de, dönüştürme tarihinde bir başka dönüm noktasıdır. 1903'te Rutherford ve Soddy'nin deneyleri radyoaktivitenin, atomik kararsızlığın doğrudan bir gösterimi olduğunu açıkça ortaya çıkardı. Bazen bir atomun büyük bir şiddetle parçalanıp büyük bir hızla, ya α -parçacığı denilen ağır kütleli bir parçacık ya da β -parçacığı denen hafif kütleli hızlı bir elektron fırlattığı gösterildi. Bu patlama sonucunda geride kalan atom, ana atomdan tümüyle farklı fiziksel ve kimyasal özellikler taşıyordu. Uranyum ve toryum elementlerinin art arda değişimlerinin, radyoaktif özellikleri olan otuz veya daha fazla elementin ortaya çıkmasına yol açtığı görüldü. Uranyum elementinin art arda değişimleriyle ortaya çıkan bu birçok yeni elementin en iyi bilinen örneği radyumdur. O zaman ender olan helyum gazının, radyum atomlarının dönüşümü sonucu olduğu Ramsay ve Soddy tarafından saptandı. Bu helyumun α -parçacıklarından geldiğini artık biliyoruz; bu parçacıklar, parçalanmış atomdan dışarı atılan elektrik yüklü helyum atomlarıdır. Bu hızlı α - ve β - parçacıkları ile nüfuz etme gücü olan X-ışınlarının incelenmesi, atom patlamalarının olağanüstü şiddetini açıkça ortaya koymuştur. Bu patlamalarda açığa çıkan enerji, iki atomun birleşmesiyle gerçekleşen patlamalarda bilinen en şiddetli patlayıcıda ortaya çıkan enerjinin bir milyon katı kadardır.

Radyoaktif atomların dönüşümleri kendiliğinden olur ve kontrol edilemez; aşırı sıcak ile soğukun, dönüşümün hızı veya dışarı atılan parçacıkların enerjisi üzerinde etkisi yoktur. Şu anda uranyum atomlarının niçin parçalandığı konusunda kesin bir açıklama yapılamıyor. Onların dönüşümlerine, olasılık yasalarınınca yönetilen doğal süreçler olarak bakmak durumundayız. [...]

Bu problemin yeniden ele alınması için, bütün atomların temel yapılarının daha iyi anlaşılmasını beklemek gerekiyordu. Artık elementlerin bütün atomlarının, bir anlamda aynı genel örün-

tüye göre düzenlenmiş elektriksel yapılar olduğu açıkça bilinmektedir. Her atomun özeğinde, minicik ama ağır bir çekirdek bulunuyor; bu çekirdeklerin, çeşitli atomlar için 1 ile 92 arasında değişen, belirli bir toplam pozitif elektrik yük biriminde yükü var. Çekirdekten belli bir uzaklıkta firdönme hareketi yapan ve çekirdeğin taşıdığı pozitif yük sayısına eşit sayıda olan negatif elektronlar yer alıyor. Küresel olduğu varsayılan çekirdeğin yarıçapının çok çok küçük olduğunu ve genel olarak bütün atomun yarıçapının on binde biri kadar olduğunu akılda tutmamız gerekir. Ancak bu minicik çekirdek sadece atomun hemen hemen bütün ağırlığını içermekle kalmıyor; çekirdek yükü aracılığıyla, güneş sistemimize benzedikleri için gezegensi dediğimiz çevredeki elektronların sayısını ve hareketlerini de kontrol ediyor. [...]

Atomların yapılarının ana hatları artık iyice saptanmıştır. Bohr'un ve onu izleyenlerin olağanüstü çalışmaları sonucu, gezegensi elektronların düzenini ve hareketlerini; atomun düzeni bozulduğu zaman da ışık veya X-ışınlarının nasıl çıktığını anlayabiliyoruz. Ne yazık ki özekteki bu çok küçük çekirdek hakkında çok daha az şey bilmekteyiz. Her atomun çekirdek yükünün değerini ve kütlesini biliyoruz; ama onu oluşturan parçacıkların doğası ve düzeni konusunda kesin hiçbir bilgimiz yok. Bir yıl öncesine kadar bir atomun çekirdeğinin sonuçta, küçük kütleli negatif elektronlar ile kütlesi 1 olan pozitif yüklü protonlardan ibaret olan iki elektrik biriminden oluştuğu kanısı yaygındı. Aynı zamanda, ikincil birimlerin de var olduğu ve kütlesi 4 olan helyum çekirdeğinin $-\alpha$ parçacığının—önemli bir rol oynadığı açıklık kazandı. Ancak son dönemlerde görüşlerimizin kapsamını genişletmek zorunda kaldık, çünkü elektrik yükü olmayan, kütlesi 1 olan ve nötron adı verilen yeni tür bir parçacığın varlığının kuşku götürmez kanıtı elde edildi. Bundan başka, bu yıl, hafif kütleli pozitif elektron —negatif elektronun karşısı— olduğunu sandığımız parçacığın keşfi, problemi daha da zorlaştırdı. Ancak yine de, ağır bir atomun çekirdeğinin genel olarak birçok parçacıktan oluştuğunu, bazılarının α -parçacığı ve proton gibi yüklü olduğunu, bazılarının

ise nötron gibi elektrik bakımından nötr olduğunu varsayabileceğimize inanıyorum. Bütün bunlar olağanüstü küçük bir boyuttaki güçlü kuvvetlerle bir arada tutulmakta ve çok kararlı bir yapı oluşturmaktadırlar. [...]

Bir atomu bir başka atoma dönüştürmek için çekirdeğin elektrik yükünü değiştirmenin vazgeçilmez olduğu anlaşıyor. Bu, hayali olarak çekirdeğe proton veya α -parçacığı gibi bir parçacık eklemekle veya ondan yüklü bir parçacığı çıkarmakla yapılabilir. Ancak çekirdeğin, güçlü çekim kuvvetleriyle bir arada tutulan, kuvvetle savunulan bir yapısı olduğunu akılda tutmalıyız. Bu nedenle, çekirdeği çatlatmak için onu, çok şiddetli kuvvetlerle doğrudan etkilemek gerektiği olası görünüyordu. Bunu yapmanın bir yolu, çekirdeği çok hızlı parçacıklarla bombardıman etmektir. Radyumdan kendiliğinden fırlatılan α -parçacığı, bilimin tanıdığı en enerjik parçacıklardan birisidir. Eğer maddenin üstüne bir hızlı α -parçacığı demeti düşerse, küçük bir olasılıkla, büyük sayıdaki bu parçacıklardan bir tanesinin, bir çekirdekle doğrudan çarpılabileceği fark edilmişti. Bu koşullar altında iki parçacığın, elektrik yüklerinin güçlü itici kuvvetlerince geri çevrilmeden önce, α -parçacığının çekirdeğe çok yaklaşması gerekmektedir. Bir α -parçacığının bir çekirdekle doğrudan çarpışmasını sağlamak için, çekirdekle arasında çok büyük kuvvetlerin oluşturulması gerektiğini vurgulamalıyız. Çekirdek yükünün küçük olduğu hafif atomlar için yapılan hesaplar, çarpan α -parçacığının, çarptığı çekirdeğin içine girmese bile, onun elektriksel yapısını çarpıtacak ölçüde yakınına gelmesinin gerektiğine işaret etmiştir. Bu tür taciz edici kuvvetlerin etkisiyle, çekirdeğin kararsız duruma geçip başka çekirdeklere parçalanması beklenebilir. Bu genel düşüncelerle harekete geçerek, 1919'da, maddeyi α -parçacıklarıyla bombalayarak herhangi bir dönüşüm kanıtının elde edilip edilemeyeceğini saptayacak bazı deneyler yaptım. Deneyler basit türdendi; α -ışınlarına kaynak olarak bir radyum preparatı kullanıldı ve yeni tür parçacık olup olmadığını saptamak için kırpışım yöntemi uygulandı. Bir α -parçacığının, çinko sülfür preparatı üze-

rine düştüğünde bir ışık parıltısı verdiği iyi bilinir ve bu kırpışım karanlık bir odada kolayca görülebilir. Bombalanan maddeden açığa çıkan elektrik yüklü hızlı bir parçacığın, varlığını bir kırpışım ile belli etmesi bekleniyordu. α -parçacıkları gaz halindeki oksijeni bombalamak için kullanıldığında yeni herhangi bir etki gözlenmedi. Ancak, onun yerine nitrojen gazı kullanıldığında, α -parçacıklarının hareket erimlerinin [*range*] çok ötesinde bazı kırpışım lar görüldü. Özel deneyler bu kırpışım ların, artık proton dediğimiz yüklü hidrojen atomlarından kaynaklandığını gösterdi. Bu deneyde hızlı protonların görülmesi, sadece, onların α -parçacıklarıyla bombalanma sonucu bazı nitrojen çekirdeklerinin dönüşümünden ortaya çıktığını varsaymakla açıklanabilirdi. Bir atomun yapay yöntemlerle dönüştürülebileceğinin kesin kanıtı, ilk defa elde edilmişti. Daha sonra, Blackett'in yaptığı bazı deneylerin ışığında, bu dönüşümün ana hatları ortaya çıktı. α -parçacığının nitrojen çekirdeğine gerçekten girmiş olması ve orada alıkonulmuş olması gerekiyordu. Bu derin etkilenme sonucunda, yeni çekirdekten büyük bir hızla bir proton dışarı fırlatılmıştı. [...] Daha sonra, Dr. Chadwick'le yapılan araştırmalarda gözlem yöntemleri çok geliştirildi ve en az on iki halif elementin, α -parçacığı bombardımanı yoluyla dönüştürülebileceğ i ve her birinde de protonların fırlatıldığı, bunların sayısının ve hızının elementlere göre değıştiğ i anlaşıldı. Her biri için dönüşüm sürecinin, nitrojen için bulunana benzer olması mümkün görünüyor. α -parçacığı yakalanıyor ve yeni atomun ilk atoma göre kütlesi üç birim, yükü de bir birim daha fazla oluyor. Başka deyişle, bu on iki elementin her birinin bir atomunu, elementlerin normal sıralamasında ondan bir sonra gelen elementin atomuna çevirmeyi başarmış tık.

Unutmamak gerekir ki, bu yolla elde edilen yeni maddenin miktarı çok çok küçüktür; normal kimyasal yöntemler uygulamaya olanak veremeyecek kadar küçük. Başarıya ancak, maddenin atomlarını tek tek sayma olanağı veren hassas yöntemlerin geliştirilmesi sonucu ulaşılmıştır. Hedef olan çekirdeğ in alanının çok çok küçük olması nedeniyle bir α -parçacığının doğrudan çarpma

şansı çok azdır. Nitrojen için sadece 100 000'de bir α -parçacığı dönüşüme yol açmakta etkili olmaktadır. Alüminyum elementi için bu olasılık daha da küçük, yaklaşık milyonda birdir. Bu deneylerdeki α -parçacıkları çekirdeği hedef almıyorlar, her doğrultuda rasgele fırlıyorlar; bazen de bunlardan biri, tesadüfen, yakalanacak ölçüde çekirdeğe yaklaşıyor. [...]

Berilyumun dönüşümü [...] diğer hafif elementlerin çoğundan farklıdır. Daha önce olduğu gibi, α -parçacığı yakalanır; ancak dışarı atılan, bir proton değil yüksek hızlı bir nötrondur. Bu süreçle atom kütlesi 9 olan berilyumun çekirdeği, bir nötron atılışıyla birlikte bir karbon atomuna dönüşür.

Fırlatılan bu garip türden parçacığın ilginç bazı özellikleri vardır. Yüklü olmadığı için nötron, maddelerin atomları arasından pek az enerji yitimi ile geçer. Ancak başka bir atomun çekirdeğine çarpınca varlığı fark edilir. [...]

Buraya kadar söz ettiğimiz dönüşümler, radyoaktif elementlerin kendiliğinden bozunumu sonucunda ortaya çıkan hızlı parçacıklarla gerçekleştirilmişlerdi. Ancak kısa sürede, bu konudaki bilgimizi genişletmek için farklı türlerde, çok daha bol parçacık akımlarının gerekli olduğu anlaşıldı. Alçak basınçlı bir gaz içinden elektrik akımı geçirilmenin, elektrik yüklü çeşitli atom ve moleküllere yol açtığı iyi biliniyordu. Eğer bu yolla elde edilen yüklü atomlar vakumda, güçlü bir elektrik alandan geçirilerek hızlandırılırsa, bombardıman için çok daha bol miktarda farklı türden hızlı parçacık akımları elde etmeyi umabilirdik. Örneğin hidrojen akımı geçirildiğinde, aynı süre içinde 100 000 gram radyumdan çıkan parçacık akımı kadar güçlü bir akım elde etmek kolaydır. Bir milyon volt düzeyinde yüksek voltajlar kullanarak, atomik dönüşüm için yeterince hızlı parçacıklar elde etmemiz olası görünüyordu. [...]

Cockcroft ve Walton, gözlemlenen α -parçacıkları sayısının voltajla hızla arttığını ve 500 000 volt düzeyinde çok fazla olduğunu; Oliphant da, lityumun dönüşümünün yalnızca 30 000 volta yükseltilecek bir voltajla hemen görülebileceğini saptadılar. Bu so-

nucu eski kavramlarla açıklamak zor olabiliirdi, ancak maddenin yeni dalga teorisi ile tamamen uyum içindedir. Gamow, görece yavaş bir parçacıkla, çekirdek çevresindeki güçlü elektrik engelinin çok küçük bir olasılıkla da olsa aşılabileceğini göstermiştir.

Cockcroft ve Walton sadece lityumun değil, bor ve flüorun da proton bombardımanı altında α -parçacıkları çıkardığını saptadılar. Bu dönüşümlerin doğaları henüz tam olarak anlaşılamamıştır; ancak, kütlesi 11 olan bor çekirdeğinin bir proton yakaladıktan sonra, her birinin kütlesi 4 olan üç α -parçacığına ayrılmış olabileceği düşünülmektedir. Genel olarak proton bombardımanının, α -parçacıklarının çıkarılmasına ve daha küçük kütleli elementlerin oluşumuna yol açtığı; α -parçacıklarıyla bombardımanın ise yeni elementin kütlesini artırdığı görülmektedir. [...]

Bu dönüşümlerle ilgili enerji değişimlerini ele almak ilginç olacaktır. Enerjisi 30 000 volta karşılık gelen bir protonun, lityumun iki hızlı α -parçacığına dönüşümünü sağlayabileceğini ve bu parçacıkların toplam enerjisinin 16 milyon volta karşılık olan enerji kadar olduğunu gördük. Bu süreç için, dönüşümdeki enerji çıktısının, protonun taşıdığı enerjinin 500 katından daha fazla olduğunu görürüz. Böylece tek bir dönüşümde büyük bir enerji kazancı var; ama tek bir proton, lityumun çekirdeğine çarpıp girmeden önce, aynı enerjiyi taşıyan ortalama bir milyar milyon protonun fırlatılması gerektiğini de unutmayalım. Bu durumda atomun dönüşümünden elde edilen enerji, genellikle, bombalayan parçacıkların enerjisinden küçüktür. Böylece, bu süreçlerden yeni enerji kaynağı elde etmenin pek mümkün olmadığı anlaşılıyor. Normal patlayıcılara benzetilerek, bazen bir atomun dönüşümünün yanındakini de dönüştüreceği ve böylece patlamanın bütün maddeye yayılabileceği ileri sürülüyor. Bu doğru olsaydı, şimdiye kadar laboratuvarımızda çoktan dev bir patlama olurdu ve geride onu bize anlatacak kimse kalmazdı. Bu kazaların olmaması, beklediğimiz gibi patlamanın tek çekirdekle sınırlı kaldığını ve patlamanın, merkezinden görece uzak diyebileceğimiz yandaki çekirdeğe sıçramadığını gösteriyor. [...]

Dinleyicilerim doğal olarak dönüşüm konusundaki bu deneylerin bilim dünyasında niçin bu kadar ilgi yarattığını sorabilir. Nedeni, deneycinin yeni bir enerji kaynağı arayışı ya da az bulunan ve pahalı olan elementleri yeni yöntemlerle üretmek değildir. Gerçek neden daha derinlerdedir ve Doğanın en derin sırlarından birisini araştırma dürtüsü ve bu sırrın dayanılmaz çekiciliği ile bağlantılıdır. Birkaç yıl öncesine kadar, evrendeki bütün maddenin, bedenlerimiz de dahil, doksan veya daha fazla farklı kimyasal elementten yapıldığını bilmekle yetinmek zorundaydık; ancak bunların atomlarının yapılarını veya bir elementin bir başka elemente hangi yolla dönüştürülebileceğini bilmiyorduk. Şimdi ilk kez bu problemleri doğrudan laboratuvar deneyleriyle araştırabiliyoruz ve kısa sürede bilgimize ekleyecek çok şey olacağından umutluyuz. Bu yolla edinilen bilginin, maddenin doğası hakkındaki görüş açımızı genişletmemesi olanaksızdır. Dahası, bu bilgi kozmik fiziğin birçok sorunuyla da yakından ilgili olsa gerek. Örneğin, güneşin veya başka sıcak yıldızların fırınında var olan elektronlar, protonlar, nötronlar ve atomlar, ısı kıpırdanmanın etkisiyle çok büyük ortalama hıza sahip olsalar gerek. Böylece laboratuvarda gözlemlenen çekirdeklerin parçalanma ve birleşme süreçlerinin her türden atom çekirdeğinde geniş ölçekli olarak işlemesini ve birbirinin tersi olan birleşme ve ayrılma işlemleri arasında bir denge durumuna gelmiş olmasını umabiliriz. Bilindiği gibi yeryüzü kabuğundaki elementlerin bolluk miktarlarında büyük farklar vardır. Demir, nikel ve oksijen gibi bazı elementler çok boldur; lityum, platin ve altın gibi başka bazıları görece enderdir. Atomların dönüşümünde verimliliği etkileyen çeşitli yakıtlar için laboratuvarda elde edilen bilgi, Dünya’da ve onun kökeni olduğuna inandığımız Güneş’te bulunan farklı elementlerin görece bolluklarının nedenlerine de ışık tutmaya yardımcı olacaktır.



JAMES WATSON

Çifte Baz

Çifte Sarmal'dan (1968)

Bu kitaba alınacak yazıların seçimi konusunda e-posta ve doğrudan konuşma yoluyla birçok öneri yapıldı. James Watson (1928), insanların kitaba alınmamasında ısrarlı oldukları tek kişiydi. DNA molekülünün çifte sarmal yapısını Francis Crick'le beraber nasıl çözdüklerini anlattığı öykü dedikodu ve kendini beğenmişlikle doludur. Ancak Watson'un anlattığı olaylarda gurur ve hırsın katkısı olduğu kadar anlama tutkusunun da payı vardır. İlginç ve rahat okunan bir kitap olmakla birlikte bilimsel yönü gölgede kalmıştır. Ama bilim de öykünün bir parçasıdır ve buraya aldığımız bölümde Watson kendisinin ve Crick'in –özellikle de Crick'in– bir başkasının gözleminin, tam da gerek duydukları ipucu olduğunu nasıl fark ettiklerini anlatmaktadır.

Watson ile Crick'in DNA'nın yapısı konusunda getirdikleri çözüm bilimin en önemli olaylarından birisidir. Çünkü doğanın en ünlü gizemlerinden birini açıklamaktadır. Yaşayan varlıklar kendilerini üretirler. Ama nasıl? Yanıtın DNA molekülünün yapısına işlendiği anlaşıldı. Molekül, Rönesans dönemi merdivenleri gibi bükülerek sarılan iki filaman içermektedir; bunlar ayrıldıklarında tek olan şeyin iki olması, karmaşık tek bir telin iki basit tele dönüşmesi sağlanmış olur. Sonra da kimyasal bağ sayesinde her tel, otomatik olarak eksik olan yarısını tekrar yerine koyar. Böylece tek bir molekül, birdenbire, birbirinin aynı olan iki moleküle dönüşmüştür. Buraya alınan bölümde Watson, Crick'le kendisinin bu tür bir ikilenmeye işaret eden kanıtların önemini fark ettikleri dönemi anlatmaktadır.

İlk kez Columbia Üniversitesinde Avusturyalı bir biyokimyacı olan Erwin Chargaff tarafından gözlemlenen DNA kimyasındaki bazı tuhaf düzenlilikler üzerinde ciddi olarak düşünmenin tam zamanıydı. Chargaff ve öğrencileri, savaştan bu yana

pürin ve pirimidin²² bazlarının göreceli oranlarını saptamak için çeşitli DNA preparatlarını analiz etmişlerdi: Bütün DNA preparatlarında adenin (A) moleküllerinin sayısı timin (T) moleküllerinin sayısına guanin (G) moleküllerinin sayısı ise sitozin (C) moleküllerinin²³ sayısına çok yakındır. Ayrıca adenin ve timin gruplarının oranı biyolojik kökenlerine göre farklılık göstermektedir. Bazı organizmaların DNA'sı A ve T fazlasını içermektedir; başka bazı yaşam biçimlerinde ise G ve C fazlası vardır: Chargaff önemli olduklarını fark etmesine karşın, bu ilginç sonuçlar için bir açıklama getirmemiştir. Bunları Francis [Crick]'e ilk söylediğimde pek etkilenmedi ve başka konularla ilgilenmeyi sürdürdü.

Ancak kısa süre sonra, genç teorik fizikçi John Griffith'le yaptığı bazı konuşmalardan sonra bu düzenliliklerin önemli olabileceklerinden kuşku duymaya başladı. Bu kuşkulardan birisi gökbilimci Tommy Gold'un "kusursuz kozmolojik ilke" üzerindeki bir akşamüstü konferansından sonra Griffith'le bira içerken aklına geldi. Tommy'nin olanaksız görünen bir fikri akla yakın göstermedeki ustalığı Francis'i "kusursuz bir biyolojik ilke" ileri sürülüp sürülemediği konusu üzerinde düşünmeye yöneltti. Griffith'in gen kopyalaması için teorik yöntemlerle ilgilendiğini bildiği için kusursuz biyolojik ilkenin genin kendini kopyaladığı –yani genin, hücre bölünmesi sırasında kromozom sayısını ikiye katlayarak kendini kopyalama yetisi olduğu– fikrini ortaya attı. Ancak Griffith buna katılmadı çünkü birkaç aydır, birbirini tamamlayıcı yüzeylerin alternatif oluşumlarını temel alan bir gen kopyalama sistemi üzerinde çalışmaktaydı.

Bu özgün bir varsayım değildi. Gen kopyalanmasına ilgi duyan teorik eğilimli genetikçiler arasında neredeyse otuz yıldır

22. Watson DNA molekülünün kimyasal düzenlenişinden söz ediyor. "Pürin" bazı karbon ile azotu çift bağlı bir yapıya sokar. Pirimidin de aynı karbon ve azot atomlarını kullandığı halde, onları tek bağlı bir yapıya sokar.

23. DNA molekülünün A, T, G ve C harfleriyle simgelenen daha küçük moleküllerden oluştuğu biliniyordu. Watson ile Crick'in çözmeye çalıştığı sorun A, T, G ve C'nin nasıl kalıtımı ve çoğalması olanaklı kılacak şekilde düzenlendiği sorunu idi.

tartışılıyordu. Öngörülen varsayıma göre genin bir tamamlayıcı (negatif) bir imgesinin oluşması gerekiyordu. Bu yüzey, orijinal genin (pozitif) yüzeyine anahtarın kilide uyduğu gibi uyacak biçimdeydi. Daha sonra bu tamamlayıcı negatif, yeni bir pozitif yüzey oluşturmak için kalıp işlevi görüyordu. Daha az sayıda genetikçi ise bu tamamlayıcı kopyalaması fikrine karşıydılar. Bunlar arasında en ünlü olan H. J. Muller'di. Muller birçok teorik fizikçinin, özellikle de Pascual Jordan'ın, benzerlerin birbirlerini çektikleri kuvvetlerin de var olduğu düşüncesinden etkilenmişti. Ancak [Linus] Pauling bu dolaysız düzenek fikrine karşıydı ve onun kuantum mekanikçileri tarafından desteklendiği öne sürüldüğünde özellikle sinirleniyordu. Savaştan kısa süre önce [Max] Delbrück'e (Jordan'ın çalışmalarına dikkati o çekmişti) kuantum mekaniğinin birbirini tamamlayan pozitif ve negatif kopyaların sentezine dayanan bir gen kopyalama düzeneğini desteklediğini kesin biçimde belirten ortak bir yazıyı *Science* dergisine göndermeyi önermişti.

Francis de Griffith de, o akşam, bu eski varsayımların tekrarından pek tatmin olmamışlardı. Her ikisi de artık, birbirini çeken kuvvetleri kesin olarak belirlemenin önemli olduğunu biliyorlardı. Bu noktada Francis belirli hidrojen bağlarının aranan yanıt olmadığını ileri sürüyordu. Hidrojen bağları gerekli olan tam özgünlüğü sağlayamazlardı. Kimyacı dostlarımız da pürin ve pirimidin bazlarındaki hidrojen atomlarının sabit konumlarının olmadığını, bir noktadan bir başkasına rasgele dolaştıklarını defalarca söylemişlerdi. Oysa Francis DNA kopyalanmasının bazların düz yüzeyleri arasındaki özel çekme kuvvetleriyle ilgili olduğu kanısındaydı.

Şans eseri, bu Griffith'in hesaplayabileceği türden bir kuvvetti. Eğer tamamlayıcı varsayımı doğru ise, farklı yapıları olan yüzeyler arasında çekme kuvvetleri bulabilirdi. Öte yandan eğer doğrudan kopyalama varsa hesapları benzer bazlar arasında çekim olduğunu ortaya koyabilirdi. Böylece, kapanış saatinde Griffith'in hesapların olanaklı olup olmadığını araştırması konu-

sunda anlaşarak ayrıldılar. Birkaç gün sonra Cavendish çay kuyruğunda²⁴ karşılaştılar. Francis, yarı kesin bir kanıtın, adenin ve timinin düz yüzeyleriyle birbirlerine yapışmaları gerektiğine işaret ettiğini öğrendi. Benzer bir kanıt guanin ve sitozin arasındaki çekim kuvvetleri için de ileri sürülebilirdi.

Francis hemen bu yanıtın üstüne atladı. Eğer belleği onu yanıltmıyorsa bunlar Chargaff'ın eşit miktarlarda olduğunu söylediği baz çiftleriydi. Heyecanla, kısa süre önce benim Griffith'e Chargaff'ın bazı tuhaf sonuçlarından söz etmiş olduğumdan bahsetmiş. Ancak, o anda, söz konusu olanın aynı baz çiftleri olup olmadığından emin değildi. Bu bilgi kontrol edildikten sonra Griffith'in odasına gidip bilgi verecekti.

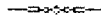
Öğle yemeğinde Francis'in Chargaff'ın sonuçlarını doğru hatırladığını söyledim. Ancak Francis, Griffith'in kuantum mekaniği hesaplarını incelerken, heyecanını yitirmiş gibiydi. Bir kere, Griffith'i sorguladığımızda o, öne sürmüş olduğu gerekçeleri kuvvetle savunmaya pek istekli değildi. Hesaplamaların çok fazla vakit almaması için birçok değişken dikkate alınmamıştı. Dahası her bazın iki düz yüzü olduğu halde niçin bu yüzlerden sadece birinin seçildiğinin bir açıklaması yoktu. Bundan başka Chargaff'ın bulduğu düzenliliklerin genetik koddan kaynaklanabilecekleri olasılığını yok saymak için bir neden de yoktu. Belirli nükleotid grupları belirli amino asitlerin, bir biçimde, şifreleri olmalıydılar. Bazların düzeninde henüz keşfedilmemiş bir nedenle adenin ve timin miktarlarının aynı olduğu düşünülebilirdi. Buna ek olarak, Roy Markham'ın emin olduğu bir şey vardı: Chargaff guaninin sitozine eşit olduğunu söylüyorsa kendisi de tersini söylüyordu. Markham'a göre Chargaff'ın deneysel yöntemlerinin sitozin miktarını gerçekte olduğundan az göstermesi kaçınılmazdı.

Ancak yine de temmuz başlarında John Kendrew yeni ofisi-mize gelerek Chargaff'ın yakında bir akşam için Cambridge'e geleceğini söylediğinde Francis, Griffith'in varsayımından vazgeç-

24. Cavendish çay kuyruğu, İngiltere'deki Cambridge Cavendish laboratuvarında, çay saatinde çay almak için girilen uzun sıra.

meye henüz hazır değildi. Chargaff'la akşam yemeği için John Peterhouse'ı ayarlamıştı, Francis ve ben daha sonra John'un odasında içki için çağrılmıştık. John, yemek sırasında ciddi konulara girmeyerek sadece Francis'in ve benim DNA'nın yapısını model inşa ederek çözme olasılığımızdan söz etmiş. DNA konusunda dünya çapında bir uzman olan Chargaff önce, adı hiç duyulmamış insanların yarışı kazanmaya çalışmasından hiç hoşlanmamış. Ancak John ona benim tipik bir Amerikalı olmadığım güvencesini verince bir kaçıkla konuşacağını anlamış. Beni görmek sezgilerini daha da güçlendirdi. Hemen saçım ve şivemle alay etmeye başladı, çünkü Chicagoluydum ve başka türlü davranmaya da hakkım yoktu. Amerikan Hava Kuvvetleri personeli ile karıştırılmamak için saçlarımı uzattığımı açıkça söylemem zihinsel dengesizliğimi kanıtlıyordu.

Francis'e dört baz arasındaki kimyasal farkları hatırlamadığını itiraf ettirmesiyle küçümsemesi doruk noktasına ulaştı. Francis, Griffith'in hesaplarından söz ederken bunu ağzından kaçırdı. Amino gruplarının hangi bazlarda bulunduğunu hatırlayamadığı için Chargaff'tan formülleri yazmasını istemeden, kuantum mekaniksel gerekçeleri niteliksel olarak anlatamıyordu. Daha sonra Francis'in, onların her zaman bir yerlerden bulabileceğini söyleyerek itiraz etmesi, nereye gittiğimizi ve oraya nasıl gideceğimizi bildiğimize Chargaff'ı inandırmaya yetmedi.



CARL SAGAN

Dünya Geçmişte Ziyaret Edildi mi?

*Kozmik Bağlantı'dan (1973) **

Carl Sagan (1934-1996) hem bir gökbilimci hem de genel olarak bilime merak duyan bir kişiydi. Birçok popüler kitap yazdı ve modern gökbilim konusunda bir televizyon dizisini yönetti. İlgilendiği çeşitli alanlardan biri de diğer gezegenlerde yaşam olup olmadığı sorusuydu. Güneş sistemimiz dışındaki birçok gezegende yaşamın var olduğuna inanmak için mantıksal gerekçeler olmasına karşın, bu yaşam hakkında bir şeyler bildiklerini veya başka gezegenlerden gelen elçilerin kendileriyle temas kurduklarını iddia eden insanların kafadan çatlak oldukları yolunda bir eğilim de vardır. Bu kitaba aldığımız Loren Eiseley'in makalesi bu son iddiaya karşı takınılan genel bilimsel tavrı özetlemektedir.

Bu makalede ise Sagan, uzaylıların dünyayı düzenli olarak ziyaret ettikleri tezine karşı kuşkularını dile getiriyor; ancak yine de başka yerlerde de yaşamın var olabileceğini reddetmiyor. Makalesi, matematiksel akıl yürütme yoluyla bir argüman oluşturma olağanüstü eğlendirici bir örneği. Ancak elbette, hiç kimse var olmayan bir şeyi gözleyemez; yarın akşam uzaylı bir Columbus'un uzay gemisini yere indirmeyeceğinin, uzaylı Cortéses ve Pizarros'un da hemen arkadan gelmeyeceğinin bir güvencesi olarak görülemez. Bunun yerine, makale bize, neden –bizimkinin dışında milyarlarca gezegen olsa bile– onların vatandaşlarının yolunun bu taraflardan geçmiş olduğu iddialarına karşı kuşku duyulabileceğini anlamamıza yardımcı oluyor.

Eğer dünya dışı ileri bir uygarlığın bir temsilcisiyseniz Dünya ile iletişim kurmanın en ucuz yolu radyodur. Tek bir bitlik bir radyo mesajının uzaydan dünyaya kanat çırparak gelmesi bir peniden daha az bir para tutar. Bu nedenle, dünya dışı akıl arayışına radyo ile başlamak bizim için akıllıca bir seçim olur gibi geli-

* Telif hakkı 1973, Carl Sagan ve Jerome Agel.

yor. Ancak daha yakınımızda olan başka olasılıkları da incelememiz gerekmez mi? Büyük gayretlerle Mars'tan radyo mesajları gelip gelmediğini dinlerken veya orada hayat olup olmadığını araştırırken, dünya dışı yaşamın kanıtı eğer burada, Dünya'da var ise biraz aptal durumuna düşmez miyiz?

Popüler literatürde taraftar kazanan iki tane bu tür varsayım var. Birincisi, günümüzde Dünya'nın başka dünyalardan gelen uzay gemileri tarafından ziyaret edilmekte olduğunu iddia ediyor –bu, dünya dışı uçan daire veya kimliği bilinmeyen uçan nesne (UFO) varsayımdır. İkincisi ise Dünya'nın böyle uzay araçlarıyla ziyaret edilmiş olduğunu, ancak bunun geçmişte, yazılı tarihten önce olduğunu öne sürer.

UFO'lara dayanan dünya dışı hipotezi karmaşık bir konudur, büyük ölçüde tanıkların güvenilirliğine dayanır. Bu problemin kapsamlı bir tartışması yakın zamanda *UFO'lar: Bilimsel Bir Tartışma* [*UFO's: A Scientific Debate*] (Editörler: Carl Sagan ve Thornton Page, Ithaca N.Y., Cornell University Press, 1972) adlı kitapta yayımlanmış ve bu yayında konunun bütün yönleri ele alınmıştır. Benim görüşüm şöyledir: Aynı zamanda hem güvenilir olan (birbirinden bağımsız olarak çok sayıda tanık tarafından rapor edilmiş) hem de çok egzotik olan (ussal olarak ortaya konmuş olgularla açıklanamayan –hareketli ve alışılmadık bir ışık, bir meteoroloji uçağının projektörü veya askeri bir uçağın yakıt alma operasyonu olabilir) hiçbir vaka yoktur. Örneğin, garip makine-lerin iniş yaptığı veya havalandığı yolunda güvenilebilir biçimde bir şey rapor edilmemiştir.

UFO kökenli dünya dışı varsayımlar için başka bir yaklaşım daha vardır. Bu değerlendirme, birçok etkene bağımlıdır; bunların çoğu hakkında az şey biliriz, bazıları hakkında da hiçbir şey. Dünya dışı yaratıklarca sık sık ziyaret edilme olasılığımızı sayısal olarak kabaca hesaplamak istiyorum.

Bu yolla incelenebilecek bir sürü varsayım bulunmaktadır. Basit bir örnekle başlayacağım. Noel Baba varsayımını ele alalım: Bu varsayım her yılın 24-25 Aralığında, sekiz saat kadar bir süre-

de iriyarı beyaz sakallı bir azizin Birleşik Devletler'deki yüz milyon evi ziyaret ettiğini ileri sürer. Geniş ölçüde tartışılan ilginç bir varsayımdır bu. Çok güçlü duygularla yüklüdür ve hiç olmazsa zararsız olduğu söylenir.

Biraz hesap yapabiliriz. Sözüünü ettiğimiz azizin her evde bir saniye kaldığını varsayalım. Bu, bildiğimiz tabloyla pek uyumlu sayılmaz –“Ho! Ho! Ho!” vb. şeyler nedeniyle– ama onun çok verimli ve eli çabuk bir aziz olduğunu kabul edelim. Bu eli çabukluk onu neden hiç kimsenin hiçbir zaman görmediğini de açıklayabilir. Her ev için sadece bir saniye, yüz milyon ev için, sadece çorapları doldurmak için, ona üç yıl gerekir. Evden eve giderken hiç zaman harcamadığını varsaydık. Işık hızıyla yol alan bir ren geyiğiyle bile, yüz milyon evde harcanan zaman üç yıldır, sekiz saat değil. Bu bir varsayım sınama örneğidir ve ren geyiklerinin itici güç düzenine ve azizlerin kökeni tartışmalarına hiç girilmemiştir.

Biz varsayımın kendisini inceliyoruz; bazı basit önkoşullar kabul ediyoruz ve varsayımla çok büyük ölçüde tutarsız olan bir sonuca varıyoruz. Daha sonra da varsayımın savunulmaz olduğunu ileri sürüyoruz.

Benzer bir irdelemeyi, Dünya'dan görülen büyük bir dizi UFO'nun başka yıldızların gezegenlerinden gelen uzay gemileri olduğu yolundaki varsayım için de yapabiliriz; ancak burada belirsizlik daha da fazladır. Bu haberlerin geliş hızı, özellikle son yıllarda, günde en az birkaç tane düzeyindedir. Ben bunu değil, çok daha ılımlı bir yaklaşımı, bu tür raporlardan yılda bir tanesinin gerçek bir yıldızlararası ziyareti yansıttığını kabul edeceğim. Şimdi bunun sonuçlarına bakalım.

Halen Galakside var olan ileri teknoloji uygarlıklarının sayısı olan N hakkında bir fikrimizin olması gerekir – yani bizim uygarlığımızdan çok daha gelişmiş, uzay yolculuğunu şu veya bu yolla gerçekleştirebilen uygarlıkların sayısı hakkında. (Bu yolculukları yapmak çok zor olsa da, ren geyiğinin itici güç düzeni Noel Baba varsayımına ilişkin tartışmamızı nasıl etkilemediyse, tartışmamızda bu güçlüğü dikkate almayacağız.)

Galaksideki bu tür uygarlıkların sayısını saptamada dikkate alınacak faktörleri açıkça belirlemek için bir çalışma yapılmıştır. İlgili görülen çeşitli nicelikler için verilen sayıları burada tek tek vermeyeceğim –bunlar birçok olasılıkların çarpımıdır ve listeden aşağıya doğru indikçe doğru bir değerlendirme yapma olasılığımız da azalmaktadır. N sayısı ilk olarak Galaksideki ortalama yıldız oluşum hızına bağlıdır ve bu sayı oldukça sağlıklı biçimde bilinmektedir. N, gezegeni olan yıldızların sayısına da bağlıdır ve bu sayı o kadar iyi bilinmese de hakkında bazı veriler vardır. N, bu gezegenler içinde, yıldızlarına olan uzaklıkları çevrede yaşam olmasına izin *verebilenlerin* oranına da bağlıdır. N bütün bu bakımlardan olanaklı olan gezegenler arasında, *yaşamın gerçekten var olduğu* gezegenlerin oranına bağlıdır. Yaşamın var olduğu gezegenler arasında *akıllı yaşam* türünün gelişmiş olduğu gezegenlerin oranına da bağlıdır; akıllı yaşam türlerinin geliştiği gezegenler arasında bizimkinden *çok ileride bir teknolojik uygarlığı olanların* oranına da bağlıdır; böyle bir teknolojik uygarlığın ortalama ömrüne bağlıdır.

Açıkça görülüyor ki, bu şekilde devam ederken sayılarımız da hızla azalmaktadır. Birçok yıldızımız var ama yaşamın var olduğu bir tek yıldız biliyoruz; akıllı yaratıkların ve teknik uygarlığın var olduğu çok az sayıda –bazıları bir tek diyebilir– gezegen var. Ayrıca, teknoloji uygarlıklarının ortalama ömrünü tahmin edebileceğimiz hiçbir örneğimiz yok. Ancak yine de bazılarımız, bu sayılar hakkında en iyi tahminleri yaparak N sayısı için bir değer bulma şeklinde eğlenceli bir uğraş buldular. Bulunan sonuç N'nin, kabaca, teknik uygarlığın ortalama ömrünün onda biri kadar olduğu yolundadır.

İleri teknoloji uygarlıklarının ortalama ömrünü on milyon (10^7) yıl olarak alırsak, Galaksideki teknoloji uygarlıklarının sayısı için yaklaşık bir milyon (10^6) sayısını buluruz –yani günümüzde bizden başka, gezegeni olan bir milyon yıldızda ileri uygarlıklar bulunmaktadır. Bu, kesin olarak yapılması oldukça zor olan bir hesaplama. Teknik bir uygarlığın yaklaşık ömrü için alınan

on milyon yıl oldukça iyimserdir. Böyle olsa bile, bu iyimser sayıların bizi nereye götüreceğini görelim.

Tutalım ki bu bir milyon teknoloji uygarlığının her biri yılda Q sayısı kadar yıldızlararası uzay aracı fırlatıyor. Her bir yolculukta da tek bir temas kurulduğunu kabul edelim. Öyleyse, normal koşullarda yılda $10^6 Q$ sayıda, şuraya veya buraya varış var demektir. Galakside gidecek 10^{10} ilginç yer vardır herhalde (10^{11} 'in birkaç katı yıldızımız var) ve bu nedenle ilginç her yer (gezegen diyelim) için yılda ortalama $10^6 Q / 10^{10} = Q / 10^4 = 10^{-4} Q$ temas olur. Bu durumda, Dünyamıza her yıl bir UFO ziyarete gelirse, bu bir milyon dünyadan her birinin, her yıl yapması gereken yolculuk sayısını hesaplayabiliriz. Bu sayı her uygarlık için yılda on bin araç fırlatma demek oluyor ($Q / 10^4 = 1$, $Q = 10^4 = 10\,000$); Galaksideki toplam ise bir yılda on milyar fırlatma demektir: çok büyük bir sayı. Sadece bir tanesinin buraya gelmesi için yılda on bin araç fırlatılmasını beklemek, bizimkinden daha ileri bir uygarlık için bile, fazla iyimserlik olur. İleri uygarlıkların ömrü konusunda daha kötümser olursak fırlatılma sayısı da o oranda artar. Ayrıca uygarlıkların ömrü azaldıkça yıldızlararası yolculuk geliştirme olasılığının azalması da doğaldır.

Bu konuda, Amerikalı fizikçi Hong You Chiu'nun ileri sürdüğü bir başka nokta var: O, Dünya'ya yılda birden fazla UFO'nun geldiğini varsayıyor; ancak, uslamlaması benim verdiklerimle aynı çizgide. Galaksinin geçmişindeki bütün bu uzay araçları için gereken toplam metal kütlesini hesaplıyor. Aracın oldukça büyük olması gerekir –Apollo kapsülünden büyük diyelim. Buna göre ne kadar metal gerektiğini hesaplayabiliriz. Bulunan sonuca göre, yarım milyon yıldızın toplam kütlesinin işlenerek bütün metalin çıkarılması gerekiyor. Tartışmayı sürdürerek, derinler çok sıcak olduğundan, ileri teknolojinin, Güneş'e benzeyen yıldızların sadece yüzeyden birkaç yüz mil derinliğine kadar inerek maden çıkarılabileceğini düşünürsek, bu koşullara uygun iki milyar yıldızın veya galaksideki yıldızların yüzde birinin işlenmesi gerektiğini görüyoruz. Bu da olanaksız görünüyor.

Şöyle diyebilirsiniz: “Bu çok dar görüşlü bir yaklaşım; belki de plastik uzay gemileri vardır.” Evet bu olabilir. Ancak plastik de bir yerlerden gelmek zorundadır ve plastik veya maden olması sonucu fazla etkilemez. Gezegenimize rutin olarak ve sık sık yıldızlararası ziyaret yapıldığına inanmamız istendiğinde, bu işin boyutları hakkında bir fikir vermek için bu hesaplar yapılmıştır.

İleri sürülebilecek karşı tezler yok mu? Örneğin bizim özel ilgi odağı olduğumuz söylenebilir –uygarlık ve nükleer silahlar gibi yüksek teknoloji geliştirmiş olduğumuzun birçok işaretleri var ve belki de bu nedenle yıldızlararası antropologlar için biz özellikle ilginç olmaktayız. Belki. Ancak biz teknolojik uygarlığımızın varlığının sinyallerini son otuz-kırk yıldır göndermekteyiz. Gönderdiğimiz sinyaller bizden ancak otuz-kırk ışık yılı uzağa ulaşmış olabilir. Bir şey daha var, Andaman adasında balık ağı yeni icat edildi diye dünyadaki bütün antropologlar oraya koşmuyor. Balık ağı uzmanı olan birkaç kişi ve Andaman uzmanı olan birkaç kişi var. Bu adamlar “Andaman adasında harika bir şeyler oluyor, hemen oraya gidip bir yıl kalmalıyım, çünkü şimdi gitmezsem her şeyi kaçıracağım” diyorlar, ama çömlek ustaları ve Avustralya yerlileri hakkında uzman olanlar çantalarını kapıp Hint Okyanusunun yolunu tutmuyorlar.

Burada olup bitenlerin kaçırılmayacak ölçüde ilginç şeyler okluğunu düşünmek, çevrede birçok uygarlık olduğu fikriyle tümünden çelişir. Çünkü eğer uygarlıklar olduğu doğru ise bizimki gibi uygarlıkların gelişimi oldukça sıradan bir şey olmalı. Ancak eğer biz sıradan değilsek o zaman ziyaretçi gönderecek ölçüde ilerlemiş pek fazla uygarlık da yok demektir.

Böyle olsa bile, ikinci UFO varsayımı doğru olamaz mı –tarih veya tarihöncesinin son zamanlarında Dünya’ya bir dünya dışı uzay aracının inmiş olduğu? Böyle bir olasılığı reddetmek için hiçbir neden olmadığı ortada. Öyleyse onu nasıl ispatlayabiliriz? Son zamanlarda böyle bir ziyaretin varolduğunu, sözde, göstermeyi iddia eden bazı popüler kitaplar yayımlanmıştır. Öne sürülen gerekçeler iki türdendir: efsane ve eski kalıntılar. Sovyet astrofizik-

çisi I. S. Shklovskii tarafından yazılan *Evrende Akıllı Yaşam [Intelligent Life in The Universe]* kitabında bu konuyu araştırdım. Atalarımızla, ileri bir toplumun temsilcileri arasında bir temas olduğuna işaret eden tipik bir efsaneyi inceledim. En eski Sümer mitolojisinden alınan bu efsane önemlidir. Çünkü Sümerler bizim uygarlığımızın doğrudan atalarıdır. Üstün bir yaratığın Sümerlere matematik, gökbilim, tarım, toplumsal ve siyasal örgütlenme ile yazılı dili –avcı-toplayıcı toplumdan ilk uygarlığa geçiş için gerekli olan bütün sanatlar– öğretmiş olduğuna inanılıyordu.

Bu ve buna benzer mitler çok etkileyici olmakla beraber, onları kullanarak uzaylılarla temas kurulduğunu *göstermenin* olanaksız olduğu sonucuna vardım. Akla yakın başka açıklamalar da var. Rahiplerin, gökyüzünde oturan ve insanlara işlerini nasıl yürütecekleri konusunda yol gösteren üstün varlıklarla ilgili bu mitleri niçin ürettiklerini anlayabiliriz. Bu tür efsaneler, başka “yararları”nın yanı sıra rahiplerin insanları kontrol etmesine de olanak sağlarlar.

İnandırıcı olabilecek yalnız bir tür efsane vardır. Eğer efsane, efsaneyi yaratan uygarlık tarafından üretilmesi olanaksız olan bazı bilgiler içeriyorsa –örneğin eğer binlerce yıldan bu yana kutusal olduğu söylenen bir sayının, atom çekirdeğine ilişkin bir sabit olduğu anlaşılırsa. O vakit bu, ciddi olarak ele alınmaya değer bir durum olur.

Belirli bir tür kalıntı da inandırıcı olabilir. Eğer bir teknolojik kalıntı eski bir uygarlıktan günümüze gelmişse –içinden çıktığı uygarlığın teknolojik kapasitesinin çok ötesinde olan bir ürün– uzaylı ziyaretçiler konusunda ilginç bir durumla karşı karşıyayız demektir. Bir İrlanda manastırında bulunmuş olan ve süper heterodin tipi bir radyo alıcısının devresini gösteren açıklamalı bir şema, buna bir örnek olabilir. Bu kalıntının kaynağı üzerinde dikkatle durmak gerekir; tıpkı resim koleksiyoncularının yeni keşfedilmiş bir Raphaello için gösterecekleri dikkat gibi. Bu devre şemasının çağdaş bir İrlandalının aldatmacası olmadığından emin olmalıyız.

Bildiğim kadarıyla böyle hiçbir efsane ve hiçbir eski eser yoktur. Örneğin Erik von Danniken'in *Tanrıların Arabaları* adlı kitabında sunulan bütün eski kalıntıların akla yakın çeşitli başka açıklamaları var. Uzay başlıklarına benzedikleri öne sürülen büyük uzunlamasına kafalı yaratıklar pekâlâ törensel kafa maskelerinin ya da abartılı hidrosefali tasvirlerinin pek zarif olmayan sanatsal yorumları olabilirler. Uzaylı astronotların uzay elbiselerine, hatta göz yuvarlarına kadar Amerikalı veya Rus astronotlara tıpatıp benzemeleri, gerçekte, ziyaretin kendisinden çok daha az inandırıcıdır. Benzer şekilde von Danniken ve başkaları tarafından ifade edilen, en eski zaman astronotlarının Dünyamızda havaalanları yaptığı, roketler kullandığı ve nükleer silahlar patlattığına inanmak da son derece zordur; özellikle de, bizim bu teknolojiyi henüz geliştirmiş olmamız nedeniyle. Uzaylı bir ziyaretçi bize zaman bakımından bu kadar yakın olmayacaktır. Bu sanki, 1870'te aynı konudaki bir iddiada, uzaylıların, uzay yolculukları için sıcak hava balonları kullandıklarını söylemeye benzer bir şeydir.

Böyle düşünceler, cüretkâr olmadıkları gibi, hayal gücünden yoksunlukları bakımından bile çok sıradandırlar. Uzaylılarla sözde temas öykülerinin en popüler olanları bile, çarpıcı biçimde şoven duygularla yazılmıştır.

Richard Shaver adında bir Amerikalı yazar çok ince dilimler halinde kesilen sıradan kayaların çok eski bir uygarlığın fotoğraflarından bir dizi içerdiğini ve bunların bir sinema filmi gibi oynatılabileceklerini iddia etmektedir. Yalnızca taşı alın ve ince ince dilimleyin yeter diyor.

Peru'daki yüksek ve büyük Nasca düzlüğünde bir dizi çok büyük geometrik şekil bulunmaktadır. Onların arasında olduğunuzda fark edilmeleri oldukça zordur, ama havadan kolayca görülebilirler. Eski bir insan uygarlığının bu şekilleri nasıl yapmış olabileceklerini anlıyoruz. Ancak böyle bir şeyin dünya dışı uygarlıklar tarafından kendi kullanımları için yapılmış olması dışında, hangi amaçla yapılmış olabilecekleri sorulmaktadır. İnsanlar eğer gökyüzünde tanrıların var olduğuna inanıyorsa, bu tanrılarla ileti-

şim kurmak için bu işaretleri yaptıklarını düşünmek fazla safdillik olmaz. Bu işaretler, bir tür resim yoluyla toplu dua olabilir. Ancak bu, o duaların muhatabının mutlaka gerçek olduğunu göstermez.

İlk bakışta oldukça inandırıcı görünen başka örnekler de var, örneğin milyarlarca yıllık jeolojik katmanlardan çıkarıldığı söylenen ve Salzburg Müzesinde bulunan tornadan geçmiş kusursuz bir çelik küp veya üç yıl evvel yayımı durmuş bir televizyon istasyonundan alınan televizyon çağrı sinyalleri. Bu örnekler çok büyük olasılıkla aldatmacadırlar.

Bu tür sansasyonel kitapların yazarlarının nedense unuttukları, aynı ölçüde ilginç başka arkeolojik durumlar da var. San Juan Teotihuacán'daki büyük Aztek piramitlerinin duvar süslerinde, yağmur tanrısı olduğu söylenen, tekrarlanan bir figür bulunmaktadır. Fakat bu figür, dört farı olan bir amfibik araca tıpatıp benzemektedir. [...] Azteklerin zamanında böyle amfibi araçların var olduğuna bir an bile inanmıyorum –başka nedenler dışında, bunların bugün sahip olduklarımızdan çok farklı olmadıkları gibi, onlara çok benziyor olması nedeniyle.

Bu kalıntılar gerçekte psikolojik yansıtma testleridir. İnsanlar onlarda görmek istediklerini görürler. Hiç kimseyi çevresinde eski uzaylı ziyaretlerinin işaretlerini görmekten alıkoyacak bir şey yoktur. Ancak sorgulayan bakış açısına az da olsa sahip bir insan için bile kanıtlar inandırıcı değildir. Böyle bir keşfin önemi çok büyük olacağı için bu tür verilerde en eleştirel usavurum ile en kuşkucu yaklaşımımızı kullanmamız gerekir. Veriler bu testleri geçmiyorlar. Eğer amacımız gerçekten dünya dışı akıl aramak ise duvar resimlerinde UFO'lar aramak dünyasal akıl için verimsiz bir uğraştır.



WALTER SULLIVAN

Sürüklenmeyi Aramak

Hareket Eden Anakaralar'dan (1974)

Walter Sullivan (1918-1996) *New York Times*'ta gazeteci yazar olarak çalışmaya başladı ve 1957'de bilimi kendine uzmanlık alanı seçti. O yıl, dünyanın çok yoğun biçimde incelendiği uluslararası jeofizik yılıydı. O yılın sonbaharı da ilk yapay uydu olan *Sputnik*'in fırlatılmasına tanık oldu; bilim birdenbire büyük haber olmuştu. Neredeyse kırk yıl boyunca Sullivan, Amerika'nın önde gelen bilim yazarlarından biriydi ve gerçekleşen birçok yenilikleri *Times* için yazıyordu. Yerbilimle ilgili bu makaleden de görüleceği gibi, Sullivan konularını hem mantıksal hem de ilginç kılabilirdi. Okuyucu onun izinden giderek bilimin ara yollarında rahatça dolaşabiliyordu.

Buraya seçilen yazı Sullivan'ın sayısız kitaplarından birinden alınmıştır. Bu yazıda Sullivan, okyanusların yayıldığını öne süren teorisinin, Wegener'in anakaraların kayma ya da sürüklenme teorisini de doğruladığına okuyucunun dikkatini çekmektedir. Bunu yaparken, Sullivan birçok gözlem ve düşünce zincirini ustaca birleştiriyor; ayrıca, Wegener'in teorisinin genellikle alaya alınmış olmasına karşın birçok bilimcinin onun fikirlerini ciddiye aldıklarını da ortaya koyuyor. Onlar neyin eksik olduğunu biliyorlardı: Büyük karaları ayırıp itekleyebilen yeni bir jeofizik sürecin varlığının açıklanması gerekiyordu. Ancak denizlerin tabanlarının yayıldığına işaret eden kanıtlar çoğaldıkça, bilimciler polisiye bir kitabın son sayfasına önceden bir göz atan okuyucuya benziyorlardı. Deniz yatağının manyetik düzenindeki değişimler gibi belirsiz ipuçlarının onlar için büyük anlamı vardı. Onlar, etkin bir deniz yatağının işaretleri, Wegener'in olmuş olması gerektiğini söylediği şeyleri yapabilecek ölçüde güçlü bir şeyin işaretleriydiler.

Etrüsk vazolarının, bize dünyanın çekirdeğinin tarihi hakkında anlatacak bir öyküsünün olmasını hiç beklemeyiz ama bu-

nun var olduğu gör÷l÷yor. On dokuzuncu y÷zyıl sonlarına doğru manyetizma üzerinde yapılan çalışmalarda, ç÷mlek çamuru da dahil bazı maddelerin, aşırı ısıtılıp sonra da soğumaya bırakıldıklarında dünyanın manyetik alanıyla damgalandıkları anlaşıldı. Bu alanın, dünyanın yüzeyinde gözlenen kuvvet çizgileri, düz bir mıknatısın dünyanın merkezine yakın bir yerde oluşturabileceği çizgilere benziyorlardı. Bu manyetik alanın şekli, demir tozları serpiştirilmiş bir kâğıdın altına tutalan düz bir mıknatıs yardımıyla, ikiboyutlu olarak okullarda sıkça gösterilir. Tozlar hemen mıknatısın iki kutbuna yakın noktalardan yayılan eğri çizgilerden oluşmuş çok güzel bir simetrik düzene girerler.

Dünyanın yüzeyinde kuvvet çizgileri, manyetik kutuplarda dikey, manyetik ekvator da yataydırlar. Pusulanın ibresi dünyanın manyetik alanının sadece yatay bileşeni doğrutusuna yöneldiği için, manyetik kutuplarda (buralarda yatay bileşen yoktur) ibre amaçsızca sallanır, halbuki manyetik ekvator [...], ibreyi etkileyen kuvvetin en güçlü olduğu yerdir (ama bu kuvvet yine de oyuncak bir at nalı şeklindeki mıknatısın kutupları arasındaki kuvvetten yüzlerce kat daha zayıftır).

Kutup kâşiflerinin aletlerinden birisi de bir eğim-iğnesidir; bu, bir pusulaya benzer, ancak ibresi yatay bir düzlemde değil, dikey bir düzlemde döner. İğnenin ne kadar indiği manyetik kutuptan ne kadar uzak olduğunun yaklaşık bir göstergesidir. Dikey olduğu zaman kâşif kutba geldiğini anlar.

Eski veya yeni çanak, ç÷mlek ve vazolar, donmuş eğim-iğnelerinin işini yapabilirler – onlar pişirildikleri zaman çok sıcak olduklarından içerdikleri manyetik parçacıklar açığa çıkar ve dünyanın manyetik alanının kuvvet çizgileri doğrutusuna dönerler. Vazo soğuduğu zaman bu parçacıklar oldukları yerde sabitleşir ve laboratuvar yöntemleriyle ölçülebilir oldukları için gelecek nesillere aktarılabilirler.

1907 yılına gelindiğinde, MÖ sekizinci y÷zyılın Etr÷sk ve MÖ yedinci y÷zyılın Yunan vazoları ile MÖ 1500 dolaylarındaki neolitik çağın çanakları üzerinde, bunlardan başka, soğuduk-

ları zaman yöresel manyetik alanları hapseden çeşitli volkanik lavlar üzerinde manyetik analizler yapılmıştı. Bütün çanakların dikey bir durumda pişirildikleri varsayılmıştı; içerdikleri manyetizma kalıntıları da, bu nedenle, pişirilme sırasındaki alanın yerel eğimini gösteriyordu. Böylece, bu nesnelerin her birinin pişirilmiş olduğu bölgede, yerel manyetik alanın değişmiş olduğu ortaya çıktı.

On yedinci yüzyıldan bu yana, manyetik alanda, yıldan yıla, pusula ölçümlerinde ufak düzeltmeler gerektiren değişimler olduğu denizcilerce biliniyordu. [...] Alanın yaklaşık ekseni yavaş yavaş batıya kayıyordu, dünyanın dönme eksen²⁵ etrafında bir tam devir yapması için 10 000 yıl gerekiyordu ve herhangi bir noktadaki alan şiddeti birkaç bin yıl içinde yaklaşık yüzde elli oranında değişebiliyordu. Uzun süredir, bu değişimlerin gezegenin derinliklerindeki bazı etkinliklerin bir gösterimi olduğu varsayılıyordu. Christopher Hansteen'in geçen yüzyılın başlarında söylediği gibi "Dünya, içindeki hareketleri manyetik ibrenin ses vermeyen sesiyle dile getirmektedir."

Dünyanın manyetik alanının, geleceğin bilgisi için damgasını vurduğu bir başka şey de su altı tortularının oluşumudur. Maddeler dibe yerleşmeden ya da gevşek ve yaş tortular yoğunlaşp taşlaşmadan önce içlerinde bulunan manyetik tanecikler, dünyanın alanı doğrultusunda özgürce düzenlenirler, ancak ondan sonra yerlerine kilitlenirler.

1940'lı yıllarda Washington'daki Carnegie Enstitüsü'nün Dünyasal Manyetizma [Terrestrial Magnetism] Bölümü, New England'daki art arda gelen bir dizi buz çağı şeritli-kil örneğini büyük bir titizlikle inceledi. Şeritli kil, ağaçta oluşan halkalar gibi, yıllık tortu dönemlerinde oluşan ve geçmişin kayıtlarını taşıyan kil katmanlarından oluşur. Bu killerden anlaşıldığına göre MÖ 15 000 ile MÖ 9000 yılları arasında New England'dan görülen manyetik "kuzey", gerçek kuzeyin iki yanına gidip gelerek yer değiştirmiştir.

25. Dönme eksen, dünyanın, üstünde döndüğü varsayılan sanal kutuptur.

Geçmişteki birkaç binyıl boyunca yığılan kil katmanları dünyanın manyetizma tarihinin kayıtlarını taşıyorlarsa aynı tür tortulardan oluşan çok daha eski kayalar için ne söylenebilir? Dünyanın büyük bölümünü kaplayan tortul kayaçların içinde de milyonlarca yıl önce donup kalmış pusulaların gizlenmiş olması mümkün müdür? Bunu sınamak için Carnegie grubuyla çalışan doktora öğrencisi W. Graham, Hudson Valley, Colorado, Utah, Wyoming ve Montana'dan tortul taşlar topladı. Sonunda, West Virginia'da, 200 milyon yıl boyunca bırakılmış olan tortulardan böyle bir manyetik belleğin hiç dokunulmadan kaldığını gösteren inandırıcı kanıtlar buldu. Elli millik bir mesafe boyunca kayalar manyetik kutup için hep aynı doğrultuyu gösterdi - bugünkünden çok farklı olan bir doğrultu.

Lav akıntılarından daha da güçlü kanıtlar elde edildi. Dünyanın, İzlanda, Kalifornia, Oregon, Aleut adaları, Hawai ve Japonya gibi bazı bölgelerinde milyonlarca yıl boyunca, aralıklarla, yarıda patlamaları olmuş, birçok lav katmanı üst üste yığılmış ve her biri soğuduğu o dönemde var olan manyetik alanı hapsedmişti. Bu lavların içinde bulunan demir ve titan oksit, belirli bir düzeyin üzerinde ısıtıldıklarında [...] içlerindeki atomlar yöredeki manyetik alana göre düzenlenirler. Kaya daha sonra, bu sıcaklığın altında soğutulduğunda yönlendirildikleri durumlarda kilitleirler. Bunun sonucunda oluşan lavanın "manyetik belleği" süresiz olarak saklanır. [...]

Eski lav akıntıları ve tortul kayalarda yapılan ilk kalıntı manyetizma²⁶ araştırmalarından anlaşıldığına göre manyetik kutupların uzak geçmişteki konumları bugünkünden çok çok farklı görünüyordu. Bazılarınca bu, dünyanın dönme ekseninin yüzey coğrafyasına göre yavaş yavaş yer değiştirdiğine işaret ediyordu. Kutupsal yer değiştirme için bu tür kanıtların değerlendirilmesini zorlaştıran şey, dünyanın ana manyetik alanı ve onun dünyanın dönme hareketi ile ilgisi konusunda kabul edilebilir bir açıklamanın olmamasıydı.

26. Kalıntı manyetizma, bir manyetizmayı veren kuvvet gittikten sonra kalan manyetizmadır.

Patrick M. S. Blackett, 1946'da, Londra'daki Royal Institution'da, bu konuda çok etkileyici bir konferansı dinledikten sonra, dünya yüzeyindeki kayaların manyetik özellikleri de dahil olmak üzere, manyetizmayı incelemeye başladı ve sonuçlar sonunda onu bir ayrıcalıklar kampına sürükledi – Nobel payesine erişmiş, bilimsel aristokrasi içine sürüklenen ilk anakaralar şampiyonu. [...]

Aşırı duyarlı bir manyetik detektör edinerek dikkatini eski kayalardaki manyetik belleğe yoğunlaştırdı. Dünyanın her bölgesinde ve her yaştaki kayalar içinde donup kalmış pusula ibreleri sadece dünyanın manyetik alan tarihini açıklığa kavuşturacak bir yola değil, anakaraların sürüklenme olanağını da değerlendirecek bir yola işaret ediyorlardı.

1954'te Kudüs'te verdiği bir konferansta şöyle söylemişti: "Büyük ülkeler kendi kayalarının manyetizmasını araştırmak zorunda kalacaklar, tıpkı kendi jeolojilerini araştırdıkları gibi. Bütün bu çalışmaların sonucunda, gelecek on yıl karaların hareketlerinin temel olgularını etkin biçimde saptayacak ve bunun dünya kabuğunun jeofizik araştırmalarında çok derin bir etkisi olacaktır." Sözü edilen süre gerçekte, on yıldan fazla olduysa da bu, yine de geleceğe dönük çok isabetli bir tahmindir.

Blackett anakara sürüklenmesiyle ilk ilgilenmeye başladığında Manchester Üniversite'sinde fizik profesörüydü. Bu görevi W. Lawrence'dan devralmıştı. Lawrence Bragg ise 1915'te babası William Bragg'le, X-ışınlarının, molekül yapısını bulmada kullanılabileceğini keşfederek Nobel ödülünü paylaşmıştı. [...] Manchester'deki yerbilim toplumu [...] karaların kayma teorisine pek sıcak bakmıyordu. Bunu Blackett'in önceli olan Bragg de fark etmişti. 1919'da bir gün, Bragg yürüyüş ve bisiklet meraklısı olan Sydney Chapman'la yakındaki Derbyshire tepelerinde yürüyüşe çıkmıştı. [...] Chapman hareket eden anakaralar konusunda çok heyecanlıydı ve Bragg'le yürüyüşü sırasında teoriyi uzun uzun açıkladı.

Bragg daha sonra şöyle yazıyordu: "Chapman'ın anlattıkları beni öyle etkiledi ki, onu anlatmaya başladığı yeri ve benim teorisinin öngördüğü anakaraların hareketinin olağanüstü büyük-

lüğünü algıladığım yeri tam olarak hatırlıyorum. O kadar heyecanlanmışım ki Wegener'e yazıp teorisinin bir açıklamasını istedim, gönderdi, onun çevirisini yaptırdım ve bizim Manchester Edebiyat ve Felsefe Topluluğuna sundum." [...] Bragg topluluğun yerbilimci üyelerinin "çok öfkelenediklerini" söyledi. O zamana kadar "ağzından köpükler saçma"nın ne olduğuna hiç tanık olmamıştı. Hatta, yıllar sonra "şimdi doğruluğu birçok yolla kanıtlanmış olan, 'bu teori kadar saçma bir şey için' gösterdikleri kesin aşagılamayı sözcükler ifade edemez" demişti.

Blackett, bir düşünce kabul görmedi diye ondan vazgeçecek insanlardan değildi, özellikle de, yeni ilgi alanının, kayalardaki kalıntı manyetizma tartışmasını açıklığa kavuşturacağını anlayınca. Örnekler toplayarak onlardan binlerce ya da milyonlarca yıl önce geçen manyetik alan çizgilerinin doğrultularını laboratuvar çözümlemeleriyle saptamak için öğrencileri İngiltere'nin her tarafına ve dünyanın çok uzak bölgelerine gönderdi. Eğer toplanan örneklerin her birinin, ana-kayadan alınmadan önceki konumları dikkatle not edilirse, eski çanaklarda olduğu gibi kayanın içindeki manyetik kuvvet çizgilerinin doğrultuları, sadece eğim bakımından değil üçboyutlu olarak (kuzey-güney ve doğu-batı, dikey ve yatay düzlemlerine göre) saptanabilirdi.

Bu tür çözümlemeler sonucunda, coğrafyanın değiştiğine işaret eden ilk bilgi Blackett'in grubundaki üç üyeden, J. A. Clegg, Mary Almond ve Peter H. S. Stubbs'dan geldi. İngiltere'nin güneyindeki 200 milyon yıllık, Triass döneminden kalma kayalarda, "pusula iğnesi"nin o dönemden kalan başka kayalarda görülen manyetik kutba dönmediğini saptadılar. 1954'te bildirdiklerine göre, bunun görünür nedeni İngiltere'nin bu süre içinde saat yönünde 34 derece dönmüş olmasıydı. Aynı şekilde Avrupa'dan da, İspanya'nın dönerek Fransa'dan ayrıldığı, Biscay körfezini açıp, anakaraya bağlı bulunduğu arka bölgeyi ezerek Pirene dağlarını oluşturduğunun kanıtları geldi.

Kayma teorisinin önde gelen İngiliz savunucusu, Blackett'in önde gelen asistanı Keith Runcorn'du. Tıknaç, kırmızı saçlı ve

Lancashireli olan Runcorn tartışmadan çok hoşlanan bir kişiydi. Önce Oregon'daki lav akıntılarını inceledi sonra da 1954'te Grand Canyon'a inerek "Tepeden tırnağa" her yerden tortul şist örnekleri topladı. Bunlardan ve başka yerlerden alınmış örneklerden, geçmiş birkaç yüz milyon yıl içinde Kuzey Manyetik Kutbu'nun güneydoğu Pasifik'ten Filipinlere (günümüz coğrafyalarına göre), sonra kuzeye Çin ve Sibirya üzerinden Arktik Okyanusuna ve şimdiki konumuna göç rotasını saptadı. New England'daki killer üzerinde yapılan çalışmalar, manyetik kutbun daha yakın dönemlerde coğrafi kuzey kutbundan (dünyanın dönme ekseninde olan kutup) fazla uzaklaşmadığını gösterdiği için Runcorn dönme ekseninin de göç etmiş olabileceğini düşündü. "Bundan aktarabileceğimiz tek sonuç ... bu gezegenin, coğrafi kutuplarının konumunu değiştirecek şekilde dönme ekseninin değiştiğidir. Bu değişikliğin nedeni dağların oluşması ya da mantodaki konveksiyon akımları²⁷ olabilir." [...]

Runcorn, Amerikan Petrol Yerbilimcileri Topluluğu'nun Atlantik City'deki toplantısında Harry Hess'e rastlayana kadar, kutupların yer değiştirdiği fikrine (anakaraların kaymasına karşıt bir fikir) sadık kaldı. Hess onu, manyetik bulguların deniz tabanının yayılması sonucu coğrafyada oluşan değişimlerle daha iyi açıklanabileceğine ikna etti, o andan sonra Runcorn İngiltere'de bu teorisinin en yüksek sesli savunucusu oldu.

1960'a gelindiğinde Blackett'in grubu birçok bölgenin manyetik enleminde radikal değişimlerin yer almış olduğundan artık emindi. 300 milyon yıl önce Avrupa ve Kuzey Amerika'nın manyetik ekvatora yakın olduğunu söylüyorlardı. Avustralya ise "enlem bakımından biraz karmaşık bir yol izlemiş gibi görünüyordu". 400 milyon yıl kadar evvel Ekvatora yakındı; sonra 200 milyon yıl önce Güney Kutbunun 2300 km (1400 mil) yakınına sürüklendi ve sonunda kuzeye, şimdiki konumuna gelmişti; "Hindistan anakaraların hepsinden daha uzağa ve daha hızlı gitmiş gö-

27. Mantodaki konveksiyon akımları, dünyanın dış kabuğu ile çekirdeği arasındaki katmandaki ısı akımlarıdır.

rünüyor,” diye yazıyorlardı; 150 milyon yıl önce Avustralya’nın daha da güneyindeki bir enleimde iken Ekvatoru geçerek şimdiki konumuna gelmişti.

Artık Runcorn, Newcastle upon Tyne’daki King’s College’a geçmiş ve kayaların manyetizmasını araştıran güçlü bir ekip kurmuştu. Bu ekip dünyanın bugünkü coğrafyasının bir haritasını kullanarak, kambriyum öncesinden, 600 milyon yıldan daha evvelinden başlayarak Kuzey Manyetik Kutbun konumlarını işaretledi. Göç eden kutbun izlediği yol için Amerikan kayalarından edinilen sonucun Avrupa kayalarınınkinden farklı olması dikkatlerini çekti. Avrupa taşlarına göre bulunan konumlar Amerikan taşlarından hesap edilenlerin hep doğusunda oluyorlardı. Bu iki manyetik kutup olduğunu mu gösteriyordu? Runcorn ve ekibi, Avrupa’yı Kuzey Amerika’nın yanına getirirlerse kutup hareketi için bulunmuş olan izleklerin üst üste geldiğini fark ettiler.

Bu, Runcorn ve başka bazıları için anakara kayması konusunda güçlü bir kanıttı, ancak ayrıca, dünya manyetizmasının bir başka yönü de, deniz tabanının en kararlı kuşkucuların bile göz ardı edemeyecekleri şekilde, yayıldığına da işaret ediyordu. 1909’da Bernard Brunhes, Fransa’yı ikiye ayıran Massif Central dağlarındaki eski lav akıntılarının çevrelerindeki daha yaşlı veya genç kayaların tam tersi bir polariteye sahip olduğunu keşfetmiş ve yıllar boyu süren bir bilmece ortaya çıkmıştı. Brunhes bunun yerel bir olgu olduğunu düşündü. Daha sonra 1929’da Japon bilimci Motonori Matuyama 700 000 yıl kadar evvel oluşmuş birçok kayanın da ters yönde manyetik olduğunu keşfetti. Dünyanın tüm manyetik alanının bir süre için ters dönmüş olması ve normalde kuzeyi gösteren pusula iğnesinin güneyi göstermesi olanaklı mıydı? Bu, ciddi olarak düşünmeye değmeyecek ölçüde akıllamazdı. Daha sonraki otuz yılda ters polaritesi olan başka oluşumlar da keşfedildi. [...]

Bundan başka, yerbilimsel zamanın büyük bir bölümünde oluşmuş kayalar normal polarite ile ters polarite arasında eşit olarak bölünmüş gibi görünüyorlardı.

Bu tür bulgular, Kaliforniya Menlo Park'taki Birleşik Devletler Yerbilimsel Ölçüm laboratuvarında bir üçlü ekibi büyük bir araştırma yapmaya yöneltti. Bunlar, Allan Cox, G. Brent Dalrymple ve Richard R. Doell'di; her üçü de Kalifornia Berkeley kampüsündeyken dünyanın manyetik geçmişini araştırmaya başlamışlardı. Bu ters dönüşün büyük bir bilimsel meydan okuma çağrısı olduğunu fark ettiler. "Dünyanın manyetik alanının ters yöne dönmesi düşüncesi önce akıl almaz görünüyor" diye yazmışlardı daha sonra, "insan hemen, fiziğin temel bir yasasının ihlal edildiğinden kuşkuluyor, bu yön değiştirme konusunda çalışan araştırmacıların çoğu, arada, bunun manyetizmanın fiziksel teorisyle tutarlı olup olmadığını sorgulamışlardır." [...]

Bu üçlünün, başka bazı grupların da katkısıyla, dünyanın alanının gerçekten zaman zaman ters döndüğünü göstermesine yol açan olgu, patlamadan sonra soğuyan kayanın içinde aynı anda iki sürecin yer almasıydı. Birisi manyetik "pusula ibresi"nin donması, diğeri de, soğuma sonucu ibrenin olduğu yerde donmasından milyonlarca yıl sonra, soğumanın üzerinden ne kadar zaman geçtiğini saptayabileceğimiz bir "kronometre"yi harekete geçirmesi idi. [...]

Böylece manyetik polarite değişimi ile, geçen zaman arasında ilişki kurarak geçmişte, herhangi bir dönemde oluşan kayaların, dünyanın neresinde ortaya çıktıklarından bağımsız olarak, hemen hemen hepsinin manyetik polaritesinin aynı olduğu gösterilebiliyordu. Bazı dönemler için polarite bugünküne benziyordu. Başka bazıları için de tersiydi.

Araştırmaların daha başlangıcında Blackett bu ters dönmele-
rin zamanlarının yerbilimciler için yararlı olacağını fark etmişti. "Eğer" diyordu, "ters dönmeler zaman bakımından düzensiz aralıklarla oluyorsa, o zaman dünyanın farklı bölgelerinde bir 'ters-dönme düzeni' keşfetmek mümkün olabilir. Eğer bu değişimler çok seyrekse, örneğin her 100 milyon yılda bir oluyorsa o zaman böyle bir değişimi tüm yeryüzünde izlemek oldukça kolay olabilir; bu sonuçların da yerbilimsel tarihleri saptamak için kullanılması mümkün olabilir." [...]

Dünyanın manyetizmasının günümüzdeki doğrultusunun en az, son 700 000 yıl boyunca oluşmuş kayaların çoğunluğuna özgü olduğu saptanmıştır; bu döneme, ters dönen manyetizmayı ilk keşfeden Fransızın anısına Brunhes Çağı denilmektedir. Bundan önceki yaklaşık 1,8 milyon yıl ise, ters polarite araştırmalarının büyük Japon öncüsünün adına göndermeyle Matuyama Çağı olarak anılır. Bundan da önceki dönem şimdi olduğu gibi yine “normal”di. [...]

Manyetik değişimin deniz tabanının genişlemesi sorusunun çözümüne katkısı ise hiç beklenmedik bir yerden geldi. İkinci Dünya Savaşı sırasında denizaltıların havadan saptanabilmesi problemi M. A. D. [Magnetic Airborne Detector] denilen çok duyarlı bir aletin gelişmesine yol açtı. Alet damla şeklinde bir kapsülün içine konarak bir keşif veya casus uçağından sarkıtılıyor, uçağın manyetik alanından etkilenmeden, onun gerisinden ve aşağısından gidiyordu.

Alet sığ sulardaki denizaltılar için etkiliydi; savaştan sonra da, petrol yatakları arayan yerbilimciler onu havadan manyetik ölçümler yapmak için kullandılar, çünkü alet volkanik veya tortul kayaların bölgesel dağılımının krokisini, kabaca verebiliyordu. [...]

1955'te Birleşik Devletler Kıyı ve Jeodezi Ölçümleri kurumu [United States Coast and Geodetic Survey], Batı kıyıları ötesinde yoğun bir derin-deniz haritalama programına girişti. *Pioneer* araştırma gemisi bir dizi doğu-batı yönlü, sekiz kilometrelik (beş mil) aralıklı izleklerden, öngörülen düzenden 1.50 metreden fazla sapmadan ileri geri gidip gelecekti. [...] Bir süre tekdüze ileri geri gidip geldikten sonra topladıkları verileri laboratuvara getirdiler. Orada misafir İngiliz bilimci Ronald G. Mason, art arda gelen izleklerde ölçülen manyetik şiddetteki değişimlerin haritasını çıkardı. Daha sonra da, yüksek manyetizma tepeleri ile alçak şiddetteki vadileri gösteren, eş-düzey haritasının [*contour map*] tamamlayıcısını [*counter part*] çizdi. Bitirdiğinde Raff şöyle yazmıştı: “Tek bir bakış, jeofizikte yepyeni bir şeyle karşı karşıya ol-

duğumuzu anlamak için yeterliydi." Bütün harita, paralel kuzey-güney manyetik yoğunluk "tepeleri" ve "vadileri" ile kaplanmıştı. Bu "tepe" ve "vadi"lerdeki manyetik alan şiddet farkının sadece yüzde birkaç düzeyinde olmasına karşılık birkaç kilometreden yirmi-otuz kilometreye varan genişlikteki görünümüleri kuşkuya yer bırakmıyordu. "Bir kara parçasında yapılan hiçbir ölçümde kapsam ve düzenlilik bakımından buna yaklaşan çizgiler görülmemişti." diyordu Raff.

1962'de [...] İngiliz araştırma fırkateyni *H. M. S. Queen*, Uluslararası Hint Okyanusu Araştırma grubunun bir üyesi olarak Hint Okyanusunda bulunuyordu. Bullard'ın öncülüğünde, kırk çarpı elli deniz mili (yetmiş dört çarpı doksan üç kilometre) büyüklüğünde, Carlsberg Sıradağlarının iki yanını kapsayan bir alanda yoğun bir manyetik alan ölçümleri gerçekleştirdiler. Ses yansıtıcı, geminin, ana Carlsberg Ridge ve onun merkezi yarık vadisine paralel olan ve yükseklikleri bir kilometre veya daha fazla olan bir dizi dağ silsilesi üzerinden gidip geldiğini gösteriyordu. Cambridge Üniversitesinden Drummond H. Matthews yolculuktan sonra dağların üstünden geçerken alınan ölçümleri çözümlenmek üzere Frederick J. Vine adında yeni bir doktora öğrencisine verdi. Vine daha sonra bu yazara (bana) şöyle yazmıştı: "Ben anakaraların kaydığına ve dünyanın manyetik alanının ters döndüğüne zaten inanıyor, Okyanus havzasında özellikle kaymanın ve yayılmanın bir tür işaretini arıyordum."

Bilgisayar yardımıyla verilerin çözümlemesini yaparken Vine'in dikkatini ilk çeken, Hint Okyanusu tabanındaki deniz-tepelelerinden birisinin manyetik "imzasının", onun ters polaritede olduğunu ortaya koymasıydı. Eğer deniz-dağı, dünyanın manyetik alanının ters olduğu bir dönemde oluşmuş volkanik bir oluşum ise bunun açıklanabileceğini düşündü.

Eğer durum böyleyse ve eğer yakın zamanda Harry Hess'in deniz tabanı yayılması hakkındaki önerisi doğruysa, o zaman okyanus ortasındaki bir sıradağdan fışkıran maddeler, soğudukça, dünyanın o dönemdeki manyetik alanının izlerini taşıyacaklardır.

Sıradağdan daha sonra fişkırان lavların bu yeni deniz tabanı şeridini ikiye ayırıp iki yana itmesiyle, yeni oluşan deniz tabanı da o dönemdeki alanı yakalayacaktır; eğer o ara polarite değişmişse, yakaladığı manyetik alan da ters yönde olacaktır. Bir dizi art arda gelen polarite değişimleriyle bu sürecin tekrarlanmasıyla, sıradağlara paralel ve birbiri ardına değişen manyetik polaritelerde, bir dizi kuşak oluşacaktır.

Carlsberg Ridge'inden elde edilen veriler böyle bir modeli öne sürüyor gibiydiler. [...]

Nature dergisinin 7 Eylül 1963 sayısında Vine ve onun tez hocası "Drum" Matthews, manyetik şeritler konusundaki açıklamalarını yayımladılar. Söylediklerine göre, Hint Okyanusunun manyetik ölçümleri, kendilerini, "okyanuslardaki kayaların yüzde elli kadarının ters yönde manyetik olabileceğini" düşünmeye yöneltmişti. Başka deyişle, dünyadaki bütün okyanuslarda, normal ve ters yönlü manyetik anormalliklerin eşit ölçüde paylaşıldığı taşlardan döşenmiş bulvarlar olduğunu öne sürüyorlardı. [...]

1965'e gelindiğinde [...] Vine-Matthews açıklamasının anahtarı bulunmuştu. [...] Vine ve Wilson, eğer uzun manyetik şerit anomaliler bir sıradağ üstünde oluşup, daha sonra yeni bir şerit oluşunca bölünüp iki yana itiliyorlarsa, oluşan manyetik düzenin dağın iki yanında simetrik olması gerektiğini düşündüler - yani bir yandaki, uzun ve kısa manyetik çağlarda oluşan geniş ve dar manyetik şeritlerin diğer taraftakilerin bir ayna görüntüsü olmaları gerekirdi. Sanki sıradağların iki yanından uzaklaşan taşıyıcı kayışlar dağın tepesinde, o anda geçerli olan manyetik polariteye göre ya siyah ya da beyaza boyanıyorlardı. O zaman iki kayış ters yönde simetrik olarak aynı dar ve geniş, siyah ve beyaz şeritleri taşıyacaktı.

O dönemde elde bulunan [...] yegâne ayrıntılı manyetik ölçümler Kuzey Amerika'nın batısındaki deniz tabanının ölçümüydü. Wilson ve Vine manyetik haritayı açıp, Juan de Fuca Ridge adını verdikleri bir dağ silsilesinin çevresini araştırdılar. Onun iki yanında uzanan manyetik bulvarlardaki simetri hemen dikkatlerini çekti.

Bu arada Cox, Doell ve Dalrymple –dünyanın manyetik tarihini haritalama tiryakisi bir grup– bir milyon, 2.5 milyon ve 3.4 milyon yıl önce yer alan değişimlerin, 1.9 milyon ve 3 milyon yıl önceki kısa taklaları da içeren, yaklaşık bir zaman tablosunu oluşturdular. Vine ve Wilson, bu tablonun sıradağların iki yanındaki manyetik bulvarların görece genişlikleri ile belirlendiği yolundaki varsayımı sınamaya karar verdiler.

Bu denemeyi yapmak için, zaman tablosuna göre, normal ve ters yönde polarize olmuş bölgelerdeki kayaları oluşturan dağ silsilesinden, bir manyetometre geçirildiğinde kaydedeceği profili hesapladılar. Ana bulvarın –sıradağın orta çizgisinden geçen bulvar– eninin diğerlerinin iki katı olması gerektiğini fark ettiler, çünkü yeni bir polarite ile damgalanmış yeni bir maddenin araya girmesiyle henüz ikiye ayrılmamıştı. [...]

Wilson ve Vine, sıradağın iki tarafında, yılda iki buçuk santimetrelilik (bir inç) akış hızı olduğu varsayıldığında elde edilen profilin, gerçek gözlemlerden elde edilenlere çarpıcı bir benzerlik taşıdığını gördüler. Bu test East Pacific Rise'a uygulandığında da benzer bir sonuç elde edilmişti. İki bilim adamı "öyleyse petrolojideki [kaya kompozisyonu] yatay değişimlere veya olasılık dışı yapılarla başvurmadan" çizgili düzeni açıklamamanın mümkün olacağını söylediler.

Ertesi kasımda, Vine, Princeton'a genç bir yerbilim okutmanı olarak gittikten sonra, Kansas City'deki Amerikan Yerbilim Topluluğu'nun [Geological Society of America] bir toplantısına gitti ve orada deniz tabanının manyetik düzeninin önemi tam anlamıyla ortaya çıktı. Toplantıda Cox, Doell ve Dalrymple ters dönmelerin daha geniş ve ayrıntılı zaman tablosunu gösterdiler. [...] Bu tablo, en az dört milyon yıl öncesine uzanan bir zaman içinde birbiri ardına gelen kısa ve uzun dönemli manyetik polariteleri temsil eden "nokta" ve "çizgi"lerle (ya da ağaç gövdelerindeki geniş ve dar halkalarla) yazılmış bir şifreli mesaja benziyordu. Vine, aynı mesajın dünyadaki bütün okyanusların tabanına da yazılmış olması gerektiğini anladı. [...]

Birleşik Devletler araştırma gemisi *Eltanin*'in Leg 19 rotasında Güney Pasifik'in, East Pacific Rise silsilesinin batıya doğru kıvrıldığı bölgedeki araştırmalarından özellikle temiz veriler elde edilmişti. Amerikan Jeofizik Birliğinin [...] unutulmaz 1966 toplantısında, James Heirtzler, *Eltanin*'in zikzaklı Leg 19 rotasında, dağ silsilesinden geçerken elde edilen manyetik profili perdeye yansıttı. Bu profilde görülen, dağın iki yanındaki simetriyi öne çıkarmak için, onun yukarısına da, aynı profilin ters sıradaki –yani güney doğudan kuzey batıya doğru– görünümünü yansıttı. Daha sonra, onun altında, dağın (dağ profillerin merkezinde yer alıyordu) iki yanına yayılma hızının yılda 4,6 santimetre (1,8 inç) olduğu varsayılarak, ters dönmenin bilinen zaman tablolarına göre yapılan bilgisayar hesaplarının öngördüğü profili yansıttı.

Bu üç profil çarpıcı biçimde aynı görünüyordu. Daha sonra, Toplantı başkanı Allan Cox şöyle dedi: “Profil, okyanustaki dağ silsilesinin iki yanında çok güzel bir simetriye sahipti. O zamana kadar deniz tabanlarının yayıldığına gerçekten inanmamıştım çünkü manyetik veriler bu kadar simetrik olmamışlardı. Sonra birden *Eltanin-19*'un profili görüldü. Tepkimi hatırlıyorum: ‘Aman Tanrım! Vine gerçekten haklıymış.’”

Manyetik düzenlerin sonuçları hakkında yeni ve kapsamlı bir makale ile, Vine da oradaydı. Daha sonra, 16 Aralık'ta bu yeni atanmış alt düzey yerbilim okutmanının bu yazısı, tekrar gözden geçirildikten sonra, *Science* dergisinde baş makale olarak yayımlandı. Yazının alt başlığı “Manyetik anomaliler okyanus tabanlarının ve dünyanın manyetik alanının 2×10^8 [200 milyon] yıllık tarihini kaydetmiş olabilirler.” diyordu.

Sürüklenme teorisinin en ateşli savunucuları bile, bir zamanlar anakaraların nasıl bir arada oldukları, hangi rota ile ve hangi zaman aralıklarında ayrıldıkları konusunda çok az bilgiye sahipti. Bu bilgilerin zaman içinde, sonsuza kadar yok olduklarını düşünmek akla yakındı. Ama artık bu hareketlerin denizin dibine damgalanmış tarihi elimizdeydi.

Avustralya'nın güneyindeki deniz tabanının yayılmasının Antarktika ile bu anakarayı birbirinden uzaklaşacak biçimde iteklediği açıktı. Atlantığın bütününü, güneyde ve kuzeyde, Orta-Atlantik Sırtı boyunca genişlemektedir. Ancak Kuzey Pasifik'te deniz tabanının neredeyse tümü, kuzeybatıya doğru hareket etmekte, California'nın kenarından kayarak Japonya ve Aleut adaları altında gözden kaybolmaktadır.

Heirtzler "okyanus tabanındaki manyetik çizgiler, anakaraların 'ayak izleri' gibidirler, şimdiki konumlarına gelmeden önceki, art arda gelen konumlarını işaretlerler" demişti. Öyle görünüyor ki, daha önce öne sürüldüğü gibi, şimdiki anakaralar başlangıçtaki iki temel anakaradan ortaya çıkmışlardır: güneyde Gondwanaland, kuzeyde de Laurasia.



GEORGE SMOOT

Büyük Patlamayı Aramak

Zamanda Kırışıklar'dan (1994)

George Smoot'un (1945-) çalışmaları sevimsiz akronimler* ve insanların duyularıyla ayırt edemediği bazı şeyleri ölçen teknik makineler arkasında gizlenmiştir. Halbuki bu çalışmaların temelinde Herodotos ve Marie Curie'yi esinleyen aynı güdüler vardır. Smoot NASA'nın Kozmik Zemin Kâşifi (COBE) programını yöneten kişidir. "Kozmik Zemin" her yönden dünyaya gelen ışınlara bir göndermedir. Çağdaş teorilere göre bu ışınlam evrendeki bütün madde ve enerjinin ortaya çıkıp yayıldığı "Büyük Patlama"nın -10 milyar veya 15 milyar yıl önce- kalıntısıdır.

Bu nedenle, Büyük Patlama gelecekteki evrenin tohumlarını da içermektedir. Evrende var olan madde, bizim şimdi Galaksi dediğimiz kümelerde mi toplandı? Öyleyse böyle kümeler oluşturma eğiliminin Büyük Patlamanın kendi içinde var olması gerekir ve böyle bir eğilimin, zemin ışınlamında da var olması gerekir. Ancak zemin ışınlamını incelemek çok zordur, çünkü dünya atmosferi onu çarpıtır ve büyük bölümünü de emer. Smoot'un ekibi uzaya, atmosferik etkilerin ötesine geçecek aletler yolladı. Aletlerden biri, örneğin, kızıl ötesi dalgaları ölçen Uzak Kızılötesi Mutlak Spektrofotometredir (*Far Infrared Absolute Spectrophotometer*, FIRAS). Bir ikincisi, uzayın farklı noktalarındaki sıcaklıkları ölçen Diferansiyel Mikrodalga Radyometredir (*Differential Microwave Radiometer*, DMR).

Kullanılan sözcüklerin askeri terimlere benziyor gibi olmasına karşın COBE programının gerekçesi Herodotos'un Mısır'a yelken açmasının gerekçesiyle tamamen aynıdır – bir göz atmak dürtüsü. Bu araştırmacıların, Madam Curie gibi, kanıtlamak istedikleri bir teorileri var. Yani, zemin ışınlamında bile, çok uzun bir süre sonra, büyüyerek galaksileri oluşturacak küçük kümelerin var olduğunu göstermek.

* Sözcüklerin baş harflerinden oluşturulmuş sözcükler. (ç.n.)

Aradığımız, düzgün olan zemin sıcaklıklarında olabilecek küçük değişimlerdi, yüz binde birden daha küçük bir şeyler – bu, çok büyük, düzgün, bir paten alanına benzer bir yüzeyde bir toz zerreciğini bulmaya çalışmak gibi bir şeydir. Tıpkı paten alanında olacağı gibi, yüzeyde bizim aradıklarımızla hiçbir ilgisi olmayan birçok düzensizlikler olacaktır. Bu düzensizlikler, diferansiyel mikrodalga radyometre verilerinin başına bela olan sistematik hatalara benzer – başboş ısı kaynakları, manyetik ışıınım, yazılım çözümlemelerindeki insan kaynaklı hatalar vb. Bu hataları yok etmek için verdiğimiz tutkulu uğraşı size aktarmam olanaksız. 1974'te bizi aldatması olası şeylerin bir listesini yapmaya başlamıştım. O günden bu yana yeni adaylar ekleyip, etkilerini inceleyerek listeyi sürekli güncelleştirdim. Herkesi hataları sürekli kontrol etmeleri için durmadan uyarıyordum. Daha sonra da bunları bir başkasına *tekrar* kontrol ettiriyordum.

Bütün bunlardan sonra da, onların hepsini *tekrar* kontrol etmesi için Al Kogut'u görevlendirdim. O, benim yıllar boyu yürüttüğüm çabalardan bağımsız, bir taze kan olacaktı. Yaptığımız çok yıpratıcı bir işti, göz kamaştırıcı bulgularla pek ilgisi yoktu fakat yapılması çok gerekliydi. Eğer her şeyi tamamen kozmolojik olan bir sinyale, tek bir yerden gelen –uzay ve zamanın sınırından gelen– bir sinyale indirgeme umudumuz olacaksa bunları yapmak zorundaydık. İnsandan kaynaklandığı sonunda anlaşılan birçok yapay “keşfe” tanık olmuştuk ve aynı kapana kısılmak istemiyorduk. [...]

Hepimiz, eğer kozmik kırıksıkları keşfedeceksek, bunların bir gecede haritadan tastamam fırlamayacaklarını biliyorduk. Eğer onlar gerçekten varsa, haritadaki görüntüleri daha belirgin bir duruma ancak yavaş yavaş gelebilirdi; bunun iki nedeni vardı: Birincisi onlardan gelen çok zayıf sinyal ancak tekrarlanma sonucunda, giderek daha belirgin olacaktı; bir kurşun kalemle bir kâğıdı üst üste tekrar tekrar hafifçe çizdiğinizde, bıraktığı izin giderek koyulaşması gibi; ikincisi, sinyali belirsizleştirmeye yönelik gürültüyü yavaş yavaş temizleyecektik.

Kırışıkların keşfi dört aşama gerektirir. Birincisi, evrenin bütün bölgelerinden gelen, birörnek izlenimi veren kozmik ışıının kendisini görmek [...]; ikincisi, zemin ışıının bizim galaksimizin kendine özgü hareketinin yol açtığı hafif çarpıımı yani çift-kutbu (*dipole*) gözlemlmek. [...]; üçüncüsü, başlangıçtaki kozmik çarpıma karşılık gelen dörtkutbu (*quadrupole*) saptamak. [...]; son olarak da ilk tohumlar olan kırışıkların kendilerini bulmak. 1990 yılı sonunda, araç fırlatıldıktan bir yıl sonra, ilk ikisi başarılıydı ancak son ikisi için daha dar sınırlar koymak zorunda kaldık. 1991 başında, verilerden artık üçüncü adımın yavaş yavaş belirdiğini düşünüyordum – resim giderek netleşiyordu.

1991 Martında bilim ekibine verilerde ne gördüğümü söyledim ama onları, gürültü ve bizim sistemdeki olası hata sınırlarının hâlâ sinyal kadar büyük olduğu konusunda uyardım. Başka deyişle, yanlış söz konusu olabilirdi. Aynı şeyi Hazirandaki ikinci toplantıda da söyledim. O sırada FIRAS verileri üzerinde çalışan Ned Wright DMR haritalarını gözden geçirdi ve dörtkutba benzeyen bir sinyal gördüğünü bildirdi. Ekipteki öteki üyeler daha tedbirliydi; aletlerin ne kadar kaprisli olabileceklerini, heyecan uyandıran bir verinin ertesi gün nasıl düş kırıklığına yol açacağını iyi biliyorlardı, bu nedenle bir açıklama yapmadan önce daha fazla veri çözümlemek istediler. Kabul ettim.

Hepimiz kesin bir gizlilik uyguladık. Bulduğumuz şey hakkında, onun ne olduğunu tam olarak saptamadan, dışarıya hiçbir şey sızdırmamak gerekiyordu.

Sistemden kaynaklanan hataları saptamak için verileri dikkatle gözden geçirerek, varsayılan anisotropileri (*anisotropy*)²⁸ işaretleyerek durmadan çalışmayı sürdürürken hem ekibin içinde hem de, dışarda, gerilim artmaya başladı. İçerde, sonuçlarımızın ne kadar gerçek olduğu, ve baş etmesi daha da güç olan, onları ne zaman açıklayacağımız konularında uyuşmazlık baş

28. *Anisotropy*, Smoot'un "zaman kırışıkları" dediği, evrenin her yerinde var olan zemin ışıının sıcaklığındaki düzensiz değişimler için kullanılan teknik terim.

gösterdi. Dışarıda, meslektaşlarımız neler olup bittiğini merak ediyorlardı. Araç fırlatılalı bir yıl olmuştu, kozmik tohumları saptamak için en duyarlı aletlere sahiptik ve biz hâlâ hiçbir şey rapor etmemiştik – Ocak 1991’de hiçbir kanıt görmediğimizi ve kozmik zemin ışınlamındaki değişimlerin yüz binde birkaç oranından az olması gerektiğini bildirmek dışında. Başarısızlığa mı uğramıştık?

Meslektaşlar sık sık bana ne bulduğumuzu sorardı; ben de, bizim de bunu anlamaya çalıştığımızı söyledim. Ulusal Araştırma Konseyinin [National Research Council] bir raporu oldukça tehditkârdı: “Eğer bu artırılmış duyarlılıkta bile hiçbir değişim saptanamazsa galaksi dışı teorik astronomi bir krize girecektir. Ciddi olarak yanlış bir şey var demektir – ya galaksi oluşumu teorilerimizde ya da bizim kozmik zemin ışınlamı kavramımızda.”

Büyük patlama kuramcılarının karşı karşıya olduğu söylenen “bunalım” haber medyası için büyük bir konu oldu. Yazıların çoğu dengeli olmakla beraber manşetler vaktinden önce yapılan bir cenaze töreninin havasını taşıyordu. *Sky and Telescope* “Büyük Patlama: Öldü mü Yaşıyor mu?” diye soruyordu başlığında. *USA Today* tarafından dağıtılan bir öğrenci dergisi “Büyük Patlama Teorisine Elveda” başlıklı bir öykü anlatıyordu. *Science News* dergisinde bir makalenin başlığı ise şöyleydi: “Evrenin Durumu– Bir Büyük Patlamayla Değilse, O Zaman Neyle?” *Astronomy* dergisi şunları yazmıştı: “Büyük Patlamanın Ötesinde – Yeni gözlemler evrenin nasıl oluştuğu konusundaki alışılmış teorilere kuşku getiriyor.” *Science* dergisi olayları şu başlıkla dengelemeye çalışıyordu: “Ölüm Haberlerine Karşın, Büyük Patlama Güvende” ancak şunu da ekliyordu: “Yine de kozmologlar, daha sonra ne olduğu hakkında bildiklerini sandıkları şeyler üzerinde tekrar tekrar düşünmek zorundalar.” [...]

1991 sonbaharına gelindiğinde, dış dünyanın haberi olmasa da, bizim gökyüzü haritamız giderek daha belirgin biçimde toparlanıyor, kesin olmasa da, kırışıkların kanıtları giderek daha inandırıcı oluyordu. Verilerimizi yeni yazılımlarla çözümlemiş ve te-

miz bir harita oluşturmştuk. Eylölde sistematik hatalar üzerine büyük bir toplantı yaptık –sonra bir tane daha– hâlâ olası bazı tuzakları hallettik. Güvenin arttığını hissediyordum ve bu beni endişelendiriyordu. Şimdi daha dikkatli olmamız gerektiğinde ısrarlıydım ve kırıışıkların insan yapısı olduğunu kanıtlayabilen kişiye dünyanın neresine isterse oraya bedava bir uçak bileti vaat ettim. Ekibi, her şeyin yolunda olduğunu düşünmek yerine olası sorunları aramaya yöneltmek istiyordum. Kendinizden çok emin olursanız, dikkatsiz olursunuz. Bilimde bir etkiyi görmek istiyorsanız onu gördüğünüze kendinizi kandırmanız çok kolaylaşır. Richard Feynman’ın sözleriyle: “Birinci ilke kendinizi kandırmamaktır ve en kolay kandırılacak kişi de sizsiniz.”

Ned Write gerçek bir sinyal aldığımızdan emindi ve sonuçlarımızı yayımlamamız ve değerlendirmeyi kozmoloji topluluğuna bırakmamız için giderek daha fazla baskı yapıyordu. 9 Ekim 1991’de Bilim Çalışma Grubuna görüşlerini açıklayan bir “Hazırlık Makalesi” okudu. Ned, *Astrophysical Journal*’a veriler hakkında bir makale vermemiz gerektiğini savunuyordu. Teorisyenlerin çıkmaz sokaklarda daha fazla zaman kaybetmemesi için ekibin bu verileri yayımlaması gerektiğini düşünüyordu. David Wilkinson tedbirli olmaktan yanaydı. Yıllar önce saptadığını sandığı ancak yok olduğunu gördüğü dörtkutbu unutmamıştı. [...]

Sonunda grup Ned’in önerisini reddetti, *Astrophysical Journal*’a bilgi verme zamanı henüz gelmemişti. Bilim Çalışma Grubu’nun bir üyesi olarak grubun şimdilik sessiz kalma kararı Ned’i de bağılıyordu. Yeni yazılımın, biraz düzeltilmiş şekliyle, ilk yılın verilerini tekrar işlemlerini bekleyecek, arada, biz de olası bazı hataları kontrol edecektik. Yeni yazılım daha fazla kontrol yapacak ve daha fazla güç verecek şekilde düzenlenmişti. Son adımı atıp sonuçları ilan etmeden önce onları çok dikkatle değerlendirmenin önemli olduğunu düşündük. Üstü kapalı bir açıklama bile çeşitli risk olasılıkları içeriyordu. Kaybedecek çok şey söz konusuydu; basından büyük ilgi görme olasılığı olan bir sonucu açıklamanın bir yararı yoktu, sonra boş çıkabilir ve hepimizi utandırabilirdi.

Eğer aletleri her adımda izlemezseniz onların aniden dönüp sizi nasıl ısırdığını algılamak zordur.

Kozmoloji toplumunda söylentiler dolaşmaya başladı ve meslektaşlarımız giderek artan bir merakla bizlerden bulgularımız hakkında bilgi koparma çabasına girdiler. Bir noktada Dick Bond bana gelip “İşittiğime göre veriler arasında on üç mikrokelvinlik bir dörtkutup varmış.” dedi. Gülümsedim ve kaçamaklı yanıtlar verdim. Bazen de birisi bana “Şöyle şöyle bir düzeyde anisotropi bulduğunuzu duydum” diyerek ağzımdan laf almaya çalışırdı, ben de “Biraz fazla büyük değil mi?” diyerek yanıtlardım. Goddard’da Chuck Bennet’in bulunduğu koridorun öbür ucunda çalışan Sasha Kashlinsky de benzer şekilde Chuck’ın odasına gelip “Chuck, büyük bir dörtkutup bulduğunuzu duydum.” veya “İşittiğime göre bir şey görüyormuşsunuz ama bu dörtkutup değilmiş.” diyerek onu yoklardı ama Chuck zokayı yutmazdı. Zaman zaman ekipteki herkese elektronik posta ile mesaj göndererek, biz tam emin olana kadar sonuçlarımız hakkında suskun kalmalarını hatırlatırdım. [...] Söylendiğine göre İkinci Dünya Savaşı sırasında çok önemli bir “sır” olan atom bombası projesi bile Amerika’nın Akademik çevrelerinde dedikodu konusu olmuştu. 1991’in sonları yaklaştığında DMR hakkında kim bilir neler söyleniyordu.

Ekim 1991’de alet işlem odasının duvarına haritanın en son şeklini astık. Yeşil bir zemin üzerinde kırmızı ve mavi lekeleriyle iddiasız görünüyordu. Bir akşam önünde durdum, kimseler yoktu ve düşündüm, Evet, işte bu oydu. On sekiz yılımı onu arayarak geçirmiştim. [...] Aletimize hakkını vermiş olduğumuzu derinden hissettim. Ekip, büyük bir uyumla çok iyi çalışmıştı, çözümlene çok dikkatle yapılmıştı, sistematik hata aramaları eksiksizdi ve biz kırıksıkları, çağdaş kozmolojinin Kutsal Kâsesini bulmuştuk.



“Kitabı Yargılayacak
Olanların Onu
Okuması Gerekir.”

Thomas Huxley

JOHANNES KEPLER

Ay'da Denizlerin Olduğunu Kabul Ediyorum

Yıldızların Habercisiyle Konuşmalar'dan (1610)

Johannes Kepler (1571-1630) bilim tarihçileri için popüler bir addır. Seçtiğimiz aşağıdaki makale de bunun nedenleri konusunda bir fikir vermektedir. Yazarken sanki kalbi kolunda atardı. Onun çözmeyi en çok arzu ettiği bilmece günümüzde bilimsel sayılmayacak bir konuydu: Neden yedi gezegen var? O günlerde Shakespeare'in buna verdiği yanıt “Sekiz gezegen yok da ondan” şeklindeydi; biz de ona hak vermekten yanayız. Ancak Kepler daha doyurucu bir açıklamaya gerek duyuyordu. Bir neden bulmak umuduyla yıllarca gezegen yörüngelerinin geometrisi üzerinde çalıştı. Seçtiği bilmecelerin alışılmamış türlerden olmasına karşın, hatalı mantığı kabul etmezdi; gözlemlerini de matematiksel uslamlamaya verdiği aynı önemle ele alırdı.

Kepler'in beğeni uyandıran başka bir yönü de fikrini değiştirmeye her zaman hazır olmasıydı. Aşağıdaki makalesi, Galileo'nun bu kitapta da yer alan *Yıldızların Habercisi'*ne hemen verdiği yanıtıdır. Kepler'in yanıtı birçok yönden bir e-posta havası taşıyor. Bu, kendisinden çokça söz eden, duygusal bir tepkidir; ancak bütün ego gösterisine karşın Kepler, Galileo'nun haklı olduğunu, kendisinin ise hatalı olduğunu söylemektedir. Kepler'in Ay'daki denizleri benimsemesi elbette yanlıştı. Ancak hatasını kabul ederek bir

başkasının çalışmasını kabullenmesi ve onu geliştirmesi yaşayan, gelişen bir bilimin vazgeçilmez ögesidir. Eğer bugün yeniden düşünmeye hazırsak ancak, yarın yeniden düşünebiliriz. Popper'in denemesi, doğruyu bulmak için cesur olmanın gerekliliğini vurguluyor. Ancak her cesur fikrin mutlaka doğru olması gerekmez. Bu nedenle, sadece "Eyvah, bu yanlışmış" demeyi göze alabilen kişiler gerçek katkıda bulunabilirler.

Üç ay önce Haşmetli İmparator¹ bana Ay yüzeyindeki lekeler hakkında çeşitli sorular yöneltti. Ülkelerin ve anakaraların, sanki bir aynada yansıyorlarmış gibi, Ay üzerine yansıdığına içten inanıyordu. Özellikle İtalya ile yakınındaki iki adanın ana hatlarının açıkça görüldüğünü iddia ediyordu. Hatta sonraki günlerde o lekeleri incelemek için bana dürbününü önerdi; ama bu gerçekleşmedi. İşte bununla aynı anda, siz de Galileo, Aziz İsa'nın meskenini,^{2*} sadece bir ad olmaktan çok daha yücelere çıkarmakla, sizin gözde konunuzda, Hristiyan dünyasının (doğayı anlamak için aynı heyecanlı ruhu taşıyan) hükümdarıyla bir yarışa girmiş oldunuz.

Ay'daki lekeler öyküsü de epey eskidir. Bu öykü Pythagoras ve —eğer bu ayrıntı önemliyse Kayzerlerin emri altındaki bir genel valinin gücüyle Epirus'u yönetmiş olan ünlü filozof Plutarkhos'un yetkeleriyle de desteklenmiştir. Mästlin'den ve "Optik"³ konusunda altı yıl önce yayımladığım bilimsel kitaptan söz etmeyeceğim. Onları daha sonra, sırası geldiğinde ele alacağım.

Ay'ın gövdesi hakkındaki bu tür iddialar birbirlerini destekleyen kanıtlara dayanarak başkalarının da, yapılmıştır. O kişilerin vardıkları sonuçlar, aynı konuda sizin açıkladığınız çok aydınlatıcı gözlemlerle uyum içindedir. Bu nedenle, kitabınızın öteki bölümlerini ve Jüpiter'in dört uydusunu sorgulamam için bir ne-

1. II. Rudolf, 1610'da Kutsal Roma İmparatoruydu. Politik bakımdan yetersiz sayılırdı; ancak Rudolf bilimi, özellikle de gökbilimi kuvvetle desteklerdi; Kepler'in de koruyucusuydu. Bu koruyuculuk günümüzde de Rudolf'a saygınlık veriyor; 1610'da ise Kepler'e vermişti.

2. Galileo'nun adını Galileeli İsa ile birleştiren dolaylı bir kelime oyunu.

* Galilee: Kuzey Filistin'de bir bölge. (ç.n.)

3. 1604'te Kepler gözlüklerin nasıl çalıştığı hakkında bir açıklama yayımlamıştı.

den yok. Şimdi elimde bir teleskop olsun isterdim; onunla Mars'ın iki uydusunu (bana göre ilişkiler bu sayıyı gerektiriyor), Saturn'ün altı veya sekiz uydusunu, Venüs'ün ve Merkür'ün belki de birer uydusunu sizden önce keşfedebilirdim.

Bu araştırma bakımından Mars için en uygun zaman Mars'ın Güneş'in karşısında görüleceği ve (1608 yılı hariç) dünyaya en yakın olacağı önümüzdeki Ekim⁴ ayıdır; bu konumda öngörülen hata 3° den büyüktür. [...]

Benim de Ay üzerindeki lekeleri gözlemekle meşgul olmam çok hoş bir rastlantı; ancak ben bunu sizin gibi yüzüm yukarıya doğru değil başım aşağıya eğilmiş olarak yapıyorum. Bu gözlemin bir şemasını kitabımın⁵ 274. sayfasında bulacaksınız. Bana da Ay'ın kenarları çok ışıklıymış gibi görünüyor; sadece gövdesinin iç kısmı lekelerle kaplanmış.

Daha aydınlık olan yerlerde ilk olarak sizin görmüş olduğunuz bu lekeleri incelemede sizinle yarışmayı düşünüyorum. Ancak, eğer anlarsak, ben kendi gözlem yöntemimle, sırtım Ay'a dönük olarak sonuç almayı umuyorum. Ay'ın ışığını bir delikten, bir çubuğa tutturulmuş bir kâğıt üzerine düşüreceğim. [...]

Galileo, şimdi sizin olayı ele alarak devam edelim. [...]

Ay'ın parlak bölgesinde ilk olarak sizin gördüğünüz lekeleri tartışırken, aydınlığın eksiksiz bir çözümlemesini yaparak, onların Ay'ın gövdesinde bulunan çukurlar ya da çökmüş boşluklar olduğunu gösteriyorsunuz. Ancak, eski çağlardan bu yana Ay'ın ışıklı bölgesi olarak kabul edilen bölümündeki lekelerin yapısı konusunda da bir tartışma başlatıyorsunuz; onları Dünyamızdaki vadilerle kıyashıyorsunuz. Bu türden vadilerin var olduğunu kabul ederim; özellikle de Styria⁶ eyaletinde. Görünüşleri hemen hemen yuvarlaktır. Çok dar olan geçitlerin yukarılarında Mur nehri içeriye alıyorlar, aşağılarında da boşaltıyorlar. Drava nehri üstündeki Graz, Leibniz, ve Maribor düzlüklerinde de aynı şey

4. Mars'ın iki uydusu 1877'ye kadar gözlenememişti.

5. Kepler Ay'ın büyütülmüş bir imgesini kâğıt üstünde odaklayan bir projektör icat etmiştir.

6. Styria: Günümüzde Steiermark olarak bilinen, orta Avusturya'da bir bölge.

oluyor. Başka bölgelerde daha başkaları da var. Bu düzlüklerin çevresinde ulu dağlar yükselir ve çevredeki bu dağların yüksekliği düzlüklerin genişliğine oranla hiç de az olmadığı için, bir çanak izlenimi verirler. Dağların eğik yamaçlarından akan nehirlerin bu çeşit Ay-vadileri açmaları olasılığını kabul edebilirim. Ancak siz de çok sayıda böyle lekeler olduğunu; onların Ay'ın gövdesinin ışıklı bölümünü, göz biçiminde yansıtıcı yüzeylere bölerek bir tavus kuşunun kuyruğuna benzetecek kadar çok olduğunu ekliyorsunuz. Bu, benim aklıma, Ay'daki lekelerin başka bir şeye işaret edip etmediği sorusunu getiriyor. Çünkü Dünya'da da çevremizde kavisli vadiler vardır. Ama onlar, nehirlerin yatağına bağlı olarak, çok da uzundurlar; derinlikleri de az değildir. Bu çeşit kesintisiz sayılabilecek bir vadiye örnek olarak Avusturya'nın bütünü-nü gösterebiliriz: Tuna nehri yüzünden, sanki Moravia ve Styria dağları arasına gizlenmiş derin bir vadi. Öyleyse Ay'da da böyle uzun lekeler olduğundan neden söz etmiyorsunuz? Onların büyük bölümü neden bir çemberle sınırlanmış? Ay'ın, her yanında büyük delikler olan bir ponza taşına benzediği gibi bir tahminde bulunabilir miyim? Bu vesile ile, "Mars Hakkında Açıklamalar" kitabımın 34. bölüm, 175. sayfasındaki kurgulamalara atıfta bulunmama sabredip izin vereceğinizi umarım. Orada Dünya'nın, Ay'ı, Dünya'nın ekvator bölgesinin dış yüzünün hızının iki katı hızla hareket ettirdiğine işaret etmiştim. Bundan da, Ay'ın gövdesinin çok yoğun olmadığı, hafif maddelerin zayıf direncine sahip olduğu, Dünya'nın etkilediği kuvvete büyük bir direnç göstermediği sonucunu çıkarmıştım.

Ancak bu mülahazalar (yüzeyin altında bulunan ve dağların içerilerine uzanmayan oyuklar hakkında olanlar), eğer bundan sonraki ifadelerinizle artık savunulamayacak duruma düşerlerse, üzerlerinde ısrar etmemi gerektirecek ölçüde önemli değildir. Çünkü siz, Ay'ın aydınlık yanının her yerinde, özellikle de alt taraflarında, birçok zirvenin yükseldiğini, optik yasalarıyla da desteklenen parlak gözlemlerinizle saptamış bulunuyorsunuz. Dünyamızdaki en yüksek dağlarda olduğu gibi, Güneş Ay'a karşı yük-

selirken de gün ışığını ilk alabilen onlardır; o nedenle de siz teleskopunuzu yönelttiğinizde ilk görünen yine onlar oluyor.

Sizin Ay yüzeyindeki eski lekeler üzerinde yaptığınız titiz analiz hakkında şimdi ne söyleyeyim? Kitabımın 251. sayfasında, bu eski lekelerle göller ve denizler, parlak alanlara da anakaralar diyen Plutarkhos'un fikirlerini sıralamıştım. Lekeleri anakara olarak, parlak alanların arılığını da sıvıların etkilerine bağlayarak, ona karşı çıkmakta ve onun yorumlarının tersini söylemekte duraksamadım. Bu konuda Wackher de beni kuvvetle destekledi. Geçen yaz bunları derinlemesine tartışıyorduk (sanırım doğa, kısa bir süre sonra Galileo aracılığıyla erişilen sonuçları bizden de beklemekteydi). Wackher'i hoşnut kılmak için Ay sakinleri için yeni bir gökbilim, daha açık deyişle, bir Ay coğrafyası geliştirdim. Onun temel önermeleri arasında lekelerin anakaralar, aydınlık bölgelerin de denizler olduğu tezi yer alıyordu. Benim bu konuda Plutarkhos'a karşı çıkma nedenlerim kitabımın 251. sayfasında görülebilir. Orada, Styria'daki Schöckel dağında yaptığım bir gözlemi anlatıyorum. Benim gözlem noktamdan, aşağıdaki nehir parlak, kara ise koyu görünüyordu. Ancak benim düşünce biçimimdeki hata bir sonraki sayfanın kenarına işaretlenmiştir. Kuşkusuz, nehir, toprak gibi Güneş'ten aldığı ışıklarla değil, aydınlanmış havadan yansıyan ışıkla parlıyordu. Yani, bu olayın nedenleri konusundaki çözümlemem de bir talihsizlikmiş. Çünkü Aristoteles'in "Renkler Hakkında" kitabındaki öğretiyeye karşı çıkarken, siyah rengi suyun toprağa göre daha az aldığını ileri sürmüştüm. İyi de, toprak suyla ıslandığında daha da koyulaştığına göre, bu nasıl gerçek olabilir? Uzatmaya ne gerek var? Diyelim ki Ay Girit adası gibi beyaz topraktan oluşmuştur (Lukianos'un* Ay'ın peynir gibi bir yer olduğunu söylediği gibi). O zaman, toprakta bir nebze siyahlık olsa bile, güneş ışığı altında toprağın denizlerden daha canlı olarak parladığını kabul etmek zorundayız.

Sonuçta, kitabım sizinle aynı fikre gelmemi engellemiyor. Çünkü siz bana karşı ve Plutarkhos lehine, parlak ve reddedile-

* Lukianos: MS II. yüzyılda yaşamış Yunanlı hiciv ustası. (ç.n.)

mez bir mantıkla, matematiksel uslamamalar ileri sürüyorsunuz. Kuşkusuz, parlak bölgeler birçok çukurlar içermektedir; parlak bölgeler düzensiz bir eğriyle çevrilmişlerdir; parlak bölgelerde yüksek zirveler yer alır ve bu nedenle de onlar yanlarındaki bölgelerden daha önce ışılanırlar. Güneş'e dönük oldukları yerlerde parlaktırlar; Güneş'ten başka yere baktıklarında karanlıktırlar. Bütün bu özellikler sıvıya değil, kuru, katı ve yüksekte olan şeylere uygun düşüyor. Öte yandan, eski çağlardan bu yana bilinen karanlık lekeler düzdürler. Çevredeki bütün zirveler daha önce parıldamışken onlar daha sonra aydınlanıyor –bu da onların düşük rakımlı olduğunu kanıtlayan bir olgudur. Karanlık lekeler aydınlandığında gölgeye benzer koyu bir etki onların zirvelerden ayırt edilmelerine yol açıyor. Yarım ay evresinde karanlık bölgedeki bu aydınlanmanın sınırı düz bir çizgidir. Bu özellikler ise en düşük düzeye inmeye çalışan ve ağırlığı nedeniyle yatay bir konumda duran sıvılara özgüdür.

Bu gerekçelerle, tezinizi tam olarak ispatladığınızı söylüyorum. Lekelerin deniz olduğunu kabul ediyorum; parlak bölgelerin kara olduğunu kabul ediyorum.



VOLTAIRE

Isaac Newton'un Önemi

İngiliz Ulusu Hakkında Mektuplar'dan (1733)

Voltaire (1694-1778) bilimle özgürlük arasındaki bağlantıyı görmüş olan bir bağımsızlık savunucusuydu. 1726'da önde gelen bir şövalyenin uşağı tarafından yakalandı, dövüldü, Bastil'e atıldı, sonra da İngiltere'ye sürgün gönderildi. Bütün bu sıkıntılar Voltaire'in başına, yetkeye hiç saygı duymadığı için gelmişti. İngiltere'de karşılaştığı toplum ise dünyanın en liberal toplumuydu. Böylece Voltaire İngiliz yaşamının güçlü bir savunucusu oldu: Shakespeare'in Fransız tiyatro yazarları kadar büyük olduğunu, Locke'un bir özgürlük filozofu olduğunu ileri sürdü. Ayrıca, İngiliz bilimi için de övgü doluydu. Krallara ve ruhban sınıfına doğanın nasıl davrandığını söyleme yetkisini reddetmekle, çağdaş bilimin bütün geleneksel toplumsal yapıları kemiren bir termit haline geldiğini birden fark etti. Bu yıkıcılık hoşuna da gitti ve Newton'un Descartes'tan daha büyük bir bilim adamı olduğunu ilan etti.

1733'te Voltaire İngiltere'nin görkemleri hakkında "mektuplar" dizisini yayımladı; bunların dördü Newton'a ayrılmıştı. Amaç, doğasında var olan kişisel bilim merakını tatmin etmek değildi; Fransız okurlarını Newton'un ve İngiliz özgürlüğünün gerçekten bir şeyler başardığını görmeye zorlamaktı. Voltaire bunu gerçekleştirerek Avrupa'da Newton'a karşı büyük bir ilgi uyanmasına yol açtı. Mektupları, Newton'un bilimini ve metresi Madame de Châtelet'yi konu alan kitap uzunluğundaki bir yayını izledi. Özellikle Newton'un çalışmalarını Fransızcaya çevirmek için İngilizce öğrendi.

Londra'ya gelen bir Fransız orada her şey gibi felsefeyi de çok farklı bulacaktır. Dünyayı bir doluluk içinde bırakmıştı; şimdi o karşısına bir boşluk olarak çıkmaktadır. Paris'te evren görünmeyen maddelerin girdaplarından oluşmuş gibi görünür;

Londra'da öyle bir şey hiç görülmez. Fransa'da gelgitlere neden olan şey Ay'ın basıncıdır; İngiltere'de ise denizler Ay tarafından çekilir. Öyle ki, siz Ay'ın bize sel getireceğini düşünürken oradaki beyler suların çekileceği kanısındadırlar. [...]

Dahası Fransa'da hiçbir şeyle ilgisi olmadığı söylenen Güneş'in burada işlerin hemen hemen dörtte birine karıştığını görürsünüz. Sizin Kartezyenlerinize göre her şey, hakkında pek de fikrimiz olmayan bir itici güçle gerçekleşir; Sir Isaac Newton'a göre ise yine nedeni bilinmeyen bir cazibenin sonucudur. Paris'te dünyanın kavun biçiminde veya eğik bir cisim olduğunu düşünürsünüz; Londra'da ise kutupları basık bir küredir. Bir kartezyen ışığın havada var olduğunu söyler; ama bir Newton yanlısı onun Güneş'ten altı buçuk dakikada geldiğini vurgular. Sizin kimyanızda birçok işlem asitler, alkaliler ve belirsiz maddelerle gerçekleşir; İngilizler arasında kimyada bile cazibe egemendir.

Sir Isaac Newton'a bu ölçüde evrensel ün sağlayan keşifler dünya sistemiyle, ışıkla, geometrik sonsuzlarla ilgilidir; son olarak da, daha ciddi çalışmalarının yorgunluğunu atarak biraz eğlenmek için kendini verdiği zamandizine. [...] Bizim dünyamızın sistemine gelince, gezegenleri döndüren ve onları yörüngelerinde tutan nedenler; burada, yeryüzünde, bütün cisimlerin dünyanın yüzeyine düşmesinin nedenleri üzerindeki tartışmalar uzun süre devam etmiştir.

Descartes'ın sistemi, onun zamanından bu yana açıklanmış ve geliştirilmiş haliyle, bütün bu olaylar için akla yakın bir neden veriyor gibiydi. Onun ileri sürdüğü neden basitti ve her düzeydeki insan tarafından anlaşılabilir olduğu için, daha adilmiş gibi görünüyordu. Ne var ki, felsefeyle uğraşan bir kişi, anlamadığı şeyler kadar, çok kolay anladığını sandığı şeylerden de kuşulanmalıdır.

Kütleçekimi, ivme kazanan cisimlerin dünyaya düşmesi, gezegenlerin yörüngelerinde dönmesi, kendi eksenleri etrafında dönmeleri, bunların hepsi yalnızca harekettir. Hareket, belki de, bir itici güç dışında herhangi bir yolla kavranamaz; o halde bütün

bu cisimler itiliyor olmalıdır. Ancak, onları iten nedir? Bütün uzay doludur, bizce algılanamadığına göre çok belirsiz bir maddeyle doludur. Bu madde batıdan doğuya gitmektedir; çünkü bütün gezegenler batıdan doğuya götürülüyorlar. Bu yüzden felsefeciler bir varsayımdan ötekine, bir görünümünden bir başkasına atlayarak, gezegenlerin Güneş etrafında, kendilerini taşıyan muazzam bir görünmez madde anaforu içinde olduklarını hayal ettiler. Bundan başka, büyük girdabın içinde yüzen ve gezegenlerin etrafında her gün dönen özel bir girdap daha yarattılar. Bütün bunlardan sonra, kütleçekiminin bu günlük harekete bağımlı olduğunu varsaydılar. Çünkü, diyorlardı, bizim küçük girdabımızın çevresinde dönen görünmeyen maddenin hızı Dünya'nınkinden on yedi kat daha hızlı olmalıdır; ya da, eğer bu hız Dünya'nınkinden on yedi kat daha büyükse, onun merkezkaç gücü de çok büyüktür; dolayısıyla da bütün cisimleri Dünya'nın merkezine doğru iter. Kartezyen sisteme göre kütleçekiminin nedeni budur. Ne var ki, kuramcının, bu belirsiz maddenin merkezkaç gücünü ve hızını hesaplamadan önce onun var olduğundan kesinlikle emin olması gerekirdi.

Sir Isaac Newton bütün bu büyük ve küçük girdapları, hem gezegenleri Güneş'in etrafında döndüren hem de her gezegeni kendi eksenini etrafında döndüren girdapları yok etmişe benziyor. [...] Kuyruklu yıldızlar gökyüzünde bazen doğudan batıya, bazen batıdan doğuya, başka zamanlarda da kuzeyden güneye gittikleri için Newton batıdan doğuya dönen gökyüzü maddesi diye bir şey olmadığını kanıtlamış oluyor.

Kısacası, sorunları, mümkünse her sorunu daha iyi çözebilmek için, deneylere de dayanarak, doluluk diye bir şeyin olanaksız olduğunu ispatlıyor; sonra, Aristoteles ile Descartes'in dünyadan sürdükleri boşluğu geri getiriyor.

Bu ve başka birkaç argümanla Kartezyen girdaplarını yok ettikten sonra, doğada hem bütün gökyüzü cisimlerinin hareketlerinin hem de dünyadaki yerçekiminin nedeni olan gizli bir doğa ilkesi olup olmadığını hiçbir zaman keşfedemeyeceği yolunda

bir umutsuzluğa kapıldı. 1666'da, veba salgını yüzünden Cambridge yakınlarında inzivaya çekildiğinde, bahçede gezinirken bazı meyvelerin ağaçtan düştüklerini gördü; nedeni çok uzun zamandan beri birçok filozof tarafından boşuna aranan, sıradan insanların ise gizemli bir şey görmedikleri kütleçekimi konusunda derin bir düşünceye daldı. Sir Isaac Newton kendi kendine şunları söyledi: Bu cisimler bizim yarımküremizde hangi yükseklikten inerse insanın, düşmeleri gerçekten Galileo'nun keşfettiği sürece göre oluyor; kat ettikleri uzaklık da zamanın karesine orantılı oluyor. Ağır cisimlerin düşmesine neden olan bu güç, dünyanın merkezinden en uzak yerlerde ya da en yüksek dağların zirvelerinde dişe dokunur bir azalma göstermeden aynı olan bu güç, diyor Sir Isaac, neden Ay'a kadar da uzanmasın? Böyle ise, etkisi oraya uzanıyorsa, Ay'ı yerinde tutanın, onun hareketini düzenleyenin bu güç olması çok olası değil mi? Ancak, eğer Ay bu ilkeye (o her ne ise) itaat ediyorsa, çok doğal olarak, öteki gezegenlerin de aynı şekilde ona bağımlı oldukları sonucuna varamaz mıyız? Eğer bu güç var ise (varlığı da ispatlanırsa) uzaklıkların kareleriyle ters orantılı olarak artması gerekir. Öyleyse şimdi geriye, belli bir yükseklikten yere düşen ağır bir cismin ne kadar yol aldığını ve Ay'ın yörüngesinden atılan bir cismin aynı sürede ne kadar düştüğünü incelemek kalıyor. Bunu bulmak için bilinmesi gereken şey sadece dünyanın ölçüsü ile Ay'ın ondan uzaklığıdır.

Sir Isaac Newton böyle düşünüyordu. Ancak o dönemde İngilizlerin elindeki yerküremizin ölçümleri çok hatalıydı. Bir derecenin altmış İngiliz mili içerdiğini hesaplayan denizcilerin kesin olmayan tahminlerini kabul etmişlerdi. Halbuki bir derece gerçekte yetmiş mile yakın bir mesafe içerir. Bu yanlış hesaplamalar, onlardan çıkarmayı düşündüğü sonuçlarla uyumlu çıkmayınca Sir Isaac Newton bu çalışmayı bir yana bıraktı. Ancak sadece kendini beğenmişliğiyle dikkat çeken, yarı bilgili bir filozof, bir yolunu bulup Dünya'nın ölçümünü kendi sistemiyle uyuşturacak bir şekle sokardı. Sir Isaac Newton ise yapmaktaki olduğu

araştırmaları bırakmayı yeğledi. Ne zaman ki Mr. Picart⁷ meridyenleri izleyerek, Fransızlara büyük onur getiren, dünyayı tam olarak ölçme başarısını gerçekleştirdi, Sir Isaac Newton da eski çalışmasına döndü ve Mr. Picart'ın hesaplamalarını çalışmaları-na esas aldı.

Bu kadar görkemli bir keşfin sadece bir kuadrant* ile biraz da aritmetik kullanarak yapılmış olması bana her zaman harikulade bir şey gibi gelmiştir.

Dünyanın çevresi 123 249 600 feet'tir. Bu, başka şeyler dışında, çekim sistemini ispatlamak için de gereklidir.

Dünyanın çevresini ve Ay'a olan uzaklığı bilirsek, Ay'ın yörüngesini ve bu yörüngenin çapını da hesaplayabiliriz. Ay bu yörüngedeki dönmesini yirmi yedi gün, yedi saat ve kırk üç dakikada tamamlar. Ay'ın ortalama hareketi sırasında dakikada 187 960 feet (Paris feet'i) yaptığı gösterilmiştir. Öte yandan, bilinen bir teoreme dayanarak, Ay'ın bulunduğu yükseklikte olan bir cismin düşmesine neden olan merkezi kuvvetin, o cismin hızını dakikada en çok on beş Paris feet'i yapacağı da gösterilmiştir. Bu durumda, eğer cisimlerin birbirlerini çekme ya da itme kuvvetinin uzaklıkların karesi ile ters orantılı olduğu yolundaki kural doğru ise ve eğer aynı kuvvet bütün doğada bu kurala göre etki yapıyorsa, Dünya Ay'dan altmış yarıçap uzaklığında olduğuna göre, ağır bir cismin Dünya'ya doğru düşüşünde ilk saniyede 15 feet, ilk dakikada da elli dört bin feet düşeceği aşîkârdır.

Şimdi, ağır bir cisim gerçekten ilk saniyede on beş feet ve ilk dakikada altmışın karesi, çarpı, onbeş olan elli dört bin feet düşmektedir. Demek ki cisimler uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak çekiliyorlar. Buna göre Dünya'da yerçekimine neden olan da, Ay'ı yörüngesinde tutan da tek bir kuvvet, aynı kuvvettir. Çünkü Ay'ın, kendi hareketinin merkezi olan Dünya tarafından çekildiği gösterilmiştir; Ay'ın ve Dünya'nın da yıllık hareketlerinin merkezi olan Güneş tarafından çekildikleri gösterilmiştir.

7. Paris'te bir gökbilimci olan Jean Picart boylam meridyenin 1 derecelik kesin uzunluğunu saptayarak dünyayı ölçmüştür.

* Kuadrant: Gökbilim ve denizcilikte kullanılan ve yükseklik açılarını ölçen alet. (ç.n.)

Bütün öteki gezegenlerin de bu genel yasaya uyması gerekir ve eğer böyle bir yasa varsa, bu gezegenlerin Kepler'in keşfettiği yasaları izlemeleri gerekir. Bütün bu yasalara, bütün bu ilişkilere gezegenlerce büyük bir kesinlikle uyulmaktadır. Öyleyse, çekim kuvveti bütün gezegenleri Güneş'e doğru çekmektedir; tıpkı Ay'ın yerküremize doğru çekildiği gibi.

Sonuçta, bütün cisimlerde etki tepkiye eşit olduğu için, Dünya'nın da Ay'a doğru, Güneş'in her ikisine doğru çekildiği; Satürn'ün her bir uydusunun öteki dört uydusuna, bu dört uydunun birincisine, beşinin birden Satürn'e doğru, Satürn'ün de bütün uydularına doğru çekildiği kesindir. Aynı şey Jüpiter için de geçerlidir ve bütün bu küreler Güneş tarafından çekilmektedirler, Güneş de onlar tarafından.

Bu çekim kuvveti cisimlerdeki madde miktarıyla orantılı olarak etki yapar; bu gerçek Sir Isaac Newton tarafından kanıtlanmıştır. Bu yeni keşif, (gezegen sisteminin merkezi olan) Güneş'in bütün gezegenleri, yakınlıklarıyla bağlantılı ve madde miktarlarıyla doğru orantılı olarak çektiğini göstermeye yaramıştır. Sir Isaac buradan insan aklı için oluşturulmamış gibi görünen keşiflere doğru adım adım ve cesaretle ilerlemiş; Güneş'te ve her gezegende bulunan madde miktarlarını hesaplamış; bu yolla, basit mekanik yasalarını kullanarak, bütün gökyüzü kürelerinin olmaları gerekli olan konumlarda olduğunu göstermiştir.

Gökyüzü küreleri arasında görülen bütün bu eşitsizlikler onun bu basit çekim yasaları prensibiyle açıklanabilmektedir. Aydaki değişimler o yasaların zorunlu bir sonucudur. Dahası, Ay'ın nodlarının⁸ devirlerinin on dokuz yıl, Dünya'ninkilerin ise yirmi altı bin yıl olmasının nedeni de açıkça görülmektedir. Gelgitlerde gözlenen bazı görünümde de bu çekimin çok basit bir etkisi sonucudur. Ay'ın, dolunay ve yeni Ay olduğu zamanlardaki yakınlığı, dördün veya çeyrek olduğundaki uzaklığı Güneş'in etkisiyle

8. Nod: Gökbilimde bir yörüngenin, Güneş'in yıldızlar arasındaki görünür yolunun oluşturduğu düzlemi kestiği nokta.

de birleşince, okyanusların neden kabarıp neden çekildiklerine akla yakın bir açıklama getirmektedir. [...]

Bu çekim kuvveti bütün doğa hareketlerinin büyük kaynağıdır. Sir Isaac Newton bu ilkenin var olduğunu gösterdikten sonra onun adının bile iyi karşılanmayacağını önceden sezmiş ve filozofumuz kitaplarının bazı yerlerinde okuyucusunu bu konuda uyarmıştır. Okuyucuya, bu adı eskilerin doğaüstü özellikler dediği şeyle karıştırmamasını; bütün cisimlerde, evrenin en uzak bölgelerine kadar etkili olan, mekaniğin değişmez yasaları uyarınca etki gösteren bir merkezi kuvvetin var olduğunu bilmekle yetinmesini söyler.

Sir Isaac'ın yapmış olduğu bu açık beyanlara rağmen Mr. Sorin ve Mr. Fontenelle gibi seçkin kişilerin bu büyük filozofu Aristoteles yanlıları gibi hayali ve söze dayalı akıl yürütmekle yermeleri şaşırtıcıdır. Mr. Sorin bunu 1709 Akademi Tutanakları'nda, Mr. Fortenelle de Sir Isaac Newton elogiumunda dile getirmişti. Fransızların çoğunluğu da, eğitim görmüş olanlar da olmayanlar da, bu yergiyi tekrar etmişlerdir. Bu kişiler, onun herkesin çok iyi bildiği itici güç yerine neden anlaşılmasa bir çekme kuvvetini kullandığını sürekli olarak söyleyip durmaktadırlar.

Sir Isaac bu eleştirileri şöyle yanıtlayabilirdi: Bir kere sizler çekim sözcüğü gibi itim sözcüğü hakkında da tam bir fikre sahip değilsiniz ve eğer bir cismin başka bir cismin merkezine doğru nasıl yöneldiğini algılayamazsanız, bir cismin bir diğerini hangi kuvvetle ittiğini de algılayamazsınız.

İkinci olarak, itimi kabul edemem; çünkü bunu yapmak için göksel bir maddenin bu iş için aracı olduğunu biliyor olmam gerekir. Ne var ki, böyle bir maddenin var olduğunu bilmem bir yana, ben onun sadece bir hayal ürünü olduğunu ispatlamış bulunuyorum.

Üçüncü olarak, ben çekim sözcüğünü, yalnızca, doğada keşfettiğim bir kuvveti, bilinmeyen bir ilkenin kesin ve reddedilemeyecek etkisini, maddenin doğasında var olan bir özelliği ifade etmek için kullanıyorum; buna neyin yol açtığını da benden çok daha yetenekli olan kişiler, eğer bulabilirlerse, bulsunlar.

O kişiler şöyle de diyecekler: Öyleyse sen bize ne öğrettin? Kendin bile kavrayamadığın bir şeyi bize anlatmak için yaptığın bu bir sürü hesaplama ne işe yarar?

Sir Isaac da şöyle yanıtlayabilir: Ben size bütün cisimlerin, birbirlerine doğru madde miktarıyla orantılı olarak çekildiklerini, gezegenleri ve kuyruklu yıldızları yalnızca bu merkezi kuvvetlerin yörüngelerinde tuttuğunu ve onları önceden belirtilmiş olan oranlarda hareket ettirdiklerini öğrettim. Size, genel çekim olgusu dışında, gezegenleri yörüngelerinde tutan başka bir neden olmasının imkansız olduğunu gösterdim. Çünkü ağır cisimler dünya yüzeyine çekim kuvvetlerinin belirttiği oran uyarınca düşerler ve gezegenler yörüngelerini aynı orana göre tamamlarlar. Bütün bu cisimlere etki yapan başka bir kuvvet daha olsaydı, onların ya hızlarını artırır ya da yönlerini değiştirirdi. Ama bu cisimlerin hiçbirisinde, merkezi kuvvetlerin hesaplarla öngörülen etkileri dışında, tek bir derecelik bir hareket veya hız ya da doğrultu görülmez. Öyleyse, başka herhangi bir nedenin var olması da olanaksızdır.

Sözü yeniden Sir Isaac'a bırakmama izin veriniz: Benim söylediklerimle eski çağlardakilerin söyledikleri birbirlerinden çok farklıdır demesine izin verilmeyecek mi? Eskiler, örneğin, suyun tulumbalardan yükseldiğini görüp, su yükseliyor çünkü boşluktan nefret eder derlerdi. Bana gelince, ben suyun tulumbalardan fışkırdığını ilk fark eden, ancak bu etkinin nedenlerini açıklamayı başkalarına bırakan bir kişi durumundayım. Kolun hareket etmesinin kasların kasılması sonucu olduğunu ilk söyleyen anatomist insanlığa tartışma götürmez bir gerçeği öğretmiştir; onun kasların neden kasıldığını bilmemesi insanlığı ona daha mı az borçlu kılar? Havanın esnekliğinin nedeni bilinmiyor; ama bu esnekliği ilk keşfeden kişi doğa felsefesine önemli bir hizmette bulunmuştur. Benim keşfettiğim kaynak ise daha gizli ve daha evrenseldi ve insanlık bu nedenle bana daha çok teşekkür etmelidir. Ben maddenin yeni bir özelliğini, Yaradanın sırlarından birisini keşfettim; onun etkilerini de hesapladım ve buldum. Bütün bunlardan sonra, insanlar ona koyduğum ad için benimle kavga mı edecekler?

THOMAS H. HUXLEY

Darwin Varsayımı'ndan (1859)

Thomas Henry Huxley (1825-1895) doğal seçim yoluyla evrim teorisinin dünyaca bilinen bir savunucusuydu. Tıp eğitimi görmüş olan Huxley, bir gemi doktoru olarak katıldığı bir Güney Pasifik seferi sırasında zoolojiyle ilgilenmeye başladı. Daha çok Darwinciliğin tanıtıcısı ve savunucusu olarak tanındı. Darwin evinden çıkmazken “Darwin’in buldoku” –Huxley böyle anılıyordu– ortaya atılıp canla başla Darwin’in teorisinin sözcülüğünü yapıyordu. *Türlerin Kökeni* [*On the Origin of Species*] kitabını yayımlamadan önce Darwin onu eleştiri ve değerlendirmesi için Huxley’e gösterdi. Huxley’in Darwin’in kitabı için yayımlanan değerlendirme yazısı bütün bunların ışığında beklenenden çok daha ılımlı görünebilir.

Yazının bu serinkanlı yaklaşımı Huxley’in kendi dönemi için daha da çarpıcıdır, çünkü Darwin’in kitabı yayımlandığı anda öfke ve heyecan yaratmış ve insanlar, her iki yanda cephe oluşturmaya başlamıştı. Huxley de birden, tarafsız bir yorumcu görünümüyle ortaya çıkmıştı. Yazı, sakın bir ifadeyle, biyolojinin rasgele ve ilintisiz görünen bazı olgularını sergileyerek başlar. Ancak bunlardan çıkardığı sonuçlar kaçınılmaz ve reddedilemez görünür. Vurgulanan nokta şudur: “Kitabı yargılayacak insanların onu okuması gerekir”. Daha o zaman Darwin’in kitabını yargılayanların sayısı okuyanlarınkinin çok ötesindeydi.

Mr. Darwin’in bu çalışmasıyla ana hatlarını belirttiği varsayım, onun sözcükleriyle şöyle ifade edilebilir – “Türler, doğal seçimle ya da yaşam savaşında daha güçlü olanın sağ kalmasıyla ortaya çıkmışlardır”. Bu tezi daha anlaşılır kılmak için terimlerini açıklamak gerekir. İlk olarak tür nedir? Soru çok basittir, ama onun doğru yanıtını bulmak zordur; onu en iyi bilmesi gerekenlere danışsak bile. Tür, tek bir ebeveyn çiftinden gelen bütün hayvanlar veya bitkilerdir; kesin biçimde tanımlanabilen en küçük

canlı organizma grubudur; sonsuz ve değışmez bir varlıktır; doğada var olmayan, insan aklının bir soyutlamasıdır. Bu basit sözcük için yetkili kaynaklardan alabileceğimiz birkaç anlam böyledir. Eğer teorik incelikleri bir yana bırakıp olgulara döner ve pratik olarak türlerin isimlerini aldıkları nesneleri araştırarak bir anlam çıkarmaya çalışırsak, bunun da pek yararı olmaz. Çünkü pratik de teori kadar farklılık göstermektedir. Bir ülkede var olan şeyleri araştırıp, betimleyen iki botanikçi veya iki zoologun bulguları farklı olacaktır. Aynı şeyleri araştırıp, ayırdıkları halde, türlerin sayısı, sınırları ve tanımları konusunda uyum içinde olmayacakları kesindir. Yaşadığımız bu adalarda, bütün insanların aynı türden olduğunu düşünürüz; ancak on beş günlük bir yolculuk sonunda vardığımız ülkede, insanların farklı türden olduklarını, özellikle de zenci türün bizden çok farklı olduğu, On Emir'in onu kapsamadığı konusunda dinsel ve bilimsel yetkeler ilk defa fikir birliği içinde olacaklar, kanıtlarının inandırıcılığı konusunda olmasa bile, iddialarını ileri sürerken seslerini yükseltmede birbirleriyle yarışacaklardır. [...]

Gerçekte ise ayırt edilebilen canlı varlıkların sayısı neredeyse hayal gücümüzün ötesindedir. Koleksiyonlarda en az 100 000 böcek türü tanımlanmış ve ayırt edilmiştir, birbirlerinden ayırt edilebilen canlı varlık çeşitlerinin sayısı için 500 000 yetersiz kalır. Bu belirli türlerde de rastlantısal farklılıklar olduğu, fark edilmesi kolay olmayan derecelerle birbirlerine yaklaştıkları dikkate alındığında, neyin kalıcı neyin geçici, neyin bir tür neyin sadece bir çeşit olduğunu ayırt etme işinin ne kadar zor olduğu anlaşılabilir. [...]

Türlerin belirlenmesinde karşılaşılan bitmez tükenmez zorluklardan bunalan araştırmacı, ayırt edilebilir türler arasındaki yaklaşık pratik farklılıklarla yetinerek, onları doğada var oldukları durumlarıyla incelemeye çalışır [...] ve benimsenmiş olan kavramlar uyarınca kendini, olsa olsa, çok belirsiz bir planın varlığını ima eden bir labirent içinde bulur. Eğer çok aşikâr olan herhangi bir kanaatla işe başlıyorsa, bu kanaat bir canlı varlığın her

bölümünün canlının yaşamında belirli bir yararı olacak şekilde ustaca düzenlendiği kanaatı olacaktır. Paley'in⁹ kitabı ona, yararsız gibi görünen dalak organının, öteki organlar arasını tam dolduracak ölçüde olduğunu söylememiş miydi? Ancak yine de çalışmalarının daha başlangıcında bitkilerin yapılarındaki tuhaflıkların yarısı için bile uyarlanma niteliğinde bir neden gösterilemeyeceğini fark eder. Buzağuların ve balina ceninlerinin çenelerinde hiçbir işlevi olmayan gelişmemiş dişler, hiç ısırmayan böceklerde gelişmemiş çeneler ve başka bazılarında uçmadıkları halde gelişmemiş kanatlar, doğal olarak görmeyen yaratıklarda gelişmemiş gözler, sakatlarda da gelişmemiş kol ve bacaklar olduğunu fark eder. [...]

Son nedenler öğretisi canlı varlıklardaki anomalileri anlamamızda yardımcı olmuyorsa, hiç olmazsa uyarlanma ilkesinin bizi, bazı canlıların neden dünyanın bazı bölgelerinde bulunup bazılarında bulunmadığını anlamaya yöneltmesi gerekir. Bildiğim kadarıyla bizim iklimimizde palmye ağacı, Grönland'da da meşe ağacı yetişmez. Kaplanın kolayca yaşadığı yerde beyaz ayı yaşamaz, bunun tersi de doğrudur. Hayvan ve bitki türlerinin doğal alışkanlıkları ne kadar incelenirse, onların, genel olarak belirli bölgelerde yaşadıkları daha açıkça görülmektedir. Ancak hayvanların ve bitkilerin coğrafi dağılımlarının incelenmesinin ortaya koyduğu sonuçlara baktığımızda, aralarındaki anlaşılma ve rasgele ilişkileri belirlemeye çalışmanın hiçbir yararı olmamış gibi görünüyor. İnsan, ilk bakışta, her ülkede bulunan hayvanların, orada yaşayıp gelişmeye en uygun hayvanlar olduğunu varsaymaya yöneliyor. Ancak Yeni dünya keşfedildiğinde Güney Amerika'nın geniş düzlüklerinde büyükbaş hayvan olmamasını bu varsayımla nasıl açıklayabiliriz? Nedeni, buraların, o hayvanlar için uygun olmaması değildir, çünkü şimdi oralarda bu hayvanlardan milyonlarca başıboş geziyor; aynı şey Avustralya ve

9. William Paley (1743-1805), *Doğal Teoloji* (1802) adlı kitabında, her organın bir işlevi olacak şekilde ayarlanmış olmasının Tanrı'nın inayetinin bir kanıtı olduğunu ileri sürmüştü.

Yeni Zelanda için de geçerlidir. Hatta, kuzey yarımkürenin hayvan ve bitkileri güney yarımkürede yaşamaya, oradaki canlılar kadar uyum göstermekle kalmıyor, birçok durumda çok daha iyi uyum sağlayarak oraların esas yerlilerini yok ediyorlar. Bu nedenle, bir ülkede doğal olarak yaşayan türlerin, onun iklimine ve öteki koşullarına en uygun türler olmalarının gerekmediği açıkça görülüyor. [...]

Bizim, yaşam hakkındaki bilgimiz sadece var olan dünya ile sınırlı değildir. Bazı konularda aralarında ufak görüş ayrılıkları olsa da yerbilimcilerin hepsi, dünyanın görünebilen bölümünü oluşturan birikim katmanlarının ne kadar kalın olduğu ve bunların geçmiş zamanın akıl almaz büyüklüğünün, kusursuz olmasa da, yegâne tanıkları oldukları konularında hemfikirdirler. Birçok katmandan oluşan bu kayaların büyük bölümü, kayaları oluşturan çamurun henüz sulu ve yumuşak iken içine kabul edip gömdüğü, yer, çok bol miktarda, çeşitli organik kalıntılarla, hayvan kabukları ve derileri, bitkilerin fosilleşmiş kalıntıları ile doludur. Bunları organik kalıntıların parçacıkları olarak düşünmek büyük yanlışlıktır. Müzelerimiz ölçülemeyecek kadar eski ama ilk oluştukları günkü kadar kusursuz fosil kabukları, tek bir kol-baçağı bozulmamış eksiksiz iskeletler, hatta değişime uğramış yumuşak dokular, gelişmekte olan embriyolar ve ilk çağlara ait canlıların ayak izlerini sergilerler. Demek oluyor ki doğa bilimcileri, toprağın derinliklerinde de, yukarıdaki havayı alıp veren hayvanlar kadar kesin tanımlanmış ve bazı hayvan grupları için daha da fazla sayıda hayvan türleri bulmaktadırlar. Ancak bu mezara gömülmüş türlerin çoğunun şimdi yaşamakta olanlardan tamamen farklı olması oldukça dikkat çekicidir. Bu farklılık kendine özgü bir kural ve düzenden yoksun da değildir. Genel bir saptama olarak, zamanda geriye gittikçe, gömülmüş türler ile onların yaşayan formları arasındaki benzerliğin azaldığı ve soyu tükenmiş hayvan grupları arasındaki zaman aralıkları arttıkça benzerliklerin azaldığı söylenebilir. Başka deyişle, düzgün bir biçimde, art arda gelen bir dizi canlıdan, daha genç grupta olanlar, ge-

nel ve çok geniş bir anlamda, şimdi yaşamakta olanlara daha fazla benzemektedirler. [...]

Türlerle ilgili olarak saptanmış olan temel hakikatlerin kısa bir özeti böyledir. Bu hakikatler nihai ve değişmez hakikatler midir, yoksa onların karmaşıklığı ya da şaşırtıcı nitelikleri yalnızca daha yüce bir yasanın var olduğunun bir ifadesi midir?

Büyük çoğunluk, pratik olarak ilk görüşü varsayar. Onlar Pentateukhos'un* yazarına, bize bilimsel ve bilimsel olmayan bazı hakikatleri öğretmesi için yetki ve görev verildiğine, kitapta yaşayan varlıkların yaratılması hakkında anlatılanların yalın ve dolaysız gerçek olduğuna ve onunla çelişen her şeyin doğası gereği yanlış olduğuna inanırlar. Ayrıntılarını verdiğimiz bütün olgular, bu görüşe göre, bir yaratıcı buyruğudur, bunun sonucu olarak da tümüyle bilimin ilgi alanı dışında kalırlar.

Bu görüşün sonunda doğru veya yanlış olduğu, en azından şimdilik, genel olarak mantıksal ispat denilen yöntemle, nihai olarak kanıtlanmış değildir – akıl yoluyla tartışmaya uygun olduğunu kabul etsek bile. Bu nedenle onu bir yana bırakarak sadece bilimsel temellere dayandıklarını söyleyen ve böylece sonuçlarının tartışılmasını kabul eden görüşlere geçmemizde sakınca olmadığını düşünüyoruz. Bunu fazla duraksamadan yapıyoruz çünkü konumuzla ilgili olguları yakından bilen kişiler (bu oldukça büyük bir avantaj) kendilerinin her zaman bu ikinci kategori kapsamında olduklarını düşünmeyi uygun görmüşlerdir.

Bu uzman kişilerin çoğunluğu bugüne kadar iki görüş benimsemişlerdir – birincisi, belirlenmiş bazı sınırlar içinde, her tür, sabittir ve değişim göstermesi olanaksızdır; ikincisi, her tür, kökeninde, ayrı bir yaratıcı eylemle üretilmiştir. İkinci görüşün doğruluğunun veya yanlışlığının kanıtlanmasının olanaksız olduğu açıktır. Yaratıcının dolaysız eylemleri bilimin konuları arasında yer almaz; bu nedenle de birincinin mantıksal bir sonucu olarak düşünülmelidir, onun da doğru olup olmadığı kanıtlarla ilgili bir

* Pentateukhos: Tevrat'ın ilk beş kitabı. (ç.n.)

konudur. İnsanların çoğu onu destekleyen kanıtların çok güçlü olduğunu düşünür; ancak bilgi ve kavrama yetileri küçümsenemeyecek birkaç aydın kişi için bunlar inandırıcı olmamıştır. Bunlar arasında ünlü doğa bilimci Lamarck'ın önemli bir konumu vardır; daha aşağı canlılar konusunu, Cuvier de dahil, dönemindeki herkesten daha iyi bilir, ayrıca da iyi bir botanikçidir.

Bu ilginç insanın düşünce tarzını, iki olgunun önemli biçiminde etkilediği anlaşıyor – birisi, yaşayan bütün canlı varlıkların zayıf veya güçlü yakınlık halkalarıyla birbirleriyle bağlantılı olduğu ve böylece en üstteki bir yaratığın çok sayıda basamak yoluyla en aşağıdakine doğru gitmesi; öteki ise bir organın, kendisini belirli yollarla çalıştırarak belirli doğrultuda gelişebilmesi ve bir kere gerçekleşen bir değişimin kalıtsal olmasıdır. Bu iki olguyu birleştiren Lamarck birinciyi açıklamak için ikincisinin etkisini kullanmaya çalıştı. Söylediğine göre, yeni bir çevreye konulan bir hayvanın gereksinimleri değişecektir; yeni ihtiyaçlar yeni arzular yaratır ve bu arzuları tatmin etmeye çalışmak, kullanılan organların uygun bir değişimine yol açacaktır. Bir insanı demirci yaparsanız, kol kasları onlardan beklenene uygun olarak gelişecektir. Yine aynı şekilde, “bazı kısa boyunlu kuşların ıslanmadan balık tutma çabaları, zaman ve sebat sonucu, bütün balıkçıl ve uzun boyunlu bataklık kuşlarının ortaya çıkmasına yol açmıştır.” diyor Lamarck.

Lamarck'ın¹⁰ varsayımı, reddedileli çok zaman geçti ve bunu da hak etmişti: Unutmamak gerekir ki, her acemi çaylağın ayağını ölmüş aslanın cesedine dayayarak poz vermesi çok sık rastlanan bir uygulamadır. Ancak, gerçekten yüce bir insanı, yaptığı hatalı olsa bile, alaya almak ne akılcıdır ne de öğretici; bu bağlamda ise, onun tezinin mantıksal biçimi, içeriğinden farklı bir konumdadır. [...]

10. Jean-Baptist Lamarck (1744-1829), türlerin, hayvanların yaşadıkları süre içinde organlarını kullanmaları veya kullanmamaları sonucu geliştiğini ileri sürdü. Örneğin, zürafaların uzun boyunlu olmaları, yüksek dallara erişmek için boyunlarını uzatmalarının sonucuydu.

Lamarck'ın döneminden bu yana, yetkili doğa bilimcilerin neredeyse tümü, türlerin kökeni konusunda kurgulama yapmayı başkalarına bıraktılar; iyi niyetli çabaları sayesinde, Lamarck'ın teorisinin güvenilir düşünürlerin nezdinde son darbeyi almasını sağlayan "Vestiges"¹¹ kitabının yazarı gibi hayalperest insanlara. Ancak bu suskunluğa rağmen ve kurutulmuş bitki ve hayvan örneklerini adlandırma ötesinde bir ruhu olan birçok dürüst zoolog ve botanikçi için değişim¹² denilen teori, dolapta saklanan utanç verici sır olma konumunu sürdürdü. Bunlar şöyle düşünüyordu: Doğa çok güçlü ve tutarlı bir bütündür, eğer tam olarak görebilirsek, canlılar dünyasında var olan ilahi düzenin çok çeşitli biçimlerdeki cansız maddelerin tabi olduğu düzenle de tutarlı olması gerekir. Gökbilimin, bütün fizik dallarının, kimyanın ve tıbbın tarihi nedir? Cehaletin, olaylara hemen, daha yüce bir gücü işe karıştırarak ikincil nedenler bulması ve insan aklının çoğu zaman çok karşı olduğu halde bunu kabule zorlanmasından oluşan adımların anlatımıdır.

Bu tür sorular elbette sık sık sorulmuştur, ancak eğer bu makalenin yazılmasına yol açan yayın yapılmıyorsa, bunların bilimsel dünyanın saygısını ve dikkatini çekecek biçimde ifade edilmeleri çok uzun zaman alabilirdi. Onun yazarı, daha önce ünlü olan bir ismin¹³ mirasçısı olan Mr. Darwin, şimdi saygın konumda olanların çoğu henüz delikanlıyken, bilimde ilk ününü kazanmıştı; son yirmi yıldır da İngiliz filozoflarının en ön saflarındaki yerini korumaktadır. Sadece bilimi uğruna giriştiği ve dünya çevresini dolaştığı bir deniz yolculuğundan sonra Mr. Darwin, doğa bilimcilerinin ve yerbilimcilerin dikkatini hemen çeken bir dizi araştırmasını yayımladı; yaptığı genellemeler daha sonra, sayısız belgeyle doğrulandı ve artık evrensel kabul görmektedir; bunla-

11. Robert Chambers (1802-1871), evrimin bir resmini verdiği *Doğa Tarihinin İzleri* 'ni [*Vestiges of Natural History*], 1844'te isimsiz olarak yayımladı. Kitap Huxley'den tümünden olumsuz eleştiri aldı, ancak bu makalede Chambers'ın ileri sürdüğü argümanda kullandığı birçok olguyu dile getirmeye başlamıştır.

12. Değişim [*Transmutation*] türlerin zamanla başka türlere dönüştüğü düşüncesidir.

13. Charles Darwin'in büyükbabası olan Erasmus Darwin'e (1731-1802) atf. Türlerin zamanla değişime uğradığı düşüncesinin ilk destekleyicilerindendir.

rın bilimin ilerlemesinde çok büyük etki gösterdiği de sorgulanamaz. En az rastlanan yeteneklerden birisi olan çok yönlülükle Mr. Darwin daha yakın zamanda, dikkatini, zooloji ve ayrıntılı anatominin çok zor bir sorusuna yöneltti; bu çalışmalarının sonucunda da yaşayan hiçbir doğa bilimcisi veya anatomistin daha iyisini yazamayacağı bir monografi yayımladı. Böyle bir kişi, her durumda, tapınağa ellerini yıkamadan girmemiştir; önümüze yirmi yıllık bir araştırma ve düşüncenin sonucunu koyduğu zaman, içimizden reddetmek gelse bile onu dinlememiz gerekir. Ancak çalışmasını okurken, yazarın düşünceleri o kadar berrak, kanaatleri o kadar açık sözlü, kuşkularını içtenlikle ifade etmesi o kadar tarafsız ve dürüst ki, önceleri görev gereği gösterilen dikkatin kısası süre sonra isteyerek gösterildiğinin de kabul edilmesi gerekir. Bu kitabı yargılayacak olanlar onu okumalıdır; burada sadece, genel okuyucu için onun tartışma çizgisini ve felsefi konumunu daha anlaşılır kılmaya çalışacağız.

Baker Sokağı Pazarı şu aralar, her yıl görmeye alıştığımız manzarasını sergilemektedir. Düz sırtlı, ufak topuklu, büyük gövdeli, herhangi yabancı bir türden düşünebileceğiniz ölçüde farklı sığırlar, yarım düzine farklı ırktan koyunlar, bir yaban domuzuna bir belediye meclisi üyesinin orangutana benzediği kadar bile benzemeyen korkunç şişko domuzlar; hepsi de dikkat çekmek ve ödül kazanmak için yarışıyorlar. Bu büyükbaş hayvan yarışmasını, belki de yine bir başka yarış, kökeni olan *Phasianus gallus*'a hiç benzemeyeceklerini kesin olarak söyleyebileceğimiz gıt gıtharak dolaşan, olağanüstü nitelikli kümes hayvanları yarışması izleyecektir. Hayvanlardaki anomalilerin peşinde olan bir kişi yine de ikna olmamışsa Seven Dials'da yapacağı birkaç tur onu, güvercin ırklarının da aynı şekilde, birbirlerinden ve ebeveynlerinin soyundan son derece farklı olduğuna ikna edecektir. Bahçıvanlık Topluluğu ise bitkilerin de doğal türlerden sapma örneklerinden ona, istediği kadarını verebilir. Ayrıca, bu yolculuklar sırasında, hayvan ve bitki anomalilerinin üreticilerinin ve sahiplerinin, onların tamamen ayrı türler olduklarına kesinlikle

inandığını görmesi onu az şaşırtmayacaktır. Bu inancın kesinliği bilimsel biyolojinin varlığından habersiz olma dereceleriyle oranlıdır; bu daha da ilginçtir, çünkü hepsi, böyle “türler” üretme becerileriyle övünmektedirler.

Dikkatli bir soruşturmaya, bütün bunların ve başka birçok yapay cins ve ırktan hayvan ve bitkilerin tek bir yöntemle üretildikleri anlaşılır. Üretici –bu işin ustası olmak, doğal veya edinilmiş kavrama yeteneğine ve sezgisel zekâyâ sahip olmayı gerektirir– hayvanları arasında bazı bireylerde, nereden kaynaklandığını bilmediği hafif bir farklılık olduğunu fark eder. Bu farkı sürdürmek ve söz konusu farkın daha belirgin olduğu bir ırk yetiştirmek isterse, arzu edilen özelliği taşıyan erkek ve dişi bireyleri ayırarak onlardan üretir. Yavrular dikkatle incelenir, farklılığı en belirgin olanlar yine üretim için ayrılır. Bu işlem ilk ırktan istenilen ölçüde sapma elde edilene kadar sürdürülür. O zaman, bu seçim süreci devam ettirildiğinde –yani, hep iyice belirgin olanlardan üretilip, melezlere izin vermemekle– bir ırk oluşturulabilir. Bu ırkın kendini üretme eğilimi çok güçlüdür; bu şekilde elde edilen farklılığın sınırının ne olduğu ise bilinmemektedir; ancak kesin olan bir şey vardır: Bazı köpek, güvercin veya at ırkları sadece fosilleri ile biliniyorlarsa da, hiçbir doğa bilimci onların farklı türler olduğunu söylemekte duraksamaz.

Ancak bütün bu örneklerde, insanlar işe karışmaktadır. Üretici olmazsa seçim de olmaz, seçim olmadan da ırk olmaz. Doğal türlerin de buna benzer bir şekilde ortaya çıkma olanağını kabul etmeden önce doğada, insanın yerini alarak kendiliğinden [*sua sponte*] seçim yapan bir gücün var olduğunu kanıtlamak gerekiyor. Mr. Darwin’in iddiası da, “doğal seçim” olarak adlandırdığı bu şeyin varlığını ve işleyiş şeklini [*modus operandi*] keşfetmiş olduğudur; ve eğer bu doğruysa süreç çok basit ve anlaşılabilir-dir, ayrıca da çok aşına olduğumuz ama neredeyse unuttuğumuz olgulardan, kolaylıkla çıkarılabilmektir.

Örneğin, canlı varlıklar arasında her gün ve her saat sürüp giden o olağanüstü yaşama savaşının bütün sonuçları üzerinde

kim yeteri kadar düşündü? Her hayvan başka bir hayvan veya bitkinin pahasına yaşamakla kalmıyor, bitkilerin kendileri de birbirleriyle savaş halindeler. Toprak, fide durumuna gelemeyecek tohumlarla dolu; fideler birbirlerinin havasını, ışığını ve suyunu çalyorlar, en güçlü hırsız kazanıyor ve rakiplerini yok ediyor. İnsanların hiç dokunmadıkları vahşi hayvanlar, ortalama olarak her yıl öteki yıllardan sayıca ne daha fazla ne de daha azlar; ancak biz her çiftin yılda bir ila, belki de bir milyon yavru ürettiğini biliyoruz. Böylece, ortalama olarak, her yıl, doğan kadarının da öldüğü, matematiksel olarak kesin; kurtulanlar, yok olmaya karşı ölenlerden daha dayanıklı olanlar.¹⁴ Her türün bireyleri karaya oturan bir geminin mürettebatına benzerler; sadece çok iyi yüzücülerin karaya ulaşma şansı vardır.

Canlı varlıkların yaşamaları için gereken koşulların böyle olduğu sorgulanamaz. Mr. Darwin de bunlar arasından doğal seçilimin düzeneğini keşfetmiştir. Bu hiç durmayan rekabet sırasında (A) türünden bazı bireylerde, giriştikleri savaşta onları hemcinslerinden biraz daha üstün kılan bazı rastlantısal farklılıklar olduğunu varsayalım. Bu durumda, bu bireyler beslenme konusunda daha şanslı olmakla kalmıyorlar, başka bakımlardan da hemcinslerine göre üstünlükleri oluyor ve geride ebeveynlerinin farklılıklarını üretecek yavrular bırakma şansları da daha fazla. Bu yavrular da, benzer nedenlerle kendi çağdaşlarından daha ayrıcalıklı olmaya yöneliyorlar. Bu durumda A'ya benzeyen türlerden sadece birisi için yer olduğundan daha zayıf olan cins zamanla, dengeyi bozan yeni olumsuzluk nedeniyle yok olacak ve güçlü olan onun yerini alacaktır. Çevredeki koşullar aynı kaldığı sürece yeni cins (ona B diyebiliriz) –tartışmamız bağlamında ilk cinsten elde edilen ve bu koşullar için en uygun olduğu varsayılan cins değişmeden kalacak, rastlantısal bütün sapmalar B'den daha az güçlü bir konumda kalacakları için hemen yok olacaklardır. B'nin var olmayı sürdürme eğilimi, art arda gelen nesiller boyu var olmayı

14. Bu paragrafı Wallace'ın makalesinde yapılan kanıtlamayla karşılaştırın.

sürdürmesiyle daha da büyüyecek ve yeni bir tür olmanın bütün özelliklerine sahip olacaktır.

Ancak öte yandan, eğer yaşam koşulları, çok küçük ölçüde olsa bile değişirse ve B artık onların olumsuz etkilerine karşı koyup, olumlu etkilerinden yararlanamaz duruma düşerse, bu durumda daha yetenekli bir (C) çeşidi ortaya çıkarsa C, B'nin yerini alacak ve yeni bir tür olacaktır. Böylece, doğal seçimle A türünden, art arda B ve C türleri ortaya çıkacaktır.

Bu çok ilginç varsayımın canlı varlıkların zaman ve uzaydaki dağılımlarında görülen birçok anomali için neden bulmamıza olanak sağladığı ve yaşamın temel olgularıyla ve düzeniyle çelişmediği, kanımızca sorgulanamaz. Ayrıca, şimdilik, öncüllerinin herhangi birisine kıyasla çok büyük üstünlükleri olduğu da kabul edilmelidir. Fakat sorgulamanın şimdiki aşamasında Mr. Darwin'in görüşlerinin doğruluğunu veya yanlışlığını kanıtlamak çok daha farklı bir konudur. Goethe'nin "Thätige Skepsis" (aktif kuşku) dediği zihinsel durumu betimleyen çok yerinde bir vecizesi vardır. Bu kuşku, hakikati o ölçüde sever ki ne kuşkulanmayı sürdürmeyi göze alır ne de doğruluğu kuşkulu olan inançla kendini yok etmeyi. Türler konusunda çalışanlara, Mr. Darwin'in varsayımı ya da bu konudaki herhangi bir başka varsayım için, bu zihinsel tutumu benimsemelerini öneririz. Bir yirmi yıl daha el birliğiyle yapılan araştırmalar, belki de, doğa bilimcilerin, Mr. Darwin'in Doğada var olduklarını ikna edici biçimde gösterdiği değişim nedenlerinin ve seçici gücün onun iddia ettiği bütün etkilere yol açacak yeterlilikte olup olmadıklarını, ya da tersine, Lamarck'ın gerçek neden (*vera causa*) olarak egzersizle değişimi abarttığı kadar, Darwin'in de doğal seçim ilkesinin değerini abartıp abartmadığını saptamalarını olanaklı kılacaktır.

Ancak, her durumda, daha yakın dönemdeki yazarın, seleflerine göre sahip olduğu bir üstünlük bulunmaktadır. Nasıl doğa boşluktan nefret ederse Mr. Darwin de kurgulamadan nefret eder. Herhangi bir anayasa hukukçusu kadar vakalara ve örneklerle hiç doymaz. Ortaya koyduğu bütün ilkeler, gözlem ve de-

neyle test edilmeye elverişlidir. İzlememizi istediği yol, ideallerle dokunmuş hayali bir örümcek ağı değil, sağlam ve geniş bir gerçekler köprüsüdür. Eğer bu doğruysa, bizi bilgimizdeki birçok boşluğun ötesine güvenle taşıyacak ve daha yüce bir yetkenin haklı olarak uyardığı, kısır bakirelerin büyüleyici tuzaklarından, Son Nedenlerden bağımsız bir bölgeye götürecektir. Masadaki yaşlı adamın son sözleri “Evlatlarım, üzüm bağını kazın.” olmuştur. Oğulları ise hazine bulamadılarsa da üzümlerle zengin olmuşlardı.



WILLIAM BATESON

Galton'un Genetiği

Mendel'in Kalıtım İlkeleri'nden (1909)

William Bateson'un (1861-1926) *genetik* terimini icat eden kişi olduğu söylenir. 1894'te evrimin, Darwin'in ileri sürdüğü gibi yavaş ve sürekli olarak değil, daha çok hamleler şeklinde geliştiğini iddia eden bir teori yayımlandı. Bu görüş, günümüzde Stephen Jay Gould ve Niles Eldridge'le yakından bağlantılıdır. Bateson, savını güçlendirmek amacıyla değişimin çabuk ve ani olarak nasıl olabileceğini anlamaya yönelik üreme deneyleri yapmaya başladı. 1900'de, bu konuda yapılmış daha önceki çalışmaları araştırırken Gregor Mendel'in "Melez Bitkiler Üzerinde Deney" makalesini buldu. Avusturyalı bir keşiş olan Mendel artık yaşamıyordu, makaleyi de 34 yıl evvel yayımlamıştı. Yazı, pek kimsenin dikkatini çekmemişti. Ancak Bateson Mendel'in çalışmasını hemen benimsedi, makalesini İngilizceye çevirdi ve *Mendel'in Kalıtım İlkeleri* (1902) başlıklı bir kitap yazdı.

Daha sonra, yeni kalıtım teorisi bu alanda daha önce yapılmış olan hemen hemen her şeyi çöpe attıktan sonra, Bateson kitabının ikinci baskısını yayımladı. İkinci baskıdan alınan bu makalede Bateson geleneksel görüşü en kesin biçimde ifade eden, kalıtımın bir aile konusu olduğu, bireyin bütün atalarının özelliklerini taşıdığı, bunun da hızlı bir evrimi çok zorlaştırdığı savını tartışmaktadır. Mendel'in çalışmasının keşfedilmesinden kısa süre önce, Francis Galton (1822-1911), yavruların ailelerinin özelliklerini nasıl miras aldıklarının matematiksel bir betimlemesini yayımlamıştı. Galton'un denklemi bilgili ve mantıklı görünüyordu ancak olumlu sonuç vermedi. Galton'un yasasını anlatırken Bateson'un saygılı bir ifade kullanması, insanlara bir zamanlar bu teoriyi benimsediklerini, ancak daha sonra vazgeçtiklerini söyletmek içindir. Bateson, Galton'un çalışmasını kapıdan dışarıya, çöp teneke-sine doğru süpürürken, "uzun süre hatırlanmayı hak etmiştir" dediği bölümü özellikle sevdim.

Galton, kesin bir kalıtım bilgisinin çok önemli olduğunu ısrarla vurgulamıştır. [...] Bu olgularda bir düzenin var olduğunun anlaşıldığına dikkati çekmiş ve tabii oldukları kuralları saptamak için yapılan ilk büyük çaplı girişimin öncüsü olmuştur. Olayları kapsayan bir düzenin varlığının genel kabul görmesi onun çalışmasıyla, onun etkisiyle olmuştur. 1897’de şimdi ünlü olan kalıtım “Yasası”nı resmen açıklamıştır. Yasa, bir yavrunun toplam kalıtımına 1 denirse, buna ana babaların katkısının ortalama olarak $1/2$, büyük ana babaların $1/4$ ve büyük büyük ana babaların $1/8$, vb. olduğunu söylüyordu.¹⁵ Bu sonucu farklı birkaç dizi veriden elde etmişti, ancak temel aldığı kanıtlar özellikle, merhum Sir Everett Millais’in verdiği basset av köpeklerinin şecereleriydi. Bu örnekte, araştırma konusu olan özellik sarı ve beyaza ek olarak siyah rengin de olup olmadığıydı. Renklerden üç-renk, üç-renk olmayan diye söz ediliyordu. Yasanın doğruluğu, şeceresi belirli köpeklerin farklı çiftleşmelerinin sonucunda, bu renkler için bulunan ortalama sayılarla sınıyanıyordu. Bu sayılar, yasanın öngördüğü sayılarla o kadar uyuşuyordu ki, hesap sonuçlarının doğal olgularla genel bir uyum içinde olduğu konusunda akla yakın hiçbir kuşku yoktu. [...]

Galton’un teorisiyle bazı kalıtsal olgular arasında istatistiksel bir uyum olduğu yadsınamazdı ancak, üretmeye veya üretmeyle ilgili literatüre aşina olan bir kimse, teorinin, olguları aynen veya yeterli ölçüde yansıttığını söyleyemezdi. Galton’un kendisi de onu yayımlarken bazı çekinceler koymuştu; ama özel üretme uygulaması konusunda o kadar farklı türde tutarsız olgunun var olduğu bilinmekteydi ki, onun başarısının değerini kabul etmekle beraber, ilk ağızda bunun sadece hakikate doğru bir işaret olduğundan öte bir şey söyleyemezdik. Şimdi anlıyoruz ki Galton’un yönteminin başarısız olma nedeni çözümleme eksikliği idi. Onun yasını, tam anlamıyla, bir kalıtım yasası olarak değil, büyük olası-

15. Galton’un matematiğinin günümüzdeki denklemden göze hemen çarpmayan bazı farkları var, ancak temel fark ataların yer alması konusundadır. Mendel’in genetiğinde her şey ana babadan gelir. Galton’un denkleminde büyük ana babaların torunlar üzerinde ana babaninkinden bağımsız olan doğrudan bir katkısı vardır.

lıkla, o yasalardan birisinin, belirli bazı durumlarda ortaya çıkan bir sonucu olarak değerlendirmek yerinde olur. [...]



Bassetler iki renktir; birincisi, beyaz üzerinde siyah ve sarı benekli olanlar, ikincisi ise birinciden farklı olarak siyah beneği olmayanlar. Birincilere üç-renk, ikincilere de üç-renk olmayan diyeceğiz. Bu iki renkten birisine girmeyen köpeğe rastlanmadığı söylenmiştir, eğer varsa bunun çok çok ender olması gerekir. [...]

Kanıtlar, farklı aile oluşumlarından doğan yavruların taşıdıkları renklere göre sayılarını belirten kayıtlardan oluşuyordu. Böylece üç-renk olan ve üç-renk olmayan yavrularının sayılarını, ailelerin soyağaçlarında o renkten olanların sayısı ile kıyaslamak mümkün oluyordu. Galton'un elde ettiği sonuçlara göre bu iki sayı arasında yakın bir uyuşma vardı; böylece, eğer ailelerin atalarının oluşumu verilirse, bu iki rengin görülme oranlarını oldukça dakik biçimde tahmin etmek olanaklıydı. Galton'un sisteminde aile bütün ataların bir ürünüydü. Her atanın, toplam kalıtıma katkısı, kendi derecesi ölçüsündeydi; belirli bir aritmetik kurala göre daha yakın atalar daha çok, uzaklar da daha az. Bu kural her atanın ortalama katkısını şöyle hesaplıyordu:

ana babaların her biri	1/4
büyük ana babaların her biri	1/16
büyük büyük ana babaların her biri	1/64

vb.; böylece hesaplanan toplam kalıtım bir oluyordu. Bu sistemin, Mendel ilkelerini temel alan sistemlerden tümüyle farklı olduğu görülecektir. Şöyle ki, Soyaçekim Yasasına göre, her atanın, kendisinden sonra gelen her ailenin oluşumunda bir etkisi olduğu varsayılıyor ve daha yakın her atanın bu sayılarda daha hissedilir bir etkisi olduğu düşünülüyor.

Üretme uygulamasında bilgi sahibi olan bir kimsenin, Galton Yasasının, iddia ettiği evrensel geçerliliğe sahip olduğunu aklın-

dan bile geçirmediği doğrudur ama diğer yandan, daha önce hiçbir düzenin saptanamadığı çeşitli durumları bu yasanın başarıyla açıkladığından da kuşku yoktur.

Şimdi, modern bilgiler ışığında bu kanıtın anlamını ele almalıyız. Galton'un görüşlerinin yayımlandığı dönemde ayırım¹⁶ [*segregation*] hakkında hiçbir şey bilinmiyordu. Her bireyin, özellikler ne olursa olsun, yakın atalarının gösterdiği özelliklerden herhangi birini taşımaya ve gelecek nesillere aktarmaya muktedir olduğu varsayımı, en azından biyologlar tarafından, sorgulanmadan genel kabul görmüştü.¹⁷ Bu düşünceye göre, atalarının oluşumu ve aktarma güçleri bakımından farklı olan birey gruplarının sayısı çok çok büyüktür, halbuki alelomorfizmin makul olduğu bütün durumlarda birey gruplarının sayısı sadece üçtür; bunlardan ikisi homozigot birisi heterozigot¹⁸ özellik taşır. Bu nedenle iki sistem arasındaki fark mutlak ve bağdaştırılamazdır.

Mendelvari olgular ilk fark edildiklerinde doğal olarak bazı türden durumların Mendel planıyla, diğer bazılarının da Soyaçekim Yasasıyla uyumlu olacağı düşünülmüştü. Ancak araştırmalar ilerledikçe kesin çözümleyici yöntemlerin uygulandığı neredeyse bütün örneklerin Mendel'in ayırım ilkesine indirgenebildiği anlaşıldı; bu şekilde açıklanamayanların, hepsi olmasa da bazılarının, sonunda aynı kurallara tabi olduklarının gösterileceğinden eminiz. Basset köpeklerinin gibi bu kuralın dışında olan olgular için yanıtlanması gereken ilk soru kayıtların doğru olarak tutulup tutulmadığıdır. Eğer tiplerden birisi baskın değil¹⁹ ise, doğal ola-

16. Mendel'in birinci ilkesi ayırım yasasıdır: Her insanın, her özellik için iki aleli vardır ama cinsiyet hücrelerine bunlardan sadece birisini verir. Bu anlamda ayırım yalnızca bir ayrılır. Mendel üreme sürecinde alellerin ayrıldıklarını söylemiştir.

17. Eski teoriye göre, örneğin mavi gözlü atalara sahip olmak, sonra gelen nesillerde mavi göz olabileceği anlamına gelmektedir. Mendel teorisi ise, eğer size mavi göz için bir alel verilmişse ancak, mavi gözlü soyunuz olabileceğini söyler.

18. Homozigot bir kişi, bir özellik için birbirinin aynı olan iki alele sahiptir, heterozigot kişi ise farklı iki alele sahiptir.

19. Resesif nitelikler, kişi, ana babanın her birinden birer baskın olmayan aleli almış olduğu zaman ortaya çıkar. Mendel, sadece bir aleli aldığı zaman bile ortaya çıkan baskın niteliklerle, ortaya çıkmak için iki alelin var olmasını gerektiren baskın olmayan nitelikleri birbirinden ayırıştır.

rak bunun siyah içermeyen üç-renk olmayan olması beklenir. Siyah lekesi olmayanlar moda olmadığı için o renkte iki köpek arasında daha az çiftleşmeye izin verilmiştir. Yine de, bu tür çiftleşmelerden doğan 41 köpekten 20 tanesi üç-renkti. Bu kayıtların bilim adamlarınca veya doğrudan tam belirli bir bilimsel amaç için yapılmamış olmasına karşın, bunların hepsinin hatalı olduğunu düşünmek de olanaksızdır. Yeni ve doğrudan veriler gelene kadar bu kayıtların doğru olduğunu kabul etmek zorundayız.

Sir Everett Millais, *Akla Dayalı Soy Üretiminin Kuramı ve Uygulaması* kitabında [...] bu konuyla ilgili birkaç şeyi kısaca değinmiştir. Söylediğine göre, İngiltere’de iki Basset soyu vardır: Couteulx ve Lane. “Couteulx genel olarak, kusursuzca üç renklidir, siyah ve taba renkleri koyu ve belirgindir. Lane tazıları ise üç-renk olduklarında renkleri çok açıktır, ama gerçekte daha çok, limon sarısı ve beyaz olurlar.” Başka bir yerde de “saf couteulx neredeyse her yavruladığında, genel olarak aralarında bir tane de limon-beyaz yavru bulunur.” diye yazıyor.

Sarı ve siyah renklerin genetik ilişkileri, gördüğümüz gibi, başka tipler için bu kadar karmaşık ve belirsiz olmasaydı, üç-renk olmayanlardan üretildiği söylenen üç-renklileri, “zayıf” üç-renklilerin hatalı sınıflandırılmasına atfedebilirdik, ancak söz konusu olan bu sonuçlar için böyle bir fikri güvenle ileri sürmek pek göze alınamaz. [...]

Şu anda, Basset olguları için söylenebilecek tek şey, onların kesinlikle kuraldışı olduklarıdır. Doğaları hakkındaki en olası görüş ise onların düzenli olmayan baskınğa bir örnek oldukları yolundadır; ancak bu da, güvenle öne sürülemez.

Mendel’in yöntemleri yeniden keşfedilmeden önce, kısmen doğru olan bir çözümleme sistemine tabi tutulan bu tek örneğin, bu kadar olağandışı bir durumda olması çok tuhaf.

Daha önce yaptığımız gibi, belirli bir grup örneğin tabii olduğu bir Soyaçekim Yasasını öngörmek için bir neden de yok. Bu ilke, bazı durumlarda Mendelvari sürecin sonuçlarının bir özetini vermektedir; herhangi bir doğal kalıtım olayına uygulanabilmesi

de büyük olasılıkla, bundan kaynaklanmaktadır. Soyaçekim Yasası doğal olarak, üstünlüğü veya ayrımı, gerektirdiği bütün sonuçlarla dikkate almamaktadır; ancak kendi aralarında rasgele üreyen bir toplulukta görülebilecek sonuçları açıklarken yaptığı tahminler çoğu zaman gerçeğe çok yakındır. [...]

Çözümlememiş istatistiklere dayanan yöntemlerin kalıtımın incelenmesinde bilimsel değeri olduğu iddiasının, olguları incelemiş olanları yanlış yönlendirmesi pek söz konusu değildir. Bu yöntemlere kendilerini adanmış olan Profesör Pearson ve başkaları, son zamanlarda, Soyaçekim Yasası ve Mendelvari çözümlemelerin sonuçları arasında temel bir uyumsuzluk olmadığını söyleyerek konumlarını savundular. Uygun bir tür tarafsızlık sığnağı arayan bazı yazarlar da aynı önermeyi açıkça tekrarlamasalar da bu konu dikkate alınmaya değmezdi. Ancak Mendelvari ve biyometrik sonuçlar arasında temelde bir uyum olduğunu ileri süren biyometricilerin, bunu ancak Mendelvari olguların yanlışlığını göstermek için olanaklı bütün yöntemleri tükettikten sonra ileri sürdükleri de gözden kaçmamalıdır. O saldırılar başarısızlığa uğradıktan sonra, bizden Soyaçekim Yasasının istatistiksel bir sonucu ifade ettiğine, fizyolojik süreçlerle ilgili olmadığına dikkat etmemiz isteniyor. Mr. Galton'un bu konudaki fikirleri aşağıdaki alıntıda iyice açıklanmaktadır. Orada, fizyolojik bir süreç olduğu aşikâr olan *gametogenesisi*²⁰ yardıma çağırarak bu sürecin, kendi yasasının gerektirdiği gibi gerçekleştiğini söylüyor. Yasa'nın Basset köpeklerine uygulanabilir olduğunu açıklarken şöyle yazıyor:

Bu istatistiksel yasadaki hiçbir şeyin, temel soy çizgisinin, bazı istisnalar dışında, insandan insana değil de tohumdan tohuma geçtiği yolundaki genel kabul görmüş düşünceyle çelişmediğine dikkat edilmelidir. Kişinin bir bütün olarak, tohumun iyi bir temsilcisi olduğu düşünülebilir; böyle olunca da, insanlara uygulanan istatistikler,

20. *Gametogenesis*, üreme hücrelerinin oluşmasıdır.

tohumlar için de geçerli olur, ama tek tek durumlarda daha az kesindirler. Tohum hücrelerinde görülen ikiye bölünmeyi ve ardından, iki ebeveynin her birinden gelen birkaç hücrenin yarısının dışarıya atılıp, dölütün tohum hücresine katılması bu yasayla tam uyum içindedir. Bu bakımdan, yasanın aşikâr olan yapaylığının neden olduğu kuşkuya yer yoktur; fizyolojik olgularla tam uyumlu olması, onun doğruluğu lehinde bir önyargıya neden olmalıdır, tersine değil.

Mr. Galton ayırım olgusunu bilseydi Soyaçekim Yasasını yayımlamazdı. Bu olgu fark edilip anlaşıldıktan sonra Soyaçekim Yasasının yararlı veya dolaysız uygulanabilirliği konusundaki bütün sorular sone erer. Kalıtım olgusunu ve onun bütün değişikliklerini temsil eden bu yöntem, herhangi bir bireyin, herhangi bir atanın, özellikle de daha yakın bir atanın özelliklerini geçirebileceği yolundaki yanlış varsayıma dayanmaktadır. Bu düşüncenin yanlış olduğu gösterilince, biyometricilerin, dünyaya kalıtımın bilimsel bir çalışması olarak sundukları yapının da hiçbir anlamı veya değeri kalmamıştır. Görmüş olduğumuz gibi ataların oluşumunun istatistiksel incelemesi, arada, gerçekte oldukça uyumlu olan bir tahminle sonuçlanabilir, ama bu rastlantısal bir sonuçtur ve tahmin için yapılan muhakeme tarzında var olan herhangi bir gerçek payının sonucu değildir.

Karmaşık bir problemin çözümünü gereken veriler ve cihazlar olmadan, gayret ve ustalık yoluyla çözme girişimi olarak, Mr. Galton'un çalışması uzun süre hatırlanmayı hak etmektedir. Biyoloji tarihinde de önemli ve yüreklendirici bir olay olarak yerini almaktadır.



EDMUND BLAIR BOLLES

Gestalt Psikolojisi

Bilmenin İkinci Bir Yolu'ndan (1991)

Gestalt ekolü, zihin ile duyuşsal deneyimler arasındaki ilişkiyi incelemek üzere, diğer bütün psikolog gruplarından daha çok teknik geliştirmiştir. Gestaltçılar bedenın bireysel duyuşlarının bütünleşmiş, anlamlı deneyimlere nasıl dönüştüğünü sorguladılar. Örneğın kırmızı, sarı ve yeşilin karışımı, bir kâsedeki meyve görünümüne nasıl dönüşüyor? Bu, Aristoteles'in de sorduğu çok eski bir felsefî sorudur. Daha yakın zamanlarda ise, bizim basit gibi görünen bu dönüşümü açıklayamamamız bilgisayarlar sağıduyu verilmesine önemli bir engel oluşturmuştur. Bilgisayarlar simgelerle işlem yapmakta usta olabilirler; ancak, sağıduyu mantık değil algılama kullanır. Algılama nasıl işler?

Gestalt psikologları bu soruya deneysel olarak yaklaştılar ve bilgisayar çağının çok öncesinde algılamanın metafizik bir bilmecedan ibaret olmadığını ortaya koydular. Gestalt psikologları, bilimciler olarak, sorularının, bizzat bilimsel bilginin nasıl olanaklı olduğunu ve bilimsel hayal gücünün nasıl çalıştığını anlamadaki önemini gördüler. Çünkü bilimciler bilgiden yoksun olan merakla yola çıkıp, genel anlayışa ulaşmak için duyuşsal deneyimleri kullanırlar. Gestalt psikolojisi, Galileo'nun başarısının, sadece, mahallesinde teleskopu gökyüzüne çeviren ilk kişi olmasından kaynaklanmadığını anlamıştır. O, topladığı verilerin anlamını şöyle ya da böyle fark etmişti. Verinin anlama dönüşmesi nasıl gerçekleşmişti? Ölçümlerinde bir tuhaflık olduğunu fark eden Marie Curie, üzerinde çalıştığı maddeler arasında bilinmeyen bir element olduğunu anlamaya nasıl geçmişti? Kendinden önce birçoklarının yaptığı gibi, Alfred Wegener de küre şeklinde bir haritaya bakmış ancak, Afrika ve Güney Amerika'nın biçimlerinin birbirine çok iyi uyduğunu nasıl fark etmişti? Bu sorular, tıpkı bu kitabın düzenlenmesinde olduğu gibi, Gestalt araştırmasının ta kalbindeydi. Gestalt psikolojisi konusundaki –kendi yazdığım– bu makaleyi, bilimin öyküsünü bilimsel hayal gücü konusuyla birleştirdiği için seçtim. Edmund Blair Bolles

(1942) –yani “ben”– kendim/kendisi bir gestalt psikoloğu değildir ve bu yazı başka bir şekilde düzenlenmiş ünlü bilim yazılarını içeren herhangi başka bir kitapta yer almaz. Ancak bu antoloji duyusal meraktan açık seçik ifadeye giden yolu izliyor; bu makale de bu değişim hakkındadır.

Duyusal girdilerin doğası bir yüzyıl önce tartışılmış ve sonunda, 1910’da, Galileo’nun yaptığı herhangi bir şey kadar düzenli bir dizi deney sonucunda nihayet çözüme kavuşmuştur. Praglı bir psikolog olan Wertheimer algılamaların duyusal girdilere indirgenemeyecek etkiler içerdiğini kanıtlamıştır. Psikoloji, temelde, sağduyunun bu yadsınmasından gücenmiş ve ilgisini başka yöne çevirmiştir. 1910’dan sonra gelen on yıllık dönem içinde, Amerikan psikolojisinin “zihinsel yaşam” çalışmalarından zihni tümüyle göz ardı eden davranışçılığa dönmesi bir rastlantı değildir. Zamanla insanlar girdinin rolü konusunda bir savaşın yitirilmiş ve kazanılmış olduğunu unuttular.

Bu kargaşanın özetinde “atomik” algılama kuramı teorisi yer alıyordu. Atomculuğun kökleri eski Yunanlılara kadar gider ve binyıllar boyunca pek değişmemiştir. Bu geleneğin saygınlığı özellikle on dokuzuncu yüzyıl sonlarında yüksekti; çünkü kimyaya anlam kazandırmakta görkemli bir başarı sağlamıştı. Atomculuk, psikoloji açısından, bir ineği görmemizin nedeninin inekten gelen atomların gözümüzü uyarması olduğunu ileri sürüyordu. Bizler sadece atom demetlerinin çeşitli duyu organlarımıza çarpmasını algılıyorduk. Başka bir deyişle, bu görüş, esasta, günümüzde bilgisayarların insanlar kadar iyi algıladığına inanan kişilerin ileri sürdükleriyle hemen hemen özdeşti. Yalnız, çağdaş fizikalistler atomlardan söz etmek yerine bilgiyi duyu organlarına enerjinin götürdüğünü söylüyorlar. [...]

Her Şey Orada mı?

1891’de [...] Avusturyalı psikolog/filozof Christian von Ehrenfels, *Gestalt Özellikleri Üzerine* [*On Gestalt Qualities*] başlık-

lı bir makale yayımladı. Gestalt, İngilizceye kolayca çevrilemeyen bir Almanca sözcüktür. Ehrenfels bu sözcüğü, bir algılamadaki fiziksel uyarının özünde var olmayan şeyler karşılığı olarak kullandı. Yüzyıllar önce Galileo fizik biliminin, bir şeyin “birincil” niteliklerini, ölçülebilir özelliklerini, incelediğini söylemişti. O zamandan bu yana fizik kendini nesneleri, onların ağırlıklarını, büyüklüklerini ele almakla sınırladı. Gestalt özellikleri bir deneyimin, Galileo’nun fizik alanı dışına kovaladığı “ikincil” özellikleridir. Melodiler gestalt özelliğine bir örnektir. Bir melodiyi onun üzerinde düşünmeden duyarız. Ancak melodi sesin ölçülebilir boyutlarının neresinde saklıdır?

Ehrenfels melodinin, uyarının birincil özelliklerinden gelmediğini göstermek için bazı basit deneyler yaptı. Bir melodiyi, bir besteyi tanımlamak zordur; ama insanlar onları duyduklarında ne olduklarını bilirler. Atomcu teori müzikteki ayrı ayrı tonların melodiyi oluşturduğu fikrindeydi. Ehrenfels bir melodinin belli bir anahtarda çalındığını dinleyen kişilerin, o melodi başka anahtarda çalındığında onu tanıdıklarını göstererek bu fikri çürüttü. Bu sonuç müzikle biraz ilgili olan kimseleri hiç şaşırtmasa da, atomcular bunu kolayca açıklayamıyorlardı. Ehrenfels bir yerlerde, atomlarda, başka bir özellik daha olması gerektiğini dile getirdi. Ancak böyle bir açıklama Pandora’nın kutusuna doğru bir işaret tir. Eğer psikologlar Galileo’nun sürgün ettiği bütün özellikleri yeniden fiziğe getirmeye başlarsa bilim çağı da tarihe karışır; bizler de insanların ellerinden gelen en iyi şeyin belirsiz nitelik betimlemelerinden ibaret olduğu eski günlere döneriz.

Bazı psikologlar melodinin müziksel duyumlar arasındaki ilişkide yattığını, tek tek notaların önemsiz olduğunu söyleyerek von Ehrenfels’in deneyini geçiştirmeye çalıştılar. Yapılan yeni deneyler, ilişkileri değiştirmenin melodiyi her zaman ortadan kaldırmadığını gösterdi. Girdiler çarpıtıldığı zaman bile dinleyiciler onu fark ediyorlardı.

Bu durum, melodinin nesnel olarak orada, müziğin içinde olmadığı şeklinde açıklanabilir. Melodi dinleyicinin öznel bir icadı,

öznel olguları yansıtan bir şey olabilir. Von Ehrenfels bu yanıtı ileri sürmedi; çünkü bu, fizikçinin hakikat modeline aykırı düşmektedir. Fizikte hiçbir etki bir dış neden olmaksızın meydana gelmez. Çevre her şeyi şekillendirir. Eğer zihnin, fiziksel çevrede bulunmayan şeyleri kurduğunu söylemeye başlarsak fizikçinin modelinden ayrılır, onun insanlar için geçerli olmadığını söylemiş oluruz. Von Ehrenfels'in böyle kökten amaçları yoktu ve melodinin sadece onu dinleyen kişiye şarkı söylediğini ileri sürmedi.

Bazı Şeyler Orada Değil

Psikologların atomlarda olmayan şeylerin algılanabileceğini ileri sürmesi aşağı yukarı yirmi yıl gerektirdi. Geriye bakıldığında bu görüşün kaçınılmaz gibi olduğu anlaşıyor. On dokuzuncu yüzyılın sonları yanılısamaya dayalı eğlencenin toptan üretimine başlanmasına tanık oldu. Özellikle sinema şeklinde yanılısama büyük ilgi görmeye başlamıştı. Günümüzde bile filmler, girdide olmayan şeylerin algılanmasının hep bilinen örnekleri gibidir. Filmler hareketsiz fotoğrafların hızlı gösteriminden başka bir şey değildir. Gördüğümüz hareket orada, beyaz perdenin üzerinde değildir; kafamızdaki bir işlemdir. Bu tür görünür hareketler için bir fizikalistin "açıklaması" görüntü-sonrası denilen bir olguya, ışık kapatıldıktan sonra da ışığın görülmeye devam etmesi olgusuna dayanır. Görüntü-sonrası kavramı, perdede neden titreşim görmediğimizi belki açıklayabilir; ama hareketsiz görüntüleri nasıl hareket ediyor gibi gördüğümüzü açıklamak için bir şey yapmıyor. Nasıl oluyor da, görüntü-sonrası, filmin bütün sahnelerini bulanık bir karmaşaya çevirmiyor?

Psikolog Max Wertheimer 1910 yazında Ren Vadisine tatile gitmek üzere bir trene bindi. Yol boyunca görünür hareket problemi üstünde düşünmeye başladı. O durağan görüntülerden hareket nasıl çıkıyordu? Bir bilimci için bir problem üzerinde düşünmenin doğal yöntemi onu parçalara ayırmaktır. Wertheimer'in sonradan dediği gibi "Elementleri izole et, yasalarını bul, sonra yeniden birleştir: Problem çözülmüştür." Trende giderken Wert-

heimer birden bu çözümleyici yaklaşımın bir sonuç vermeyeceğini gördü. Görünür hareket parçaların bir sonucu değildi. O bütünden geliyordu. Wertheimer içine doğan bu kavramı daha sonra Gestalt teorisinin temel taşını oluşturan bir ilke şeklinde ifade etti: Bütün, parçaların toplamından farklıdır. (Lütfen *farklıdır* sözcüğüne dikkat ediniz. Gestalt psikologları bir bütünün onu oluşturan parçaların toplamından *daha büyük* olduğunu öğretmekle suçlanırlar. Gestalt psikolojisi matematiğe meydan okumadı. Söylediği, bütünün doğasının sadece parçaları toplayarak bulunamayacağı idi. [...])

Wertheimer bu fikri o kadar sevmiştir ki hemen trenden indi ve deneylere başlamak üzere bir otele yerleşti. Bir resim bloknotu, şu biraz kıvrıp parmağınızı çekince sayfaların hızla çevrildiği ve sayfadaki resimlerin hareket ediyor gibi görüldüğü bloknotlardan bir tane aldı ve onunla oynamaya başladı. Kısa sürede görünür hareketi incelemek için bir dizi deney geliştirdi.

Wertheimer'in deneylerinden en önemlisi karanlık bir odada oturan bir kişinin karanlık boşluğa baktığı deneydi. Gözlemci, önünde iki ışık olduğundan habersizdi. Onlardan biri odanın solunda öteki de sağında duruyordu. Soldaki lamba birden yandı ve sonra söndü. Saniyenin yirmide biri kadar bir zaman sonra da sağdaki ışık yandı ve söndü.

Gözlemci soldan tek bir ışığın yandığını ve sönmeden önce sağa gittiğini söyledi. Gözlemcinin algıladığı bu hareket orada, odanın içinde gerçekten, olmamıştı. Bu etkiyi açıklayabilecek atomlar da yoktu. Hareket gözlemcinin bir kurgusuydu. Wertheimer bu sonuçta uzayın ve zamanın oynadığı rolü ölçmek için başka birçok deney daha düzenledi. Bazı kişilere de gerçekten yanan, hareket eden ve sönen bir ışık gösterdi. Gözlemciler bu gerçek hareket ile görünür hareket arasında hiçbir fark görmediler.

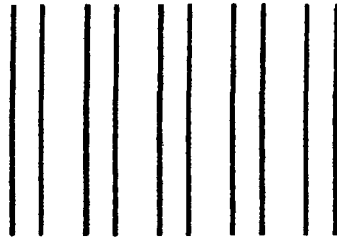
Bir film seyretmiş olan herkes bu sonuçların zihinsel çıkarımlar olmadığını, ayrıntılarını "şöyle olmuş olmalı" şeklinde yarı buçuk anımsadığımız olaylar türünden olmadığını bilirler. Görünür hareket gerçek hareket gibi görünür ve öyle duyumsanır. Bir

filmde, sokakta yürüyen insanlar tıpkı gerçek yaşamda sokakta yürüyen insanlar gibi görünürler. Ancak orada girdide hareket yoktur; o gözlemcinin kafasında yer alan bir edimdir.

Gestalt Psikolojisi

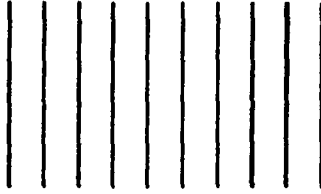
Wertheimer ve onun hareket deneylerine katılan iki kişi –Wolfgang Köhler ve Kurt Koffka– Gestalt psikolojisi olarak bilinen ekolü geliştirdiler. Burada *Gestalt* genellikle “bütün” anlamında çevrilmiştir ve insanların algıladığı, üstünde düşündüğü ve ona göre hareket ettiği “bütünlere” gönderme yapar. Koffka anlamlı olarak kabul edilen gruplar için “yaşayan bütün” terimini kullandı. Yaşayan bütün, insanların bir birim olarak algıladığı bir şeydir.

Wertheimer’in ışık deneyinde, örneğin, denekler yanıp sönen her bir ışığı tek bir deneyimin parçaları olarak görüyorlar. Deneyimin parçalarını algılamıyorlar; girdinin bütününe bir anlam veriyorlar. Gestalt araştırmalarının çoğu, insanların hangi şeyleri bütün olarak algılayacağını önceden bilecek kuralları oluşturmak amacıyla yapıldı. Örneğin şu doğrulara baktığınızda,



Gestalt psikolojisi sizin, daha geniş aralıklarla birbirinden aralanmış dar sııklar biçiminde birimleri göreceğinizi tahmin eder. Bazı okuyucular bu “tahmin”e şaşırabilirler. Orada olan gerçekten de bu değil mi! Biraz bilinçli çabayla, doğru parçalarını dar aralıklarla ayrılmış geniş sıık benzeri birimler olarak da görebilirsiniz. O da mı orada? Acaba bu iki farklı görüntü aynı yerde ve aynı zamanda mıdır? Başka birimler de düşünülebilir; ancak genellikle doğruları anlamsız bireyler olarak görmek, her birini kendi

birimi olarak bütün öteki doğrulardan ayrı ve bağımsız olarak görmek zordur. Yine de, atomistik olarak konuşursak, bu son betimleme, görülenin tam betimlemesidir. Yegâne uyarıcı birimler doğrulardır. Daha geniş birimler gözlemci tarafından hayal edilmiştir. Aralarındaki boşlukları eşitlersek, doğruların bireysel varlıklar olarak görünmelerini sağlayabiliriz.



Anamlı düzen birden kaybolmuş gibi.

Günümüz okuyucuları, bu bütünleri görme olgularında özellikle dikkat çeken şey hakkında daha belirgin bir fikre sahiptirler. Hepimiz hemen bütün paketlerin üstünde bulunan evrensel ürün kodlarına alışmışızdır. O doğrular Gestalt psikologlarının incelediği türden şeylere benzerler;



ancak anlamları hiçbir zaman gözlemciye doğrudan yansımaz. Eğer bu kodları biraz daha dikkatle incelersem onlara anlam verebileceğimi sık sık düşünmüşümdür. Ancak bunu hiç başaramadım.

Gerçekte, evrensel ürün kodları bizim nesneleri algıladığımız biçimde çalışmaz. Atomistik açıdan okunmak üzere planlanmışlardır. Standart işaretler girdinin başlangıcını ve sonunu belirlerler. Bir lazer, doğruları ve aralarındaki boşlukları teker teker tarar. Bizim algılama içgüdülerimizin tersine, açık renk boşluklar

da koyu renkli doğrular kadar bilgi içerir. Koda bütün olarak baktığımızda bizim gördüğümüz düzen bilgisayar için görünmezdir; o birimleri tek tek okur.

Wertheimer yaşayan bütünleri algılamamızı anlatırken ünlü bir benzeti kullandı. 1924'te Berlin'deki bir felsefe topluluğu önünde konuşurken şöyle diyor:

Dünya'nın, üstünde birçok müzisyenin bulunduğu geniş bir düzlük olduğunu varsayınız. Ben de çalgıcıları seyrederek, dinleyerek dolaşıyorum.

Bu düşünce görüldüğü kadar garip değildir. Bilimin en eski benzetilerinden biri, doğanın düzenli güzelliğine "kürelerin uyumu" demişti. Kendi iddiasız yaklaşımıyla Wertheimer, bu uyumla karşılaştığımızda onu nasıl tanıyacağımızı sorgulayarak bilimin şah damarına el atıyor:

Önce, dünyanın anlamsız bir çokluk olduğunu varsayalım. Herkes kendi başına ne isterse onu yapıyor. On kişiyi birlikte çalarken işittiğim zaman duyduklarım, her birinin ne yaptığını tahmin etmem için bir temel oluşturabilir; ancak, bu sadece bir rastlantı ve olasılık konusudur; gaz moleküllerinin kinetiğinde olduğu gibi.

[...] Doğal olarak deneyim için bu olasılığa dayalı yaklaşım düşünülebilecek tek yaklaşım değildir. Wertheimer devam ediyor:

İkinci olasılık şu olabilir: Bir müzisyenin do çaldığı her seferinde, şu kadar saniye sonra, bir başkası fa çalıyor. Böylece, bir şekilde eşleştirerek bir teori oluşturuyorum; ancak, çalma süreci bir bütün olarak anlamsızlığını sürdürüyor. Çoğu kimse fiziğin yaptığının da bu olduğunu düşünür; ancak, fiziğin gerçekten yaptıkları bunu yalanlıyor.

[...] Güçlü olmasına karşın, bu çözümleme henüz örüntüde bir anlam bulmamıştır. Wertheimer devam ediyor:

Üçüncü olasılık olarak, diyelim ki müzisyenler, örneğin, bir Beethoven senfonisi çalışıyorlar; o zaman, bütünün bir bölümünü çalıp, ondan bütüne götürücü ve bütünü sap-tayıcı bir yapısal ilke düşüncesine doğru ilerlemek müm-kün olabilir. Buradaki temel yasalar, olayın bizzat niteli-ğiyle ilgilidir; rastlantısal parçalarla değil.

Gestalt psikologları art arda yaptıkları deneylerle insanların anlamları algıladığını –ışıkların hareketi, doğruların düzeni, vb.–, bu anlamların olayların can alıcı özelliğine uzandığını göstermiş-tir. Fakat duyuşal girdiler bu anlamı içermezler.

Anlam

Anlam, algılama düzeyinde öylesine yalın kavramdır ki insa-na şaka gibi gelir. Anlam denince çok derin fikirler aramaya alış-mışızdır. Shakespeare *pöh pöh pöh* dediğinde acaba ne demek is-temiştir? Hayır, bu değildir. Gestalt psikolojisinde anlam daha tem-el bir şeydir. Üstünde size doğrultulmuş bir top namlusu bulu-nan kocaman bir çelik kütlesi görseniz, birisinin de “Ateş” komu-tu verdiğini duysanız, bunun anlamı nedir? Anlamı, önümüzde bir tankın olmasıdır. Bizim burada sözünü ettiğimiz anlam düze-yi budur. Çağrışımları bir araya getirip somut bir birim oluşturan özellikler grubudur. [...]

Anlama nasıl erişiriz? Gestalt araştırmalarının büyük bölü-mü bu soruyu incelemiştir. Örneğin, anlamlıyı diğerlerinden nasıl ayırt ettiğimizi sorgulamıştır. Yayın yapmayan bir televizyon ka-nalını izlemenin nasıl bir şey olduğunu anımsarsak bu problemi anlayabiliriz. Ekran rasgele titreşen binlerce noktayla doludur. Ses ise sürekli bir çatırtıdan ibarettir. Noktaların ve sesin sürekli değiştiğini görür ve işitiriz; ancak, anlamsız olmaları değişmemiş-tir. Böyle bir kanalı izleme deneyimi kısa sürede sinir bozucu ve

can sıkıcı olmaya başlar. Dikkatimizi yakalayacak hiçbir durağan şey yoktur. Kanal tümüyle gürültüdür, hiç resim yoktur. Gestalt terminolojisiyle de zemin var, şekil yoktur.

Gestalt psikolojisinde ilgilendiğimiz şeyler *şekillerdir*. Zemin ise pek kulak asmadığımız duyular topluluğudur. Bir kokteyl partide tek bir kişi ile konuşabiliriz. O kişinin konuşması ilgi gösterdiğimiz şekildir. Odadaki öteki konuşanların gürültüsü arkaya itilir ve kişiliğini yitirir. Aynı partide etrafımıza bakınır ve eski bir dostun yüzünü fark ederiz. O yüz birden bir şekil haline gelir. Algılama şekli zeminden ayırma ile başlar. Bir adım sonra, partide bir yüzü fark etme gibi, bireysellik keşfedilir. Gestalt araştırmaları şekillerin bireyselliği konusunda çok az şey yapmıştır. O daha çok kimliği bulmak üzerinde yoğunlaşmıştır.

Bu noktaya açıklık getirelim. Bir deneyimin algısal anlamının merkezinde onun *kimliğinin ve bireyselliğinin* fark edilmesi vardır.

Algısal Anlam

Algısal şekillerin şaşılacak bir özelliği onların bize doğru fırlamalarıdır. İlk anda onları bütün olarak görürüz. Bilgisayar programcılarının girdi birimleri arasına koymaktan hoşlandıkları yapay duraklamalara gereksinimimiz yoktur. Yayımcılar kitapta-ki sözcükler arasına aralıklar koyarlar; ama konuşmacılar buna pek aldırılmazlar. Sözcük aralıkları olmadan basılmış bütün bir kitap çok yorucudur; ancak anlamkendi aralığını koyar. Gestalt psikolojisine göre, şekil ile zemin arasındaki ayırımı algılama seçime bağlıdır. Şekli oluşturan şeyleri biz seçeriz ve zihnimizde onu zeminden ayırırız. Yine Gestalt psikolojisine göre şekil ile zemin arasındaki ayırımı algılama da otomatik seçimlere bağlıdır. Bir şekli oluşturan şeyleri otomatik olarak seçer ve zeminden ayırırız.

Gestalt ilkeleri, gerçek-dünya bağlantılı birçok algılama konusunun anlaşılmasında değerlerini kanıtlamışlardır. Sanatçılar bu ilkeleri, imgelerini seyircilerin görmesi ve tepki göstermesi için özellikle kullanırlar. Eleştirmenler Gestalt ilkelerinin değişik

sanat eserlerinin yarattığı etkileri açıklamada yararlı olabileceği kanısındadırlar.

Doğal olguların da Gestalt ilkeleriyle açıklanabilir olduğu anlaşılmıştır. Bana en ilginç geleni ise, kamuflajın doğası konusunda getirdikleri anlayıştır. Kamuflajın, arka planda kalıp gözden kaybolmak için uygulandığını hep biliriz. Bukalemunlar, aslanlar, ceylanlar, hepsi de kimliklerini saklamak için bu tekniği kullanırlar. Ancak Gestalt ilkeleri hayvanları kolayca görünür yapan kamuflaj türünü de açıklamaktadır. Bu ilkeler bireyselliği belirsiz kılmak şeklinde iş görürler.

Zebralar, renk ve desenleriyle, üç yüz yarda uzaktan bile içinde bulundukları ortamda karıştırılmaları olanaksız hayvanların ilginç bir örneğidir. Gerçekten de, zebraların desenleri, işlevsel bütünleri oluşturan çeşitli Gestalt ilkelerine hemen hemen kususursuz denebilecek bir örnek oluştururlar. *Benzerlik yasası* benzer şeyleri bütünler halinde gruplandıracağımızı söyler. Siyah ve beyaz çizgileri algıladığımızda, onları çizgisiz zeminden otomatik olarak ayırt ederiz. *İyi süreklilik yasası* düz doğruları ya da düzgün yaylar şeklindeki çizgileri aynı gruba ait olarak gördüğümüzü söyler. Böylece, bir kaya ya da bir çalı zebraı bir ölçüde gözden saklasa bile, çizgileri yüzünden hayvan kolayca görülebilir. *Yakınlık yasası* birbirine yakın olan şeyleri bir şekil olarak gruplandıracağımızı söyler. Zebranın çizgilerinin ensiz olmaları onu bir bütün olarak görmemize yardımcı olur. Son olarak, Gestalt psikologları *ortak kader yasasından* söz eder; aynı yönde hareket eden şeyleri gruplandırdığımızı ifade eder. Bir zebra koşarken bütün çizgileri aynı yönde gider ve bütün vücudu açıkça görülür. Bunun gözlemci üzerindeki etkisi çok güçlüdür. Zebra ovadan ve gökyüzünden apayrı görünür. Özetle, evrim, görünüşü nedeniyle avlayanlarca kolaylıkla fark edilen ve çok avlanan bir hayvan yaratmıştır. Bunun nedeni hep merak edilmiştir.

Bir biyolog Serengeti düzlüklerindeki zebraların bir özelliğine dikkat çekti –yavruları peşlerinden ayrılmıyorlar. Çoğu hayvanların yavruları kımıldamadan dururlar; arka planla karışmak için ka-

muflaj kullanırlar. Zebralar doğumdan itibaren sürüyle beraber koşuştururlar ve çevrelerindeki şekillerle kaynaşmak zorundadırlar. Bir zebranın vücudunun üst bölümünü –başını, sırtını, gerisini– zemine karşı görmek kolaydır; alt bölümleri ise sürünün siyah beyaz karışıklığının karmaşasıyla birlikte koşar. Yavru zebralar daha büyük zebraların desenleri arasında görünmez olurlar. Zebra kimliği bellidir; ama zebra bireyselliği yok olmuştur. Şekli zemin-den ayırt edici Gestalt kuralları, birdenbire, sürüdeki bireyleri toplu olarak bulanık bir görüntüye sokma kurallarına dönüştürler. Benzerlik, iyi süreklilik, yakınlık ve ortak kader hep birlikte sürüye bir birim görünümü vermeye hizmet ederler. Yavrular pusuda bekleyen sırtlanın önünden sezdirmeden koşup geçerler.

Teknisyenler Gestalt ilkelerini deneyimler yaratmak için kullanabilirler. Walt Disney topluluğu bu işi o ölçüde geliştirdi ki ona bir ad bile koydular: görüntüleştirme. Florida'daki Walt Disney Dünyası'ndaki tipik bir gösteride, kızak gibi heyecan verici bir aracın öne doğru hızla gidişinin filmini gösteren dev bir ekran vardır. Seyirciler yavaşça ve yanlamasına hareket eden küçük otomobillerle ekranın önünden geçer. Bu durumda gözlemcinin gerçek hareketi soldan sağa doğrudur; ancak algıladığı hareket öne doğrudur. Sinema ekranındaki bu görüntüler insana bir dağdan aşağıya bir kızakla kayıyor olma duygusunu verirler. Otomobildeki kişiler Matterhorn'dan aşağı kaymadıklarının zihinsel olarak ayırdındadırlar; ancak, herkesin gerçekte yana doğru hareket ettiğini, zihinsel olarak bile, kabul etmek kolay değildir. Böyle çelişkili algılamalar karşısında atomculuk yok olur; ancak, Gestalt teorisi bunları doğal kabul eder. Bütünlerin anlamlarını algıladığımızı, anlamsız kırıntılar toplamadığımızı söyler.



BERTRAND RUSSELL

Einstein Ne Yaptı?

Göreliliğin ABC'si'nden (1925)

Görelilik teorisi konusunda en iyi popüler kitabı Bertrand Russell (1872-1970) yazmıştır. Başarısının nedeni, bu iş için bütün yeteneklerini seferber etmesidir. Bir kere, bir filozof olarak, Einstein'ın neleri çözdüğünü, neleri değiştirdiğini göstererek göreceliğin konumunu belirlemiştir. Russell, okuyucusuna, Einstein'ın neden önemli bir kişi olduğunu göstermiştir. İkinci olarak, Russell, Einstein teorisini destekleyen matematiği de biliyordu. Daha yirminci yüzyıla girmeden önce Russell, Eukleides dışı geometri konusunda uzmandı ve geometrinin temellerinin çözümlenmesi üzerindeki çalışmalarıyla Cambridge Üniversitesi'nde bir araştırma bursu kazanmıştı. Üçüncüsü, boş kişisel gösterişlere kalkışmadı. Okuyucunun kafasını karıştırmak pahasına matematik bilgilerini sergileme dürtüsüne karşı koymak çok kişi için olanaksız olabilirdi. Russell ise, Einstein'ın neden önemli olduğunu okuyucularının da anlamaları için gerekli olanın dışına çıkmaktan dikkatle kaçındı. Son olarak da, Russell okuyucuların neye gereksinimleri olduğunu kavramıştı. Einstein'ı anlamada en büyük güçlüğü onun mantıksal yoğunluğundan değil, hayal gücünün sınırsızlığından kaynaklandığını biliyordu. Russell okuyucularının hayal gücünü de açığa çıkarmaya çalışıyordu. Sonuç, Einstein'ın başarısının ve bunun neden önemli olduğunun klasik bir anlatımı oldu.

Einstein'ın çok şaşırtıcı bir şey yaptığını herkes bilir; ancak, yaptığının ne olduğunu tam olarak bilen pek az kişi vardır. Onun, fiziksel dünya kavramımızda bir devrim yaptığı genellikle kabul edilir. Ancak onun yeni kavramları matematiksel tekniklerle sarmalanmıştır. Görelilik kuramının çok sayıda popüler anlatımı olduğu doğrudur. Ne var ki onlar çoğu zaman, tam da önemli şeyler söylemeye başladıkları noktada, anlaşılır olmaktan çıkarılar.

[...] Gereken, bizim hayalimizdeki dünya resminde bir değişiklik yapmaktır –o resim çok eski çağlardan, belki de insan öncesi atalarımızdan bize aktarılmış olan ve her birimizin ilk çocuklukta öğrenmiş olduğu bir resimdir. Hayal gücümüzde bir değişiklik yapmak her zaman zordur; özellikle de artık genç değilsek. Aynı şey, Copernicus dünyanın durağan olmadığını ve gökyüzünün günde bir kez dünya çevresinde dönmediğini öğrettiği zaman da gerekmişti. Onun bu düşüncesinde bugün bizim için anlaşılması güç olan bir şey yoktur; çünkü biz onu, zihinsel alışkanlıklarımız daha sabitleşmeden önce öğrenmişizdir. Aynı şekilde, Einstein'ın fikirleri de onlarla yetişen bir kuşağa kolay gelecektir. Ancak bizim kuşak için, hayal gücünü bir ölçüde yeniden yapılandırma gereği kaçınılmazdır.

Gökyüzünü incelerken sadece görme duyusunu kullanabiliriz. Güneş'e dokunamayız, ona gidemeyiz, Ay'ın çevresinde yürüyemeyiz ya da Ülker'e cetvel uygulayamayız. Ancak, yine de, gökbilimciler, dünya yüzeyinde işe yaradığını gördükleri ve temlini dokunma ile hareket etmekten alan geometriyi ve fiziği uygulamakta hiç sakınca görmemişlerdir. Öyle yapmakla da, başlarına, temizlemesi Einstein'a kalan dertler açmışlardır. [...]

Dünya yüzeyindeki şeylerle uğraşan bir insana kıyasla, bir gökbilimci için nelerin olanaksız olduğunu anlamak için, bir örnek vermek yardımcı olabilir. Size, bir süre için bilincinizi yok eden bir ilacın verildiğini, uyandığınızda belleğinizi yitirdiğinizi, ama akıl yürütme gücünüzün yerinde olduğunu düşünelim. Sonra, bilinçsiz olduğunuz sürede bir balona konulduğunuzu, kendinize geldiğinizde, karanlık bir gecede –İngiltere'de iseniz kasımın beşinde, Amerika'da iseniz temmuzun dördünde– rüzgârla sürüklendiğinizi varsayalım. Yerden, trenlerden ve her yönde uçan uçaklardan fırlatılan hava fişeklerini görürsünüz; ama karanlık nedeniyle yeri, trenleri ya da uçakları göremezsiniz. Ne tür bir dünya resmi algılırsınız? Hiçbir şeyin kalıcı olmadığını düşünürsünüz; arada bir ışıklar çıkmakta ve kısa ömürleri içinde boşlukta çok değişik, acayip eğriler boyunca hareket etmektedirler. O

ışıklara dokunamazsınız; onları sadece görürsünüz. Belli ki, artık geometriniz, fiziğiniz ve metafiziğiniz ölümlü sıradan kişilerinkinden çok farklıdır. Eğer balonda sizinle birlikte sıradan ölümlülerden birisi varsa onun konuşmalarını anlaşılmaz bulursunuz. Ama eğer Einstein yanınızdaysa onu, normal ölümlüleri anladığınızdan daha kolay anlarsınız; çünkü çoğu insanı onu anlamaktan alıko-yan bir sürü önyargıdan kurtulmuşsunuzdur.

Görelilik teorisi, büyük ölçüde, günlük yaşamda bize yararlı olan, ama ilaç içmiş baloncumuza yararı olmayan kavramlardan kurtulmakla ilgilidir. Dünya yüzeyindeki koşullar, aşağı yukarı rastlantısal olan çeşitli nedenlerle, bize bazı kavramlar anımsatırlar. Bunlar düşüncenin gereği gibi görünmekle birlikte, tam doğru olmadıkları ortaya çıkmıştır. Bu koşulların en önemlisi, dünyasal bakış açısından, dünya yüzeyindeki nesnelerin çoğunun oldukça devamlı ve hemen hemen durağan olmasıdır. Eğer öyle olmasaydı, bir seyahate çıkmak fikri şimdi olduğu kadar kesin bir şey olmazdı. Eğer King's Cross'dan Edinburgh'a gitmek istiyorsanız, King's Cross'u her zamanki yerinde bulacağınızı, tren yolunun bir önceki seyahatinizde izlediği rotadan gideceğini ve Edinburgh'daki Waverley istasyonunun yerinden kalkıp kalenin tepesine çıkmadığını bilirsiniz. Bu nedenle de Edinburgh'a gittiğinizi düşünür ve söylersiniz; Edinburgh'un size geldiğini değil – her ne kadar bu ikinci ifade de aynı ölçüde doğru olsa da. Bu sağduyulu bakış açısının başarısı, gerçekte şans eseri sayılabilecek olan birçok şeye bağlıdır. Londra'daki bütün evlerin, bir arı sürüsü gibi, sürekli hareket halinde olduklarını düşünün. Sonra, tren hatlarının çığlar gibi sürekli biçim değiştirdiklerini düşünün. Son olarak da, maddesel varlıkların, bulutlar gibi, sürekli şekillenip sonra da dağıldıklarını düşünün. Bu varsayımlarda olanak dışı hiçbir şey yoktur; buna benzer şeyler, dünya şimdi olduğundan daha sıcak iken de olmuş olsa gerek. Ancak, Edinburgh'a yolculuk dediğimiz şeyin böyle bir dünyada hiçbir anlamı olmayacağı da aşîkârdır. Yoksa, kuşkusuz, önce taksi şoförüne "King's Cross bu sabah nerede?" diye sormamız gerekirdi. [...]

Zaman bakımından olan etkiler ise daha da tuhaftır. Bu konu, Eddington tarafından, *Uzay, Zaman ve Kütleçekimi* kitabında ideal denebilecek bir berraklıkla açıklanmıştır. Bir pilotun dünyaya göre saniyede 259 000 kilometrelik bir hızla yol aldığını varsayar ve şöyle devam eder:

“Eğer pilotu dikkatle izlersek hareketlerinin alışılmadık biçimde yavaş olduğu; aracındaki olayların da, onunla birlikte, aynı şekilde yavaş olduğu sonucunu çıkarırsınız –sanki zaman ilerlemeyi unutmuştur. Purosuz bizimkinin iki katı sürede biter “sonucunu çıkarma” deyimini bilerek kullandım. Zamanın daha da çok, aşını yavaşladığını görmüş olmalıyız. Bu ise kolayca açıklanabilir. Çünkü pilotla aramızdaki uzaklık hızla artmaktadır ve ışık izleniminin bize varması giderek daha uzun zaman almaktadır. Işığın bize geliş zamanını hesaba katınca, geriye, daha önce de indi imiz, daha ölçülü bir gecikme kalır. Ancak burada yine birbirinin tersi olma olayı işe karışır; çünkü pilota kalırsa, onu saniyede 259 000 kilometre hızla geçen bizizdir. Her şeyi hesaba katınca da, yavaşlayanın bizler olduğu sonucuna varır. Onun purosundan iki kat daha fazla dayanan da bizim puromuzdur.”

Ne gıpta edilecek bir durum! Her iki insan da, ötekinin purosunun kendisinininkinden iki kat uzun süre dayandığını düşünüyor. Ancak  teki kişinin dişçi koltuğunda da iki kat daha uzun süre oturacağı düşüncesi bir ölçüde teselli olabilir. [...]

[O halde] mantıksal nedenlerle, [...] Newton’un yerçekimi yasası tam olarak doğru olamaz.

Newton herhangi iki madde parçacığı arasında, kütlelerinin çarpımıyla doğru ve aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı bir kuvvetin var olduğunu söylemişti. Başka bir deyişle, [...] parçacıklar arasındaki uzaklık bir kilometre olduğu zaman belirli bir çekim varsa, uzaklık iki kilometre olduğunda bunun dörtte biri kadar bir çekim;    kilometre uzaklık için de dokuzda biri kadar çekim ... vb. olacaktır.  ekim, uzaklık artışından çok daha hızlı olarak azalacaktır. şimdi, Newton uzaklıktan söz ederken, kuşkusuz, belirli bir zamandaki uzaklığı kast ediyordu; zaman konu-

sunda bir belirsizlik olamayacağını düşünüyordu. Ancak, [...] bu bir yanılgıydı. Bir gözlemcinin Dünya ve Güneş için aynı an olarak düşündüğü şey, bir başkası için iki farklı an olacaktır. Öyleyse, “belli bir andaki uzaklık” öznel bir kavramdır ve kozmik bir yasa içinde yer alması düşünülemez. Zamanları Greenwich Gözlemevinin ölçümlerine göre hesaplayacağımızı söyleyerek bu belirsizliği kuşkusuz giderebiliriz. Ne var ki, dünyanın rastlantısal koşullarının bu kadar ciddiye alınmayı hak ettiğini pek kabul edemeyiz. Ayrıca, uzaklık tahminleri de gözlemciden gözlemciye değişir. Öyleyse, yerçekimi yasasının, Newton’un öngördüğü şekliyle tam doğru olduğunu kabul edemeyiz. Çünkü, hepsi aynı ölçüde geçerli olan çeşitli bakış açılarına göre farklı sonuçlar çıkacaktır. Bu ise, bir insanın bir diğerini öldürüp öldürmediğinin, adlarıyla mı soyadlarıyla mı tanımlandıklarına bağlı olması kadar saçmadır. Uzaklıkların kilometre ya da mil ile ölçülmesinin fizik yasalarını değiştirmemesi gerektiği açıktır. Bizim konumuz da, temelde aynı ilkenin bir uzantısıdır. [...] Newton hatalı *olmalıdır* ve de [...] onun yerine başka bir şey *konulmalıdır*.

Hareketin göreceli olduğunu destekleyen kanıtlar yeterince kesindir [...] Günlük yaşamda bir şeyin hareket ettiğini söylediğimizde kast ettiğimiz şey onun dünyaya göre hareket ettiğidir. Gezegenlerin hareketleri konusunda ise, onların Güneş’e göre ya da Güneş sisteminin kütle merkezine göre hareket ettiklerini düşünürüz. Güneş sisteminin kendisinin de hareket ettiğini söylediğimizde, onun yıldızlara göre hareket ettiğini kast ederiz. “Mutlak hareket” denilebilecek hiçbir fiziksel olgu yoktur. Öyleyse, fizik yasaları göreceli hareketlerle ilgili olmalıdır; çünkü var olan yalnız onlardır. [...]

Newton, iki cisim arasındaki çekim kuvvetinin onların kütlelerinin çarpımıyla orantılı olduğunu [...] ve belirli bir yerçekimi durumunda bütün cisimlerin aynı şekilde davrandıklarını söyler. Galileo’nun ilk keşiflerinden biri, bunun yer yüzeyi için geçerli olduğunu saptamasıydı. Aristoteles ağır cisimlerin hafif cisimlerden daha hızlı düştüğü düşüncesindeydi. Galileo, havanın direnci gi-

derildiğinde bunun öyle olmadığını gösterdi. Boşlukta, bir tüy de bir kurşun parçası kadar hızlı düşer. Gezegenlere gelince, bu alandaki gerçekleri ilk gösteren Newton olmuştur. Güneş'ten belirli uzaklıkta, çok küçük kütlesi olan bir kuyruklu yıldız da, aynı uzaklıktaki bir gezegeninkiyle aynı ivmeye sahiptir. Yani, yerçekiminin bir cismi etkileme biçimi sadece cismin nerede olduğuna bağlıdır; hiçbir şekilde cismin doğasına değil. Bu da, çekim etkisinin konunun bir özelliği olduğunu akla getirir ki, Einstein'ın yaptığı da budur. [...]

Eğer yerçekimi yöresel bir özellik olacaksa, ki öyle olduğunu destekleyen nedenleri gördük, yerçekimi yasasının nasıl bir şey olması gerektiği konusunda başka bir işaret daha ortaya çıkar. (Yerçekimi) öyle bir yasa ile ifade edilmelidir ki, başka bir koordinat sistemi seçtiğimizde de değişmesin. [...] Bir kere, koordinatlarımızın herhangi bir fiziksel anlamı olduğunu düşünmemeliyiz; onlar sadece uzay-zamanın değişik bölümlerini sistematik olarak adlandırma yollarıdır. Seçime bağlı olduklarından fizik yasalarında yer almazlar. Bunun anlamı şudur: Eğer bir yasayı bir dizi koordinatlarla doğru olarak ifade etmişsek, başka bir dizi koordinatlar kullandığımızda da yasa aynı formüllerle ifade edilebilmelidir. Ya da, daha doğrusu, yasayı ifade etmek için, koordinatlar değiştiği zaman değişmeyen bir formül bulmak olanaklı olmalıdır. Böyle formüllerle uğraşmak tensor teorisinin işidir. Tensor teorisi, yerçekimi yasasının formülü olabileceği izlenimini veren bir formülün var olduğunu söylemektedir. Bu olanak incelendiğinde doğru sonuçları verdiği görülmektedir; deneysel doğrulama burada işe girmektedir. Ancak, eğer Einstein'ın yasasının deneyle uyumlu olduğu anlaşılmıyorsa Newton yasasına geri dönecezdik. [...]

Bir şair suyun denize kavuşmak için yokuş aşağı aktığını söyleyebilir. Ama bir fizikçi ya da sıradan bir ölümlü, onun her noktada, o yerin doğası gereği ve ilerde ne olacağını hiç dikkate almadan o şekilde hareket ettiğini söyler. Nasıl ki deniz, suyun kendisine doğru koşmasına neden oluyorsa, Güneş de, gezegenlerin

evresinde dönmesine neden olmamaktadır. Gezegenler Güneş çevresinde dönüyor, çünkü bu yapılacak en kolay şey; teknik deyimle de “en az eylem”dir. Bu, içinde bulundukları bölgenin doğası nedeniyle yapılacak en kolay şeydir; Güneş’ten kaynaklanan bir etki nedeniyle değil.



J. ROBERT OPPENHEIMER

Değişim Geçiren Bir Bilim

Bilim ve Genel Anlayış'tan (1953)

J. Robert Oppenheimer (1904-1967) ilk atom bombasının üretimi projesi olan Manhattan projesinin bilimsel yöneticisi olarak her zaman anımsanacaktır. Başarısı, onu bir anda bir Amerikan kahramanına dönüştürdü, ancak on yıl geçmeden Oppenheimer'in güvenlik belgesi elinden alındı. Bunun nedeni hidrojen bombasının geliştirilmesine karşı çıkması olarak görünse de daha gerisinde yatan, 1940 sonlarına ve 1950'lerin başlarına damgasını vuran korku ortamı ve temeli belirsiz bir komünist "sempatizanı" olma suçlamasıydı. Soğuk savaş sırasında bir çekirdek fizikçisinin güvenlik belgesini kaybetmesi, bilim yapma lisansını kaybetmekle aynı şeydi.

1953 sonlarında, güvenlik konumu bir bunalım noktasına yaklaşırken, Oppenheimer BBC'de yirminci yüzyıl fiziği hakkında bir dizi konferans verdi. Program, berraklığın bir modeli olarak alkışlandı ve ertesi yıl bu konuşmalar bir kitap halinde yeniden basıldı. Ancak, Oppenheimer artık bir güvenlik riski olarak ilan edilmişti; ismi politikaya bulaştırılmıştı bir kere. Bu da insanların onun kitabını asıl değeriyle kabul etmelerine izin vermedi. Yazık oldu; çünkü, bu makalede görüleceği gibi, Oppenheimer'in kolay anlaşılır biçimde yazma konusunda olağanüstü bir yeteneği vardı; konu kuantum fiziği gibi akıl karıştırıcı bir şey olsa bile. Ünlü kuantum paradokslarının gözlemlerden çıktığını, modası geçmiş Newtoncu madde görüşünün bu düzeyde geçerli olmadığını göstermekte çok başarılı olmuştur.

Atom sistemlerinin kuantum teorisi olarak adlandırdığımız atom fiziğini kavramaya başlayışımız, bu yüzyılın başına, onun büyük sentezi ve çözümleri ise 1920'li yıllara uzanır. Bu, olağanüstü bir dönemdi. Bu, herhangi tek bir insanın baş edebileceği bir iş değildi. Her ne kadar Niels Bohr'un derin yaratıcılığı, in-

celikli ve eleştirel heyecanı, başından sonuna kadar bu girişime yol göstermiş, frenlemiş, derinleştirmiş ve sonunda yeniden şekillendirmiş ise de çeşitli ülkelerden çok sayıda bilimcinin işbirliğini de içeriyordu. Laboratuvarlarda sabırla çalışıldığı, can alıcı deneylerin ve cesur eylemlerin yapıldığı, birçok yanlış adımların atıldığı, savunulması olanaksız varsayımlarda bulunulduğu bir dönemdi bu. Heyecanlı yazışmalar ve çabucak yapılan toplantılar, tartışmalar, eleştiriler ve bir anda akla gelen parlak matematiksel çareler dönemi idi. [...]

Çoğumuz bugün, atom-altı ve çekirdek-altı dünyayı araştırırken, kendimiz ve oğullarımız için yine böyle bir dönemin temellerini attığımızı biliyoruz. Fizikteki büyük gelişim, yirminci yüzyıl ortalarının giderek daha büyük ve daha karmaşık hale gelen laboratuvarları, matematiksel çözümlemelerde gelişen incelikler, bu yeni dönüm noktasının koşullarının çoğunu değiştirmiştir. Ancak bütün bunların dönemin cesur ve yaratıcı özelliğini değiştireceğini sanmıyoruz.

Kuantum teorisi üniversitelerde ve enstitülerde ilk okutulduğunda, onu okutanlar konunun keşfine katkıda bulunanlar ya da onu doğrudan gözlemleyen kişilerdi. Onların öğretisine, keşfedenin heyecanı ve tutkusu da bir ölçüde yansiyordu. Şimdi, yirmi otuz yıl sonra, öğretenler yaratıcılar değil, o yaratıcılardan öğrenenlerden öğrenenlerdir. Konu bir dönüm noktası, insan kavrayışında büyük bir serüven olarak değil, bir miktar bilgi, bir dizi teknik, bilimin ilerlemesi veya onun bulgu ve pratik amaçlara uygulanmasına yönelik çalışmalarda yeni olguları anlama ve araştırma için kullanılacak bir disiplin olarak öğretilmektedir. Bir merak konusu ve araştırma alanı olmaktan çıkmış, bilim adamının bir alet olarak varsaydığı, kullandığı, çocuklarımıza okuma yazmayı ve toplama çıkarmayı öğrettiğimiz gibi öğretilen bir eylem, bir çalışma aracı durumuna gelmiştir.

Bu konuşmalarda yapmaya çalışacağımız şey tümüyle farklı olmalıdır. Bu, atom fiziğinin hünelerinin öğrenileceği bir okul değildir. Ön bilgiler bile —atom fiziğinin problemlerini belirleyen,

paradokslarını ortaya koyan, olgularını betimleyen, sentez gereğinin temelini oluşturan deney araçları, matematiksel bilgiler, teoriler, icatlar, aletler ve teknikler– bizim kendi deneyim alanımız içinde yer almamaktadır. Konumuza bir uzman bilimciler topluluğunun konuştuğu gibi değil, anlamak isteyen insanlar olarak, benzetme ve betimleme yoluyla, başka insanların yaptıklarına, düşündüklerine ve bulduklarına güvenerek ve inanarak yaklaşmalıyız. İnsanlar, başka öyküleri de, benzeri olmayan sıkıntılar ve kahramanlıklarla dolu bir seferden dönen askerlerin veya yüksek Himalayaların keşfi serüveninin ya da çok ağır bir hastalığın yahut bir mistiğin Tanrı ile iletişiminin öykülerini de aynı şekilde dinlerler. Bu öyküler anlatanın anlatabileceklerinin çok azını içerirler. Ama bunlar toplum içinde, bizleri birbirimize bağlayan bağlardır; bizi, tek insanlardan daha öteye taşırlar.

Şimdi atomlarımıza gelelim. Onların yapıtaşları ve bunlar arasında etkin olan kuvvetler, Rutherford'un atomu elektronlar, ışık ve α -parçacıklarıyla bombalayarak araştırması sonucu açıklığa kavuştular. Bir çekirdek var; bu çekirdeğin kütlesi neredeyse atomun kütlesine eşit, ama boyutu, atoma göre yok sayılabilecek ölçüde küçük. Çekirdeğin bir yükü var; bu yük normal atomda, çekirdeği çevreleyen elektronların sayısına eşit olan atom numarası ile ölçülür. Günlük büyük ölçekli elektrik deneylerimizden bildiğimiz basit çekme ve itme yasaları geçerli: Farklı yükler çeker, benzer yükler iter; kuvvetler Newton'un yasasında olduğu gibi, uzaklıklarının karesinin tersiyle orantılı olarak azalır.

Rutherford'un döneminde modern fiziğe yaklaşırken, atomun yapısı konusunu üç ayrı soruya bölmek akla yakın görünüyordu – günümüzde artık pek öyle görünmüyor. Sorular şöyle sıralanıyor: Atomun yapıtaşları nelerdir; bu yapıtaşları arasındaki kuvvetler ve kuvvet yasaları nelerdir; bu kuvvetlerin etkisiyle yapıtaşları nasıl hareket ediyorlar? [...]

Demek ki atomun kütleli ve yüklü bir çekirdeği var; bir bütün olarak atom nötrdür ve boyutu minicik nükleer çekirdeğinin 10 000 ile 100 000 katı kadardır. Atomun geriye kalan bölümü

elektronlardan ve elektrik alanlarından oluşur. Elektronlar maddenin evrensel yapıtaşları, onun hemen hemen bütün kimyasal özelliklerinin ve bildiğimiz fiziksel özelliklerinin çoğunun saptayıcısıdır. Bir atomda atom numarası kadar, yani çekirdeğin yükü kadar elektron bulunur; bu, atomun bütününe nötr yapar. Hidrojende bir, alüminyumda on üç, uranyumda doksan iki elektron olacaktır. Yapıtaşları bunlardır. Kuvvet yasalarına gelince, temelde basittirler, ancak en uç ayrıntılarında karmaşık hale gelirler. Elektron, çekirdek tarafından uygulanan Coulomb kuvvetinin çekimini hisseder; bu bir çekimdir, çünkü elektron ile çekirdek karşıt yük taşırlar ve Newton yasasının yerçekimi kuvvetlerinde olduğu gibi, bu kuvvetler de uzaklıkla azalır. Hidrojen için bu basit bir durum demek oluyor: Aralarında, kuvvet olan iki cisim; bu, kuvvet yapısı bakımından Güneş'in gezegenler üzerinde etkilediği kuvvetle aynı; atomun boyutlarına kıyasla küçük iki cisim, bu nedenle de cisimler hemen hiç temas etmezler ve temaslarının özellikleri önemli değildir. Kuvvetlerin yasası, sadece onların keşfedilmelerine yol açmış olan parçacıklarla sonda edilerek değil, aynı şey, önce doğal radyoaktif maddelerin beta ışınlarıyla, daha sonra elektronların kendileriyle sonda edilerek doğrulanmıştır. Başka atomlarda ise, çekirdeğin çekimini bir ölçüde dengeleyen, elektronlar arası itme kuvveti de işe karışmaktadır. Buna ek olarak, çok parçacıklı bir sistemin davranışını nicelik bakımından ifade etmenin, çok iyi bilinen matematiksel karmaşıklığı da söz konusudur.

Hidrojen için durum farklıdır. Burada, temel olarak, basit ve çok iyi bildiğimiz bir kuvvetin etkisiyle hareket eden tek bir hafif cisim var. Bu sistemin tarifi, Newton dinamiğinin kusursuz bir örneği olabilmeli; titizlikle ele alındığında on dokuzuncu yüzyılda keşfedilen, hareket halindeki yüklü parçacıklar ve hızlandırıldıklarında oluşan elektromanyetik radyasyon konusundaki bütün sonuçlarla açıklanabilir olmalıydı.

Ancak, öyle olmadı. En basit gibi görünen bu sorulara ya hiç bir yanıt vermeyeceğiz ya da fiziksel bilimlerin doğrudan yanıtlar-

rı yerine, ilk bakışta din öğretisine özgü olan soru-yanıt yöntemi-
ni [*catechism*] anımsatan türden yanıtlar vereceğiz. Örneğin,
eğer elektronun konumu aynı mı kalıyor diye sorarsak, “hayır”
demek zorundayız; eğer elektronun konumu zamanla değişiyor
mu diye sorarsak, “hayır” demek zorundayız; hareket halinde mi
diye sorarsak, yine “hayır” demeliyiz. İnsanın ölüm sonrası benli-
ği hakkında sorgulandığında Buda da böyle yanıtlar vermişti; an-
cak bunlar on yedinci ve on sekizinci yüzyıl biliminin alışık oldu-
ğu yanıtlar değildir.

O zaman, Newton yasalarını ve hareket halindeki madde için
öngörülen klasik resmi basit bir modele uyguladığımızda, bir hid-
rojen atomunun nasıl olması gerektiğini veren sonucu gözden ge-
çirelim. Dünya’nın veya Venüs’ün Güneş’e bağlı olması gibi,
elektron da çekirdeğine bağlanmıştır. Kepler’in bulup Newton’un
açıkladığı gibi, bir elips üzerinde dönmelidir. Gezegenlerin yö-
rüngelerinin büyüklüğü, onların nasıl oluştuklarına ve geçmişle-
rine bağlı olarak değişiklik göstermesi gibi, elipsin büyüklüğü de
atomdan atoma farklı olmalı; şekli de basık ya da yuvarlak olma-
lıdır. Bir hidrojen atomu için sabit bir boyut ve sabit özellikler var
olamaz; sonda yaparak birisinin düzenini bozarsak ya da bunu
doğa yaparsa, yörüngenin başlangıçtaki boyutuna ve şekline ben-
zer duruma dönmesini bekleyemeyiz. Hepsi bu kadar değil –da-
ha da belirsiz noktalar var. Bir yük, düz doğru dışında bir yörün-
ge üzerinde hareket ederken elektromanyetik radyasyon salmak
durumundadır. Her radyo anteninde gördüğümüz de budur. Mo-
delimizde, radyasyon, ışık dalgası şeklinde gönderilen enerjiyi
sağlamak için, zamanla, elektronun enerjisini tüketmek duru-
mundadır; elektron onu çeken güneşine yaklaştıkça ve enerjisini
yitirdikçe, üzerinde hareket ettiği elipsler de giderek küçülme-
k zorundadırlar. Doğada bulunan hidrojen atomu boyutunda, yani
bir inçin milyonda birinin yüzde birkaçı boyutundaki bir sistem
için bu süreç çok hızlı gelişmeli ve milyonda bir saniyeden daha
az bir süre içinde atom, atomik boyutlarından çok çok daha kü-
çük hale gelmelidir. Elektronun saldığı ışığın rengini saptayan şey

onun dönme periyodu olmalıdır; o da değişken olmalı, yörünge küçülüp değiştikçe yörüngeyle değişen, zamanla değişen bir ışık olmalıdır. Eğer Rutherford'un modeli doğruysa, klasik fiziğin –Newton fiziğinin– hidrojen atomu için öngördüğü resim budur.

Bu resim gerçeğe bundan daha uzak olamazdı. Bütün bildiklerimiz gösteriyor ki hidrojen atomları, rahatsız edilmemişlerse, birbirinin aynıdır. Hepsi aynı boyuttadır, geçmişleri ne olursa olsun, eğer rahatsız edildikten sonra eski haline dönmüşse her biri diğeriyle aynı özellikleri taşır. Süresiz olarak var olmayı sürdürürler. Biz, haklı olarak, onların tamamen kararlı ve değişmez olduğunu düşünürüz. Uyarılmadıklarında ışık ya da herhangi bir elektromanyetik radyasyon yaymazlar, aslında değişmeden kalacaklarsa yayamazlar da. Uyarıldıklarında bazen ışırlar ancak yaydıkları ışığın rengi belirlidir ve ışık sürekli değildir; ama hidrojen tayfının keskin çizgileri içindedir. Kararlılığının sürekli ve kesin olması klasik fizik ilkeleriyle hiçbir şekilde açıklanamaz; gerçekte klasik fizik ilkelerine göre atomun yapıtaşları olan kütleleri ve yükleri ile saptayabileceğimiz bir uzunluğu, hatta gerçek boyutlarına kabaca yaklaşık olarak bulabileceğimiz boyutları bile yoktur.

Atomik sistem, başka bakımlardan da, Newton dinamiğinin özellikleriyle tamamen çelişen, tuhaf bir süreklilikten yoksun olma özelliği gösterir. Bir atomu, örneğin, bir elektron akımı ile sondalarsak elektronlar, tipik olarak, ilk enerjilerinin bir bölümünü yitirirler; ancak bu kayıplar nicelik olarak rastgele değildir. Bunlar belirli, tam saptanmış, söz konusu atoma özgü, tekrarlanabilen ve ölçmesi çok zor olmayan enerji aralıklarına karşılık gelirler. Bir atomun üzerine ışık tutulduğunda bir elektronun fırlatılması, ancak ve ancak o ışığın enerjisi, foto-elektrik eşik olarak bilinen belirli bir minimum miktardan fazla olduğunda gerçekleşir. Bu keşif Einstein'ı, yüzyılın başlarında, hem ışık hem de atomik sistemlerle ilgili kavramlarımız bakımından aynı ölçüde devrimci olan bir başka keşfe götürmüştür. Daha açık bir ifadeyle, bu keşif şudur: Bir cisim üzerinde parlayan ışığın frekansı değiştirildi-

ğinde, fırlatılan elektronların enerjisi de frekansla doğrusal olarak –yani doğru orantılı olarak– artar. Enerji ile frekansı arasındaki orantı sabiti, atom dünyasının yeni sembolüdür. Ona Planck sabiti ya da eylemin kuantumu denir ve enerjinin frekans cinsinden bir ölçümünü verir. Yeni dünyaya açılan kapının simgesel habercisidir ve Einstein'ı o devirde pek kavranamayan cürekâr bir sonuca yöneltmiştir: Hızla değişen elektrik alanlarının elektromanyetik düzensizlikleri olarak bildiğimiz ışığın, bir dalga gibi noktadan noktaya ve andan ana sürekli biçimde yayılan ışığın, aynı zamanda ve her şeye karşın, parçacık şeklinde olduğu, ışığın frekansı ve Planck sabiti ile saptanan enerji paketlerinden oluştuğu sonucuna. Maddesel bir sistem ışığı emdiği zaman, emdiği şey bir enerji paketi ya da bir kuantumdur; ne daha az ne de daha fazla bir şey; bir atom ile elektron arasındaki enerji alışverişinin sürekli olması da radyasyonun emilip salınması sırasında alıp verilen enerjinin süreksiz olma özelliği ile bağlantılıdır.

Işığın dalgalar ve kuantumlar olması konusuna tekrar döneceğiz. Bunun ne ölçüde radikal bir kavrama problemine yol açtığı, klasik optikte Huygens'in çalışmalarından, onların Fresnel tarafından matematiksel geliştirilmesinden, daha da tam olarak, Maxwell'in yaptığı elektromanyetik yorumdan hemen anlaşılır. Işık dalgalarının girişim yaptığını biliyoruz. Yani, eğer iki ışık kaynağı varsa, başka bir noktadaki ışık şiddetinin iki kaynaktan gelen ışık şiddetlerinin toplamı olması gerekmediğini, daha fazla da daha az da olabileceğini biliyoruz. Sayısız çabalar sonunda, kaynakların girişiminin sonucunun ne olacağını hesaplamayı, hem de doğru olarak hesaplamayı öğrendik. Üzerinde dalga boyuna kıyasla çok büyük olmayan ve birbirinden çok uzak olmayan iki delik bulunan, saydam olmayan bir levha üzerine ışık gönderdiğimizde, bir delikten gelen dalgacıklar öteki delikten gelen dalgacıklara eklenirler. Bu iki dalgacığın tepe noktalarının üstüste geldiği yerlerde, her iki dalgacığın toplamından daha fazla ışık olacaktır. Böylece, bu girişim olgularını gözlemliyoruz, anlıyoruz, öngörüyoruz ve bu konuda yeterince güvenliyiz.

Bunu, bir an için, kuantum parçacıklarının delikten geçişi bakımından açıklamaya çalışalım. Işığın kaynaktan çıkışını ve görülmesini –gözle veya levhanın uzak tarafındaki fotoğraf levhasıyla veya fotosel ile– belirleyen kuantumların bir tanesi deliklerden birinden geçerse, kendisinin geçmediği öbür deliğin varlığı onun kaderini nasıl etkileyebilir? Eğer bir kuantumun izlediği yolun çok uzağındaki koşullar kuantumun davranışını saptayabiliyorsa, herhangi bir bilim veya öngörü nasıl var olabilir? Bu soru ve ona yavaş adımlarla vereceğimiz yanıt bizi, atom dünyası fiziğinin açıklanmasına giden yolun başlangıcına götürmek için yeterlidir.

Kuantum kuramı krizi çıkmadan çok önce atılmış olan ilk büyük adım [...] Bohr'un birinci kuramıydı. O bize, atom dünyasının simgesini vermiştir: atomun durumunu temsil eden bir çekirdek ile bir dizi çember ve elipslerden oluşan bir resim. Bu resmin olsa olsa, geçici ve kısmi bir benzetme olduğunu, Bohr'un onu öne sürdüğü döneme kıyasla daha ayrıntılı ve tam olarak bildiğimiz halde, günümüzde de o resmi kullanıyoruz. Bohr'un ilk önermesi şöyleydi: Her atomda, durağan durumlar vardır ve bunların kararlılığı ve biricikliği klasik dinamik kavramlarıyla açıklanamaz. En aşağıda olan, en az enerjili olan, zemin [*ground*] durumu gerçekten karardır. Ona dokunmazsak bu durum değişmeden sürüp gider. Ötekilere, uyarılmış durumlar denir ve bunlar çarpışma, radyasyon veya başka bir müdahale ile uyarılabilirler. Bu durumlar da, Newton'un kuramıyla açıklanamayacak bir anlamda, kararlı durumlardır. Ancak onların kararlılığı mutlak değildir. Bu durumlar, çarpışma veya başka müdahalelerle uyarılabildikleri gibi bir atom bir çarpışmayla veya kendiliğinden, daha alçak enerji durumuna tekrar dönebilir. Bu kendiliğinden değişim sırasında bir radyasyon salınır. Bu radyasyon, klasik teoride bütün hareketleri kararsız yapan radyasyonun bir benzeridir. [...] Durağan durumlara karşılık gelen yörüngelerin özelliklerini saptayan ve kuantum koşulları denilen kuralların tam olmadığı ve geçici olduğu, daha başlangıçta, onları koyan Bohr'un kendisi tara-

findan kabul edilmişti. Artık, bu durumların yörüngelere hiç benzemediğini biliyoruz; bir yörüngenin doğasında var olan, zamanla değişim ögesi bunlarda yoktur; gerçekte, maddenin hareketine yörünge kavramını uygulamak ancak durağan durum tanımlanmamışsa mümkündür ve durağan durum yalnızca, bir yörünge tanımlamak mümkün olmadığı zaman var olabilir.

İlk kural buydu. İkincisi neydi? İkinci kural, bir atomun ancak bir durumdan bir başka duruma geçerek değişebileceğini söyler. [...]

Ancak bu değişimlerin kendileri hakkında ne diyeceğiz? Aniden mi meydana geliyorlar? Bunlar bir yörüngeden bir başkasına geçiş şeklinde yapılan çok hızlı hareketler midir? Bunlar neden-sonuç olarak mı saptanıyorlar? Yani, bir atoma müdahale ettiğimizde atomun bir durumundan bir başka durumuna ne zaman geçeceğini söyleyebilir miyiz ve bu zamanı neyin saptadığını bulabilir miyiz? Bütün bu soruların yanıtının “hayır” olduğu ortaya çıkıyor. Öğrendiğimiz şudur: Geçiş anını neyin saptadığını değil, geçiş olasılığını neyin saptadığını sormamız gerekir. Anlamamız gereken şey, değişim sırasında ne olup bittiği değil, değişimi madde kavramı bakımından görsel olarak canlandırmanın olanaksız olduğudur –bu ise durumların kendisinden bile daha temel bir olanaksızlıktır. Bir atom sisteminin durumunun ayrıntılı olarak öğrenilemeyeceğini önce kabul etmeyi, daha sonra da anlamayı öğrendik; aynı geçmiş olan, diyelim aynı durumda olan, çok sayıda ki atom sistemlerinin kendi başlarına bırakıldıklarında nasıl davranacaklarını ve onlara karışıldığında nasıl tepki vereceklerini istatistiksel olarak kestirmenin olanaklı olduğunu öğrendik, ancak yaptığımız bir dizi deneysel sondalama sonucunda, belirli bir atomun gerçekten ne yapacağını ortaya koyan bir tek sonuca rastlamadık. Newton fiziğinde, fiziğin doğasında var olan bir özellik gibi görülen tam nedenselliğin fiziksel dünyanın derinliğinde sona erdiğini gördük.

Hem bütün bunlar olacak, hem de genelde aşına olduğumuz dünya yerinde kalacak; bu nasıl olabilirdi? Büyük cisimlerin,

atomlardan oluştuklarından kuşku yoktur. Mermilerin ve makinelerin, gezegenlerin nedenselliği, nedensel olmayan atomların davranışı sonucu ortaya nasıl çıkabilirdi? Durumlar, değişimler ve olasılıklar gibi tartışmalardan sonra izlenen yollar, yörüngeler, hızlar, ivmeler ve konumlar tekrar nasıl geçerli olabilirlerdi? Çünkü, dün doğru olan bugün de doğrudur ve yeni bilgi eski bilgiyi yanlış kılmaz. Bu iki dünya arasında bir birleşme olanağı var mıdır ve eğer varsa bu nasıl bir şey olabilir?

Bu bir uyuşma konusudur. Işığın, veya atomlardaki elektronların veya atom dünyasının başka bölümlerinin davranışını saptayan yasalar her ne iseler, bunlar, aşına olduğumuz daha büyük ölçekli deneyler dünyasına giderek yaklaştığımızda karşılaştığımız, doğru olduğunu bildiğimiz yasalarla giderek daha fazla uyuşmalıdır. Uyuşma ilkesi dediğimiz budur. Onun dile getirilişinde anahtar, eylemin kuantumudur; onun sonlu olması atom fiziğinin yeni özelliklerini belirler. Böylece fizikçi bize, eylemler eylem kuantumuna göre büyük olduğu zaman Newton'un ve Maxwell'in klasik yasalarının geçerli olduğunu söylüyor. Pratikte bu, şu anlamda gelmektedir: Kütleler ve uzaklıklar elektron ve atomunkilere kıyasla büyük olduklarında, klasik teori doğru olacaktır. Enerjiler atom enerjilerine göre büyük ve süreler atoma göre uzun olduğunda, Newton'u düzeltmemize gerek yoktur. Bu durumda, atom fiziğinin istatistik yasaları giderek kesinliğe yönelecekler; atom teorisinin nedensel olmayan özellikleri önemli olmayacak, ve hatta, göze arpmayacaklar çünkü büyük olaylar hakkındaki sorular, doğal olarak bu ölçüde hassasiyet içermeyecektir.

Bu uyuşma ilkesi, Bohr ve onun ekolünün üyeleri için, güçlü bir araç oldu. Bu ilke atom fiziğinin yasalarının ne olduklarını söylemiyordu, ama onlar hakkında bir şeyler söylüyordu. Bu anlamda, büyük-ölçekli fizik yasaları ile uyuşmaları ve nihai olarak onlara indirgenebilir olmaları gerekiyordu. Bu ilkeye bir de atom fiziği hakkında giderek yaygınlaşan bir kanı eklenince, atom fiziği yasalarının parçacığı belirleyen konum, hız ve ivme gibi Newton kavramlarıyla değil, atomun gözlenebilen özellikleriy-

le –durağan durumların özellikleri ve enerjileriyle, bu durumlar arasındaki değişim olasılıklarıyla– uğraşması gerektiği kanısı eklenince, kuantum mekaniğinin keşfedilmesi için temel atılmış oldu.

Uyuşma ilkesi –yani, atom mekaniğinin yeni yasalarıyla, büyük cisimler ve olaylar için geçerli olan Newton mekaniğinin bütünleşmesi gerektiği ilkesi– böylece bir keşif aracı olarak büyük değer kazandı. Bunun ötesinde bu, bize, bilimde yeni keşiflerle eski bilgi arasındaki ilişkinin temel öğelerini de sergilemektedir. Eski bilgi bizim yeniye ulaşmamızı bizzat sağlayan araç olarak, kendi eski ülkesindeki yerini korumalıdır; o, biz o ülkeden çıktığımız zaman aşılabılır ancak.

Bilimde bir keşif veya yeni bir teori çok birleştirici ve çok kapsamlı görüldüğü zaman bile getirdiği yenilik, çok daha geniş bir çerçevede, henüz dile getirilmemiş, incelenmemiş birçok bilgi, deneyim, inanç ve varsayımlar dünyasını içeren bir çerçevede, o an için alışılmadık bir şey veya bir paradoksla ilgilidir. İlerlememiz dar boyutludur. Bu engin dünyaya karşı konulmadan girer ve onu elde bir sayar.

Bu nedenledir ki, yeni bir keşfin yeniliği ne kadar çarpıcı olursa olsun, uzamı ne kadar geniş olursa olsun, zihinsel evimizi çabucak yeniden yapılandırmamız ne olanaklıdır ne de gerekli. Bu nedenledir ki, bilim, bütün devrimlerine karşın tutucudur. Bu nedenledir ki, hiçbirimizin, hiçbir zaman fazla bir şey bilemeyeceğimiz gerçeğini kabul etmek zorundayız. Bu nedenledir ki, her şey göz önüne alındığında, gittikçe daha fazla ve daha fazla bildiğimiz olgusuyla teselli bulmamız gerekmektedir.



“Dalga Bir Şekilde Var Olmalıydı”

Fred Alan Wolf

SIR JAMES JEANS

Evrenin Sonu

Çevremizdeki Evren'den (1929)

Sir James Jeans (1877-1946) matematikçi, gökbilimci ve fizikçiydi, ayrıca, birçok popüler bilim kitabının da yazarıydı. Bütün yaşamı boyunca bilimle uğraşmasına karşın, 1912’de varlıklı bir hanımla evlendikten sonra, akademik yaşamdan ayrıldı. 1920’lerin sonlarında ve 1930’ların başlarında, kanıtlanmış olan bilimsel temellerden yola çıkarak bu fikirlerin ne tür bilimsel sonuçlara yol açtığını irdeleyen birçok kitap yazdı. Çok büyük başarı kazanmış olan *Çevremizdeki Evren* [*The Universe Around Us*] (Rachel Carson’un *The Sea Around Us* kitabının adı bundan esinlenmiştir) kitabından aldığımız bu makale evrenin eski bir saat gibi giderek yavaşladığını anlatmaktadır. Bu betimleme büyük ölçüde karamsarlıkla karşılandıysa da ün kazandı. Fred Hoyle’un kitabımıza alınmış olan yazısında, okuyucunun Jeans’in makalesini bildiği varsayımıyla, ona gönderme yapılmaktadır. Şimdi, onu okurken, bunun nedeni anlaşılıyor. James Jeans, uzayın derinliklerini bir kır manzarası kadar canlı kılabilen bir yazı üslubuna sahip.

Çevremizdeki dünyada gördüğümüz bütün bu çeşitli hareketliliğin temelinde yatan nedenin ne olduğunu sorarsak, yanıt, her zaman, enerjidir –gemilerimizi, trenlerimizi, otomobillerimizi hareket

ettiren, yakıtların kimyasal enerjisidir; bedenlerimizi canlı tutan, kasları çalıştıran yiyeceklerden alınan enerjidir; gece ile gündüzün, yaz ile kışın, yüksek ve alçak gelgitlerin sırasıyla gelmelerinden sorumlu olan, dünyanın hareketinin mekanik enerjisidir; ekinleri büyüten, bize rüzgârı ve yağmuru veren Güneş'in ısı enerjisidir.

"Enerjinin korunumu" ilkesini ifade eden termodinamiğin birinci yasası bize enerjinin yok edilemez olduğunu; bir formdan bir başkasına dönüştüğünü ama bütün bu değişimlerde toplam miktarının değişmediğini böylece evrenin toplam enerjisinin her zaman aynı kaldığını öğretir. Evrendeki bütün yaşamın kökeni olan enerji, yok edilemez olduğundan bu yaşamın hiç eksilmeden sonsuza kadar süreceği düşünülebilir.

Termodinamiğin ikinci yasası ise böyle bir olasılığın olmadığını öğretir. Enerji, nicelik bakımından yok edilemez ancak sürekli şekil değiştirir ve gencl bir deyişle, yukarıya ve aşağıya doğru olmak üzere, iki değişim yönü vardır. Bildiğimiz bir öykü – aşağıya doğru gidiş kolaydır, yukarıya doğru olan ise ya zordur ya da olanaksızdır. Bunun sonucunda bir yöne, diğer yönden daha fazla enerji geçer. Örneğin ışık ve ısı farklı iki enerji biçimidir, bir milyon erglik ışık enerjisi kolayca bir milyon erg ısı enerjisine dönüşür; ışık, serin veya siyah bir yüzeye düştüğünde olan budur. Ancak ters dönüşüm olanaksızdır; bir zaman ısı şeklinde olan bir milyon erg hiçbir zaman bir milyon erglik ışık şekline dönüşemez. [...]

Her gün yaptığımız ateş yakma eyleminin bunu yadsıdığı şeklinde bir itiraz yapılabilir. Güneş'in enerjisi yaktığımız kömürde depolanmamış mıdır ve yanan kömür yoluyla ışık elde edemez miyiz? Yanıt şudur: Güneş ışığının ısınımı (radyasyon) hem ışığın hem ısının bir karışımıdır, hatta, bütün dalga boylarını içeren bir ışıdır. Kömürde depolanmış olan, çoğunlukla güneş ışığıdır ve daha da kısa dalga boylu başka ışıdır. Kömür yaktığımızda biraz ışık elde ederiz ancak bu, güneşin ilk ağızda kömüre koyduğu kadar değildir; ısı da elde ederiz, bu ise başlangıçta konmuş olan ısı miktarından fazladır. Bütün bu alışverişin net sonucu, bir miktar ışığın bir miktar ısıya dönüşmüş olmasıdır.

Bütün bunlar bize enerjiyi sadece nicelik olarak değil nitelik olarak da düşünmeyi öğrenmemiz gerektiğini göstermektedir. Onun toplam miktarı her zaman aynı kalır; bu termodinamiğin birinci ilkesidir. Ancak niteliği değişir ve hep aynı yönde değişme eğilimindedir. Farklı nitelikteki enerjiler arasına turnikeler konulmuştur; bir yönde geçiş kolaydır, öbür yönde ise olanaksız. Bir insan topluluğu turnikelerin üstünden atlama dışında bir çıkış yolu bulmayı başarabilir, ancak doğada başka bir çıkış yoktur; bu da termodinamiğin ikinci ilkesidir. Suyun her zaman yokuş aşağı aktığı gibi enerji de her zaman aynı yönde akar. [...]

Aşağı doğru giden yolun temel özelliği bu olsa da tümü bu değildir. Termodinamik bütün değişik enerji türlerinin farklı “kullanılabilirlik” derecesi olduğunu ve aşağı doğru gidişin, her zaman yüksek kullanılabilirlikten düşük olana doğru gerçekleştiğini öğretir.

Arık ilk sorumuza dönebiliriz. [...]: “Evrendeki bu çeşitli hareketliliği sürdüren nedir?” İlk yanıtımız olan “enerji”nin yeterli olmadığı görülüyor. Enerjinin gerekli olduğu kuşku götürmez, ancak gerçekten eksiksiz olan yanıt şudur: Enerjinin daha kullanılabilir şekilden daha az kullanılabilir şekle dönüşümü; enerjinin yokuş aşağı gitmesi. Evrenin toplam enerjisi azalamaz ve bu nedenle de evren sonsuza dek sürmelidir şeklindeki bir uslamlama tıpkı ağırlıkla çalışan bir duvar saatinde ağırlık azalamayacağı için saat de sonsuza dek çalışmak zorundadır şeklinde uslamlamaya benzer.

Enerji de, saatteki ağırlık gibi, sonsuza dek aşağı doğru koşmaz, sonunda tabana vurmaya zorundadır. Evren de sonsuza dek sürmez; er veya geç, öyle bir an gelecektir ki, enerjinin son ergi kullanılabilirlik merdiveninin inilebilen son basamağına varacak ve bu anda evrenin etkin yaşamı durmak zorunda olacaktır. Enerji hâlâ oradadır ancak değişme kapasitesini yitirmiştir; evreni çalıştırma olanağı düz bir havuzdaki suyun bir su değirmenini çalıştırma olanağı kadar azdır. Elimizde kalan, belki sıcak ama ölü bir evrendir - bir “sıcak ölüm”.

Modern termodinamiğin öğretileri böyledir. Ondan kuşku-
lanmak veya ona karşı çıkmak için bir neden yoktur. Gerçekte
bunlar bizim bütün dünyevi deneyimlerimizle o denli doğrulan-
maktadır ki hangi noktada saldırıya açık olabileceğini görmek
çok zordur. Bu, döngüsel bir evren olanağını da anında yok et-
mektedir; gördüğümüz olayların nehrin denize akışı gibi olduğu-
nu, görmediğimiz olayların ise bu suyu nehre geri getirdiğı şeklin-
deki bir döngü. Nehrin suyu bu şekilde, tekrar tekrar gidip gele-
bilir çünkü o evrenin tümü değildir; nehir döngüsü dışında bir
şey, yani Güneş'in ısısı, onu sürekli hareket halinde tutar. Ancak
evren bir bütün olarak tekrar tekrar dönmeyi sürdüremez. Evre-
nin enerjisi kullanılabilirliğini sürekli yitirmek zorundadır –tabii
evren dışı bir sürekli eylemin, bu her ne demekse, var olduğunu
kabul etmezsek. Enerjisinin kullanılabilirliği kalmamış bir evren
de zaten ölmüş demektir. Değişim sadece bir yönde olabilir ve sı-
cak-ölüme yol açar. Ölümlülerde olduğu gibi, evrenlerde de ola-
naklı tek yaşam, mezara doğru ilerlemedir.

Gerçek bir döngüsel harekete aşikâr bir örnek olarak seçti-
ğimiz nehrin denize akması bile, ilgili bütün etkenler hesaba ka-
tıldığında, aynı şeyi göstermektedir. Nehir, şelaleler ve çağlayan-
larla denize doğru akarken sularının karışık hareketi ısı üretir, bu
ısı da sonunda sıcaklık ışıınımı şeklinde uzaya geçer. Ancak neh-
rin akmasını sürdüren enerji, sonuçta, ılık şeklinde Güneş'ten ge-
ler; Güneş'in ışıınımını kapatırsanız kısa sürede nehir de akmasını
durdurur. Nehir ancak ılık enerjisini sürekli olarak ısı enerjisine
çevirerek akabilir, serinleyen Güneş kullanılabilirliği yeterince
yüksek enerji göndermeye son verdiğinde suyun akışı da durmak
zorundadır.

Aynı genel ilke gökbilim evrenine de uygulanabilir. Burada
enerjinin hangi yönde aktığı konusunda hiçbir kuşku yoktur.
Önce bir yıldızın çok sıcak olan iç bölgesinde, çok çok küçük
dalga boyunda ve çok çok yüksek enerjili kuantumlar şeklinde
açığa çıkar. Bu ışıınım enerjisi dışarıya, yıldızın yüzeyine doğru
çıkmağa çabalarken, yıldızın hangi bölgesinden geçiyorsa, üst üs-

te emilme ve tekrar saliverilme yoluyla, kendini o bölgedeki sıcaklığa göre ayarlar. Daha uzun dalga boyları daha düşük sıcaklıklarla bağlantılı oldukları için [...] ışıının dalga boyu sürekli uzar; birkaç yüksek enerji kuantumu çok sayıda zayıf enerji kuantumuna dönüşür. Bunlar uzayda, özgürlüklerine kavuştuklarında, toz tanecikleri, başıboş atomlar, özgür elektronlar veya yıldızlar arası başka maddelere rastlayana kadar değişmeden ileriye doğru hareketlerini sürdürürler. Bu maddenin sıcaklığının yıldız yüzeyinden daha yüksek olması dışında ki, bunun olasılığı çok düşüktür, bu rastlantılar ışıının dalga boyunu daha da artırır. Bu tür sayısız karşılaşmaların nihai sonucu, çok büyük dalga boyu olan bir ışıındır. Kuantumlar sayısal olarak çok artmışlardır, ancak bu artmanın bedelini bireylerin gücündeki küçülmeye ödemişlerdir. Çok yüksek enerjili orijinal kuantumlar, büyük olasılıkla, protonların ve elektronların yok oluşundan ortaya çıkmışlardır. Demek oluyor ki, evrenin temel süreci, elektron ve protonlarda depolanmış, kullanılabilirlik düzeyi son derece yüksek olan enerjinin en alçak kullanılabilirlik düzeyindeki ısı enerjisine dönüştürülmesidir.

Dizginleri hayallerine teslim eden birçok kişi düşük düzeydeki ısı enerjisinin kendini zamanla yeni elektron ve protonlara dönüştürebileceği yolunda görüşler ileri sürdüler. Var olan evren kendini ışıınla yok ettikçe onlar hayallerinde, yok olanın küllerinden yeni bir dünyanın ve semaların doğuşunu seyretmekte. Ancak bilim bu tür hayalleri destekleyemez. Böylesi belki de daha iyidir; aynı temanın veya onun sonu gelmeyen çeşitlemelerinin tekrarından ne yarar umulduğunu anlamak zordur.

Demek oluyor ki, yok olabilen her atom yok olduktan, enerjisi de evrende sürekli başıboş gezen ısı enerjisine dönüştükten ve dönüşebilecek her türden bütün ağırlık ışıınma dönüştükten sonra evrenin nihai durumuna erişilecektir.

Hubble'ın, maddenin uzayda, santimetre küpe ortalama, $1,5 \times 10^{-51}$ gram oranında dağıldığı yolundaki hesaplamasından söz etmiştik. Bir gram maddenin yok olması 9×10^{20} erg açığa çıkarır

böylece $1,5 \times 10^{31}$ gramlık madde $1,35 \times 10^{10}$ erg enerji salar. Öyleyse var olan evrendeki bütün maddenin tümünden yok oluşu, uzayı santimetre küp başına $1,35 \times 10^{10}$ erg enerji ile doldurur. Bu ölçüde bir enerji uzayın sıcaklığını mutlak sıfırdan sıvı havanın sıcaklığının çok çok altında bir sıcaklığa yükseltir; dünya yüzeyindeki sıcaklığı da yalnız bir derece santigratın 6000'de biri kadar yükseltir. Bütün evrenin yok olmasının etkisinin böyle olağanüstü anormal önemsiz olmasının nedeni, doğal olarak, uzayın, inanılmaz ölçüde, maddeden yoksun olmasıdır; uzayı içindeki bütün maddeleri yok ederek ısıtmaya çalışmak bir odayı orada burada bir toz zerreciğini yakarak ısıtmaya benzer. Uzayın kapasitesi, ona aktarılabilir bütün ışınlama kıyaslandığında dibi olmayan bir kuyu gibidir. Gerçekte, bilimsel gözlemler bakımından uzayda, bizim haberimiz olmadan binlerce ölmüş evrenin ışınlamalarının şimdi bile dolaşıyor olması, tamamen olanaklıdır.



FREDERIC C. BARTLETT

Düşünce İmgeleme

Hatırlama'dan (1932)

İngiliz psikolog Frederic C. Bartlett (1887-1969) bellek üzerindeki çalışmalarıyla bu alanda öncülük yapmıştır. Klasik bellek araştırmaları insanların anlamsız listeleri öğrenmeleriyle ilgilenirken Bartlett anlamlı şeylere ilişkin belleği araştırmak için bir dizi teknik geliştirmiştir. Onun fikirleri, özellikle, bir bilgisayarın verileri anlamlı şeylere dönüştürmesi türünden, yapay zekâ projelerinde etkili olmuştur. Bartlett'in ilgi duyduğu şeyler onu doğanın sınırlarına yaklaştırmıştır. Öznel deneyimlerle ilgileniyordu; bunda doğal olmayan bir şey olmasa da, öznel şeylerin doğrudan incelenmesi kolay değildir. Araştırdığı şeyin biyolojik işlevini veya rolünü de anlamak istiyordu. İşlevin doğal olmayan bir yanı yoktur; ancak, nesnel olarak ve kesin anlamlı biçimde dile getirilmesi zordur. Bir kuşun kanadı gibi bir şeyin bile birden çok işlevi vardır: Uçmak, sinyal vermek, yumurtaları sıcak tutmak ve belki de yalnız kuşlarca bilinen 20 başka şey.

İnsan bir gözlemi doğanın bağımsız bir kavranış bağlamına yerleştiremezse—kanadın şekli ve aerodinamik yasaları veya kanattaki benekler ve doğal seçim gibi—, işlevin açıklanmasında her zaman bir tür kurgulama var demektir. Ancak çoğu kez kurgulama, biraz da ters yönde gitmeye çalışırken sahip olduğumuz ve kullanabileceğimiz tek şeydir. Örneğin aerodinamik yasaları, kuşların kanatlarını inceleyerek ve kanatta uçmayı sağlayan şeyin ne olduğu konusunda kurgulama yaparak bulunmuştur. Bartlett beyin için de benzer bir şey yapmaya çalışıyordu. Öznelliğin etkilerini ve görünürde neler başardığını gözlemleyerek, onun daha iyi anlaşılması için gereken alt yapıyı oluşturmuştur.

İmgelerin zihinsel yaşamda temel önem taşıyan rolleri vardır. Bu görüşün çağdaş psikolojide popüler olduğu pek söylenemez. İmgelerin etraflıca incelenmesinin psikolojiye fazla bir şey kazan-

dıramayacağını düşünenler yalnızca aşırı davranışçılar değildir. Daha az köktenci olan çevreler de, imgeler genelde belirsiz, uçucu, kişiye ve zamana göre değişken oldukları için, haklarında geçerli nedenlerle hemen karşı gelinemeyecek beyanlarda bulunmanın çok güç olduğunu sık sık ileri sürerler. İmgeler hakkında geleneksel psikolojide yapılan beyanların çoğunun, onların işlevleri değil doğası hakkında, ne yapmayı olanaklı kıldıkları değil ne oldukları hakkında yapılmış olması bu görüşü ortaya çıkarmıştır. Onlar hakkında yapılan tartışmaların birçoğu, esas itibarıyla, bilgikuramsal konularıyla ilgilidir. İmgelemenin [*imagery*] doğasının ve onun bir yandan dış dünya objeleriyle, öte yandan ona neden olan duyumsal algılarla olan ilişkisinin önemli, ilginç ve özellikle de birbirini karşılıklı etkileyen sorunlara yol açtığı kuşku götürmez. Burada bunları ele almayacağız; sadece, imgelerin zihinsel yaşamın genel gelişmesine, tam olarak, ne katkısı olduğu sorusuyla ilgileneceğiz. [...]

Deneylerimde bana yardımcı olan birçok gözlemcinin hemen hepsi, şu ya da bu zamanda, imgelerin varlığına olan güvenlerini dile getirmişlerdir. İmgeler çok çeşitli terimlerle betimlenmiş, onlara çok değişik özellikler atfedilmiştir; ama onların gerçekten var oldukları, bir dizi deney içindeki başka herhangi bir şey kadar olabildiğince güvenle ifade edilmiştir. Bu dikkate değer sözlü bildirileri reddetmek, aynı kaynaktan ve aynı gerekçelerle gelen başkalarını kabul etmek çok keyfi bir davranış olur. Dahası, her ne kadar imgelerin betimlenmesinde büyük farklılıklar olsa da, bir ya da iki noktayı hep içeriyorlar. Bir imgenin görüldüğünü söyleyen bütün gözlemciler, algılamalarını etkileyen ve o andaki bir duyusal dış kaynağa bağlanamayacak bir şeyin var olduğunu ve o şey için yapabildikleri betimlemenin onunla hiç de aynı olmadığını söylüyorlar. Yani, imge dedikleri şeyin bir sözcük formülüne indirgenemeyeceğini söylüyorlar. Geleneksel psikoloji, imgelerin ne olduklarını tam olarak anlamak için, kendilerini betimleyen sözcüklerden farklı olduklarını varsayarak, daha çok algılama ile imgeleme, ya da algı ile imge arasındaki aşikâr ayrılık-

lar üzerinde durmuştur. Algı ile karşılaştırıldığında, imgenin görece uçucu, bölük pörçük, gelip geçici ve daha düşük şiddette olduğu ve başka bir biçimde “akla geliverdiği” söylenir. İmgeleme ile onun sözle anlatımı arasındaki fark çok daha az dikkatle incelenmiştir; ancak, işlevsel bir bakış açısı seçildiğinde öne çıkan da bunlardır; imgelerin en önemli işlevleri, doğrudan duyuşsal tepki ile yalnızca sözcüklerin kullanımı arasında kalan bir alandadır.

İmgeler ve Sözcükler

Sözcükler çoğu kez anlamların dolaysız ifadesi gibi görünürler; ama imgeler şöyle ya da böyle oradadır ve sözcükler, ancak onlardan belirli anlamlar üretildiğinde ortaya çıkabilir. Bu ifadenin çok belirsiz olduğu düşünülebilir; ama birçok gözlemcinin gerçekten söylediği de tam budur; [...] ve bana öyle geliyor ki, psikolojik açıdan bu büyük önem taşımaktadır. Bir deneyin gidişini ele alalım. [...] Bir denek teste gelir ve hemen bir ilgi uyanır, az ya da çok belirli bir yönelme oluşur. Genel deney koşulları ve deneyci ile denek arasındaki sosyal ilişki her zaman bunu oluşturur. Başlama noktası ne olursa olsun, denek, kendisinin önde gelen ilgi alanıyla göze çarpar biçimde bağlantılı olan [...] şeyleri sözcüklerle anlatmaya başlar. Bir başka zamanda ya da bir başka denekle de süreç tam aynı şekilde başlar; ancak bir engel vardır; belki de ilgiler çatışmaktadır; ya da deneğin tutumunun akıcı biçimde gelişmesini bozan bir şeyler vardır. Denek, aniden, betimlemenin düz rotasından biraz –bazen de görünür biçimde– sapıyor gibi görünür. Bir imge vardır ve sözcükler bu süreci daha ötelere götüremeden önce, anlamın ona bağlanması veya, belki de daha doğrusu, anlamın ondan akması, dışarı çıkması gerekir. Böylece imgeler çoğaldıkça betimleme süreci de, daha ilginç, daha değişken, daha zengin, daha hareketli hale gelir. Sadece mantıksal açıdan bakıldığında ise, anlamın doğrudan sözcüklerle aktığı duruma kıyasla izlenmesi biraz daha güçleşir. Psikoloji bakımından ilginç olanı da betimlemenin alışılmış normlardan daha bağımsızlaşması ve kesinlikle daha özgün görünmesidir. İmgeler

birey için öylesine önemlidir ki, psikoloji çevrelerinde imgeler konusunda ne zaman bir tartışma başlasa, kısa süre sonra onun bir dizi otobiyografik itiraflara dönüştüğünü hep biliriz. [...]

Uzaktan Tepkiler

Biyoloji alanında gerçekleşen bütün önemli ilerlemelerde göze çarpan iki özellik vardır: Çeşitli dış uyarı koşullarına daha iyi uyum sağlamak üzere tepkilerde çeşitliliğin artması ve uzaktaki durumlarla başedebilme kapasitesinin gelişmesi. Bu özelliklerden bazen biri bazen de öteki özelliikle daha çarpıcı olur; ama ikisi birlikte organik yaşamın daha yukarı formlarının üstünlüğünün işaretini oluştururlar. Daha az gelişmiş organizmalar için dış dünya ile ilişki kurmanın sadece birkaç yolu vardır ve onların hepsi bazı kalıplaşmış tepkilere yol açar. Yavaş yavaş çok çeşitli duyuşsal tepki türleri gelişir; her biri aşağı yukarı kendisine uygun gelen uyarılara karşı uzmanlaşmıştır. Bunlar arasında uzaktan tepkiyle ilgili olanlar önde gelir. [...]

Geçmişteki deneyimlerden etkilenme kapasitesi çoğu kez –belki de biraz hatalı olarak– “deneyimle değişme” olarak anılır. Bu kapasite çeşitli ve durmadan değişen çevre koşullarının gerektirdiği uyumluluk, değişkenlik ve tepkilerde çeşitlilik istemleriyle genelde bir çatışma halindedir. Genel etkisi iki türlüdür: Kalıplaşan davranışlara yol açar ve görece değişmez nitelikte bir dizi tepki uyandırır. Yüksek düzeyli bir davranışta bile tepkilerin sabit bir kronolojik sıraya göre yeniden açığa çıktığı çokça görülür. Hepimiz yorgun, aşırı heyecanlı, biraz içkili olduğumuzda ya da herhangi bir nedenle eleştirel dikkatimiz gevşemişse, seri halinde tepki gösterme eğiliminde oluruz. Sanki organik uyum süreçleri habire bir dizi tepki başlatmak için çabılıyor gibidir; sanki, bilinç dışında, dizinin kendisi onu oluşturan öğelerden daha ağırlıklıdır; öyle ki, çoğu kez, eğer dizi bir yerde bozulursa tümünden çökme ya da bütün dizinin yinelenmesi eğilimi başgösterir.

Geçmiş durumların “toplu halde” etkin olmaları ve sabit bir kronolojik sırayla gereğinden çok belirlenmiş olmaları, biyoloji

bakımından ekonomik olmadığı gibi sağlıklı da değildir. Ekonomik değildir, çünkü bütün bir diziye yeniden başlatmak çoğu kez korkunç bir zaman israfıdır. Sağlıklı değildir, çünkü gerçek çevresel olguların farklılıklarını bulanıklaştırır. Bu zorlukları aşmak için imgeler yöntemi geliştirilmiştir. Bu sürecin tam işleyişi hakkında çok kesin bir şey söylenebileceğini sanmıyorum. Ancak bu, yalnız imgelerin ortaya çıkmaları ya da onların keşfedilmelerine özgü bir durum değildir. Her ne kadar yeni tepkilerin nasıl bir düzenekle ortaya çıktığı açıklanmamakta ise de, işlevlerin bütünlenmesinin yeni tepkilere yol açtığı hep görülmektedir. [...] Genel olarak, imgeler bir bütünden bazı parçaların koparılmasına, geçmişteki uyarılar ve durumlar yeniden canlandırılırken çeşitlilik olanaklarının artırılmasına ve kronolojik geliş sırasının aşılmasına yarayan bir araçtır. İmgenin, özellikle de görsel imgenin yardımıyla –çünkü bu, görsel duyuda olduğu gibi, uzaklık düzenekleri bakımından türünün en iyisidir– bir kişi bir yıl önce olmuş bir şeyi içinde bulunduğu ortamdan çekip çıkarabilir; onun bireyselliğinin çoğunu hatta bütününü bozmadan yeni bir yere oturtabilir; daha dün olmuş bir şeyle birleştirebilir ve bugün karşılaştığı bir problemi çözmek için her ikisini de kullanabilir. [...]

Sık sık işaret edilir ki, herhangi bir anımsama sürecinde herhangi ufak bir engel çıktığında imgelerin ortaya çıkması özellikle olasıdır; bu olmadığı zaman ise bütün sürecin yalnızca sözcükler yoluyla ya da uygun bir manevra işlemiyle sonucuna ulaşması olasıdır. Bu ise beklenenin ta kendisidir. O andaki koşullarla, otomatik tepki için uygun olan koşullar arasındaki farklılık denekte bir tavır veya ilgi çatışması başlatır. Uygun olan tepki bir süre için durur ve imge bir bütünün parçası olarak, sorunu çözmede yardımcı olmak üzere meydana çıkar. Ancak bu çözüm seyirciye çoğu zaman garip gelir, deneğe de uygun değilmiş gibi görünebilir. [...]

İmgeler Nasıl Yetersiz Kalabilir

İmgelerin kendilerine özgü üstünlükleri yanında bazı kusurları da vardır. Bu kusurlardan ikisi belki de en önemli olanlarıdır:

İmge, özellikle de görsel imge, durumları bireyleştirirken çok ilerilere, biyolojik bakımdan yararlı olanın da ötesine gitme eğilimindedir; imgelerin bir araya gelme ilkelerinin tipik özellikleri vardır ve bu ilkeler bir düşünce zincirinin düzenli gelişimine veya bir alışkanlığın doğrudan açığa çıkmasına kıyasla daha vahşi, spazmodik ve düzensiz yapılara yol açarlar.

Napoléon'un, kafalarında her şeyin bir resmini oluşturan adamların komuta etmeye uygun olmadıkları yolundaki sözlerinin –eğer gerçekten söylemişse– ne kadar haklı olduğu bu kusurların birincisinde görülür. Bir muharebeye, falan zamanda filan çatışmanın nasıl gittiğinin bir resmi ile yaklaşan bir komutan, kavga başladıktan iki dakika sonra birşeylerin ters gittiğinin ayırdına varacaktır. İşte o zaman resim parçalanır. Yedekte sadece başka bir bireysel resim vardır; ancak o da uzun süre işe yaramaz. Ya da, belki, ilk resme göre yapılan tahminin uygulanabilir olmadığını gördüğünde elinde o kadar çok resimden oluşan bir koleksiyon olabilir ki, resimlerde ne gibi pratik ayarlamalar yapacağı konusunda bir çıkmaza girmiştir. Geçmişe ilişkin çok fazla bireyselliğin var olması, hemen hemen, hiç olmaması kadar sıkıntı vericidir. Sürekli değişen bir çevrenin istemlerini uygun biçimde karşılamak için, bazı unsurları onların genel ortamlarından bulup çıkarmamız yeterli değildir. Onların hangi bölümlerinin, onların genel özelliklerini ve işlevlerini bozmadan, ne sonuç vereceklerini ve ne değişiklikler yapacağını da bilmek zorundayız. Anlaşılan, burada sözcüklerin özellikle yararlı olduğu, ancak imge yönteminin kendisinin yetersiz kaldığı türden bir çözümlemeye gerek vardır.

Daha da önemlisi, imgelerin kendilerine özgü bir araya gelme modellerinin var olması ve onların toplumsal uyum gereksinimlerine, sözcüklere nazaran daha az uygun düşmeleridir. Normal psikologlar imgelerin hangi yolla çağrıştırıldıkları konusuna beklenenden çok daha az önem vermişlerdir. Genelde kabul gören çağrışım şekilleri içinde biraz derinliğine ayrıntıya inenlerin hemen hepsi sözcük çağrışımlarının sınıflandırılmasından elde edilmiştir; beklendiği gibi de yaklaşımları belirgin olarak mantık-

saldır. Benzerlik, yakınlık, ardıllık yollarıyla yapılan geleneksel çağrışımlar gibi genel kategorileri ele alanlar ise, herhangi bir belirli soruna ışık tutamayacak kadar geniş alana yayılmışlardır. [...] Yeniden deneysel verilere dönersek görürüz ki, ayrıntıya “ağırlık verilmesi”nin, bazı öğelere öncelik tanınmasının daha çok, eğilim ve ilgi türü kişisel etmenlerle ilgili olduğu defalarca ortaya konmuştur. Sonuçta imgeler kolayca birbirine akıyor, yoğunlaşıyor, başka birisinde göze çarpar biçimde dağınık ve tutarsız görülebilecek olan, tek bir zihinsel yaşamda bir araya geliyor. Bu türden bireysel çağrışımlar hiçbir benzerlik, yakınlık veya ardıllık ilkesine başvurarak layıkıyla açıklanamaz. Bu formların ikincillik, başatlık, eşuyum [*subordination, superordination, coordination*] vb. mantıksal ilişki kategorilerine doyurucu biçimde yerleştirilmeleri daha da güçtür.

İmgelerin ortaya çıktığı en tipik durum kişisel eğilimlerin ve ilgilerin kesiştiği ve birleştiği durumdur. [...] Çoğunlukla bir imgeden bir başkasına geçme biçiminde oluşan anımsama ya da yapılama zincirinin yine de yeterince tutarlı olduğu görülebilir; hatta, sadece kendisini oluşturan imgesel öğelerin çok çeşitli ve beklenmedik şeyler olmaları nedeniyle “son derece tutarlı” nitelmesini de hakedebilir. Ancak, eğer anlamı açıklığa kavuşmamışsa ve art arda gelen imgeler sadece tarif edilmiş veya adlandırılmış işeler, başka bir kişiye bu zincir her zaman fantastik, spazmodik, mantıksız ve genel çağrışım ilkelerine aykırı gelecektir. Bu özellikler en aşırı biçimde şizofrenik hastaların karmaşık imgelerinde görülür; ancak, herhangi bir imge-yüklü düşünce sürecinden tümüyle koparılamazlar da.

Kuşkusuz, bunda pek çok koşulun katkısı olabilir; ancak, orada burada yapılan deneyler sık sık ileri sürülen bir şeyi doğrulamaktadır: Bu koşulların içinde en çarpıcı olanı aynı anda faal olan ilgilerin duygusal etkilenmeleri. Thomas Hardy’nin *Umut-suz Çareler* [*Desperate Remedies*] romanında güzel bir genel örnek vardır. Cytheraea Grange babasının aniden yüksek bir yapı iskelesinden düşmesine tanık olmuştur. Geçirdiği sarsıntı çok bü-

yüktür; çünkü babası, ölmediyse bile, herhalde en azından ciddi biçimde yaralanmıştır. “Cytheraea’nın bilinçli olarak anımsadığı bir sonraki izlenim, kaldırımın ötesindeki bir araçtan erkek kardeşi ile daha yaşlı bir adam tarafından evinin merdivenlerine taşınmasıydı. Olanların anımsanması ise kısa bir süre sonra tam kapıdan geçerken başladı... gözüne güney-batı gökyüzü ilişti ve önemsemeksizin, beyaz güneş ışığının kara bir buluttaki bir delikten eğik bir ok gibi içeriye girdiğini gördü. Duygular kendilerini bir anda görülen manzaralara bağlarlar –o manzaralar temelde çok ilişkisiz olsalar da– tıpkı kimyasal eriyiklerin çalılarda ve ağaçlarda kristalleşmesi gibi. O günden sonra her zihinsel acı Cytheraea’nın aklına, eğik ok gibi gelen güneş ışınlarından daha az canlı olarak, Town Hall penceresinden gördüğü o sahneyi getiriyordu.” Herkes bunun sık görülen bir psikolojik olayı tam olarak dile getirdiğini hemen görecektir. Olayları canlı bir imgesel formda bir araya getiren şey sadece olayların zaman ve mekânda yan yana konmaları değildir; uzak ya da yakın, benzer ya da benzersiz olsalar da, onların ortak duygular veya ilgilerle kaplanmış olmalarıdır. Gerçekten bu, özellikle birçok Fransız psikoloğun derin bir içgörüyü kaleme aldıkları *mémoire affective* (duygusal bellek) dir.

Bu irdelemelerden iki üç tane önemli sonuç çıkarılabilir. Birincisi: Özel bir problemi çözmeye uğraşma sırasında karşılaşılan imgelerin anlamını belirlemeye çalışırken, kişiler çoğu kez söylemesi istenen şeyleri söylemiyorlar; artık bunun nedenlerinden birini biliyoruz. İmgenin, konumunu ve temel var olma nedenini belirleyen niteliği, onun gereği gibi ifade edilmesini engeller. Çünkü bir kimsenin gösterebileceği herhangi bir duygusal tepkinin ince ayrımlarını ifadeye yaklaşabilen hiçbir işe yarar sözcük yoktur. Öyleyse, birçok durumda, imgeler sadece betimlenirler ya da adlandırılırlar; anlamları ise açıkça dile getirilemeyen bir anlayışa kalmıştır ve sanki bir tür estetik lüks sağlıyor gibidirler.

İkincisi, kökeni ve özellikleri çok çeşitli olan ilişkileri bir araya getiren bu duygusal yapı, tipik deneğin sık sık gördüğü imge-

lerin zenginliğini ve çeşitliliğini açıklamakta yardımcı olabilir. İnsani düzeydeki duygusal tepkiler arasındaki farklar betimsel dilde onlar için var olan ifadelerin çok ötesindedir; ama yine de dış çevrenin ayırt edilebilir özelliklerinin zorunlu olarak çok gerisinde kalırlar. Öyleyse, her kişi için, bilinebilen çok çeşitli verilerin bir araya toplanmalarının olanaklı olması gerekir; çünkü hepsi de, onlara eşlik eden ve ifadesi oldukça değişmez nitelikte olan duygusal etkilerle değişikliğe uğramış olan ilgilerin gelişmesine hizmet etmişlerdir.

Son olarak, yaradılışları nedeniyle ilgilerinin duygusal geçmişine özel biçimde duyarlı olan bazı insanların var olduğunu düşünmek abartılı görünmez. Böyle kişilerin ilgileri çabucak harekete geçer ve birleşirler; ya da farklı koşullarda, birbirinden önemli ölçüde uzak kalmaya devam ederler. Bazı kimseler de kendileri veya bir başkası tarafından formüle edilebilir bir neden bulunmadıkça, öteden beri ayrı ayrı duran ilgi alanlarını birleştirmeyi başaramazlar. Birinci gruptaki kişiler sözcüklerle dile getirelemeyen bir bağlantıyı içlerinde duyarak, nedenlerin önünde giderler. İkinci gruptakiler çözümleme ve mantığı beklemek zorundadır. İmge her durumda bireyselleştirici işlevini sürdürdüğü için, canlı imgeleri formüle edilmiş nedenler beklemeden birleştirebilen kişiler, esas itibarıyla somut gösterimlerle, mecazlarla ve pratik problemlerle uğraşan kişiler olacaktır. Bunların arasında şairleri, kâşifleri, mucitleri bulmak olanaklıdır. Yine bunlar arasında, gizli bağlantılara karşılık verebilecek duyarlılığı olan, ancak düzenlilik ve sebatan yoksun olanlar; hem kendilerine hem de başkalarına tamamen anlamsız gelen bir biçimde bir konudan bir başkasına atlayan insanlar da bulunur.

İmgeleme, bütün diğer organik veya psikolojik tepkiler gibi, hep alışkanlık düzeyine inmeye yönelir. Genel olarak, bana öyle geliyor ki, bilinçli bir organizmanın dış çevrenin etkilerine verdiği yanıtlardan biri de, kuşkusuz, imgedir. Söz konusu dış çevre ise, bir ölçüde değişken bir ölçüde de kalıcıdır; öyle ki, değişken düzenlemelere gerek duyar, ama tümünden yeni bir başlangıca asla

izin vermez. İmge yöntemi bir kere benimsenip uygulandıktan sonra, artık bir alışkanlığa dönüşme eğilimine girer. Duygusal koşullar altında ya da başka bir nedenle hayallerini anlatan tipik bir denek çok büyük bir imge zenginliğine ve çeşitliliğine sahiptir. Bunlar çeşitli özellikler taşırlar; öyle ki, denek dikkatini, çözülmesine yardım etmek için orda oldukları problem üzerine toplamak yerine, durup onları betimlemekten kendini alamaz –bu da çoğu kez kendisine ve çevresindekilere estetik bir haz verir. Çok geçmeden imgelerin kendileri alışkanlığa dönüşür, belirgin özelliklerini tekrarlarlar; kişiye özgü bir biçimde kalıplaşır ve böylece belirli bir çevreyi karakterize eden değişik özelliklerden uzaklaşırlar; halbuki bu özellikler olmadan imgeler yöntemi daha başından itibaren asla gelişmezdi.

İmgeleme ve Düşünme

[...] Eğer deneylerin ortaya koyduğu şeylerin sınırları içinde kalırsak, sözcük ile imge oluşumu arasında bir çeşit tamamlayıcı bağlantı varmış gibi görünür; bunun nasıl işlediğini anlamaya çalışmakta da yarar vardır. Düşünme ile dil kullanmanın yakından ilişkili olduğu konusunda çok genel görüş birliği vardır; ancak onlardan birini ötekine indirgemenin geçerli bir nedeni olamaz. Sözcükler ve duygusal imgeler, önemli bir açıdan, birbirinin benzeridir: Her ikisi de algılanma bakımından, o anda orada var olması şart olmayan başka bir şeyin işaretleri yerine geçerler. Böylece, her ikisi de uzakta bir yerdeki nesneler veya durumlarla ilgili genel işlevin araçlarıdır. Sözcükler ayrıca toplumsal nitelikte olma gibi aşikâr bir üstünlüğe sahiptir ve anlam iletişimini en dolaysız biçimde sağlarlar. İletilecek imgenin kendisi de sözcüklerle ifade edilmek durumundadır ve bunun, genelde, duraksamalarla ve çok yetersiz bir biçimde yapıldığını görmüş bulunuyoruz. Sözcükler imgelerden, daha da önemli bir başka bakımdan da farklıdır: Bir durumun kendine özgü bireyselliğini anlatabildikleri ölçüde dolaysızca, hatta daha da doyurucu olarak onun niteliksel ve bağlantısal özelliklerinin *genel* görünümünü aktarabilirler.

Gerçekte dilin düşünce süreçleriyle yakın ilişkisini oluşturan da budur. Çünkü düşünce, gerçek psikolojik anlamda ilgilerin harmanlandığı uygun bir geçmiş durumun tekrar canlandırılmasından ibaret değildir; bugünün getirdiği sıkıntıları çözmek için geçmişten yararlanmadır. Bu nedenle, düşünce, çözüm için yararlanılan durumlar ile probleme yol açan koşullar arasındaki ilişkinin yapısını, bir ölçüde gösteren bir dile getirilişini içerir. [...] Bu dile getirişi yapmak için, durumun oldukça açık şekilde atıfta bulunan niteliksel ve bağlantısal özelliklerinden yararlanmak için, insanoğlunun şimdiye dek keşfettiği ya da icat ettiği en yararlı aracın sözcükler olduğu görülmektedir. Bu şekilde kullanıldıklarında, gördüğümüz gibi, imgelerin etkilerini göze çarpar şekilde yitirme eğilimine girdikleri durumlarda başarılı olurlar: Özel olanı betimledikleri gibi, genel olanı da adlandırabilirler; dile getirilmiş bağlantılarla ilgili olduklarından, onların mantıklarını daha açıklıkla taşırlar.

Yanılmıyorsam, düşünme, biyolojik olarak, imge oluşturma sürecinden sonra gelir. Düşünme ancak, geçmiş uyarıların ve durumların “yığınlanmış” etkisini kırarak bir yol bulunduktan sonra, ancak geçmiş tepkilerin ard arda gelen acımasız egemenliğine karşı koyacak bir araç keşfedildikten sonra, olanaklı olur. Ancak, düşünce, her ne kadar daha sonra gelmiş ve daha yüksek bir gelişimi simgeliyor ise de, imgeler yönteminin yerini almaz. Onun da kendisine özgü sakıncaları vardır. İmgeleme karşılaştırıldığında, canlılıktan, berraklıktan, çeşitlilikten birşeyler kaybettiği görülür. Onun önde gelen araçları sözcüklerdir; onlar da sadece toplumsal nitelikte oldukları için değil, aynı zamanda, dizi halinde kullanılmaları gereği, imgelerden bile daha kolayca alışkanlık tepkilerine dönüşürler. Kabul görmüş düzenleri toplumsaldır; herkes için aynıdır; özel kullanımlar ise pek söz konusu değildir. İmge yönteminden uzaklaştığımız ölçüde, gerçek somut deneyimlerle çok ilgisi olmayan genellemelere yakalanma riskimiz giderek büyür. [...] Ancak anormal vakalarda bu riskler aşırılığa itilirler. Çünkü imgeler ile düşüncenin dilsel süreçleri çok kez bir

araya geldikleri için, her yöntem diğzerinin bazı özelliklerini almış olur ve imgeler, genellikle “jenerik” [*generic*] türü denilen imgelerde görüldüğü gibi, genel bir anlam ve çerçeveye doğru çabalar gibidir; dil ise halkalarını çoğu kez her durum için, özenli ve ayrıntılı bireysel anlatımlara dayanarak oluşturur. Bu ikisi, birbirleriyle yakından ilişkili olsalar da, her yöntem kendi belirgin özelliğini korur. İmge yöntemi, ilgilerin belirlediği, genellikle birbirinden uzak alanları bir araya getiren, parlak bir keşif yöntemi olarak yerini korur. Düşünce-sözcük yöntemi ise, daha önce birbirinden ayrı olanların birbirine bağlanmasına açıklık kazandıran ve bütün alanlar için olanaklı kılan bir ussallaştırma ve çıkarım yoludur. Çıkan sonuçlar yalnızca sergilenmez, aynı zamanda açıklığa da kavuşturulur.

Her iki süreci de bekleyen şey, bütün insan çabalarının karşısına çıkabilecek olan ortak kaddedir: sadece alışkanlıktan ibaret olma olasılığı. Üstesinden gelmek için geliştirildikleri etkiler ve genel sınırlamalar sonunda, onları altedebilir. O zaman insanlar imgelerin ve çeşitli sözcüklerin sağladığı olanakların kendi başlarına yeterli olduğunu kabul edecekler ve sanki imgeler ve sözcükler yalnız zevk alınacak lüks varlıklar gibi algılanacaktır.



GORDON W. ALLPORT

Olgun Kişilik

Kişilik: Psikolojik Bir Yorum'dan (1937)

Gordon Willard Allport (1897-1967) meslek yaşamını Harvard Üniversitesinde, kişiliği, yani, kabaca, bir insanın kişisel özelliklerinin organize olarak nasıl bir bütün oluşturduğunu incelemekle geçirdi. Psikolojinin en önemli konusunu, insanların oldukları kişi haline nasıl geldiklerini, anlamak istiyordu. Kişiliğin çocukluktaki huylar ve gereksinimlerle başladığı konusunda Freud ile aynı görüşteydi; ancak, Allport bazı kişilerin bu çocukluk eğilimlerinin ötesine geçebildiklerine inanıyor, bunu nasıl gerçekleştirdiklerini merak ediyordu. Aşağıdaki makalesinde olgun yetişkinleri ele alıyor ve en az birkaç tane kişilik olduğu gerçeğini açıklamak için bir düzineden çok psikoloji okulunun yetersizliklerini sıralıyor. Bu tür bir makalede bilimsel düşgücünün, gidebileceği yolun sonuna yaklaştığını görüyoruz. Açıklanması gereken olguları görüyor, ancak bu olguların nedenlerini keşfetmek için hiçbir yol gösterici bulamıyor. Bu noktada, dürüst olmayan bir araştırmacı olguları görmemezlikten gelmeye başlar; ancak, Allport bunu yapamazdı. Nörotik bir araştırmacı yetersiz ekollerden birinin teorilerini benimseyip bir mucize bekler; Allport onu da yapamazdı. Pragmatik bir araştırmacı konuyu değiştirirdi; bir dâhi ise olguları aydınlatmak için yeni yollar düşler ve araştırmayı genişletirdi. Ancak, anlaşılan Allport onlar gibi de değildi. Aşağıdaki makaleden sonra Allport, olgun kişiliğin hümanist açıdan bir değerlendirmesini yapan güzel bir yazı kaleme almıştır.

Hiçbir şey, insanın kendi denkleminin ortaya konmasını istemesi kadar, ender bulunur bir düşünsel kahramanlık gerektirmez.

SANTAYANA

Tam anlamıyla olgun bir kişiliğin karakteristik zenginliğini ve uyumluluğunu anlatmak kolay bir şey değildir. Olgunluğa erişmenin, ona erişen insan sayısı kadar çeşitli yolları vardır ve her örnekte varılan sonuç kendine özgüdür. Ancak, eğer tümüyle gelişmiş bir kişiliği henüz olgunlaşmamış bir kişilikten ayırt edici genel ölçütler aranıyorsa, hem evrensel hem de zorunlu olan üç ayırt edici özellik vardır.

Bir kere, gelişmiş insan birbirinden bağımsız çeşitli ilgileri olan insandır; yani bir iş yaptığında, düşünceye daldığında, bir eğlenceye katıldığında, başkalarına bağlılık gösterdiğinde kendini kaybeden insandır. Hangi uğraş kendisi için değer taşıyorsa, o uğraşı coşkuyla ve gayretle yapmaya girişir. Benmerkezcilik olgun kişiliğin bir göstergesi değildir. Kendini adadığı amaçla bütünleşmiş olan, kendine güvenen onurlu bir kişiyi, benmerkezcî, kendine acıyan, kendinden söz etme gevezesi, ağzı kalabalık bir Bohemle karşılaştırınız. Çelişkili görünmekle birlikte, “kendini ifade etme”, kişinin, esas itibarıyla kendisine yönelik *olmayan* amaçlar peşinde koşarken kendini kaybetme yeteneğini gerektirir. Topluma yönelik ve kültürle bağdaşan hedeflere doğru dışa yönelmedikçe, kendi çıkarını gözetmeyi ve kendini beğenmişliği geride bırakan amaçlar ve nedenlerle uğraşmaya girişmedikçe, her yaşam cüceleşmiş ve olgunlaşmamış bir görünüm sergiler.

Kesin bir nesnel yönlenmeye erişildiğinde, anlık zevkler ve acılar, engeller ve başarısızlıklar, kendini haklı çıkarma itisi gerilerde kalır; bunlar artık seçilmiş amaçları gölgelemez. Bu amaçlar *kişinin bir uzantısı* temsil eder; buna da olgun kişiliğin ilk gereği denebilir.

İkinci özellik birinciyi tamamlayan ve son derece belirsiz incelelikli bir etkidir. Ona *kişisel nesnellik* diyebiliriz; bu da olgun bir insanın kendisi hakkındaki değerlendirmeleri ile yeteneklerini, o andaki amaçları ile kendisi için olanaklı amaçları, kendi donanımı ile başkalarının düzeyini, kendisi hakkındaki düşünceleri ile başkalarının kendisi hakkındaki düşüncelerini karşılaştırırken taşıdığı o tuhaf tarafsız tutumu ifade eder. Kişisel nesnellik kapa-

sitesi *içgörüyü* ifade eder ve aşikâr olmayan yollarla *espri anlayışı* ile bağlantılıdır. Bunun, hemen her zaman, şu ya da bu şekilde gelişmiş ve olgun kişiliklerin iyeliğinde olduğu reddedilemez.

Kişinin kendisini coşkulu katılımlarda kaybetme yeteneği ile, bir köşeye çekilip belki de gülümseyerek kendisine tarafsız bir gözle bakma yeteneği arasında açık bir karşıtlık bulunduğundan, olgun kişilik için bütünleştirici üçüncü bir etkene gerek vardır; o da *birleştirici bir yaşam felsefesidir*. Böyle bir felsefenin ille de açıkça sergilenmesi, en azından, her zaman sözcüklerle dile getirilmesi gerekmez. Yetişme biçimi nedeniyle bir vaiz yoğun çalışan bir kasaba doktorundan, şair mühendisten daha konuşkandır. Ancak bütün bu kişiliklerin her biri, gerçekten olgun ise, kendisine uygun biçimde geliştirmiş olduğu ve genel tablo içindeki yerini temsil eden, geniş kapsamlı bir yaşam felsefesi uyarınca, hem katılımcıdır hem düşünür, hem yaşamayı hem de gülmeyi bilir.

Kişiliğin optimum gelişimi için gerekli olan üç koşul bunlardır ve her birinin daha ayrıntılı olarak ele alınması gerekir. Ancak, bu tartışmaya başlamadan önce, psikolojinin, burada söz konusu edilen böylesine karmaşık zihinsel koşullarla uğraşacak yeterliliği olup olmadığını incelemek gerekir.

Akademik bir psikolog, bunlar gibi karmaşık oluşumları açıklamaya giriştiği zaman, bir ikilemle karşı karşıya kalır. Kendisi, profesyonel ortamda, kafalarını ve yeteneklerini kullanmayı öğrenmiş kişilerle çalışır. Öyle insanların çoğunluğu temsil ettiğini düşünmek, o nitelikleri taşımayan kalabalıkta daha sık karşılaşılan ve büyük eksiklikleri olan insanları göz ardı etmek de çok kolaydır. Temsil edici olarak aldığı kişinin duygusal ve zihinsel düzeyini çok yüksek ve anlaşılması güç yerlere çıkararak durumu daha da romantikleştirebilir. Olgun kişilikleri incelerken gerçeklikten uzaklaşmamalı: Düşük zekâ, frenlenemeyen coşkular, kafa ve bedence geri kalmışlık, geçmişteki davranış biçimlerine geri dönüş, kişilik çözülmesi, kalıp-yargı, otizm, etkilenim gibi tümüyle insanlara özgü, ancak olgunlaşmayı önleyici koşulların kişilik gelişmesini kısıtladığı unutulmamalıdır.

Öte yandan, bu üç ölçütle yapılan testler sonucu ortaya çıkacak olan tam olarak olgun kişi sayısı pek büyük olmasa da, gerek onlar için, gerek olgunluk yolunda oldukça yolalmış çoğunluk için *yeterli* bir açıklama bulmak gerekir. Bu gereklilik bizi ikinci bir çıkmaza, psikologların çoğunun, ayırdına varmadan, düştükleri yanılgıya götürür.

Yanılgıya düşerler; çünkü (hâlâ) tam olarak gelişmemiş olan psikoloji aletlerini, onlarla işlenip şekillendirilemeyecek ölçüde nazik olan malzemeye uygulamaktadırlar. Örneğin, basit deri reflekslerini veya dekortike edilmiş bir kedinin otomatik tepkilerini açıklamak üzere tasarlanmış kavram ve yöntemler, çoğu kez, olgun kişiliğin birçok çeşitli örneklerine yaygınlaştırmakta ve onları tam olarak kapsadıkları söylenmektedir. Varılan sonuçlar da gülünç olmaktadır ve iyi eğitim görmüş birçok kişinin psikolojiyi saçma bir bilim olarak görmesi de bu yüzdendir.

Kişiliğin karmaşıklığını küçümsemek niyetinde olmayan psikologlar bile, kendilerini, meslek atölyesindeki aletlerin ilkeliliği ile sınırlandırılmış görmektedirler. Bu yüzden, araştırmanın bütün yükü yetersiz birkaç araca yüklenmektedir. Oysa, onlar yerine yenilerini üretmek daha uygundur.

Eldeki yöntem ve kavramların gerçekten yetersiz olduğu, kişilikle ilgilenen çeşitli psikoloji kollarında ortaya çıkan başlıca sınırlamaların şöyle bir özetlenmesiyle de gösterilebilir. Burada söz konusu olan, kavramların geçerliliği ya da *özel* sorunlar için uygun olup olmadıkları değil, daha çok, gerçekten olgun kişilikler konusunu ele almak için *yeterli* olup olmadıklarıdır.

Fizyolojik psikoloji, örneğin yükselme hırısı, bağıllık, kendini eleştirme, mizah gibi daha incelikli süreçler söz konusu olduğunda, karmaşık kişisel işlevlerin sinirsel karşılıklarını belirtememektedir.

Klasik *davranışçılık* ekolünün bize sağladığı, olsa olsa, zihinden yoksun bir organizmanın gelişigüzel yön değiş-

tirmelerini ve anlamsız hareketlerini içeren bir şemadır. Onun kavramları, tam olarak bütünleşmiş modellerden çok, tek tek tepkiler için daha uygundur. Yeni "eylemci davranışçılık"ın bu durumu düzeltip düzeltemeyeceğini onun ortaya neler koyacağı gösterecektir.

Daha eski ve içine dönük olan *yapısal psikoloji*, hareketlilikle ilgilenmediği için, kişilik alanına giren hiçbir *dinamik* olaya açıklama getiremez.

İşlevsel psikoloji, yapısal psikoloji gibi, genelde zihin ile ilgilenir; ama içgüdüler, uyum sağlama, düşünce akımı ve benzeri önemli işlevleri ele aldığı halde, bunu somut ve kişiye indirgenmiş olarak yapmaz.

Gestalt psikolojisi, bütünlük konusunu vurgulama avantajına karşın, şimdiye değin daha çok *anlık* davranış modelleriyle uğraşmış, kalıcı yapısı olan sorunları ihmal etme eğiliminde olmuştur.

Matematiksel psikoloji, iyi eğitilmiş ve titizlikle çalışan beyinler yardımıyla, bu beyinlerin hepsinin birkaç tane temel ve ortak etkene indirgenebileceğini veya hepsine standart modelden ölçülebilir sapmalar olarak bakılabileceğini ileri sürerek böyle beyinlerin yalnızca bir karikatürünü üretmektedir.

Bunun gibi, tek tek özelliklerin toplumdaki dağılımıyla ilgilenen *bireysel ayrılıklar psikolojisi* de bu farklılıkların bireysel dinamik oluşumlar halinde düzenlenmesi bakımından yeterli değildir.

Freudçu psikoloji yetişkin bir kişiyi asla yetişkin bir kişi olarak görmez.

Dinamik psikoloji Freudçuluğun yaptığı hatayı sık sık yapar ve yetişkin güdülerine monoton bir standart modelin çeşitlemeleri olarak bakar.

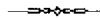
Hormik psikoloji duyguları tanıması ile umut verici olsa da, bu duyguların altında yattığını varsaydığı tekdüze içgüdülere olan saplantısı nedeniyle dar bir çerçeveye sıkışmıştır.

Psikiyatri ve insanı *bütün* olarak ele alan diğer pratik sânatlar, yeterliliğe daha yakınlaşmışlardır; ancak, kavramları formüle etme yönünden eksikleri vardır. Ayrıca, teorik kişilik psikolojisine katkıları yoktur. Buldukları sonuçlar sağlığın değil, daha çok hastalığın incelenmesi sonucu elde edilmiştir.

Kişilik psikolojisi de bütünlük kavramını vurguluyor; ancak, şimdilik teorileri çok geniş ve felsefi nitelikte; bireylerin kişiliklerinin somut karmaşıklığını incelemek için gerekli araçları sağlamakta başarısız. [...]

Verstehende psikolojisi insan kişiliğinin *gururunu okşayan*, onu Hitler öncesi Alman profesörlerin zihinlerinde üretilmiş olan ideal tipler kadar yüce gören, yegâne psikolojik düşünce ekolüdür. Bu da onun etkinliğini zayıflatıyor; bundan başka, kendininkiler dışındaki araştırma sonuçlarını yadsıyarak psikolojiyi ikiye bölme hatasına düşüyor.

Yukarıdaki eleştirel gözden geçirme, sözü edilen psikoloji kollarının her birinin, kişiliğin incelenmesinde kendisine özgü değerler taşıdığını yadsımaz; ancak, onlardan herhangi birinin, [burada] tanımlandığı anlamda, olgun kişiliği belirlemek sorununu ele alma konusunda şimdilik tam olarak yeterli olduğunu yadsır. Günümüzde kişilik psikolojisi, onların herhangi birini benimseyip gelişmesini bekleyemez. Bazıları alanlarını zamanla genişletebilir, daha büyük ölçüde yeterlilik sağlayabilir (son beş tanesinde ve *Gestalt* teorisinde umut verici işaretler görülmektedir). Ama gerekli ilerleme, ancak, *yeterli olmadıkları* yolundaki eleştiriler üzerinde ciddiyetle durularak sağlanacaktır.



FRED HOYLE

Genişleyen Evren

Evrenin Doğası'ndan (1950)

Bir gökbilimci olan Fred Hoyle (1915-) 1950'li yıllarda ve 1960'lı yılların başlarında son derece popüler bir kişiydi. O günlerde, bilimle pek az ilgisi olan bir öğrenci bile, Hoyle'un hiçlikten madde oluştuğunun en açık sözlü savunucusu olduğunu bilirdi. Bu düşünce her ne kadar olasılık dışı görünse de o, her şeyin bir anda oluştuğu yolundaki "Büyük Patlama" kavramından hiç de daha saçma olmadığında ısrarlıydı. Ancak, 1960'ların ortalarında Hoyle fikrini değiştirdiğini açıkladı. Rakip kuram lehindeki kanıtlar hızla güçleniyordu. Özellikle de, büyük patlamadan kaynaklanan artalan ışınlamı (George Smoot'un makalesinde tartışılmaktadır) tam da teorinin öngördüğü yerdeydi.

Aşağıdaki makale bir çıkış yolu arayan bir bilim adamını sergilemektedir. Gökbilimcilerin evrenin genişlediği yolundaki bulguyu açıklamaları gerekiyordu. Bunun bir açıklaması, evrenin bir anda yaratıldığı ve o andan bu yana da hep genişlemekte olduğu şeklindeydi. Bu düşünce inanılmaz görünüyordu; beraberinde de huzursuzluk verici bir sonucu, Jeans'in makalesinde anlatıldığı gibi, tükenmiş bir evren düşüncesini akla getiriyordu. Hoyle başka bir açıklama aradı; ne var ki onu yanlış yerde bulmaya çalıştı. Gerek büyük patlama, gerek sürekli oluşum teorilerinin her ikisi de henüz açıklanmamış olan ve gözle görülemeyen bir sürece, madde-nin yaratılışına dayanmaktadır. Anlık ya da sürekli yaratılıştan hangisinin daha olası olduğunu kim söyleyebilir? Hoyle'un sürekli genişleyen bir evren imgesi çok güzel bir hayal gücü ürünüdür. Kanıtlar başka bir yönü işaret ettiğinde, onun da Kepler gibi eski düşüncesini bir yana bırakıp açılan yolda ilerlemesi ise kişiliğine saygınlık getiren bir husustur.

Gökyüzünün Samanyolu'ndan uzak herhangi bir bölümüne baktığınızda, Galaksimizi oluşturan diskin dışında olan bir bölü-

münü görürsünüz. Orada neler vardır? Sadece kendi başlarına oraya buraya serpiştirilmiş yıldızlar değil; her yönde, her biri bizim Galaksimize benzeyen bütün galaksilerin serpiştirildiği bir uzay. Bu öbür galaksilerin –ya da gökbilimcilerin çoğu kez dedikleri gibi galaksi ötesi bulutsuların– çoğu çıplak gözle görülemeyecek kadar soluklardır; ancak, güçlü bir teleskopla pek çoğu gözlenebilir. Bu öteki galaksilerin bizim Galaksimize benzediğini söylediğimde, onların bizimkinin tıpatıp aynı olduğunu kast etmiyorum. Bazıları bizimkinden çok daha küçüktür; bazıları da disk şeklinde değil, hemen hemen küre biçimindedir. Temel benzerlik hepsinin 100 000 000 ile 10 000 000 000 arasında üyesi olan muazzam gaz ve yıldız bulutları olmalarıdır. [...]

Bazıları bizim Galaksimize gerçekten, hatta ayrıntılara kadar, çok benzerler. En yakın olanlardan birisinin, sadece 700 000 ışık yılı uzaklıkta olan birisinin, bizim Galaksimizin neredeyse ikizi gibi olması da güzel bir rastlantıdır. Andromeda takımyıldızına bakarak onu görebilirsiniz. Çıplak gözle bakıldığında belirsiz bir leke olarak görülür; güçlü bir teleskopla bakıldığında ise bütün gök cisimleri arasında en etkileyici görünümlerden birini sergiler. İyi bir fotoğrafına baktığımızda büyük toz bulutlarının olduğu yerler kolayca seçilebilir. Bizim Galaksimizi, ufak bir bölümü dışında görmemize engel olan da bu bulutlardır. Eğer Galaksimizin dışardan bakıldığında nasıl görüldüğü konusunda bir fikir edinmek istiyorsanız, bunun en iyi yolu Andromeda'dakini incelemenizdir. Eğer gerçek bilinebilseydi, sanırım, oradaki birçok yerde, canlı yaratıkların da uzayın ötesindeki bizim Galaksimize bakıyor olduklarını görürdük. Onlar da, bizim onların galaksisine baktığımızda gördüklerimizle aynı şeyleri görüyor olmalıdırlar. [...]

Bu koca galaksilerden kaç tane vardır? En güçlü teleskoplarla görülebilen uzayın her yerine dağılmışlardır. Birbirlerinden 1 000 000 ışık yılından biraz fazla aralıklarla, akıl almaz bir uzaklık olan 1 000 000 000 ışık yılına kadar aralıklarla, yayıldıkları kesindir. Teleskoplarımız daha uzağa nüfuz edemiyor. Onun için

galaksilerin uzayın daha da derinlerine uzanıp uzanmadığını kesin olarak bilemiyoruz, ama yine de uzandıklarından pek de kuşku duymuyoruz. [...] Ben oralarda bir yerde Avustralyalıları yenecek bir kriket takımı olup olmadığını düşünmekten kendimi alamıyorum.

Galaksimiz bir zamanlar, içinde yıldız olmayan, dönen bir gaz diskiydi. Bu gazdan, önce bulutlar yoğunlaştı; sonra her bulut daha da yoğunlaştı. Yıldızlar oluşana kadar bu böylece sürdü gitti. Öteki galaksilerde de yıldızlar aynen bu şekilde oluştu. Biz biraz daha öteye giderek, yoğunlaşma fikrini galaksilerin kendilerinin de oluşmasını içerecek şekilde genelleştirebiliriz. Yıldızların kökenini açıklamada temel adım, galaksi-içi bölgenin seyrek bir gazla kaplı olduğunun anlaşılmasıdır. Tıpkı bunun gibi, galaksilerin kökenini açıklamada da temel adım, daha da seyrek bir gazın bütün uzayı doldurduğunun kabulüdür. Galaksiler ana madde diyeceğim bu gazın yoğunlaşmasıyla oluşmuştur.

Ana maddenin günümüzdeki yoğunluğu nedir? Ortalama yoğunluk o kadar düşüktür ki bir pint [0,56 lt] hacimde yaklaşık bir atom vardır. Bu denli düşük yoğunlukta olmakla birlikte, toplam ana madde, yine de, bütün galaksilerdeki madde toplamının yaklaşık bin katıdır. Bu durum insana şaşırtıcı gelebilir; ancak nedeni galaksilerin bütün uzayın sadece çok küçük bir bölümünü işgal ediyor olmasıdır.

Eğer hayalimizde ortalama büyüklükte bir galaksiyi bir arı –küçük bir arı, bir balarısı; yoksa bir eşek arısı değil– olarak düşünürseniz, ortalamadan bir hayli büyük olan bizim Galaksimiz büyüklük ve şekil bakımından, kabaca, elli sentlik bir madeni para gibidir. Galaksilerin ortalama aralıkları yaklaşık üç metre, teleskopun görüş menzili de yaklaşık 2 km olur. Şimdi arkanıza yaslanın ve sizden her yönde 2 km kadar öteye uzanan her bölgede, üç metre aralıklarla dağılmış bir arı sürüsü düşünün. Sonra da, her balarısı yerine bir galaksinin kocaman cüssesini koyun. Böylece, büyük bir Amerikan teleskopundan Evrenin nasıl görüldüğü hakkında bir fikir sahibi olursunuz.

Bu muazzam sürü statik değildir; genişlemektedir. [...] Eğer Evren büyük ölçüde statik olsaydı bile, [...] ana madde (yine de) yoğunlaşarak galaksilere dönüşür, birkaç milyar yıl sonra da bu süreç tamamlanır, geriye ana madde kalmazdı. Bundan başka, başlangıçta galaksileri oluşturan gaz da yoğunlaşır, yıldızları oluştururdu. Bu aşamaya gelindiğinde, hidrojen yavaş yavaş helyuma dönüşürdü. Birkaç yüz milyar yıl sonra bu süreç de her yerde tamamlanır ve bütün yıldızlar siyah kücelere dönüşürdü. [...] Böylece sonunda bütün evren tümüyle ölmüş olurdu. Bu da Jeans'ın çizdiği tabloda betimlediği gibi, Evrenin yavaşlayarak durması olurdu.

Benim başlıca amaçlarımdan biri Evrenin dinamik özelliğini hesaba kattığımızda neden farklı bir yanıt elde ettiğimizi açıklamak olacaktır. [...]

Matematikçi olmayan arkadaşlarım, bu genişlemeyi hayal etmede zorlandıklarını bana sık sık söylerler. Matematik kullanma dışında yapabileceğim en iyi şey, üzerinde çok sayıda noktanın işaretlenmiş olduğu bir balon benzetmesidir. Balon şişirildiğinde noktalar arasındaki uzaklıklar, galaksiler arasındaki uzaklıkların arttığı gibi artar. Burada, benzetmenin tıpatıp alınmaması gerektiğine dikkat çekmeliyim. Yoksa bu, önemli birkaç bakımdan, kesin olarak yanıltıcı olur. Örneğin, balon şişirilirken balon üzerindeki noktaların kendileri de büyürler. Galaksilerde ise durum öyle değildir; çünkü kendi iç çekim alanları böyle bir genişlemeye izin vermeyecek kadar güçlüdür. Benzetmenin bir başka sakıncası da şudur: Normal bir balonun yüzeyi ikiboyutludur; yani yüzeyindeki bir nokta iki koordinatla, örneğin enlem ve boylamla, saptanabilir. Evrene gelince, yüzeyin bir üçüncü koordinatı varmış gibi düşünmemiz gerekir.

Bu balon benzetmesi çok önemli bir noktayı açıklığa kavuşturur. Bütün galaksilerin bizden uzağa doğru hareket ettiklerini görüyoruz diye, Evrenin merkezinde olduğumuzu hayal etmemeliyiz. Çünkü balon yüzeyinde hangi noktayı seçerseniz seçin, bütün öteki noktaların ondan uzaklaştığını göreceksiniz. Başka bir

deyişle, hangi galakside olursanız olun, diğer galaksiler sizden uzaklaşıyor gibi görünecektir.

Mount Palomar'daki yeni teleskopla gerçekten gözlenebilen en uzak galaksinin sadece iki katı uzaklıkta olan galaksilerin bizden ışık hızına eşit bir hızla uzaklaşmaları gerekir. Daha da uzakta olanların uzaklaşma hızları ışık hızından daha büyük olmalıdır. Çok kişi bunu son derece şaşırtıcı buluyor; çünkü Einstein'ın özel görelilik teorisinden öğrendiklerimize göre hiçbir maddesel cismin ışık hızından daha büyük hızı olamaz. Bu, özellikle basit bir uzay ve zaman sistemiyle ilgili olan özel görelilik teorisi bakımından yeterince doğrudur. Ancak Einstein'ın genel görelilik teorisi açısından doğru değildir; Evrenin tartışılması konusunda gereken teori ise genel teoridir. Bu oldukça zor bir konudur; ama onu daha anlaşılır kılmak için bir şeyler yapabilirim. Bir galaksi bizden ne kadar uzaksa, onun ışığının bize varması için geçen süre içinde bizden uzaklığı da o ölçüde artacaktır. Hatta, eğer yeterince uzaktaysa ışığı bize hiç gelmeyecektir; çünkü izlediği yol ışığın ilerlemesinden daha büyük bir hızla uzayacaktır. Uzaklaşma hızının ışığın hızını aşmasının anlamı budur. Bu kadar uzak bir galakside olup bitenler, gözlemci ne kadar sabırlı olursa olsun, teleskopu ne denli güçlü olursa olsun, bizim galaksimizde bulunan bir kimse tarafından asla gözlenemez. Bizim görebildiğimiz bütün galaksiler, uzay genişlediği halde, ışıkları bize gelebilecek ölçüde yakın olanlardır. [...]

Kolayca tahmin edeceğiniz gibi, bunların ikisi arasında olan durumların var olması gerekir; ne yaklaşır ne de uzaklaşır. Bu durumda bizimle galaksi arasındaki uzaklık, ışığın hızını telafi edecek oranda artar. Işık da yolda kaybolur. Bu, Kırmızı Kraliçenin Alice'e "olduğun yerde kalmak için bütün hızınla koş" dediği gibi bir durumdur. Bu özel durumun gerçekleşmesi için galaksinin hangi uzaklıkta olması gerektiğini oldukça dakik olarak biliyoruz. Yanıt 2 000 000 000 ışık yılıdır ki, bu da dev Mount Palomar teleskopunun erişmesini beklediğimiz uzaklığın yaklaşık iki katıdır. Demek ki biz şimdi gözlemeyi umabileceğimiz uzay derinliğinin

yarısı kadar bir uzaklığı gözleyebiliyoruz. Eğer Mount Palomar'daki teleskoptan bir milyon kere daha büyük bir teleskop yaparsak görüş menzilimizi en çok iki katına çıkarabiliriz. Bütün bunların sonucu şudur: Evrenin genişlemesi nedeniyle, uzayın belirlenmiş sonlu bir bölgesinin dışındaki olayları gözlememiz keşinlikle olanaksızdır. Bu sonlu bölgeye gözlenebilir Evren diyoruz. Buradaki "gözlenebilir" sözcüğü bizim gerçekten gözlediğimiz anlamına gelmiyor; yalnızca, kusursuz teleskoplarımız olması halinde gözleyebileceklerimizi ifade ediyor. [...]

Bu genişlemeye neden olan şey nedir? Bu genişleme, gözlenebilir Evrenin, zamanla, gittikçe daha az madde içereceği anlamına mı geliyor? Evrenin yaşı nedir? Bu sorulara yanıt bulmak için, şimdi yeni bir düşünce zincirini ele almamız gerekiyor. O da bizi alışılmadık sonuçlara götürecektir.

Önce, eski fikirleri –yani 1920'lerin ve 1930'ların fikirlerini– ele alacağım; sonra da kendi düşüncelerimi sunacağım. Genel olarak ifade etmek gerekirse, eski fikirler iki gruba ayrılır. Birisi, Evrenin belirli bir süre önce tek bir büyük patlamayla yaşama geçtiğini varsaymasıyla bilinir. Bu varsayımına göre günümüzdeki genişleme bu patlamanın şiddetinin bir kalıntısıdır. Bu büyük patlama fikri bana tatmin edici gelmemiştir; hatta, ayrıntılı incelemeler yapıp bu patlama kavramını galaksilerin yayılmış ana maddenin yoğunlaşmasından oluştuğu açıklaması ile bağdaştırmak için yapılan çabaların ciddi sıkıntılara yol açtığı [...] anlaşılmadan önce bile. Patlama ve yoğunlaşma kavramları birbirleriyle açıkça çelişir ve Evrenin genişlemesini açıklamak için yeterince şiddetli bir patlama olduğunu kabul etseniz de, galaksileri oluşturacak ölçüde bir yoğunlaşmanın gerçekleşemeyeceği kolayca görülebilir.

İkinci grup teoriler [...] yerçekimi yasasıyla oynamaya dayanıyor. İki parçacığın birbirini çektiği yolundaki yaygın görüş, eğer aralarındaki uzaklık çok büyük değilse, doğru olarak kabul ediliyor. Bu açıklamaya göre, gerçekten büyük uzaklıklarda ise, tersine, parçacıklar birbirlerini itiyorlar. Bu esastan hareketle, eğer ana maddenin yoğunluğu yeterince küçükse, genleşme olma-

sı gerekir. Ancak burada da bir sorun çıkıyor; bütün bunları ana maddenin yoğunlaşarak galaksi oluşturmaya bağdaştırmak gerekiyor. Çünkü eğer çekim yasası bu şekilde değiştirilirse, ana maddenin galaksiler halinde yoğunlaşmasına değil, parçalanıp ayrılmasına doğru bir eğilim söz konusudur.

Eğer bu eski kuramlardan birisi doğru olsaydı gözlenebilir evrenin kaderi ne olurdu? Onlara göre uzaklaşan her galaksi giderek bizden daha uzaklaşacak ve sonunda gözlenebilir evren sınırının ötesine geçecektir; yani, yukarıda söz ettiğim 2 000 000 000 ışık yılı kritik sınırının ötesinde bir yerlere gidecektir. Bu olduğunda, gözden kaybolacaklar, o zaman içlerinde olup bitenler bizim Gezegenimizden hiç gözlenemeyecektir. Yani, bu eski teorilerin herhangi biri doğru olsaydı biz sonunda boş görünen bir evrenle ya da olsa olsa, bizim Galaksimize uydu gibi bağlanmış bir veya iki çok yakın galaksi dışında boş olan bir evrenle karşı karşıya kalırdık. Bu durumun gelişmesi çok da uzun zaman almazdı. Gökyüzünün, şimdi gözleyebildiğimiz gökyüzünün 100 000 000 kadar galaksiden temizlenmesi için yaklaşık 10 000 000 000 yıl –yani Güneş’in ömrünün yalnız beşte biri kadar zaman– yeterli olurdu.

Benim kendi görüşüm bunlardan çok farklı. Gözlediğimiz her galaksinin bizden uzaklaştığı ve 10 000 000 000 yıl sonra bizim Galaksimizdeki bir gözlemcinin görüş sınırını aşacağı konusunda kuşku olmadığını sanıyorum. Ama yine de böyle bir gözlemcinin bizim şimdi gördüğümüz sayıda galaksi görebileceğini sanıyorum. Bununla şunu demek istiyorum ki, bizim gözlenebilir evrenimizin ötesine geçmeleri sonucu yitirdiğimiz galaksileri telafi etmek üzere, ana maddeden, hemen hemen aynı hızla, yeni galaksiler yoğunlaşmış olacaktır. İlk bakışta bunun sonsuza dek süremeyeceği, sonunda ana maddenin bir gün tükeneyeceği düşünülebilir. Tükenmemesinin nedeni, hiç durmadan, yoğunlaşarak galaksilere dönüşen ana maddeyi telafi etmek için yeni maddenin oluşmasıdır. Yeni kozmolojinin kavramları arasında belki de en şaşırtıcı olanı bu olaydır. Çünkü, kendimi Evrenin doğasının sü-

rekli yaratmayı –yeni ana maddenin sürekli ortaya çıkmasını– gerektirdiğini kabul etmek zorundaymışım gibi görüyorum.

Maddenin sürekli yaratıldığı düşüncesi bu kitabın nihai amacını oluşturur. Bu fikrin yeni olduğunu düşünmek doğru değildir. Maddenin sürekli oluştuğundan söz edilmesi bundan yirmi yıldan öncesine gider. Titiz bir araştırmamanın bu düşüncenin, pek üstü kapalı bir biçimde de olsa, çok daha eskilere dayandığını ortaya çıkaracağından hiç kuşkusuz yoktur. Bu fikrin yeni olan yönü şimdiye dek berraklıktan yoksun olan bir kavramı kesin matematiksel bir şekle koymanın olanaklı olduğunun anlaşılmış olmasıdır. Ancak bu gerçekleştirildikten sonradır ki, fiziksel bir düşüncenin sonuçlarını çıkarmak ve onun bilimsel değerini saptamak olanaklı olabilir.

Sürekli yaratılma hakkında en akla yakın soru şudur: Yaratılan bu maddenin kaynağı nerededir? O hiçbir yerden kaynaklanmıyor. Madde ortaya çıkıyor; o kadar –yani yaratılıyor. Maddeyi oluşturan çeşitli atomlar bir zamanlar mevcut değildi; sonradan var oldular. Bu, insana çok garip bir fikir gibi gelebilir; öyle olduğunu ben de kabul ediyorum. Ancak bilimde bir fikir geçerli olduğu sürece –yani kesin biçimde ifade edilebildiği, sonuçları da gözlemlerle uyumlu olduğu sürece– onun garip olmasının önemi yoktur. Bazıları sürekli yaratılmanın bilime yeni bir varsayım –hem de çok şaşırtıcı bir varsayım– kattığını ileri sürdüler. Ben sürekli yaratılmanın fazladan bir varsayım olduğunu kabul etmiyorum. Yeni bir varsayım olduğu kuşkusuz doğrudur; ancak o yalnızca daha eski teorilerde gizlenmiş olan bir varsayımın, yukarıda sözünü ettiğim Evrendeki bütün maddenin uzak bir geçmişte, belirli bir anda bir büyük patlamayla oluştuğu varsayımının yerini almaktadır. Bilimsel bakımdan bu ikisi içinden büyük patlama akla çok daha az yakındır. Çünkü o bilimsel terimlerle ifade edilemeyen usdışı bir süreçtir. Sürekli oluşum ise, sonuçları hesaplanabilen ve gözlemlerle karşılaştırılabilen matematiksel denklemlerle ifade edilebilir bir süreçtir. Felsefi bakımdan da, büyük patlama fikrini yeğlemek için bir neden göremiyorum. Gerçekten de bana felsefi açıdan yetersiz bir kavram gibi geliyor; çünkü te-

mel varsayımını, doğrudan gözleme başvurmaya olanaksız kılan, gözden uzak bir konuma oturtuyor.

Belki bütün bu Evrenin oluşumu sorusundan kaçınmanın bir yolu olabileceğini düşünürsünüz. Ancak hal öyle değildir. Oluşum sorusunun ortadan kalkması için Evrendeki bütün maddenin sınırsız ölçüde yaşlı olması gerekir; çok gerçekçi bir nedenden dolayı da bu olanaksızdır. Öyle olsaydı Evrende hiç hidrojen kalmamış olurdu. [...] Hidrojen bütün Evrende sürekli olarak helyuma dönüşür ve bu dönüşüm tek yönlü bir süreçtir; yani başka elementlerin parçalanması yoluyla dişe dokunur ölçüde hidrojen üretilemez. Öyleyse Evrenin hemen hemen tamamen hidrojen oluşması nasıl oluyor? Eğer madde sınırsız ölçüde yaşlı olsaydı bu olanaksız olurdu. Evren bildiğimiz Evren olunca da, oluşum sorununu göz ardı edemeyeceğimizi anlıyoruz. Kanımca, öne sürülmüş olan çeşitli olasılıklar içinde sürekli oluşumun en doyurucusu olduğu rahatlıkla söylenebilir.

Sürekli oluşumun sonuçları nelerdir? Matematiksel teoremin en çarpıcı sonucu, belki de, ana maddenin ortalama yoğunluğunun değişmez olduğunu ortaya çıkarmasıdır. Yani maddenin yoğun şekilde oluşumu küçük bölgelerde gerçekleşmiyor; bütün uzaya yayılıyor. Maddenin ortalama oluşum hızı, orta ölçüde bir gökdelen kadar hacimde bir yılda bir atom oluşmasından çok değil. Bu hızdaki bir oluşumu doğrudan deneysel yolla saptamanın olanaksız olduğunu görüyorsunuz. Normal ölçülere göre değerlendirildiğinde bu çok küçük bir artış hızı olsa da, bütün uzayda gerçekleştiği göz önüne alındığında küçük değildir. Evrenin sadece gözlenebilen bölümünde toplam oluşum hızı saniyede yüz milyon, milyon, milyon, milyon, milyon tondur. Bu sizi şaşırtmasın; söylemiş olduğum gibi, gözlenebilir evrenin hacmi çok büyüktür. Şimdi, Evren neden genişliyor sorumuzun yanıtının burada yattığını tam olarak açıklığa kavuşturmam gerekiyor. Evren neden genişliyor? Çünkü Evreni güdüleyen bu oluşumdur. Yeni madde düzenli bir genişlemeye yol açan dışa doğru bir basınç üretmektedir. Ama bundan çok daha fazlasını da yapmaktadır. Sürekli

oluşum, Evrenin genişlemesi ile ana maddelerin galaksilere yoğunlaşması gereği arasındaki gözle görülür karşıtlığı tümüyle çözümlüyor. Çünkü ana maddede bir düzensizlik olduğunda, sonunda bir galaksi oluştuğu görülebiliyor. Bu tür düzensizlikler, galaksilerdeki çekim kuvveti etkisiyle sürekli oluşmaktadır. Çünkü galaksilerin çekim alanı ana maddeyi etkileyerek içinde düzensizliklerin oluşmasına neden olur. Böylece ana madde hiç durmadan galaksi üretmek durumunda kalır. Dahası, oluşan madde bitmez tükenmez atom enerjisi de sağlar; meydana gelen maddenin hidrojenlerden oluşması gerektiğinden, yıldızlar pek büyük miktarlarda hidrojen tükettiği halde Evrenin yine de başlıca hidrojenlerden oluşmasının nedenini açıklamış oluruz.

Şimdi bu olağanüstü sürekli oluşum işini bir süre için bir yana bırakıp Evrenin gözlenebilir bölümünün ötesinde neler olduğu sorusunu ele almalıyız. İlk olarak şunu sormama izin verin: Böyle bir soru bir anlam taşır mı? Teoriye göre taşır. Teori, biz onları görmesek de, galaksilerin sonsuza kadar var olmalarını gerektiriyor. Bu demektir ki galaksiler sonsuz uzayın derinliklerine doğru genişliyorlar. Bütün bunların bir sonu kesinlikle yok. Dahası, kural dışı birkaç galaksinin var olabileceğini bir yana koyarsak, bu sonsuz uzayın en minik bir bölümü, başka herhangi bir minik bölümü gibi davranacaktır. [...]

İzin verirseniz konudan biraz saparak şu soruyu yanıtlayayım: Daha önce sözünü ettiğim balon benzetmesi, sonsuz uzay kavramıyla nasıl uyuyor? Hiç patlamayan bir balonu şişirdiğinizi düşünelim. Balonu şişirmeye hep devam ederseniz onun büyüklüğünü benim söyleyeceğim herhangi bir şeyden daha büyük, örneğin bir milyar milyar mil ya da bir milyar milyar milyar, mil ilah., daha büyük yapabilirsiniz. Balonun yarıçapı sonsuza gidiyor deyiminden anlaşılan budur. Eğer balon benzetmesi türü kavramlarla düşünmeye alışkınsanız, o sizi sonsuz uzay dediğimiz şeye de götürür.

Şimdi Evrendeki herhangi bir uzay konumundan bir film çekildiğini düşünelim. Bu filmi yapmak için zamanın her anında ha-

reketsiz bir resim çekilsin. Gökbilim gözlemleri sırasında yaptığımız da zaten budur. Evrenin tek bir andaki, şimdiki andaki, resmini çekiyoruz. Ondan sonra, bütün bu hareketsiz resimleri sürekli bir film gibi oynatalım. Film nasıl görünür? Ana maddeden galaksilerin sürekli yoğunlaştığı gözlenir. Bütün sistemin genel olarak genişlediği açıkça bellidir; ancak galaksiler bizden uzaklaşıyor gibi görünseler de, filmde tuhaf bir değişmemişlik vardır. Değişiklikler ancak her galaksinin ayrıntılarında fark edilebilir. Evrenin genişlemesi nedeniyle gözden kaybolan galaksiler yeni oluşan galaksilerle telafi edildiğinden, resmin bütünü değişmez. Film gösterilirken uyuyakalan rastgele bir gözlemci uyandığında pek bir değişiklik görmeyecektir. Bu film gösterisi ne kadar sürer? Sonsuza dek.

Bu sonucu filmi ters yönde göstererek tamamlayabiliriz. O zaman resmin dış kenarlarında, giderek bize yaklaşan soluk nesneler olarak yeni galaksiler görünürler. Çünkü film ters gösterildiğinde Evren kasılıyormuş gibi görünür. Galaksiler gittikçe daha yakınıma gelir, gözlerimizin önünde buharlaşırlar. Önce bir galaksiyi oluşturan yıldızlar, onları oluşturmuş olan gaz halinde buharlaşır. Daha sonra, galaksideki gaz buharlaşarak onu oluşturan ana maddeye dönüşür. Ana maddenin kendisi, madde olduğu için değil madde yok olduğu için, sabit yoğunlukta kalır. Bu varsayımsal filmi geçmişe doğru ne kadar oynatabiliriz? Teoriye göre yine sonsuza dek. Geriye doğru 5 000 000 000 yıl oynattıktan sonra bizim galaksimiz gözlerimizin önünden yok olur. Buna benzer önemli ayrıntılar bizler için çok ilginç olsa da, bütün bu olup bitenler aynı monotonlukla sürecektir. Film ileriye doğru da geriye doğru da oynatsak Evrenin büyük boyutlu özellikleri değişmezliklerini korurlar.

Herhangi bir anda gözlenen toplam enerjinin başka herhangi bir anda gözlenen toplam enerjiye eşit olması bütün bunların basit bir sonucudur. Bu enerjinin korunumu demektir. Demek ki, sürekli oluşum, enerjinin, birkaç eleştirmenin öne sürdüğü gibi, korunmamasına yol açmıyor. Durum tam tersidir; çünkü sü-

rekli oluşum olmazsa, gözlenen toplam enerjinin zamanla azalması gerekir.

Bu nedenlerle, görüyoruz ki, gelecekte Evrenden büyük çaplı bir değişim beklenemez. Ama tek tek galaksiler değişecektir. Sizler de bizim galaksimize ne olacağını doğal olarak bilmek isteyebilirsiniz. Bu olay gözlemlle saptanamaz; çünkü gözlediğimiz galaksilerin hiçbiri henüz 10 000 000 000 yıldan daha yaşlı olmaz. Bir galaksinin nihai kaderi hakkında birşeyler öğrenmemiz için ise çok daha yaşlılarını gözlememiz gereklidir. Gözlenebilir bir galaksi bundan önemli ölçüde daha yaşlı değildir; nedeni de yakınımızda yoğunlaşan yeni bir galaksinin bizden uzaklaşacak olması ve yaklaşık 10 000 000 000 yılda uzayın gözlenebilir bölgesi dışına çıkacak olmasıdır. Bu nedenle galaksimizin nihai kaderini yine teori yoluyla saptamak durumundayız. Teorinin gelecekte verdiği haber de şöyledir: Gittikçe daha çok ana maddeyi içine çekerek kütlesi sürekli büyüyecektir. 10 000 000 000 yıl kadar sonra Galaksimiz oldukça büyük bir gaz bulutu ve uydu cisimleri toplayacaktır. Bunun sonunun neye varacağını, bir ölçüde de olsa kesinlikle söylemek zor. [...]

Sürekli oluşum olmazsa, Evren, bütün maddenin çok sayıda ölü yıldız halinde yoğunlaştığı ölü bir duruma dönüşür. Bunun nasıl olacağını ayrıntıları öne sürülen çeşitli teorilerde çeşitli şekillerde verilmektedir; ama sonuç hep aynıdır. Öte yandan, sürekli oluşum sayesinde Evren, günümüzdeki başlıca özelliklerinin saklı kalacağı sonsuz bir geleceğe sahiptir.



LOREN C. EISELEY

Küçük Adamlar ve Uçan Daireler

Harper's'tan (1953)

Loren C. Eiseley (1907-1977) bilim tarihinin düz yazı anlatımında olağanüstü bir yeteneğe sahipti. Yeni yazım biçimleri icat eden hem yazınsal hem de yaratıcı bir yetenektir. Buraya seçilen yazısı buna iyi bir örnektir. Eiseley'in düşüncesini izlemek bakımından biçim önemli olduğu için yazıdan hiçbir şey çıkarmadım. Eiseley'in "kolaj" benzeri tartışmaları, bir dizi gözlemden sonra, ilgisizmiş gibi görünen bambaşka bir düşünceyi dile getirmesi, günümüz okurlarına yüzyıl ortasındaki okuyuculara kıyasla daha az şaşırtıcı gelecektir. En sonunda, bütün parçaları bir bütüne bağlar. Eiseley'in anlatacakları karmaşık olduğundan böyle karmaşık bir yapıya gerek duymuştu. Bir düzeyde, Jeans'ın bakış açısıyla bilimin görünümünden, kabul edilmiş olan teorinin öngördüğü sonuçlardan söz ediyor. Bir başka düzeyde ise, insanların, uzaydan gelen küçük adamlara neden bu kadar ilgi duyduklarını dile getiriyor. (1950'lerin başlarında, bilinmeyen nesnelerin gece gökyüzünden hızla gelip geçtiği söylenen, bir "uçan daire" olayları salgını yaşanmıştı.) Eiseley bunu, bir de soğuk savaşın başlangıcı bağlamında, İkinci Dünya Savaşının bombardımanları henüz insanların belleğinde taze olduğu ve gökyüzünden neler gelebileceğinin kuşkusu içinde yaşadıkları bir dönemin bağlamında ele alıyor. Eiseley'in kendisi, çoğu kez biyoloji ve evrim konularında yazan bir antropologdu. *Harper's* dergisinin sürekli yazarlarındandı; doğa ve evrim konularında da harika kitaplar yazmıştır. Ayrıca, bir çevre hareketi başlamadan önce de o, bir çevreciydi.

Günümüzde gökyüzü, hiçbir zaman olmadığı kadar tehdit doludur. Geçen yüzyılın gece bekçisinin, dolaşırken görüp önem vermediği şeyler, hava saldırısı sirenlerinin çığlıkları ve çatının her an çökebileceğinin korkulu bekleyişi içinde büyüyen bir kuşağa tedirginlik vermektedir. Gündüz bile, uçuşan bir çiçek tohu-

mundan yansıyan ışık, hatta güneş ışığında bir örümcek ağının tellerinde yürüyen bir örümcek, havadaki nesnelerin uzaklıkları veya doğaları konusunda acemi olanların heyecanlı sorularına yol açabilmektedir.

Ancak artık uzay roketleri hakkında sürekli konuşup, yazıp, hayal kurduğumuz için bu düşünce biçimi tersyüz olmaktadır; roket veya bunun benzeri şeyler, “oralarda” bir yerlerden, önce bize gelebilir. İtiraf etmeliyim ki, gençliğimde ben de bunun olmasını heyecanla beklemiştim. Dışarılarda, oralarda bir yerlerde, karanlığın ötesinde yaşam olması gerektiği kanısı o kadar güçlüdür ki, insan, eğer onlar bizden daha ileriyseler uzaydan her an, belki de bizim dönemimizde, gelebileceklerini düşünür. Daha sonra, zamanın sonsuzluğunu düşününce, mesajlarının çok zaman önce gelip gelmediğini merak eder; parlak bir araç, üstünden buharlar çıkan kömür ormanlarının bataklık çamuruna çarpıp saplanmış; üstünde tıslayan sürüngenler dolaşüyor ve hassas aletler amaçsızca, hiçbir sinyal göndermeden çalışıp duruyorlar.

Batının çorak vadilerinde fosil aradığım gençlik yıllarımda bazen onun hâlâ bulunabileceğini düşündürdüm; bir zamanlar yeşil olan, titanozoroların gezindiği Üçüncü Zaman, mezarında ölü ve paslanmış yatıyor. Geçen sonsuz zaman içinde, güneşlerin söndüğü, sistemlerin yok olduğu bu sürede, eğer olanaklıysa bu yolculuk yapılmış olurdu herhalde. Ama o parlak cisim bulunamadı ve şimdi, orta yaşın getirdiği akliselimle, aramayı çoktan bıraktım. Bunun dışında, günümüzdeki genişleyen evren teorisi de, bizim zaman dediğimiz şeyin sonsuzluğunu yok etti. Eğer bütün evren birkaç milyar yıl öncesinin bir anlık patlamasıyla yaratıldıysa, en uzak galaksilerin yıldız kümelerinin arkasında bile, olabilecek her şeyin olması için yeterince zaman geçmemiştir. Bu gerçeğin ışığında artık uzayın hiçbir yerinde bizimkinden daha üstün bir akıl olamayacağı düşünülebilir.

Eğer böyle bir akıl varsa, onun neden küçük bir adamın kimliğinde olamayacağına ilişkin birçok neden var. Ancak yine de, insanlar her zaman çok küçüğün büyüüne kapılmışlardır, halk ma-

sallarını dokuyanların elindeki minik bir adam inanılmaz bir hızla çoğalır. Küçük için duyduğumuz anlaşılmaz tutku, göreceğimiz gibi, uzayın sınırlarında da, atomun dönen halkalarında da doyum bulamıyor. Uçan daire ve çok söz edilen uzaylı küçük adam, bizim düşlerimizin tasarımıyla çok iyi çakışıyor.

II. Küçük adamı ilk duyduğumda uçan dairelerden henüz hiç söz edilmemişti, onun sahibi de ona dünyasal bir kökenden fazlasını atfetmemişti. Batıdaki bir kemik avcısının kampında ona rastladığımdan bu yana neredeyse çeyrek yüzyıl geçti. Onu bize, bir kutu içinde bir çiftçi getirmişti. Bize “Onu tanıyacağınızı düşündüm. Ama size pahalıya mal olacak. Bu küçük adam çok para eder” dedi.

“Adam mı?” dedik.

“Adam” diye yanıtladı. “Bir pigme veya bir cüce diyebilirsiniz, ama gördüğüm sirk cücelerinin hepsinden küçük. Hem de mumya, küçük bir ölü mumya. Sanırım bize benzeyen bir tür yaratık ama küçük. Onu, bulduğum yere koymuşlar. Belki de 1000 yıl önce. Siz herhalde anlarsınız.” dedi.

Kafalarımız kutunun üzerinde çarpıştı. Son kâğıt da kaldırıldı. Yaratık, adamın avucu üstünde dışarı çıktı. O zamandan bu yana birçok acayip şey gördüm ve çok sayıda da sahte şey, ama bu küçük insan tüylerimi ürpertti. Ayakta olsaydı 60 cm boyunda olurdu – daha fazla değil. Çömelmiş bir vaziyette mummylanmıştı; kollarını kavuşturmuştu. Yüzü, kapalı gözleriyle, belli belirsiz bir kötülük yansıtıyordu. Rüya gördüğüme yemin edebilirdim.

Ona dokundum. Hâlâ tuhaf, ete benzer bir yumuşaklık vardı. Kurumuş bir mumya değildi. Daha çok, doğal bir mağara mummyası diyebileceğiniz bir şeye benziyordu. Kuyruğu yoktu. Biliyorum, çünkü baktım. Şimdi bile sanki onu dün görmüşüm gibi aklımdadır; orada oturmuş ağzında o belli belirsiz sırıtma benzeri bir şey, ufacık siyah elleri iki yanında.

“İki yüz dolara alabilirsiniz onu,” dedi adam. Birbirimize baktık, içimizi çektik ve kafamızı salladık. “Biz alıcı değiliz, koleksiyoncuyuz ve yeterince kemiğimiz var.”

“Okey” dedi adam ve kutusunu kapatırken bize dik dik baktı. “Bu gece aşağıdaki karnavala gidiyorum. Onda para var, o küçük adamda çok para var.” dedi.

Onu satın almadığımıza çok iyi ettik sanırım. Küçük adamı da sahibinin onu götürdüğü karnavalın lafını da hiç sevmedim. Eskiden, ölmeden ona tekrar rastlayacağımı düşündürdüm, bir kasaba panayırında, küçük renkli bir çadırda. Aradan geçen yıllar sırasında, bir kere, onun, başka bir kimlik altında betimlenmesine benzer bir şey duydum. Dünya, kurbağa gibi sesler çıkaran sürüngenlerin hükümü altındayken ağaçlaşmış eğreltilerin arasında avlanan bir Paleozoik yaratığın fantastik öyküsü. Öykü beni etkilemedi; artık onun ne olduğunu biliyordum: Beyni gelişmemiş, anormal bir ölü doğmuş bebeğin mumyası.

Onun, uçan daireler hakkında yazan kitaplarda ortaya çıkmasını da, “küçük adamlar”ın gazetelerin köşe yazarlarının dikkatini çekecek ölçüde çoğalmasını da hiç beklemiyordum. Benim küçük adamıma gezegenler dışı bir köken yakıştırılacağını görece kadar yaşamayı da beklemiyordum ama bunu tahmin etmeliydim. Onun hakkında eski bir öykü gerçekten var, bu dünyanın tarihi; inanması güç ama öykü alışılmadık, uzun ve karmaşık bir yol izleyerek beklenmedik şekilde, bilimin o yüce kişisi, Charles Darwin’e uzanır.

III. İnsan insan olalı o kadar uzun zaman geçmiştir ki, insan olmayı doğal karşılar. Bütün deneyimleri ona, çocuklarının da kendilerine benzeyeceğini, kedi yavrularının kedi olacağını, kedilerin de, kedi yavruları olacağını söyler, model biraz farklı olsa, tırtılların kelebek olacağını, kelebeklerin de tırtıl üreteceklerini söyler. Bu o kadar alıştığımız bir olgudur ki rastlantısal ve anlamsız olduğunu sık sık düşündüğümüz bu dünyada bunun neden böyle olduğunu, bu gibi şeylerin sonuçlarının şaşırtıcı da-kikliğinin, tuhaf bir düzenin varlığına işaret ettiğini, hiç durup düşünmeyiz.

Bunun hayret verici, harikulade bir şey olduğunu Yunan döneminden bu yana, birkaç bilge kişi düşünmüştür, ama onlar

azınlıktadır. İnsanların çoğu ilgisizce omuz silkip tanrılardan söz etmiş ya da Hristiyan dünyasının uzun süre yaptığı gibi, her türün özel olarak yaratıldığı düşüncesiyle yetinmişlerdir. Bilge kişiler, yine de düşünmeyi sürdürmüştür.

Canlılar dünyasını sınıflandırma ve düzenleme çabalarının daha başlangıcında, canlı varlıkların her bir türünün, ilahi bir doğa üstü güç tarafından ayrı ayrı yaratıldığının kabul edilmesine karşın, biçimleri farklı olan canlıların bir çoğunun yapıları arasında temel bir benzerlik olduğunu keşfettiler. Bireysel olarak yaratıldığı varsayılan canlılar arasında böyle bir benzerliğin varlığı çok ilginçti. İlk ağızda, bireysel olarak yaratılmada çok daha büyük ölçüde orijinallik olabileceği söylenebilirdi. Hatta bir zamanlar, insan da, kendinin bu yaratının bir parçası olduğuna bütün masumiyetiyle inanmıştı. Eski hayvan masallarındaki inanılmaz hayvanlar, deniz kızları, grifonlar* ve kentauroslar**, hatta kulları, içinde uyuyabilecekleri kadar büyük olan insanlar; kendiliğinden yaratılmanın kaprisli ürünleri bu tür şeyler olabilirdi.

Ancak bir *örüntü* vardı: maymunla insan arasında kemikten-kemiğe bir uygunluk. *Sürüngen* sözcüğüne bir çoğul takısı koyarak Brontosaurus'tan en küçük yılanı inen bir şeyin kastedilmesi bile bir düzenin varlığına işaretler. Kuşların tüyleri, kanatları ve pençeleri vardır; farklılıklarına rağmen tek bir sınıf oluştururlar. Farklı birçok şekillerde olsalar da yine de hiç değişmeyen bir "kuş olma" özelliğine sahipler. Ortak bir plana göre yapılanmışlardır, tıpkı masamın çekmecesinde yuvalanmış küçük fareyle benim ayıyı memeli özellikleri taşımamız gibi. Düzensiz bir dünyada bunu açıklamak çok zor; bu nedenle, geçenlerde onu çöp kutusunda hapsolmuş ve dehşete düşmüş bulunca, benimle olan benzerliği beni çaresiz bırakmış, utandığım için de kaçmasına yardım etmiştim.

Bu ilginç örüntüleri sadece çevremizdeki canlı dünyasında gözlemlediğimiz sürece telaşlanacak bir şey yoktu. Hatta 1812'de

* Grifon: Mitolojide başı, pençesi ve kanatları kartal, vücudu aslan şeklinde tasarlanan hayvan. (ç.n.)

** Kentauros: Yunan mitolojisindeki insan başlı at. (ç.n.)

Cuvier, bütün hayvan türlerini birbirinden farklı özellikleri olan dört temel gruba ya da “arketip”e indirgemek için olağanüstü çaba gösterdikten sonra bile kimse pek rahatsız olmadı – dinsel bakış açısından ise hemen hemen hiç kimse. Ünlü doğa bilimci Louis Agassiz’in sözcükleriyle, “Bu yaratma planı... fiziksel yasaların zorunlu etkileri sonucunda oluşmadı; somut, görülebilir biçimlerle ortaya çıkmadan önce Her Şeye Kadir Olan Aklın düşüncesinde olgunlaşmış özgür bir kavramdı.”

Ancak var olan dünya için öngörülen *örüntünün*, tanrısal planın, yerbilimciler tarafından zamanın derinliklerine uzatılması uzun sürmedi. Geçmişteki hayvan dünyası keşfedilmeye başlamıştı. Bilinmeyen ve acayip yaratıklar dünyası ve insanın olmadığı bir dünyaydı o. Ama, kısa sürede, soyu tükenmiş hayvanların da var olan dünyanın geniş sınıflandırma sistemine yerleştirilebildiği anlaşıldı. Onlar da duruma göre, memeli, amfibi veya sürüngenlerdi. Yaşayan hiçbir göz onları görmemiş olduğu halde geçmişin o muazzam zaman aralığından, tanrısal soyutlamanın, ezeli ve ebedi düzenlerin sürekliliğine işaret ediyor gibiydiler.

Ancak ikinci gerçek, o dünyada insanın olmaması ise ümitsizlik vericiydi. Dönemin insanmerkezli evreninde, Sürüngenler Döneminin keşfedilmesinin Muhterem Peder Kirby’ye vereceği acıyı anlayabiliriz. “Sınırsız güç, akıl ve iyilik kaynağı olan bir varlığın, içinde kendisine hizmet edecek ve yüceltecek bir tek akıllı varlık olmayan, bir canavarlar ırkının yaşaması için bir dünya yaratabileceğini kim aklına getirebilir?” Bu, geçmişteki hayvanlar üzerinde egemenliğinin olmadığını keşfeden incinmiş insan egosunun feryadıydı. Daha da acıklı olan, kendisinin yaşayıp zevk alması için yaratılmış olduğu varsayılan dünyanın, onun gelip gelmediğine aldırmadan, çok çok uzun zaman var olmuş olduğunu öğrenmekti. İnsan aklının kapalı kapısının altından zaman ve uzayın soğuk esintileri süzölmeye başlıyordu.

İnsan tam bu darboğazda, en korkulu önsezilerinin karanlık gecesinde, yerbilimsel kehanet öğretisini geliştirdi. Bu, zamanı elli yıl boyunca durduracaktı ve onu savunanlar, son bir büyük

gayretle, çok ustaca benzetmeler yaparak insan dramını uzayın sonsuz dünyalarına uzatmaya çalışacaklardı; bu gayretlerin etkileri, uçan dairelerin küçük adamları biçiminde hâlâ aramızda yankılanmaktadır. Bilimin soğuk bakışları altında bundan daha cesur bir mitos daha önce hiç yaratılmamıştı. Kütüphanemdeki eski bir kitapta, Hugh Miller'in *Kayaların Tanıklığı* [*The Testimony of the Rocks*] kitabında şu ibareyi buluyorum. “Daha yukarıda Trias’ın tortularından birinde, birden irkiliyoruz, bir insan eli izlenimi veren kocaman kaba bir şey, ama başparmak, insanda olduğu gibi öteki parmaklara karşı bir durumda.”

Bu yazının sadece bir tek açıklaması olabilir. On dokuzuncu yüzyılın ilk yarısında biyologlar, hayvanlar arasında var olan bağlantıların geçmiş çağlara da uzandığını ve yaşayan hiçbir gözle görülmemiş formları da kapsadığını fark etmişlerdi. Bunun mad-desel olmayan doğaüstü bir bağlantı çizgisi olduğuna inandılar. Bir tek planın olmasının gerçek bir fiziksel bağlantı ima edebileceğini reddettiler. Onun yerine geçmişi, değişebilir ancak tutarlı bir tanrısal plana göre, art arda gelen yaratılma ve yok olma dönemleri olarak yorumladılar. Bir yazar şöyle diyordu: “Yerbilim, önceki canlı yaratının daha sonrakine işaret ettiği kehanetinin yanzılı olduğu ruloyu yavaş yavaş açmaktadır.”

“Kocaman” ve “kaba” olan el bu felsefenin ışığında yorumlanmalıdır. Sere serpe yatan amfibilerin ve ağzı yarı açık kertenkelelerin o yapışkan bataklıkta toplantisından, sonuçta insanın ortaya çıkmasının ön habercisidir o. Öne doğru eğilmiş, canavar gibi ve çamura bulanmış haliyle geleceği gölgelemektedir. Onun, kömür bataklıklarında dolaşan, semender türü bir canavar olduğu düşünülebilir, ancak aynı zamanda bir omurgalıdır da. Bedenin şekli bile gelecekleri tahmin etmek için yeterlidir.

Yerbilim kâhinlerinin temel uğraşlarının semenderler olduğunu düşünmek yanlış olur. Balıkların, kuşların ve sürüngenlerin anatomisini tarayarak, onların iskeletlerinde daha kusursuz, insan yapısının ön habercilerini aradılar. Eğer iki ayaklı hayvan fosilleri buldularsa, insanın habercisi olan bir “işaret”ti bu. Her şey

buna işaret ediyordu. Sahne onun çıkışı için hazırlanıyordu. Bu yolla insan egosuna indirilen darbe hafifletiliyordu. Geçmiş, sadece, “Büyük Oyun”un giriş kısmıydı. İnsan tekrar, her şeyin merkezine dönmüştü.

İnsan dönüp baktığında, bu yarım yüzyılın –Darwin’in *Türlerin Kökeni*’nin yayımlanmasından önceki elli yıl– garip bir dönem olduğunu fark ediyor. Dünyayı karmaşık bir simgeler sistemi olarak gören, bu simgelerin de daha başlangıçtan bilinen, önceden planlanmış “insan” a doğru işaret ettiğini düşünen bir neslin egemen olduğu bir dönem. Bu garip döngünün sonu, en son gelen insan’dı. Bu düşünürlere göre süreç insanla artık sona ermiştir ve canlılar dünyasında artık bir değişiklik beklenemez. Bu doğa ötesi “evrimciler” insana odaklanmış oldukları için, bundan farklı bir evrim ve uyarlanma içeren sorular pek akıllarına gelmedi. Maddesel olmayan, soyut bir platonik kavram benimsedikleri için bunu uzayın derinliklerine de genişletmek istemeleri kaçınılmazdı. Model, değişikliğe açık olduğu için öteki gezegenlerde var olabilecek küçük insanlar, büyük insanlar, farklı renkten insanlar onları rahatsız etmedi, yeter ki insan olsunlar. İnsanın kendine özgü vücut yapısını ve dik durmasını, bir dizi sıra dışı evrimsel koşullar sonunda edindiği ve bunun kolayca kopyalanamayacağı gerçeği pek düşünülüyordu.

IV. Birden fazla dünya olduğu teorisi, yani uzayda görülen ışıkların, bizim yaşadığımız yer gibi bir şey olabileceği düşüncesi çok eskiye uzanır. Copernicus gökbiliminin ortaya çıkması ve dünyanın, merkezdeki bir güneş etrafında dönen gezegenler sisteminin bir parçası olduğunun anlaşılmasından sonra, uzayda görülen başka yıldızların da benzer gezegensel uyduları olan, benzer güneşler olmaları gerektiği filozoflarca ileri sürülmüştü.

Tanrının yaratıcı gücünün sınırsızca yıldızlara da uzandığına inananlarla, sonsuz aklın bu gezegendeki canlılardan başkasıyla ilgilendiğini ima etmenin Hristiyan inancına aykırı ve tehlikeli olduğunu düşünenler arasında kavgalar çıktı. İnsan görüş alanının teleskop ve mikroskop yoluyla sonsuz küçüğün ve sonsuz uzak-

lıkta olanın dünyasına doğru uzanması insan aklını bir an için şaşkına çevirdikten sonra, bu çatışma daha da alevlendi. Bazıları, bu aletlerin gösterdiklerini kabul etmeyerek ortaçağın dar sınırlar içine koyduğu küçük dünyalarına ümitsizce sarıldılar. Yeniye kabul etmeye daha istekli olan bazıları da, gördüklerini eski inançlarla bağdaştırmaya çalışarak “astroloji”yi geliştirdiler.

Geçen yüzyılın ellili yıllarında başka dünyalarda yaşam olanağı konusuna olan ilgi, büyük bir patlama gösterdi. Gezegenimizin yaşam geçmişinin yeni keşfedilmiş olması ve gökbilim cihazlarındaki gelişmeler, dinsel dogmalarla, bilimin yeni açıklamaları arasında kararsız olan halk kesiminde büyük ilgiye yol açmıştı. Yapılan kurgulamalar gerçek gözlemlerin çok ötesinde dolaşıyordu.

William Whewell 1854’te şöyle yazmıştı: “Jüpiter sakinleri, öyle anlaşılıyor ki... kıkırdaklı ve yapışkan kütlelerdir. Eğer orada hayat varsa, onlar, canlılar merdiveninde kemiksiz, sulu, yumuşak yaratıklardan daha yukarıda olamazlar...”

Bu sözler sadece masum tahminlerde bulunmak amacıyla söylenmemişti. Whewell, *Dünyaların Çokluğu* [*Plurality of Worlds*] adlı bu çalışmasında başka gezegenler veya başka galaksilerdeki daha uzak dünyalarda yaşam olduğu düşüncesine kesinlikle karşı olduğunu ifade etmektedir. Çok çok, yukarıda söz ettiği türden bazı jelatinimsi yaratıkların varlığını hoş görebiliyor ama başka yerde insan olabileceğini reddediyor. Uzayda üstün ve aşağı bölgelerin olduğunu ileri sürüyor. İnsan, kendisinden önce çok uzun yıllar boyu yaşamış olan daha aşağı yaratıklardan sonra gelmişti ama üstün bir varlıktı. Ayrıca şuna dikkat çekmektedir: akıllı canlılar, çok çok uzun çağlara kıyasla sadece birkaç yıllık bir zaman içinde yaratılmış olduklarına göre, sistemlerin büyüklüğüyle görelilik olarak, neden, sadece birkaç mil içinde yaratılmış olmasınlar. Bu dünyada insanı ortaya çıkaran, “doğüstü bir müdahale”dir; bu gezegen benzersizdir.

Whewell’in makalesi bir tartışma furyasını başlattı. Whewell tartışmanın popüler olan tarafında değildi. Sir David Brewster, *Birden Fazla Dünya* [*More Worlds Than One*] adını vermeyi

seçtiği kitabıyla, sözünü sakınmadan ona şöyle yanıt verdi: Bir gezegenin işlevi ne ise, öbürlerinin işlevi de aynı olmalı. Bizim Ay'ımızın işlevi, Dünya'ya ışık vermek; sistemdeki diğer yirmi iki Ay'ın da işlevi bu olmalıdır; dünyanın işlevi, orada yaşayanları beslemektir; bu bütün diğer gezegenlerin de işlevi olmalı. "*Canlıların sonsuzluğu ile maddenin sonsuzluğu*"nun "yüce birleşimi"ni vurguluyordu.

Bundan başka Brewster mikroskobun açıklığa kavuşturduğu görünmeyen dünyaya ve Tanrının bizim hiç bilmediğimiz yaşam biçimlerine her zaman önem verdiğine dikkat çekiyordu. Büt-yüklüğün görelisi olduğu o kadar merak konusu oldu ki, bir yazar, alt başlığı "Nihai Atomlar Meskun Dünyalar mıdır?" sorusunu soran bir kitap yazdı. Fitz-James O'Brian'ın "Elmas Mercek" veya Ray Cummings'in "Altın Atomdaki Kız" öyküleri bu düşünceden esinlenmişlerdir.

Bir başka yazar, William Williams, "Evren Çöl Değil, Dünya Tekel Değil" yazısıyla doğrudan tartışmanın temeline iniyordu. Yerbilimsel kehaneti ele alıyor ve onu doğrudan uzaya geneliyordu. Daha aşağı omurgalılarda ortaya konan insanın ilkörneği, Tanrının insanın varlığını önceden bildiğini kanıtlıyor; bu, Dünya'daki omurgalılar için olduğu kadar, Jüpiter veya Neptün'dekiler için ve daha da ötede, Evrendekiler için de geçerlidir, çünkü bu hayvanlar onun bölgesindedirler.

Williams bu düşünceleri ifade eden ne ilk kişiydi, ne de son, ancak onları, kesin ve ateşli bir biçimde, tek amaca yöneltiyordu. Canlılar için hazır ve nazır, öngörüler içeren, maddesi olmayan planlar vardı. Böylece bütün uzaya genişletilebilirlerdi. Muhterem Peder Kirby'nin Sürüngeç Dönemi için gösterdiği dehşet onun tartışmasında da yankılanmaktadır: Tanrı "kendi imgesini neden küçük bir bölgeye kapatsın... ve O Engin Şahsiyetinin geri kalanını bilinçsiz, yarı gelişmiş kaba canavarlarla sarsın?" Eğer burada insanın iyi bir yapıt olduğu düşünülüyorsa dünyaların hepsinde sayısız kopyaları bulunmalıdır. Bu dünyadaki kayaların düzeni de bütünü düzenidir.

Bu yerbilimsel kehanet planı, birçok kişinin çalışmaları sonucu yaralar almıştı ancak onu tümünden ortadan kaldıran, insanın daha aşağı hayvan türleriyle fiziksel bağlantısının olduğunu göstererek son darbeyi indiren Charles Darwin olmuştur. Bununla beraber, toplumun genelinde Darwin'in keşiflerinin bir yönünün açıkça anlaşılmadığı görülüyor. O da şudur: Bitki ve hayvanların gelişimini yöneten düzeneğin yönlendirilmemiş değişim ve doğal seçim olduğu kabul edilince, uzaydaki her dünyanın evrimi kendine özgü bir tarihsel olaylar dizisidir. Karmaşık bir canlı biçiminin, uzak dünyaların farklı zemin ve atmosferinde rastlantısal olarak aynen kopyalanması bir yana, aynı çevre koşullarında bile gerçekleşme olasılığı yok gibidir.

Uzay yolculuğunu konu alan çağdaş literatürde lahana adamlar ile kuş adamları okudum. Kertenkele adamlar ağaç adamın aşk serüvenini okudum, ancak hiçbirinde hayale kapılmadım. Okuduklarım bir insan hakkındaydı. *Homo Sapiens*; şu sıradan dünyalı, kuş tüylerinden yapılmış, iyi oturmamış bir cekele sarınmış, ama temel insan özelliklerinin hiçbirini yitirmemiş; uzay gemisinden o anda çıkan güzel kıza göz koymak da dahil. Kıza, zamparalık amacıyla yanaşma çabaları insanları çağırıştırıyor. Eğer öteki gezegenlerde bulacağımız da bundan ibaretse ben, şahsen, burada kalmakla yetineceğim. Bu tür şeyden burada fazlasıyla var, bütün yıldız sistemlerinde geliştirilmesine gerek yok.

V. Gerçek şudur ki, insan tek ve kendine özgü bir gelişmedir. Bunu saygısız ya da aşağılayıcı bir anlamda söyleyemiyorum. Charles Darwin ve meslektaşları canlı dünyanın şeceresinin ortak olduğunu ortaya koyduktan ve evrimsel uyum olgusunu gözlemledikten sonra, yerbilimsel kehanet kavramını tümünden yok ettiklerine dikkat çekiyorum yalnızca. Onlar başka dünyalarda yaşam olasılığını ortadan kaldırmadılar, ama koydukları biyolojik ilkelere, yirmi otuz yıl sonra bizim nesilden olanların Mars'tan gelen küçük adamları ağırlamalarını olanaksız kılmaktadır; ben, mor bir ahtapotla yemeğe oturma olasılığını düşünmeyi yeğlerim, an-

cak bu bile, gezegenimizdeki yaşamla ilgili talihsiz çağrışımlara yol açıyor.

Yerbilimsel kehanet iki şeye dayanıyordu: Birincisi, evrenin insanmerkezli özelliğinden de anlaşılacağı gibi, bir inançtı; ikincisi de, geçmişteki hayvanların bugünkülerle fiziksel hiçbir bağlantısı olmadığına göre, geçmişteki formların yaratıcının aklında var olan soyut, maddesel olmayan bir planla günümüzdeki formlara bağlandıkları varsayımına. On dokuzuncu yüzyıl başlarındaki düşünürler gerçek bir ilişkiyi algıladılar ama özel yaratı düşüncesine olan bağlılıkları bu ilişkinin basit biyolojik “değişiklikle geçme” [*descent with modification*] olduğunu fark etmelerini engelledi.

İnsanın, daha başlangıçta önceden buyurulmuş ve kaderi önceden belirlenmiş olduğu kanıtlanamaz, çünkü Paleozoik omurgalılarla arasında bazı benzerlikler bulunuyordu. İlk dönem omurgalılardan gelen birçok soydan sadece birisi insandır. Bir *Alces americana* [bir çeşit geyik] veya fıravun faresi de, aynı ölçüde geçerli nedenlerle çağdaş bir omurgalı olarak kendisinin başlangıçta, “önceden tasarlandığını” ve evrenin, kendisi düşünülerek düzenlendiğini öne sürebilirdi.

Bu durum, lunaparklardaki sihirli aynalarla dolu bir koridordan yürüyerek farklı şekillere dönüşmek gibi bir şeye benzer. Zamanın aynası bunu bütün canlılara yapmaktadır ve dönüşümler kalıcıdır. Ancak yine de, bir tür bir örüntü var gibidir; eğer insan görüntüsü veren bir aynaya geldiğinizde arkanızda bir yerde siyah kedi gösteren bir ayna varsa modeli yine de görebilirsiniz. Sizinle kedi arasında bir akrabalık vardır; başlangıçtaki biçimin parçacıkları her ikinizin de kemiklerindedir ve başlangıçtaki düşünce modelinin şeritleri de her ikinizin gözlerinin önünden geçer, her ikiniz de onu anlırsınız. Ama bir yerde bir özgün model olmalı, bir yerde kedi, insan ve sansar tek bir biçime dönmeliler. Bu biçim artık bizden akıl almaz ölçüde uzaktadır, zaman ırmağının en gerilerinde. Tarihtir artık. Bu anlamda ve sadece bu anlamda ilkörnek gerçekten vardı.

Darwin bu gezegende, canlıların birbiri ardından gelmesinin dışarıdan empoze edilmiş biçimsel bir model uyarınca veya yalnızca bir doğrultuda olmadığını açıkça gördü. Yaşam başka her ne olursa olsun, sabit değildir, ayarlanabilir. Olumsuz ve güç çevre koşullarını aşarak buraya varmıştır. Geri dönülemeyecek yollar boyunca, değişmiş, gerekince tekrar değişmiştir. Canlı olan her yaratık kendine özgü bir geçmişin ürünüdür. Onun tam benzerinin bir başka gezegende ortaya çıkmasının istatistiksel olasılığı anlamsız ölçüde küçüktür. Orada karanlıkta bir yerde yaşam, hatta hücreli yaşam olabilir. Ancak ister üst, ister alt basamakta olsun, onun biçimi, insan olmayacaktır. Bu biçim benzeri olmayan, uzun bir yolculuğun, orman çatılarının tavan aralarından geçen bir yolculuğun ürünüdür; başarısızlık olasılığı o kadar büyüktür ki, insan benzeri herhangi bir şeyin o yoldan tekrar gelmesi olanaksızdır.

Bunları yazarken çok eskilerin o küçük adamı yine gözümün önüne geliyor. Daha önce değindiğim gibi o, hilkat garibesi bir cenindi, bilimsel olarak teşhis edilip gündemden düşeli çok oldu. Mumyalanmış bebeğe, büyümüş insan görünümü veren ufak kafatasında gelişmemiş bir beyin vardı. Ayak boyundaki adamı anlatanların unuttukları bir şey vardı: Normal bir insan beyni en az 900 santimetre küp değilse işlevini yapamaz. Yüz santimetre küp beyni olan bir adam uçan daireler yapamaz; zekâ düzeyi bir maymundan daha aşağıdadır. Her neyse, o zaten yok.

Akıl almaz büyüklükte bir evrenin karanlık boşluğunda bir toz zerresi gibi uçan bir dünyada, insan, inanılmaz ölçüde yalnızlaşmıştır. Görülmeyenden bir haber, bir işaret bulmak umuyla zamanın basamaklarını ve bizzat yaşamın düzenliğini tarıyoruz. Bu gezegendeki –belki de bütün yıldız evrenindeki– yegâne düşünen memeliler olarak bilinçli olmanın yükü ağır geliyor. Yıldızlara bakıyoruz ama işaretler belirsiz. Geçmişin kemiklerini kazıp çıkarıyoruz ve kökenimizi arıyoruz. Orada bir izlek var ama fazla dolaşık görünüyor. Bu karmaşıklığın belki de bir anlamı vardır; bu şekilde kendimize sürekli işkence yapıyoruz.

Gece, karanlık gökyüzünde, ışıklar geliyor ve gidiyor. İnsanlar sonunda düşündükleri şeylerden huzursuz olmuş, uykularında dönüp duruyorlar ve kötü rüyalar görüyorlar; ya da meteorlar tepelerinde yeşil yeşil fısıldaşırken yatakta uyanık, düşünüyorlar. Ancak bütün uzayda ya da binlerce dünyada, hiçbir yerde yalnızlığımızı paylaşacak insanlar olmayacak. Bilgelik var olabilir, güç var olabilir; uzayda bir yerlerde acayip organlarla çalıştırılan koca aletler bizim uzayda dönüp duran bulut enkazımıza boş yere bakıyor olabilir, onların sahipleri de bizim gibi hasret duyuyor olabilir. Bütün bunlara karşın, bize yanıt veren sadece yaşamın doğası ve evrim ilkeleridir. Başka bir yerde veya uzaklarda bir yerde, hiçbir zaman insan olmayacaktır.



WERNER HEISENBERG

Atom Fiziği ve Nedensel Yasa

Fizikçinin Doğa Kavramı'ndan (1958)

Werner Heisenberg (1901-1976), Galileo'dan bu yana belki de en ürkütücü bilim adamıdır. Fikirleri, onları anlayan Einstein'ı korkutmuş, anlamayan birçok insanı da dehşete düşürmüştür. 1927'de Heisenberg, gözlemcinin atomaltı bir parçacık hakkında bazı şeyler bilebileceğini, ancak her şeyi bilemeyeceğini öne süren ünlü "belirsizlik ilkesi"ni yayımladı. Bu şu demekti: Bir şeyi öğrenmek, başka şeyleri öğrenmeyi olanaksız kılıyordu. Neden-etki ile şekillenen klasik mekanik evreninden farklı olarak, Heisenberg'in evreni olasılıklarla şekillenir. Tek bir elektron düzeyinde, ne olacağı tam olarak öngörülemez. Fizik, kendisini çok güçlü duruma getiren açıklayıcı gücünü bir yana bırakıyor gibi görünüyordu. İnsanlar bilimcilerin akıl dışı olacak ölçüde ilerlemiş olmasından korkuyordu. Heisenberg'e gösterilen tepkilere bakınca, Galileo'nun kendi dönemindeki insanları niçin dehşete düşürdüğünü anlamak daha kolay oluyor. O da, anlaşılmaz bir dizi denklemle, bütün bilgiyi anlamsız duruma düşürdüğü izlenimini vermişti. Galileo'yu şimdi okuduğumuzda, onu, kavrayışın bir nebi'si olarak görüyoruz. Aramızdaki iyimserler aynı şeyin Heisenberg için de doğru olacağını umut edebilirler.

Buraya seçilen ve Heisenberg'in verdiği, matematik içermeyen, bir dizi konferanstan alınmış olan bu makale, sözü edilen iyimserliği daha akla yakın kılıyor. Neden-etki sorusunu tartışıyor. Jeans ve Eiseley'in makaleleri gibi, Heisenberg de kabul gören en son doğa yasalarının doğanın kendisi hakkında bize neler söylediğini ele alıyor. Yazı üslubunun çok zorlayıcı olmasıyla ünlü olan Heisenberg'in buradaki makalesi şaşılacak derecede açıktır. Düşünceleri kendisi için o kadar açıktı ki, onları başkaları için de anlaşılır duruma nasıl getireceğini tam olarak biliyordu. Yirminci yüzyıl düşünce tarzına akıl dışı damgası vurmak yerine, akıl dışılığın on dokuzuncu yüzyılın kendisine duyduğu aşırı güvende

yattığını gösteriyor. Onun yazı tonunu Oppenheimer'in yazısı-
nıkiyle karşılaştırmak da ilginçtir. Oppenheimer, o kadar da
kötken bir değişikliğin yer almadığını ileri sürüyor. Heisenberg
ise farklı düşünüyor.

Çağdaş atom fiziğinin en ilginç genel etkilerinden bazıları,
doğa yasaları kavramına getirdiği değişikliklerdir. Son birkaç yıl-
da çok kişi, çağdaş atom fiziğinin neden-etki yasasını ortadan kal-
dırdığını ya da, en azından onu bir ölçüde geçersiz kıldığını, bun-
dan böyle artık doğa yasalarıyla belirlenmiş süreçlerden hakkıyla
söz edemeyeceğimizi ifade etmişlerdir. Arada bir de, bu ifadeler,
nedensellik ilkesinin artık çağdaş atom teorisiyle uyuşmadığını
ileri sürerler. Eğer nedensellik kavramı veya doğa yasası yeterin-
ce tanımlanmazsa bu tür ifadeler her zaman belirsizlik içerirler.
Bu nedenle [...] kuantum teorisinin sonuçlarını ve atom fiziğinde-
ki gelişmelerin son birkaç yılını ele almak istiyorum. Şimdiye ka-
dar bu gelişmenin sadece çok küçük bir bölümü halka erişmiştir;
ancak felsefe alanında da bu gelişmenin yansımaları olacağı çok
olası görünüyor.

Nedensellik Kavramı

Nedensellik kavramının neden-etki yasasını anlatmakta kul-
lanılması görece yenidir. Daha önceki felsefelerde *neden* [causa]
sözcüğünün bugünkünden çok daha genel bir anlamı vardı. [...]

Causa'dan, modern neden kavramına geçilmesi yüzyıllar al-
mıştır. Bu, yeniçağın başlangıcında yer alan, insanın gerçeklik
kavramındaki değişikliklerle ve bilimin oluşmasıyla da sıkı sıkıya
bağlantılıdır. İnsanın gerçeklik kavramında maddi süreçler daha
belirgin hale geldikçe *causa* sözcüğü de giderek, daha çok, açıkla-
nacak olaydan önce olan ve bir biçimde o olaya neden olan, belir-
li maddi bir olay için kullanılmaya başladı. Yaptığı şey, çoğu za-
man, temelde, Newton döneminden bu yana bilimde yapılan geli-
şmelerden felsefi sonuçlar çıkarmak olan Kant, daha o zaman “ne-
densellik” sözcüğünü on dokuzuncu yüzyıldaki anlamıyla kullan-
mıştı. Bir olayla karşılaştığımızda, her zaman, ondan önce gelen

bir başka olayın var olduğunu ve ikinci olayın, bir yasa uyarınca onu izlediğini düşünürüz. Böylece, nedensellik kavramı sonunda daralarak doğadaki olayların biricik olarak belirlendiklerini veya başka deyişle, doğanın veya bir bölümünün tam bilinmesinin, geleceği belirlemek için, en azından ilkece, yeterli olacağı inancımızı ifade eden bir duruma gelmiştir. Newton'un fiziği öyle inşa edilmiştir ki, bir sistemin gelecekteki hareketi, onun belli bir zamandaki belirli bir durumundan hesaplanabilmektedir. Doğanın gerçekten böyle olduğu, belki de en genel ve en anlaşılır biçimde, Laplace'ın, belli bir anda her atomun konumunu ve hareketini bilen bir şeytanın dünyanın bütün geleceğini önceden bilebileceği yolundaki sözleriyle ifade edilmiştir. "Nedensellik" sözcüğü bu çok dar anlamda yorumlandığı zaman "gerekircilik" ya da "kadercilik"ten söz ederiz. Bununla, herhangi bir sistemin şimdiki durumundan bu sistemin gelecekteki durumunu biricik olarak belirleyen değişmez doğa yasalarının var olduğunu kast ederiz.

İstatistiksel Yasalar

Atom fiziği, başlangıcından itibaren bu tabloya pek uymayan kavramlar geliştirmiştir. Bu kavramların temelde, o tabloyla çelişmedikleri doğrudur; ancak atom fiziğinin yaklaşımı, doğası nedeniyle, gerekirciliğin yaklaşımından farklıdır. Demokritos ve Leukippos'un eski atom teorisinde bile, büyük ölçekli süreçlerin küçük ölçekli birçok düzensiz sürecin sonuçları olduğu kabul ediliyordu. Bunun esas olarak doğru olduğu, gündelik yaşamdaki sayısız örnekte görülmektedir. Örneğin, bir çiftçinin, bir bulutun yoğunlaşarak tarlasını suladığını bilmesi yeterlidir. Her yağmur damlasının tek başına hangi yolu izlediği konusunda kafa yormaz. Başka bir örnek verelim; graniti oluşturan kristallerin her birinin şeklini, rengini ve kimyasal yapısını bilmediğimiz halde, "granit" sözcüğünün ne anlama geldiğini kesin olarak biliriz. Görülüyor ki, küçük ölçekte yer alan bireysel süreçler hakkında hiç kafa yormadan, büyük ölçekli davranışları ifade eden kavramları sürekli kullanmaktayız.

Eski atom teorisinde, birçok küçük bireysel olayın istatistiksel birleşimi kavramı, dünyanın bir açıklaması için temel olarak alınmış, maddenin bütün duyuşsal niteliklerinin, atomların konum ve hareketlerinin dolaylı bir sonucu olduğu kavramıyla da genelleştirilmiştir. Demokritos bu nedenle, nesnelerin tatlı veya acı olarak sadece *göründüklerini*, renkliymişler gibi sadece göründüklerini, çünkü gerçekte var olanın yalnızca atomlar ve boş uzay olduğunu yazmıştı. Eğer duyularımızla algıladığımız süreçlerin birçok küçük bireysel sürecin karşılıklı etkileşimleriyle ortaya çıktığı düşünülürse, bütün doğa yasalarının da sadece istatistiksel yasalar olarak düşünülebileceği sonucuna varmak zorunda kalırız. [...]

Ancak yine de okuyucuya, günlük yaşamda hepimizin, attığımız her adımda, istatistiksel yasalarla karşılaştığını ve bu yasaları pratik eylemlerimize temel aldığımızı hatırlatmak durumundayız. Nitekim, baraj inşa eden bir mühendis, yağmurun ne zaman yağacağı ve her seferinde ne kadar yağacağı konusunda en ulak bir fikri olmadığı halde, hesaplarını her zaman, yıllık ortalama yağmur miktarını temel alarak yapar. [...]

Yeniçağın başlangıcından bu yana, maddenin davranışını, hem nicelik hem de nitelik bakımından, atomların istatistiksel davranışları ile açıklamaya yönelik girişimler yapılmıştır. Robert Boyle, bir gazın basıncı ve hacmi arasındaki bağıntıları, basıncı atomların tek tek kabın duvarlarına yaptıkları itme kuvvetleri olarak düşünmekle anlayabileceğimizi göstermişti. Benzer şekilde, termodinamik olgular da, sıcak cisimler içindeki atomların soğuk cisimlerdekilerden daha hızlı hareket ettikleri varsayımıyla açıklanmıştır. Bu açıklama niceliksel bir matematik formülle ifade edilebilir ve bu yolla da ısı yasaları anlaşılabilir.

İstatistiksel yasa kavramının uygulaması, sonunda, geçen yüzyılın ikinci yarısında, *istatistiksel mekanik* adı altında dile getirilmiştir. Newton'un mekaniğini temel alan bu teoride, karmaşık bir mekanik sistemin tam bilinmemesinden kaynaklanan sonuçlar incelenmektedir. Demek oluyor ki bu, gerekirciliğin bir ilke olarak

reddedilmesi değildir. Olayların ayrıntıları tam olarak Newton mekaniğinin yasalarına göre saptandığı halde, ona *sistemin* mekanik özelliklerinin tam olarak bilinmediği koşulu da eklenmektedir.

Gibbs ve Boltzmann¹ bu tür eksik bilgiyi matematiksel olarak ifade etmeyi başardılar. Gibbs, özellikle, sıcaklık kavramımızın bilginizin tam olmamasıyla yakından ilişkili olduğunu göstermiştir. [...] Bir nesneye, sadece o nesne hakkındaki bilginiz tam olmadığı zaman uygulanabilecek olan bir fiziksel kavramı ilk ortaya atan Gibbs'tir. Örneğin, bir gazın içindeki her molekülün hareketi ve konumu bilinseydi, gazın sıcaklık derecesi hakkında konuşmayı sürdürmek anlamsız olurdu. Sıcaklık kavramı, ancak, sistem tam olarak bilinmiyorsa ve biz bu eksik bilginizden istatistiksel sonuçlar çıkarmak istiyorsak, anlamlı olarak kullanılabilir.

Kuantum Teorisinin İstatistiksel Özelliği

Her ne kadar, Gibbs ve Boltzmann'ın keşifleri, bir sistem hakkındaki eksik bilgileri fizik yasalarının formüle edilmesinin bir bölümü haline getirmişse de gerekircilik yine de, ilke olarak varlığını sürdürüyordu, Max Planck'ın ünlü keşfi kuantum teorisine kapıyı açıncaya kadar da bu sürdü. Planck, radyasyon teorisindeki çalışmalarının başlangıcında, radyasyon olgusunda bir belirsizlik ögesi ile karşılaşmıştı. Radyasyon salan bir atomun, enerjisini sürekli olarak vermediğini, aralıklarla ve demetler halinde verdiğini göstermişti. Bu süresiz ve puls benzeri enerji aktarımı kavramı, atom teorisindeki bütün öteki kavramlar gibi, bizi tekrar, radyasyon yayımının istatistiksel bir olgu olduğu düşüncesine götürür. Bununla beraber, *kuantum teorisinin gerçekten bizi bu yasaları istatistiksel yasalar olarak ifade etmeye ve gerekirciliği bırakmaya zorladığını* fark etmemiz, yine de yirmi beş yıl kadar bir zaman gerektirdi. Einstein, Niels Bohr ve Arnold Sommerfeld'in çalışmalarından sonra, Planck'ın teorisinin bütün atom fiziği dünyasına giden kapıyı açan anahtar olduğu anlaşıldı. Kim-

1. Willard Gibbs (1839-1903) ve Ludwig Boltzmann (1844-1906) istatistiksel mekaniği geliştirmişlerdi.

yasal süreçler Rutherford-Bohr atom modeli ile açıklanabiliyordu. O zamandan bu yana kimya, fizik ve astrofizik bir bütün olarak kaynaştılar. Kuantum teorisiyle ilgili yasaların matematiksel olarak ifade edilmesiyle arı gerekirciliğin de bırakılması gerekti.

Burada matematiksel yöntemler hakkında konuşamayacağıma göre, fizikçilerin atom fiziğinde karşı karşıya kaldıkları garip durumun bazı yönlerine değinmekle yetineceğim.

Fiziğin daha önceki biçimlerinden ayrılmasını, belirsizlik ilişkileri denilen şey aracılığı ile ifade edebiliriz. Bir atom parçacığının hem konumunu hem de hızını, öngörülen herhangi bir kesinlik derecesiyle, aynı anda belirlemenin olanaksız olduğu keşfedilmişti. Ya konumu büyük dakiklikle ölçebiliriz –o zaman gözlem için kullanılan aletin etkisi hız bilgimizi belirsizleştirir– ya da hızın dakik ölçüsünü alır ve konumu öğrenmekten vazgeçeriz. Bu iki belirsizliğin çarpımı hiçbir zaman Planck sabitinden küçük değildir. Bu sonuç Newton mekaniği kavramları ile fazla ilerleyemeyeceğimizi açıkça ortaya koymaktadır. Çünkü, bir mekanik sürecin hesaplanmasında, belirli bir zamanda konumun ve hızın bilinmesi şarttır; kuantum teorisine göre olanaksız olan da işte budur.

Niels Bohr bunu başka bir şekilde ifade etmiştir. Bohr, *tamamlayıcılık kavramını* ileri sürmüştür. Bununla ifade ettiği şudur: Farklı atom sistemleri için kullandığımız içgüdüsel atom kavramları, belirlenmiş deneyler için tümüyle yeterli olsalar da karşılıklı olarak birbirlerini dışlarlar. Böylece, örneğin, Bohr'un atomu, bir çekirdek çevresinde dönen dışsal elektronları olan, ufak ölçekli bir gezegenler sistemi olarak ifade edilebilir. Ancak, başka deneyler için atom çekirdeğinin, frekansları atomun saldıgı ışınlara özgü olan durağan dalgalarla çevrilmiş olduğunu düşünmek daha elverişli olabilir. Son olarak, atomu kimyasal yönden ele alabiliriz. Atom başka atomlarla birleştiği zaman ortaya çıkan tepkime ısısını hesaplayabiliriz; ancak bu durumda, elektronlarının o andaki hareketlerini ifade edemeyiz. Doğru yerde kullanılmak koşuluyla bu kavramların her biri geçerlidir, ancak birbirini dışlayıcı olduklarından, onların birbirlerini karşılıklı olarak ta-

namlayıcı olduklarını söyleriz. Her biriyle ilgili olan belirsizlik, belirsizlik ilişkisiyle ifade edilir; bu da farklı resimler arasında mantıksal çelişkileri önlemek için yeterlidir.

Kuantum teorisinin matematiğine girmeden verdiğimiz bu kısa açıklamalar, *bir sistem hakkındaki eksik bilgilerin kuantum teorisinin her formülasyonunun vazgeçilmez bir bölümü olması gerektiğini* fark etmemize yardımcı olabilir. Kuantum teorisiyle ilgili yasalar istatistiksel olmak zorundadırlar. Bir örnek verelim: Radyum atomunun alfa ışınımı saldığını biliyoruz. Kuantum teorisi, bize alfa-parçacığının birim zamanda çekirdeği terk etme olasılığı konusunda bir fikir verebilir. Ancak bu çıkışın zaman süresinin hangi noktasında olacağını kesin olarak söylemez. Çünkü, ilke olarak, bu belirsizdir.

Büyük ölçekli süreçlerde atom fiziğinin bu istatistiksel yönü söz konusu değildir. Çünkü, genel olarak, büyük ölçekli süreçler için istatistik yasaları ile bulunan olasılıklar o kadar yüksektir ki, hemen hemen her durumda belirlenmiş olduklarını söyleyebiliriz. Ancak, büyük ölçekli bir sürecin sadece bir veya birkaç atomun davranışına bağlı olduğu durumlarla sık sık karşılaşırız. Böyle durumlarda, büyük ölçekli süreç de yalnızca istatistiksel olarak tahmin edilebilir. Bunu, çok iyi bilinen, ama esef verici bir örnek- le, atom bombasıyla açıklamak isterim. Normal bir bombada patlamanın şiddeti, patlayıcı maddenin kütlesi ve kimyasal bileşimi ile hesaplanabilir. Atom bombasında da, patlama şiddeti için bir en yüksek, bir de en düşük sınır belirleyebiliriz; ancak bu patlamanın şiddetini önceden tam olarak hesaplayamayız. İlke olarak bu mümkün değildir; çünkü patlama sadece birkaç atomun ateşleme anındaki davranışına bağlıdır.

Benzer şekilde, bireysel atomlarca harekete geçirilen büyük biyolojik süreçler de olabilir –özellikle Jordan, buna dikkatimizi çekmiştir– kalıtsal süreçlerde genlerin değişimini [*mutation*] için durumun böyle olduğu anlaşılmaktadır. Bu iki örnek, kuantum teorisinin istatistiksel özelliğinin pratik sonuçlarını göstermeyi amaçlamaktadır. Bu gelişim de yirmi yıl önce son bulmuştur ve

de bu alanda, gelecekte herhangi önemli bir değişiklik görebileceğimizi söylemek olanaklı değildir.

Atom Fiziğinin Yakın Dönemlerdeki Tarihçesi

Bununla beraber, başlangıçta söz ettiğim gibi, nedensellik problemine atom fiziğindeki en son gelişmelerden kaynaklanan yeni bir bakış açısı eklenmiştir. [...] Modern çağın başlangıcında, atom kavramı kimyasal element kavramıyla sıkı sıkıya bağlantılıydı. Bir elementi tanımlayan özellikler, onun kimyasal yöntemlerle ayrıştırılamaması ve belirli bir tür atomun belirli bir elemente ait olmasıydı. Buna göre, arı karbon karbon atomlarından, arı demir de demir atomlarından oluşurdu; insan da, kimyasal element sayısı kadar atom türü olduğu varsayımını kabul etmek zorunda kalırdı. Sonunda, doksan iki çeşit kimyasal elementin varlığı bilindiği için, doksan iki tür atom var sayıldı.

Ancak probleme atom teorisinin temel önermelerinden yaklaşırsak, bu kavramın doyurucu olmadığı görülür. Başlangıçta, atomlar, hareketleri ve yapılarıyla, maddeyi niteliksel olarak açıklamak için öne sürülmüşlerdi. Bu kavram, ancak bütün atomlar eşit olduklarında veya yalnızca birkaç çeşit atom olduğu zaman –başka deyişle, eğer atomların kendilerinin hiçbir nitelikleri yoksa– açıklayıcı değer kazanır. Eğer şimdi, niteliksel bakımdan farklı olan doksan iki çeşit atomun varlığını kabule zorlanırsak, bunun, sadece, farklı nitelikte şeylerin var olduğunu söylemekten fazla bir yararı yoktur. Bu nedenle, doksan iki temel parçacık olduğunu varsaymak uzun süreden beri yeterli görülmemiş, bu doksan iki tür atomu, daha az sayıda temel parçacığa indirme girişimleri olmuştur. Kimyasal atomların bizzat kendilerinin çok az sayıda temel yapıtaşlarından oluşabileceği, daha başlangıçta, düşünülmüştü. Bir kimyasal maddeyi bir başkasına dönüştürmeye yönelik en eski girişimler bile, en son çözümleme sonucunda bütün maddelerin aynı olduğu varsayımına dayanmış olsa gerek.

Son elli yıl, bütün kimyasal atomların proton, nötron ve elektron dediğimiz üç temel yapıtaşından oluştuğunu göstermiş-

tir. Atom çekirdeği nötron ve protonlardan oluşur ve çevresinde elektronlar vardır. Buna göre, örneğin, karbon atomunun çekirdeği altı proton ve altı nötrondan oluşur ve görece uzak bir mesafede bulunan altı elektronla çevrilmiştir. 1930'larda gelişen çekirdek fiziği sayesinde, doksan iki tür atom yerine, şimdi elimizde farklı türlerden üç parçacık var ve bu bakımdan, atom teorisi kendi temel varsayımlarının öne sürdüğü yolu izlemiş oluyor. Atomların sadece üç temel yapıtaşından oluştuğu açıklığa kavuşunca, kimyasal elementleri gerçekten birbirine dönüştürme olanğı ortaya çıktı. Bu bilimsel olanağın kısa süre sonra teknik olarak da gerçekleştirildiğini biliyoruz.

Ancak son yirmi yıl içinde durum yine değişti. Otuzlu yıllarda, söz ettiğimiz üç parçacığa, proton, nötron ve elektrona ek olarak yeni temel parçacıklar keşfedildi; son birkaç yıl içinde de bunların sayısı endişe verici biçimde arttı. Üç temel yapıtaşının tersine bu parçacıklar her zaman kararlı değiller, yaşam süreleri de çok kısa. Bunlar arasında *mezon* denilen bir türün ömrü saniyenin milyonda biri kadardır; bir başkasının ömrü bu sürenin yüzde biri kadardır; hiçbir elektrik yükü olmayan bir üçüncüsü ise saniyenin yüz milyarda biri kadar yaşar. Ancak bu üç yeni temel parçacık, maddenin kararlı üç yapıtaşına kararsız olmaları dışında, çok çok benzer şekilde davranırlar. İlk bakışta sanki, niteliksel bakımdan farklı olan çok sayıda parçacığın var olduğunu kabul etmek durumuna tekrar dönüyoruz gibi görünmektedir. Bu da atom fiziğinin temel varsayımları bakımından arzu edilir olmaktan çok uzaktır. Ancak, son birkaç yıldır yapılan deneyler, bu temel parçacıkların çarpışma sırasında, büyük enerji alışverişleriyle, birbirlerine dönüşebileceklerini açıkça göstermiştir. İki temel parçacık büyük bir hareket enerjisiyle çarpıştığında, yeni temel parçacıklar ortaya çıkar ve ilk parçacıklar, enerjileriyle birlikte yeni maddeye dönüşürler.

Bu durumu en iyi şu şekilde ifade edebiliriz: Bütün parçacıklar, temelde, bir ve aynı şeyin farklı durağan durumlarından başka bir şey değildirler. Böylece, temel üç yapıtaşı bile artık tek bir

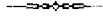
yapıtasına indirgenmiş oluyor. *Sadece tek bir tür madde vardır; ancak o, farklı ayrıık durağan koşullarda var olabilir.* Bu koşulların bazıları, yani protonlar, nötronlar ve elektronlar, kararlıdırlar; diğerk birçoğı ise kararsızdır.

Görelilik Teorisi ve Gerekirciliğın Sonu

[...] Yüksek enerjili temel parçacıkların çarpışması söz konusu olduğı zaman, özel görelilik teorisinin uzay-zaman yapısını göz önüne almamız gerekir. Atomun yapı iskeletinin kuantum teorisinde bu uzay-zaman yapısının fazla önemi yoktu; çünkü atom yapısındaki elektronlar görece yavaş hareket ederler. Ancak, burada söz konusu olan, neredeyse ışık hızıyla hareket eden, bu nedenle de davranışları sadece görelilik teorisinin yardımıyla ifade edilebilen temel parçacıklardır. Elli yıl önce Einstein, uzay-zaman yapısının, bizim günlük yaşamda düşündüğümüz ölçüde basit olmadığını keşfetmişti. Eğer, en azından ilke olarak, hakkında bilgi elde edebileceğimiz bütün olayları geçmiş diye, ve en azından ilke olarak, üzerlerinde etki yapabileceğimiz bütün olayları da gelecek diye tanımlarsak, o zaman bizim basit anlayışımıza göre, bu iki tip olay arasında, sadece, şimdiki zaman dediğimiz sonsuz kısa bir an olduğunu düşünürüz. Newton'un mekaniğine temel aldığı da, tam bu kavramdır. Einstein'ın 1905'teki keşfinden bu yana, "gelecek" ve "geçmiş" olarak adlandırdığım şeyler arasında bir zaman aralığı olduğunu; bunun uzunluğunun uzaydaki bir olay ile onu gözleyen arasındaki uzaklığa bağımlı olduğunu biliyoruz. Bu nedenle "şimdiki zaman" sonsuz kısa bir zaman ile sınırlı değildir.

Görelilik teorisi, ilkece, hiçbir etkinin ışık hızından daha hızlı yayılamayacağını kabul eder. Görelilik teorisindeki bu eğilim, kuantum teorisinin belirsizlik ilişkileri konusunda bazı sorunlara yol açar. Görelilik teorisine göre olanaklı olan etkiler, sadece uzay-zamanın, ışık konisi ile sınırlı olan bölgesinde, yani uzay-zamanın, etkili noktadan çıkan ışık dalgalarının erişebileceğı bölgelerinde yer alabilirler. Bu nedenle, uzay-zamanın bu

bölümü –bu da vurgulanmalıdır– çok kesin olarak sınırlıdır. Diğer yandan, kuantum teorisinde, konumu kesin olarak saptamanın –başka deyişle, uzayı keskin biçimde sınırlamanın– hız için ve bunun sonucunda da momentum ve enerji için, sonsuz bir belirsizliği önceden kabul etmek demek olduğunu görmüştük. Böyle bir durumun pratik sonucu olarak şu ortaya çıkıyor: Temel parçacıklar arasındaki etkileşimleri matematiksel olarak ifade etmeye giriştiğimizde, enerji ve momentum her zaman sonsuz sayıda değerle karşımıza çıkacak ve doyurucu bir matematiksel ifadeyi önleyeceklerdir.



RICHARD FEYNMAN

Geçmiş İle Geleceğin Ayırt Edilmesi

Fizik Yasaları Üzerine'den (1965)

Richard Feynman (1918-1988) bir roketin O-halkası denilen bir parçası bir bardak buzlu suya atıldığında, onun hemen sertleştiğini gösterdiğinde ulusal çapta bir üne kavuşmuştur. Bunun işaret ettiği şeydu: *Challenger* uzay mekiğinin fırlatıldığı o soğuk sabah, halka sertleşmiş ve başarısız olunmuştu. Bu deney *Challenger*'in, fırlatılmasından kısa bir süre sonra patlamasına neyin sebep olduğunun bir simgesi olduğu gibi, klasik Feynman şaşırtmacalarının da bir simgesi olmuştur. Onun bütün bilim yaşamı, karanlık teknik konuları açıklığa kavuşturmaya ya da hiç olmazsa onlara, teknik eğitim görmüş kişilerin anlayabileceği ölçüde, açıklık getirmeye adanmıştır. Sıradan kişiler için de birkaç kitap yazmıştır. *Herhalde Şaka Yapıyorsunuz, Bay Feynman!* [*Surely You're Joking, Mr. Feynman!*] kitabının modern fizik konusunda yazılmış tek mizah kitabı olduğu söylenir.

Aşağıdaki makalede Feynman son derece metafiziksel görünen bir problemi ele alıyor: Geçmiş neden geçmiştir? Bunun tamamen anlaşılabilir bir olgu, fizik gerçeklerinin kaçınılmaz bir sonucu olduğunu ileri sürmektedir. Bu da, bilimin teorik düzeyde bile eğlenceli olabileceğini göstermektedir.

Dünyadaki olguların tersine çevrilemeyeceğini herkes çok iyi bilir. Yani bir şeyler olur ve onlar bir daha ters yönde gelişmezler. Bir fincanı yere düşürdüğünüzde fincan kırılır; parçaların tekrar bir araya gelip elinize sıçramasını oturup uzun uzun bekleyebilirsiniz. Denizin dalgalarının kırılmasını seyrederken köpüklerin yeniden bir araya geleceği, denizden yükselip kıyıda daha ötelere doğru çekilip tekrar yükseleceği o büyük anı da orada dikilip uzun süre bekleyebilirsiniz – ne de hoş olurdu.

Derslerde bu konunun sunulması, genellikle, bazı olayları içeren bir sinema filmini alıp geriye doğru oynatarak kahkahaları

beklemek şeklinde yapılır. O kahkahalar, gerçek dünyada öyle şeylerin olamayacağı anlamına gelir. Ancak bu, geçmiş ile gelecek arasındaki fark gibi derin ve aşikâr bir şeyi açıklamamanın en iyi yolu değildir. Çünkü, herhangi bir deney yapmasak da, içimizde birikmiş olan deneyimler geçmiş ile geleceğin birbirinden tamamen farklı olduğunu göstermektedir. Geleceği değil, geçmişi anımsarız. Olmuş olabilir konusundaki bilinç, ne olabilir konusundaki bilinçten çok farklıdır. Psikolojik açıdan, özgür irade ve bellek kavramlarını içerdikleri için, gelecek ile geçmiş birbirinden farklıdır. Geleceği etkileyecek bir şeyler yapabileceğimizi hissederiz; Ancak hiçbirimiz geçmişe etkileyecek bir şey yapabileceğimizi düşünmeyiz; ya da pek azımız düşünür. Pişmanlık, vicdan azabı, umut, vb. sözcükler geçmiş ve geleceği en belirgin şekilde ayırt ederler.

Doğa dünyası atomlardan oluşuyorsa, biz de atomlardan oluşmuş ve doğa yasalarına tabi isek, geçmiş ile gelecek arasındaki görünür farkın ve olayların geri döndürülemeyeceği olgusunun en belirgin açıklaması şöyle olabilir: Bazı yasalar, örneğin atomların hareketleri hakkındaki bazı yasalar, tek yönde işler; atom yasaları iki yönde işlemezler. Bir yerlerde, “uxley”lerin yalnız “wuxley”lere dönüştüğünü ve tersinin olamayacağını söyleyen bir ilke olsa gerek. Böylece dünya hep uxley’lerden wuxley’lere dönüşmektedir; nesneler arasındaki bu tek yönlü etkileşim de dünyanın hep bir yönde gitmesine neden olmaktadır.

Ancak henüz bu ilkeyi keşfetmiş, dolayısıyla da bugüne kadar keşfettiğimiz bütün fizik yasalarında geçmiş ile gelecek bakımından bir ayırımı saptamış değiliz. O halde film her iki yönde de aynı şekilde çalışabilmeli; ona bakan fizikçi de gülmemelidir.

Her zamanki örneğimiz olan yerçekimi yasasını ele alalım. Bir güneş ve bir gezegenimiz olsun. Gezegeni güneş çevresinde bir yönde harekete geçirdiğimi ve onun bir filmini çektiğimi, sonra da filmi geriye doğru çalıştırarak baktığımı varsayalım. Ne olur? Gezegen güneş çevresinde, kuşkusuz ters yönde, bir elips üzerinde hareket eder. Gezegenin hızı, eşit zaman aralıklarında,

yarıçapın taradığı alanın eşit olmasını sağlayacak şekildedir. Yani gerçekten, hareket etmesi gerektiği gibi hareket etmektedir. Ters yönde gittiği durumdan hiçbir farkı yoktur. Buna göre çekim yasası, yönün bir fark yaratmadığı türden bir yasadır. Eğer yalnız yerçekimi içeren bir olayın filmi ters yönde oynatırsanız her şey yolunda gibi görünecektir. Bunu daha kesin olarak şöyle ifade edebilirsiniz: Karmaşık bir sistemdeki bütün parçaların hızları aniden ters yöne çevrilirse o zaman sistem, onu oluşturmuş olan şeylerden geriye doğru çözülür. Eğer bir şeyler yapan bir sürü parçacığınız varsa ve hızı birdenbire ters çevirirseniz, daha önce yaptıklarını tekrar eski hallerine getireceklerdir.

Bu, hızın kuvvet etkisiyle değişeceğini söyleyen çekim yasasıdır. Zamanı ters çevirirsem kuvvetler değişmez ve sonuç olarak da hızdaki değişimler etkilenmez. Öyleyse her hız, daha önce onu oluşturan aşamaların tam tersine bir süreçle, art arda gelen değişimlere uğrayacaktır. Çekim yasasının zaman bakımından ters çevrilebilir olduğunu kanıtlamak kolaydır.

Elektrik ve manyetizma yasaları için ne söyleyebiliriz? Bunlar zamana göre ters çevrilebilirler. Ya nükleer etkileşim yasaları? Bildiğimiz kadarıyla onlar da zamana göre ters çevrilebilirler. [...] Başka bir deyişle, atom hareketleri sonucu dünyada oluşan normal olayların çoğunun tamamen ters çevrilebilir yasalara tabi olduklarını sanıyoruz. Bu nedenle ters çevrilememe olgusuna bir açıklama bulmak için daha çok araştırma yapmamız gerekiyor.

Güneş çevresinde dönen gezegenlere daha dikkatli baktığımızda her şeyin yolunda gitmediğini kısa sürede fark ederiz. Örneğin, Dünya'nın eksenini etrafındaki hareketi giderek yavaşlamaktadır. Bunun nedeni gelgit sürtünmesidir; sürtünmenin de ters çevrilebilir olmadığı ortadadır. Ağır bir cismi yere koyup itersen kayar ve durur. Durup beklersem, birden hareketlenip hızını artırarak tekrar elime dönmez. Böylece, sürtünme kuvveti ters çevrilmez gibi görünüyor. Ancak, daha önce açıkladığımız gibi, bir sürtünme kuvveti, ağırlıkla tahta arasındaki etkileşim ve içerideki atomların titreşimi sonucu ortaya çıkan çok karmaşık bir

şeydir. Cismin düzenli hareketi, tahtadaki atomların başıbozuk düzensiz hareketlerine dönüşmüştür. Bunu daha yakından incelememiz gerekiyor.

Burada ters çevrilememe konusuna ışık tutacak bir ipucu-muz var. Basit bir örnek ele alacağım. Bölmeli bir su tankının bir tarafına mavi boyalı su, öteki tarafına boyasız su koyalım; sonra bölmeyi çok yavaşça kaldıralım. Başlangıçta sular ayrıdır; mavi bir yanda beyaz da öteki yandadır. Biraz bekleyelim. Yavaş yavaş mavi su renksiz suyla karışır ve bir süre sonra boya düzgün bir şekilde karışarak su “mavimsi” olur. Yani mavi renk tank içinde yarı yarıya ve yeknesak olarak yayılır. Daha uzun süre bekleyip gözlesek de kendiliğinden tekrar ayrılmaz. (Maviyi ayırmak için siz bir şey yapabilirsiniz. Suyu buharlaştırıp başka bir yerde yoğunlaştırırsınız. Mavi boyayı bu suyun yarısıyla karıştırıp yerine koyabilirsiniz. Ama bütün bunları yaparken, siz başka bir yerde geri çevrilemez olan bir olguya neden olursunuz.) Mavi su kendi başına eski durumuna dönmez.

Bu bize bir ipucu veriyor. Moleküllere bir bakalım. Mavi ve beyaz suların karışımını filme aldığımızı düşünelim. Filmi ters yönde gösterdiğimizde oldukça tuhaf bir görüntüyle karşılaşırız. Çünkü tek renkli suyla başlamışken yavaş yavaş renkler ayrışıyor. Şimdi de resmi, fizikçilerin atomları tek tek gözleyerek geri çevrilemeyen şeyin ne olduğunu (ileri ve geri denge yasalarının nerede aksadığını) görebilecekleri kadar büyütelim ve yenisinden bakalım. İki çeşit atom göreceksiniz (çok saçma ama onlara mavi ve beyaz diyeceğiz) ve bu atomlar termal hareketlerle durmadan titreşip duruyorlar. Tekrar baştan alırsak, çoğunlukla bir türden atomlar bir tarafta, öbür türden olanlar öteki tarafta olacaktır. Milyarlarca ve milyarlarca atomun, bir türü bir yanda, öbür türü diğer yanda, titreşerek, bu düzensiz ve hiç durmayan hareketler sonunda birbirine karıştıklarını görürüz. Suyun hemen hemen düzgün mavi bir renk alması da bu nedenledir.

Bu filmde seçeceğimiz tek bir çarpışmayı gözleyelim. Filmde atomlar şu yönde bir araya gelip bu yönde sıcıyorlar. Şimdi fil-

min bu bölümünü tersine oynatırsak, molekül çiftinin bu yönde yaklaşp şu yönde zıpladıklarını görürüz. Fizikçi dikkatle bakıp her şeyi ölçer ve şöyle der: “Tamam, fizik yasalarıyla uyum içinde, iki molekül bu şekilde çarpıştıklarında bu şekilde zıplarlar.” Bu iki yönlüdür. Moleküllerin çarpışma yasaları ters çevrilebilir özelliktedir.

Demek oluyor ki, çok dikkatle bakarsanız hiçbir şey anlayamazsınız; çünkü çarpışmaların her biri kesin olarak tersine çevrilebilir türdendir. Ancak, filmin bütününde görülen şey de tuhaftır. Çünkü film ters gösterildiğinde moleküller karışmış bir şekilde –mavi, beyaz, mavi, beyaz, mavi, beyaz– başlar; çarpışmalar boyunca mavi, beyazlardan ayrılır. Ancak, bunu yapamazlar; gerçek yaşamdaki olgularda mavilerin kendilerini beyazlardan ayırmaları doğal değildir. Yine de, tersine oynatılan filme dikkatle baktığınızda, her çarpışmanın ters çevrilebilir olduğunu görürsünüz.

Bütün bunlardan, ters çevrilebilme özelliğinin yaşamın rastlantılarından kaynaklandığını görüyorsunuz. Ayrılmış bir şeyle başlayıp buna düzensiz değişimler uyguladığınız o bir şey daha yeknesak bir duruma geliyor; ama yeknesaklıkla başlayıp düzensiz değişimler uyguladığınızda ayrıışmıyor. Ayrıışabilirdi de. Moleküllerin ayrışacak şekilde sıçramaları fizik yasalarına ters düşmez; ancak olası değildir. Bu, bir milyon yılda bir gerçekleşmez. İşte yanıt budur. Olaylar, yalnızca bir yönde olası; ama öbür yönde olanaklı ve fizik yasalarıyla uyumlu oldukları halde, bir milyon yılda bile gerçekleşemeyecekleri anlamında, ters çevrilmezdir. Bir yerde uzun süre oturup yeknesak bir su ve boya karışımında atom titreşimlerinin boyayı bir yana, suyu öbür yana ayırmasını beklemek sadece gülünç olur.

Eğer bu deneyi, içinde her iki tür molekülden dört veya beş tane olacak şekilde bir kutuyla yaparsam molekülle zamanla karışırılar. Sanıyorum ki, bakmayı sürdürürseniz, bir süre sonra –bir milyon yıl olması gerekmez, belki yalnız bir yıl sonra– moleküllelerin, hiç durmayan düzensiz çarpışmalar sonucu, rastlantısal ola-

rak hemen hemen ilk durumlarına, yani araya bir bölme koyarsam bütün maviler bir tarafta bütün beyazlar da öbür tarafta olacak şekilde, ilk durumlarına gelmelerini bekleyebilirsiniz. Bu olanaksız değildir. Ancak, deneylerde kullandığımız gerçek nesneler dört veya beş mavi ve beyaz molekülden oluşmuyor. Dört veya beş milyon kere milyon kere milyon kere milyon molekül var ve bunların hepsinin bu şekilde ayrılmaları gerekiyor. Böylece doğanın görünür ters çevrilemezliği temel fizik yasalarının ters çevrilemezliğinden kaynaklanmıyor. Neden şudur: Düzenli bir sistemle başlarsanız, doğanın düzensizlikleri, yani moleküllerin sıçramaları sonucu olaylar bir yönde gelişir. [...]

Dünyanın kurallarından biri de nesnelerin düzenli koşullardan düzensiz koşullara gitmesidir. Sırası gelmişken belirteyim ki, “düzenli” ve “düzensiz” sözcükleri normal yaşamdaki anlamlarında kullanılmayan fiziksel terimlerdir. Düzen, insan olarak sizler için ilginç olmayabilir. Ancak burada belirli bir durum söz konusudur; her şey bir yanda ve her şey öbür yandadır; ya da birbirine karışmışlardır; işte düzen ve düzensizlik budur.

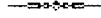
Öyleyse sorumuz şu: Nesneler başlangıçta nasıl düzenli oldular ve kısmen düzenli olan herhangi bir duruma baktığımızda, neden onun daha düzenli bir şeyden gelmiş olabileceği sonucuna varıyoruz? Bir tarafta koyu mavi, öbür tarafta duru beyaz, ortada ise mavimsi renkte su olan bir su tankına bakarsam ve yirmi ya da otuz dakika için ona hiç dokunulmadığını bilirim, onun bu durumda olmasının nedeninin geçmişte tamamen ayrılmış olmasından kaynaklandığını tahmin ederim. Daha uzun bir süre beklersem mavi ve beyaz birbirine daha çok karışacaktır; bu şeye yeterince uzun bir süre dokunulmamış olduğunu bilirim de onun geçmişteki durumu hakkında bir şeyler çıkarabilirim. Yanlarda “düzgün” olması, ancak, onun geçmişte daha iyi bir şekilde ayrılmış olmasının sonucu olabilir; çünkü geçmişte daha iyi ayrılmış olmasaydı o zamandan bu yana, şimdi olduğundan çok daha karışmış olurdu. Bu nedenle, şu ana bakarak, geçmiş hakkında bir şeyler söyleyebiliriz. [...]

Bazı kişiler dünyanın düzene girmesinin şöyle gerçekleştiğini öne sürmüşlerdir: Başlangıçta bütün evren, renkli suda olduğu gibi, tümüyle düzensiz hareketlerden ibaretti. Çok az atom olduğunda, yeterince uzun süre beklersek suyun rastlantısal olarak ayrılabileceğini görmüştük. Bazı fizikçiler (yüz yıl önce) bütün olan bitenin, dünyanın, yani uzun zamandır süregelen bir sistemin, düzensiz dalgalanmalar yapmasından ibaret olduğunu ileri sürdüler (dalgalanma: normal düzenli durumdan biraz sapıldığını belirten bir terim). Dalgalanmalar oldu ve biz şimdi bu dalgalanmaların kendi kendilerini çözüp eski hale dönme sürecini gözlüyoruz. [...]

Bu teori bence yanlıştır. Onu şu nedenle gülünç de buluyorum: Eğer dünya çok daha büyük, atomlar da her yerde karmakarışık bir durumda olsaydı, ben sadece bir yerdeki atomlara bakıp onların ayrılmış olduğunu gördüğümde, başka herhangi bir yerdeki atomların da ayrılmış oldukları sonucuna varmazdım. Eğer bu bir dalgalanma idiyse ve ben sıra dışı bir şey görmüşsem onun orada olmasının nedeni, büyük olasılıkla, başka hiçbir yerde sıra dışı bir şey olmamasıdır. Yani, eğer deyim yerindeyse, işleri iyice çarpıtmak için sıra dışı şeyleri benimsemem gerekirdi; çok şey kabullenmenin de bir yararı yoktur. Beyaz ve mavi sularla yapılan deneyde, kutudaki moleküllerin birkaçı ayrıldığında, geri kalan su için en olası durum, renklerin hâlâ karışık olmasıdır. Aynı şekilde, yıldızlara ve dünyaya baktığımızda her şeyi düzen içinde görüyoruz; eğer dalgalanma olsaydı, daha önce bakmadığımız bir yere baktığımızda karmaşa ve düzensizlik görmeyi beklerdik. Maddenin sıcak olan yıldızlarla soğuk olan uzaya ayrılmış olduğunu görmüştük. Bu, dalgalanma sonucu olabilir. Ancak o zaman, bakmadığımız yerlerde yıldızların uzaydan ayrılmış olmayacağını tahmin edebiliriz. [...] Bu nedenle evrenin, teknik anlamda geçmişte bugünkünden daha düzenli olduğu varsayımını fizik yasalarına eklemek gerektiğini düşünüyorum. Ters çevrilemezliğin bir anlamı olması ve anlaşılması için eklememiz gereken, kanımca bu ifadedir.

İfadenin kendisi zaman bakımından kuşkusuz tepetaklak; geçmiş hakkındaki bir şeyin gelecektekinden farklı olduğunu söy-

luyor. Ancak, bu, normal olarak, bizim fizik yasaları dediğimiz şeyin alanı dışındadır. Çünkü artık evrenin gelişme kurallarını düzenleyen fizik yasalarının ifadelerini, dünyanın geçmişte ne durumda olduğunu ifade eden yasalardan ayırmaya çalışıyoruz. Şimdilerde bu, gökbilim tarihi olarak kabul ediliyor; belki gelecekte birgün o da fizik yasalarının bir parçası olur.



EDWARD HARRISON

Edgar Allan Poe'nun Altın Duvarları

Gecenin Karanlığı: Evrenin Bir Bilmecesi'nden (1987)

Edward Harrison (1919-) Birleşik Amerika'da yaşayan bir İngiliz gökbilimcisidir ve kozmoloji konusunda ilginç kitaplar yazmıştır. Buradaki makalesi Olbers paradoksu hakkında yazdığı çok seçkin bir kitaptan alınmıştır. Kuyruklu yıldız yörüngelerinin hesaplanmasında halen de kullanılan yöntemi geliştiren Alman gökbilimci Heinrich Olbers 1826'da gökyüzünün neden karanlık olduğunu sormuştu. Evrende sonsuz sayıda yıldız varsa neden geceleri gökyüzünde her noktada bir yıldız görmüyoruz? Bu soruya bugüne değin verilen yanıtlar ya yanlış ya da son derece karışıktır. Ancak Harrison'un kitabı bir berraklık anıtıdır.

Kitabın buraya aldığımız bölümü bize hiç beklenmedik bilgiler vermekte, Edgar Allan Poe'nun doğru çözümü kafasından geçiren ilk kişi olduğunu açıklamaktadır. Ama belki de bu o kadar da beklenmedik bir şey değildir. Bilim, bilginin sınırlarını zorlamaya doğru hızla yol alırken ona en çok gerekli olan şey, hayal gücüdür; Poe da çağının en özgür hayal gücüne sahip kişilerinden biridir. Fikirlere yepyeni bir açıdan yaklaşmakta ustadır. Poe'nun, yirminci yüzyıl sarsan iki kişinin, Arthur Conan Doyle ve Sigmund Freud'un bir habercisi olduğu herkesçe bilinir. Anlaşılan şimdi Einstein da o gruba katılmıştır.

Victoria dönemi başlarında amatör bilimcilere karşı oldukça hoşgörölü davranılırdı. Gerçekten de, günümüzde amatör gözülle bakılan birçok varlıklı bilimci aydın toplumun saygın üyeleri sayılırlardı. Doğa bilimlerinin giderek karmaşıklaşması ve uzmanlaşması meslek dışı katılımcılar için aşılabilir olan engelleri henüz oluşturmamıştı. Nitel olarak ifade edilmiş olsa da, karanlıklar bilmecesinin ilk açık ve doğru çözümü ünlü şair, deneme yazarı, eleştirmen ve amatör bilimci Edgar Allan Poe'dan gelmiştir.

United States Magazine and Democratic Review'un haziran 1845 sayısında Edgar Allan Poe "Sözcüklerin Gücü" [*The Power of Words*] başlıklı bir makale yayımladı. Şöyle yazıyor:

Uçsuz bucaksız uzaklıklara bakınız! –gökyüzünü şöyle bir tarayıp geçerken bakışlarınızı yıldızların kalabalık görünümlerinin derinliğine yöneltmeye çalışınız. Bu ilahi görünüm bile her noktada evrenin altın duvarları içine kapatılmış değil mi?– sayısız parlak cisimden oluşan çoklukların bir bütün içinde erimiş gibi görüldüğü duvarlar.

Şubat 1848'de evrenin altın duvarlarını dile getirdikten üç yıl sonra ve kırk yaşındaki ölümünden sadece bir yıl önce, Edgar Allan Poe New York'taki Toplum Kitaplığında küçük bir dinleyici grubuna, "Evrenin kozmolojisi üzerine" üç saatlik bir konferans verdi. O sıralarda, Glasgow Üniversitesi gökbilim regius profesörü* Peder Dr. John Pringle Nichol da New York'ta konferanslar vermekteydi. Nichol'un dönemin akılları durduran gökbilim buluşlarını toplumun dikkatine sunan ve dinsel açıdan kimseyi rahatsız etmeyecek yumuşak bir dille kaleme alınmış olan *Evrenin Yapısı Üzerine Görüşler* [*Views of the Architecture of the Heavens*] başlıklı yazısı İngilizce konuşulan dünyada büyük ilgi uyandırmıştı. Edgar Allan Poe'nun Nichol'un bu popüler çalışmasından çok etkilendiği kuşku götürmez. O yılın sonlarına doğru Poe konferansını daha genişleterek onu *Buldum: Şiirsel Bir Düz-yazı* [*Eureka: A Prose Poem*] adıyla bir makale şeklinde yayımladı. Alexander von Humbolt'a ithaf ettiği bu hayal gücü dolu başyapıtta kozmolojiye ilişkin son derece cüretkâr fikirler ileri sürüyordu. Kutsal kalbin her atışıyla genişleyen ve kasılan bir evren hayal ediyordu. Bir vahiy vizyonu ile, çağdaş kozmik çağın yıkılışını haber veriyordu: "İşte o zaman nüfuz edilemeyecek de-

* Kral tarafından bir kürsüye atanan profesör. (ç.n.)

rinliklerde, hayal edilemeyecek güneşler parlayacak.” Bir mektubunda bu yapıtı için şunları yazıyor: “Benim ortaya attığım fikirler (zamanı geldiğinde) Fiziksel ve Metafiziksel Bilim dünyasında devrim yaratacaktır.”

Eureka fizik ve metafizik dünyasında devrim yaratmadı; onun içerdiği bilim, çağının anlayışına göre, fazla metafiziksel, metafiziği de fazla bilimseldi. Ancak kozmolojiye çok ilginç ve önemli bir katkısı olmuştur ve [Heinrich] Olbers’in karanlıklar bilmecesi hakkında yazdığı makalesinden sadece yirmi beş yıl sonra, esas itibarıyla doğru olan çözümün ilk sezinlemesini içermektedir. *Eureka*’da şöyle yazmıştı:

Eğer yıldızlar art arda sonsuza kadar uzansaydı gökyüzünün arka perdesi bize, Galakside olduğu gibi, bir aydınlık içinde görünürdü –*çünkü bütün artalandan bir yıldızın olmadığı tek noktanın bulunması kesinlikle olanaksızdır*–. O halde, böyle bir durumda, teleskopumuzun her yönde bulduğu boşlukları açıklayabileceğimiz yegâne olasılık, görülemeyen art alan son derece uzak olduğunu varsaymaktır; o kadar uzak ki oradan çıkan ışınlar henüz bize erişememiştir.

Işığın hızı ve yıldızların yaşları, sonunda, bir araya gelmişler ve eski problemin yeni bir yönünü açığa vurmuşlardır.

Yirminci yüzyılda bizler insanın görüş gücünün uzayı ve zamanı delip geçtiği fikrine alışmış bulunuyoruz. Gece gökyüzünü gözlerimizle tararken uzayın derinliklerine baktığımızda çok eskilere ait olan görüntüleri algıladığımızı biliyoruz. Descartes ve diğer filozofların uzay ve zaman arasındaki bağlantı olasılığından neden bu kadar ürktüklerini anlamakta da zorluk çekiyoruz. Ancak, görülebilen evrenin ufkunda, peçesini açmış, araştırmamıza hazır bekleyen bir kozmos olduğunu düşünmek, uzayda ileriye ve zamanda geriye bakma düşüncesine alışmış olan bizlerde bile şok etkisi yapıyor.

Bizim görüş alanımız yıldızların sınırlı bir süredir parlamakta olduğu evrenin sınırlı bir bölgesine uzanır. Yıldızlarla dolu olan evren uzayda sonsuz olabilir; sonsuz olmasa bile ölçülemeyecek kadar büyük olabilir. Yine de onun görebildiğimiz bölgesi –görülebilir evren– görece küçüktür; genellikle de gökyüzünü kaplayacak kadar çok yıldızı barındırmak için çok küçüktür.

Poe burada duraksıyor: “Öyle *olabilir*; bunu reddetmeye kim cesaret edebilir ki?” Gökbilimsel kanıtların, tek bir yıldızlar sisteminden oluşan tek-ada halindeki bir evren görüşünü desteklediğini kabul ediyordu; ancak, kendi eğiliminin çok sistemli bir çok-adalı evrenden yana olduğunu hissediyordu. Acaba, diyordu, kanıtlardan şu sonucu çıkaramaz mıyız:

Algılanabilen Evren –yani bu kümelerin kümesi– *bir dizi* kümelerin-kümesinden sadece birisidir; geri kalanlar uzaklıkları nedeniyle görülmüyorlar –ışıkları bize erişmeden öylesine dağılıyor ki retinamız üzerinde ışık izlenimi bırakmıyorlar– ya da söze gelmeyecek kadar uzak olan bu dünyalarda ışık çıkmamaktadır– ya da sadece mesafenin çok büyük olması nedeniyle, uzayda var olduklarını bize bildirecek olan elektrik habercileri –aradan geçen uzun yıllar boyunca– henüz bu mesafeyi aşmayı başaramamışlardır.

Birkaç satır sonra da “Sadece şunu söylememe izin veriniz: Bir birey olarak ben kendimin, bildiğimiz evrene aşağı yukarı benzer olan *sınırsız* bir evrenler dizisinin var olduğu *hayaline* –başka bir şey demeye cesaret edemiyorum– itildiğimi hissediyorum.” Evrenler derken galaksileri kastettiğini sanıyorum. Birkaç sayfa sonra da şunları ekliyor: “Ancak bu Makalede adım adım izlediğimiz düşünceler bizi, hemen, açıkça *Uzay ile Devamlılığın aynı şey olduğu* kavramına götürüyor.”

William ve John Herchel, John Nichol, Thomas Dick’in çalışmalarına ve Alexander von Humboldt’un evrenin mimari yapı-

sını anlatan, ışığın yıldızlararası boşluğu aşması için gereken çok uzun sürelerle dikkatimizi çeken *Kosmos*'unun ilk cildi üzerinde yapılan en son eleştirilere dayanarak Poe şu sonuca varıyordu: Karanlıklar bilmecezinin olası çözümü "altın duvarlar"ın ışığının henüz bize ulaşmamış olmasında yatmaktadır. Bizler uzayın derinliklerine baktığımızda, aslında, yıldızların oluşumundan önceki çok çok uzak bir zamana bakmaktayız.



FRED ALAN WOLF

Esintisiz Dalgalar

Kuantum Sıçraması Yapmak'tan (1986)

Fred Alan Wolf (1934-) bilimci olmayanlara modern fiziği açıklamaya çalışan iddialı bir bilim yazarıdır. Fiziğin temel bir paradoksu, Isaac Newton ile Robert Hooke'un tartışmasına yol açan paradokstur. Eğer, Newton'un yaptığı gibi, ışığın bir parçacık olup olmadığını sınınamaya girişerseniz, onun gerçekten bir parçacık olduğunu saptarsınız. Eğer, Hooke'un yaptığı gibi, onun bir dalga olup olmadığını sınıarsanız, onun gerçekten bir dalga olduğunu saptarsınız. Işık sanki bunların her ikisiymiş gibi davranıyor ve bu, ışığın doğasında var olan, anlaşılması güç bir ikiliktir. Işık, bizzat atomlardan geldiği için, bu dalga/parçacıkların çıkmalarına yol açan şey de atomun kendisinde var olan bir şey olsa gerek. Bu şey nedir? Ona dalga-parçacık diyerek, onun hem bir dalga hem de bir parçacık olduğunu söyleyebiliriz. Ancak bu sadece bir isimdir, açıklama değildir. Dalga-parçacıkların bizim hayal gücümüzün ötesindeymiş gibi görünmesine karşın fizik, olayları öngören ve betimleyen çok ilginç bir dizi karmaşık denklem geliştirmiştir. Bu denklemler bize gökbilimin 1492'deki durumunu anımsatmaktadır; o dönemde de Ay ve Güneş tutulmalarını önceden bildiren matematik gelişmişti; ancak hiç kimse, bu hareketlerin nasıl mümkün olduğunu anlayamıyordu. Bu makalede Wolf, kuantum mekaniğinin araştırıldıkça daha şaşırtıcı olan bir yönünü anlatmaktadır. Wolf, okuyucunun anlamadığı şeyin ne olduğunu tam olarak kavraması için, duyuşal benzeşimler yapmakta çok usta bir yazar.

Avusturyalı fizikçi Erwin Schrödinger, atomun içindeki değişken dalga örüntülerini açıklayan matematiksel bir denklem bulmuştur.

Schrödinger'in denklemi sürekli bir matematiksel betimleme olanağı sağlamıştır. Atomu titreşen bir keman teline benzetir.

Elektronun bir yörüngeden daha düşük enerjili bir yörüngeye geçişi, notaların basit bir değişiminden ibarettir. Keman teli böyle bir değişime maruz kaldığında her iki sesin de duyulduğu bir an vardır. Bu, çok iyi bilinen armoni deneyimine veya dalgabilimcilerin deyişiyle, *vuru* olgusuna yol açar. Armoni olarak işittiğimiz şey iki nota arasındaki vurudur. Bu vurular üçüncü bir ses olarak algılanırlar. Vuruların titreşim örüntüsü iki armoninin frekansları arasındaki fark ile belirlenir.

Atomdaki elektron bir yörüngeden bir diğerine geçiş yaptığında çıkan ışık dalgalarının veya fotonların gözlenen frekanslarını açıklamak için gereken de tam buydu. Işık, Schrödinger, de Broglie dalgalarının alt ve üst armonikleri arasında bir *vuru* bir armoniydi. Atomsal ışık gördüğümüzde, gördüğümüz şarkı söyleyen bir atomdur. Schrödinger bu açıklamayla fiziksel süreçlerin sürekliliğini kurtarmayı ümit ediyordu.

Ancak fizikçiler onun bu dalga denklemleriyle kendilerini pek rahat hissetmiyorlardı. Hiç kimse dalgaların neye benzediklerini hayal edemiyordu. İçinde dalgalanacakları bir ortam yoktu, fiziksel uzayda fark edilebilecek bir biçimleri de yoktu. Su dalgalarına veya ses dalgalarına benzemiyorlardı. Onlar sadece matematiksel fonksiyonlarla betimlenen soyut, matematiksel dalgalardı.

Bir matematiksel fonksiyonun fiziksel bir resmini hayal etmek zor olsa da olanaksız değildir. Eğer sığ bir oyun havuzuna—küçük çocukların kısa süre önce oynadıkları bir havuza—girmişliğiniz varsa çocukların talihsiz mesane kontrolü yetersizliği nedeniyle ortaya çıkan bir matematiksel fonksiyonun can sıkıcı tezahürüne de tanık olmuşsunuzdur. Havuzun içinde bir yerden bir başka yere yürürken bazı sıcak noktaların ve bazı soğuk noktaların varlığı, kuşkusuz dikkatinizi çekmiştir. Suyun sıcaklığı her yerde aynı değildi. Sıcaklık, su içindeki konumun matematiksel bir fonksiyonuydu. Sudaki herhangi bir noktanın sıcaklığı bile zamanla değişebiliyordu. Yani sıcaklık gözlem zamanının da bir fonksiyonuydu. Başka deyişle, sıcaklık uzay ve zamanın matematiksel bir fonksiyonuydu.

Benzer şekilde Schrödinger'in dalgası da uzay ve zamanın matematiksel bir fonksiyonuydu. Tek sorun, hiç kimsenin onun "ılık ve soğuk noktalarını", başka deyişle, çukurlarını ve tepelerini nasıl arayacağını bilmemesiydi. Dahası, atom daha karmaşık duruma geldikçe dalga da daha karmaşık duruma geliyordu. Örneğin, tek bir elektronu betimleyen dalga, o elektronun uzay ve zaman içindeki konumunun bir fonksiyonudur. Bu pek zor değildir. Ancak bir helyum atomuna bakıyorsa iki elektron vardır, ama dalga tektir. Dalganın davranışı, aynı anda her iki elektronun konumuna bağlıdır. Bir atomun atom numarası büyüdükçe atom içindeki elektronların sayıları da artar. Atom numarası 92 olan uranyumun doksan iki elektronu ve hepsini betimleyen tek bir dalga fonksiyonu vardır. Bu dalgayı gözümüzde canlandıracak uygun hiçbir yol da yoktur.

Ancak, Schrödinger'in dalgası her ne kadar hayal edilemez olsa da, vazgeçilmez olduğu anlaşıldı. Çünkü, klasik modelin artık uygulanmadığı, çok sayıda fiziksel olguyu açıklıyordu. Herhangi bir atomdan gelen ışığı, molekül titreşimlerini ve çok düşük sıcaklıklardaki gazların ısı emme özelliklerini açıklayabilen başarılı bir matematiksel yöntemdi. Fizikçiler ellerine geçen her şeye Schrödinger'in matematiğini uygulama heyecanı ve çabası içine girdiler. Pasta yapmak için mutfağa dalan ve bir sürü başarısız girişimden sonra birden annelerinin yemek kitabını keşfeden çocuklara benziyorlardı. Schrödinger'in formülleri akla gelen her fiziksel uygulama için doğru tarifi veriyordu.

Uzay ve zamanda nasıl dalgalandığını hiç kimse bilmediği halde herkes Schrödinger'in dalgasına inanıyordu. Dalga, bir şekilde var olmalıydı. Bir resmi yoktu ama, matematik yeterliydi –matematiğin yemek kitabını okumayı bilmek koşuluyla. Dalga bir parçacık yapabilir miydi? Bir parçacık pişirmek için Schrödinger'in kitabını kullanmanın bir yolu var mıydı? Usta bir ahçı için bu bile olanaksız değildi. Ancak, dalga kullanılarak parçacık nasıl yapılabilirdi? Yanıt, parçacık kavramımızda yatmaktadır. Parçacık çok küçük bir nesnedir ve bir dalgadan çarpıcı bir özel-

likle ayırt edilir: Belirli bir yerdedir. Uzayda kesin belirlenmiş bir bölgeyi işgal eder. Uzayın bir bölgesinden bir başkasına gider. Onun nerede olduğunu her zaman bilirsiniz. Belirli bir anda sadece tek bir yerdedir.

Dalgalar ise öyle değildir, belirli bir yerde olmazlar. Uzayın çok geniş bölgelerine yayılmışlardır; gerçekte, uzayın birçok kornum içeren, herhangi bir bölgesini aynı anda işgal edebilirler.

Ayrıca dalgalar birbirleriyle toplanabilirler. Birçok dalga toplandığında şaşırtıcı sonuçlar elde edilebilir. Bu kural Schrödinger'in dalgaları için de geçerlidir. Schrödinger'in dalgaları bir yemek tarifindeki malzeme gibi, birbirlerine eklenebilir ve "Schrödinger'in vurusunu" ortaya çıkarırlar.

Vuru özel türden bir dalgadır. Bir ipin bir ucunu bir duvara tutturur, öteki ucunu da elinize alırsanız, ipi gerip ona aniden aşağı-yukarı bir hareket vererek bir vuru oluşturabilirsiniz. Vuru elinizden duvara doğru gider ve sonra duvardan geriye yansır. Bu eylem, duvara fırlatılan ve oradan geri seken bir topun hareketine benzer. Elektron belki de sadece bundan ibarettir. Görünmez bir ip üzerindeki bir vurudur.

Ancak Schrödinger vurusunun çok utanç verici bir yönü vardı: Yaşlandıkça şişmanlıyordu. Yani var olduğu her saniyede yayılıyor ve genişliyordu. Sorun, onu bir arada tutacak bir şeyin bulunmamasıydı. Başka dalgalardan oluşuyordu ve bu dalgaların hızları birbirlerinden farklıydı. Zamanla dalgaların her biri öteki-lerden ayrılacaktı. Sadece dalgalar birbirleriyle uyum içinde oldukları sürece vuru bir arada kalabilecekti.

İsterseniz vuruyu, bir yarış pistinin dönemecinde birbirlerine yakın olarak kümelenmiş ve dört nala koşan bir at sürüsü olarak düşünün. Atlar ancak kısa bir süre için bir arada olabilirler. Zamanla atların her biri kendi hızına tekrar döner ve grup yayılır. En yavaş atlar grubun arkasında kalır, en hızlıları öne geçer. En yavaş ve en hızlı arasındaki uzaklık zamanla artar. Benzer şekilde, daha yavaş dalgalar, daha hızlı dalgalarla uyumu yitirdikçe vuru da şişmanlar.

Beyzbol topları gibi büyük nesneler de dalgalardan oluştukları halde, nesne başlangıçta ne kadar büyükse, dalgaları da o ölçüde yavaş yayılıyordu. Bu nedenle bir beyzbol topu, başlangıçta çok büyük olduğu için şeklini koruyordu. Beyzbol topunu betimleyen Schrödinger dalgası için utanç söz konusu değildi.

Ancak elektron farklı türden bir attı. Bir atomun içinde hapsediği sürece, atom çekirdeğinin elektrik kuvvetleri onun dalgalarını dizginliyordu. Dalgalarının sadece atomun boyutu kadar bir bölge içine yayılmasına izin veriliyordu, daha öteye değil. Ancak bir elektron bu şekilde sınırlandırılmayıp özgür bırakıldığında, onun ufaklık vuru parçacığını oluşturan dalgalar çok büyük bir hızla yayılmaya başlarlar. Bir saniyenin milyonda birinden az bir sürede elektron vuru-parçacığı en yakın futbol alanı kadar büyür! Ancak, doğal olarak, hiç kimse bu kadar büyük bir elektron görmemiştir. Bütün elektronlar, görüldüklerinde, minik noktalar gibi görünürler.

Bizim elektron gözlemlerimizle, Schrödinger'in onlar için verdiği matematiksel betimleme arasındaki çelişki yeni bir problemi ortaya çıkardı: Schrödinger'in vurularının o kadar büyümesini engelleyen şey ne idi? Bu sorunun, paradoks ve gizem kapılarını açacağı, bizi evrenin çok farklı bir resmine götüreceğinin kimse farkında değildi. Sorunun yanıtı şuydu: Onları bu kadar büyümekten alıkoyan, insanın gözlemiydi.² Yeni bir süreksizlik keşfetmenin eşiğindeydik.



2. Gözlemcinin rolü konusu, Heinz R. Pagels'in kitaptaki makalesinde tekrar ele alınıp daha da geliştirilmiştir.

HEINZ R. PAGELS

Gözlemciyi Hesaba Katmak
Cosmic Code'dan (1982)

Heinz R. Pagels (1939-1988) günümüz fiziğinin anlaşılabilirlik sınırını zorladığı durumlarda bile, onu açıklama konusunda çok etkileyici bir yeteneği olan fizikçilerden biridir. Klasik sonrası fizikteki en ünlü öğretilerden biri, gözlemcinin sonucu etkilediğidir. Bilim karşıtı birçok alim bu düşünceye karşı neşeli bir tutum benimseyerek "İşte görüyorsunuz, her şeye karşın insanlar da önemlidir." diyorlardı. Ancak Pagels bu sınırlamanın gerçekten de bir sınırlama olduğunu, anlamaya ve hayal etmeye bir engel oluşturduğunu göstermektedir. Wolf'un makalesi, fiziğin, dalga/parçacık ikiliği bakımından ne kadar şaşırtıcı duruma geldiğini vurgulamıştır. Bu makalede ise Pagels bir adım daha atıyor ve şaşırtıcı ikiliğin gözlemcinin varlığından kaynaklandığını gösteriyor. Pagels, kuantum dünyasının görselleştirilemezliğini okuyucunun gözünde canlandırmasını sağlamaktadır.

Bir zamanlar, atomların boyutu ölçüsünde küçülürsem ne göreceğimi hayal etmeye çalışmıştım. Atom çekirdeği çevresinde dönerek bir elektron olmanın nasıl bir şey olduğunu görebilirdim. Ancak Niels Bohr³ ve Werner Heisenberg'in Kopenhag yorumunun anlamını kavramaya başlayınca, aşırı gerçekçiliği vurgulayan kuantum teorisinin böyle bir fanteziyi açıkça reddettiğini fark ettim. Hayalimde, benim sıradan görsel deneyler dünyamı temel alan, klasik fizik yasalarına itaat eden zihinsel bir atom resmi çiz-

3. 1920'lerde Danimarkalı fizikçi Niels Bohr (1885-1962) Kopenhag'da atomdan daha küçük şeylerin fiziği hakkında şaşırtıcı yeni kanıtları anlama çabasının entelektüel lideri olmuştu. Bu çabanın sonucunda, bilimsel anlayışın sınırları konusunda yeni bir fikir ortaya çıktı. Bohr şöyle diyordu: "Farklı deneysel koşullar altında elde edilen kanıtları tek bir resimle kavramak mümkün değildir." Bu düşünceyi, Newton'un bir konuyu halletmek için belirleyici deney [*Experimentum Crucis*] hakkındaki konuşmalarını içeren makalede öne sürülenlerle karşılaştırın. Bu durumda "Kopenhag yorumu" biraz paradoksal bir adlandırma oluyor. Çünkü bu, kuantum kanıtlarının daha kapsamlı yorumlarının yapılmasına karşı bir uyarıdır.

meye çalışıyordum ve bunu tam da kuantum fiziğinin uygulanamaz dediği bir yere uyguluyordum. Eğer böyle bir fantezi ile oylanmak istiyorsanız, Bohr, atom boyutu ölçüsünde küçültmeyi nasıl gerçekleştireceğinizi tam olarak belirtmeniz gerektiğinde ısrarlı olacaktır. Kendimi küçültmek yerine, atomun içine girecek ve bana ne bulduğunu söyleyecek bir sonda aleti yaptığımı varsayalım. Ancak, bu sonda da atom ve parçacıklardan yapılacağından –onu yapabileceğimiz başka bir şey yoktur– sondanın kendisi de belirsizlik ilişkilerine bağımlı olacaktır; o zaman da sondayı gözümüzde canlandırmamız bile olanaksızdır. Çaresiz kaldığımızı görüyorsunuz. Yapabileceğimiz tek şey, atomlar ve kuantum parçacıkları üzerinde çıplak gözle doğrudan görülebilen [*macroscopic*] aygıtlara kaydedilebilen deneyler yapmaktır. Bu tür ölçümlerden olanaklı olanların hepsini kuantum teorisi tarif etmektedir; biz daha iyisini yapamayız. Küçülen bir insan fantezisi sadece bir fantezidir. [...]

Bohr atom dünyası hakkında konuşabilmemizi bile sorguladı –bu dünya, insan deneyiminin çok ötesindeydi. Bu sorunla çok uğraştı– günlük olaylar ve nesneler için geliştirilmiş olan normal dili, atomla ilgili olayları anlatmakta nasıl kullanabiliriz? Dil bilgisinde içerilen mantık belki de bu iş için yetersizdi. Bunun üzerine, Bohr, kuantum mekaniğinin yorumlanmasında dil sorunu üzerinde yoğunlaştı. Söylediğine göre “Fiziğin işi Doğanın nasıl olduğunu bulmak değildir. Fizik Doğa hakkında ne söyleyebileceğimizle uğraşır.”

Bohr, doğa hakkında bir soru sorduğumuzda, yanıtı saptamak için kullanılacak deneysel donanımın da belirtilmesi gerektiğini vurguladı. Örneğin, “Elektronun konumu ve momentumu nedir?” diye sorduğumuzu düşünelim. Klasik fizikte bu soruyu yanıtlarken –bir deney yaparken– nesnenin durumunu değiştirdiğimizi de hesaba katmamıza gerek yoktur. İncelenen nesne ile aygıt arasındaki etkileşimi yok sayabiliriz. Elektron gibi kuantum nesneleri için durum artık böyle değildir. Gözlem işleminin bizzat kendisi elektronun durumunu değiştirir.

Gözlem yapmanın gözleneni değiştirebileceği olgusu, günlük yaşamdaki örneklerde de görülebilir. Çağdaş yaşamdan yalıtılmış küçük bir kasabada inceleme yapan bir antropolog, sadece orada bulunmasıyla kasabanın yaşamını değiştirecektir. Almak istediği bilginin amacı olan şey, onun incelemesinin bir sonucu olarak değişmiştir. İnsanların gözlendiklerini bilmesi onların davranışını etkileyebilir.

Doğanın çok edilgin bir biçimde kuantum deneycisine yardımcı olması da olanaklıdır. Eğer deneyci bir elektronun konumunu istenildiği kadar büyük bir hassasiyetle ölçmeyi istiyorsa, bunu yapmak için de bir donanım kurarsa, kuantum teorisindeki hiçbir yasa kesin bir yanıt almasına engel değildir. “Konum” sözcüğüyle, her zaman, birçok konum ölçümlerinin istatistiksel ortalamasını kastediyorum. Deneyci, elektronun bir parçacık olduğu, uzayın belirli bir noktasındaki bir nesne olduğu sonucuna varacaktır. Öte yandan, eğer elektronun dalga boyunu ölçmek istiyorsa ve bunu yapacak başka bir donanım kurarsa yine belirli bir sonuç elde edecektir. Deneyi bu yolla yaptığında, elektronun bir parçacık olmayıp bir dalga olduğu sonucuna varacaktır. Parçacık ve dalga kavramları arasında bir çelişki yoktur. Bohr’un bize öğrettiği gibi, deneylerin sonuçları deneysel düzenlemeye bağlıdır. Elektronun konumunu ve dalga boyunu ölçmek için farklı deneysel düzenlemeler gerekir.

Artık deneyci, bu saçma dalga-parçacık, momentum-konum ikililerinden usanmıştır ve elektronun hem konumunu hem de momentumunu ölçmeyi deneyecek bir aygıt düzenleyerek soruya kesin bir yanıt bulmaya kesin kararlıdır. Ancak şimdi doğa inatlaşır; çünkü deneyci belirsizlik ilişkisinin taş duvarlarına çarpmıştır. Hiçbir deneysel tekniğin yararı olmamaktadır; çünkü karşısına çıkan şey bir ilke konusudur. Konumu ve momentumu niçin aynı anda ölçemezsiniz – bunu engelleyen nedir? [Max] Born bunu şöyle açıklıyor: “Uzay koordinatlarını ve zamanın anlarını ölçmek için hareketsiz, katı çubuklar ve saatler gereklidir. Momentümları ve enerjileri ölçmek ise, nesnenin çarpmasını algılayacak

ve belirleyecek, hareketli bölümlerden oluşan düzenlemeler gerektirir. Eğer kuantum mekaniği nesne ile ölçüm cihazı arasındaki karşılıklı etkileşimi saptamak istiyorsa, bu her iki düzenlemeye de olanaksızdır.” Born, kuantum mekaniği yasalarının, hem konumu hem de momentumu aynı anda ölçecek bir aygıt yapılamayacağı şeklindeki tuhaf özelliğini dile getirmektedir –bu iki ölçüm için gereken deneysel düzenlemeler birbirlerini dışlarlar. Aynı anda hem konumu hem de momentumu tam olarak ölçmeye çalışmak, tıpkı ayna kullanmadan başınızın önünde ve arkasında olan şeylere bakmaya çalışmaya benzer. Arkanıza bakmak için döndüğünüz anda başınızın arkasındaki bölge de döner. Önünüzdeki ve arkanızdaki uzayın, her ikisini, aynı anda göremezsiniz.

Parçacıklar ve dalgalar, Bohr’un deyişiyle, birbirlerini tamamlayıcı kavramlardır; yani biri ötekini dışlar. Daha önce yapmış olduğumuz dil ile matematik arasındaki benzetmede, bu tamamlayıcı kavramlar aynı nesnenin farklı gösterimleri, temsil edilmiş biçimleridirler. Fizikçiler parçacık gösterimi veya dalga gösteriminden sözederler. Bohr’un tamamlayıcılık ilkesi, aynı bilgi nesnesinin birbirini tamamlayıcı özelliklerinin var olduğunu, bunlardan birinin bilinmesinin ötekinin bilinmesini dışladığını söylemektedir. Öyleyse, elektron gibi bir nesneyi birbirini dışlayan farklı yollarla betimleyebiliriz; örneğin, dalga olarak veya parçacık olarak. Bu betimlemeleri saptayacak deneysel düzenlerin de aynı şekilde birbirini dışlayıcı olduğunu fark ediyorsak o zaman mantıksal çelişki de yoktur. Hangi deneyin –ya da betimlemenin– seçildiği tümüyle insanın seçimiyle ilgili bir konudur. [...]

Böylece, Heisenberg ve Bohr’un çalışmalarıyla ortaya çıkan kuantum gerçekliği konusundaki iki önemli noktaya, Kopenhag yorumuna gelmiş bulunuyoruz. Birinci nokta, kuantum gerçekliğinin mutlak değil istatistiksel bir gerçeklik olduğudur. Bir kuantum özelliğini ölçmeye yönelik deneysel düzen belirlendikten sonra bile, aynı deneyi dakik olarak defalarca tekrarlamak gerekebilir. Çünkü, tek tek kesin ölçümlerin anlamı yoktur. Mikro-dünya sadece, ölçümlerin istatistiksel bir dağılımı ile belirlenir ve bu da-

ğılımlar fizik tarafından saptanabilirler. Tek bir elektronun konumunun ve momentumunun, bir dizi ölçümle tutarlı olan zihinsel bir resmini oluşturma girişimi “bulanık” bir elektron resmiyle sonuçlanır. Bu, kuantum dünyasını günlük duyu algılamalarımızın sınırları içine oturtma çabasıyla oluşmuş, insan yapısı bir resimdir. Bu tür yapıtlarla uğraşanlar veya bireysel olaylarda nesnel anlam bulmaya çalışanlar gerçekte gizli gerekirci olan kişilerdir.

İkinci önemli nokta, kuantum nesnelerinin fiziksel niteliklerinden, onları ölçeceğiniz deneysel düzeni kesin olarak belirtmeden söz etmenin anlamı olmadığıdır. Kuantum gerçekliği kısmen, bir gözlemcinin yarattığı bir gerçekliktir. Fizikçi John Wheeler, “Gözlemlenmiş olmayan hiçbir olay gerçek bir olay değildir.” demektedir. Bu, klasik fiziğin yaklaşımından temelden farklıdır. Max Born’un ifade ettiği gibi “Einstein’ın, Bohr’un ve benim ait olduğum nesle, bizden bağımsız olan, değiştirilemez yasalar uyarınca kendini açıklayan, nesnel bir fiziksel dünyanın var olduğu; bir seyircinin tiyatrodaki bir oyun seyrettiği gibi, bizim de onu seyrettiğimiz öğretilmişti. Einstein hâlâ bilimsel gözlemciyle gözlediği şey arasındaki ilişkinin böyle olması gerektiğine inanıyor.” Ne var ki, kuantum teorisine göre insanın amacı, fiziksel dünyanın yapısını etkilemektedir.



PAUL DAVIES

Schrödinger'in Kedileri ve Wigner'in Arkadaşları

Başka Dünyalar'dan (1980)

Bir İngiliz gökbilimci olan Paul Davies (1946-) çok verimli bir yazardır. Şimdilerde Avusturalya'da yaşıyor. Bilimin, gizemle karşılaştığı en uç noktadaki öyküsünü anlatmaktan hoşlanır. Bu makalesinde, nedenselliği ve olaydan uzaklaşıp gözlemciye yaklaşmanın ortaya çıkardığı en garip paradoksların bazılarını nakletmektedir. Anlattıkları hem eğlendirici, hem de anlaşılması bir hayli kolaydır. Yeter ki, Piaget'nin tavsiyesine uyun ve kendinizi diğer kişinin usamlamalarının akışına bırakın. Ancak kendimi bu akışa bıraktığımda, gülmeden de duramadım. Okuyucular da, herhalde, bir yanlışlık olduğunda ısrarlı olacaktır. Ama ne?

Bu kitaptaki kuantum makaleleri bir bütün olarak ele alındıklarında, onların gizem ile kavrayış arasındaki sınırı betimledikleri görülüyor. Oppenheimer şöyle diyor: "Klasik fizik, atomun içinde neler olup bittiğini anlatmıyor; öyleyse bunu anlatan yeni bir teoriye gerek var. Biz onu bulduk; dahası, klasik fizik de ondan çıkarılabiliyor." Heisenberg, nedenselliğin atom düzeyinde geçerli olmadığını söylüyor. Wolf, Pagels ve Davies'in yazmış oldukları bu son üç makale, insanların kuantum matematiğini günlük deneyime uygulamaya çalışırken nasıl deliye döndüklerini sergiliyorlar. Fakat bir de James Watson'un çifte sarmal arayışı konusundaki yazısına göz atın. DNA'nın yapısı sorusunun çözümü, kimyasal bağlardaki kuantum etkilerine dayanıyor. İşte size sınır. Bir yanda etkiler var. Onlar hakkında konuşabiliriz. Öte yanda ne anlama geldikleri. O yönde bir adım atınca ... işte gizemler ülkesi.

Kuantum mekaniğinin dalga teorisini icat eden Erwin Schrödinger, kedi paradoksu olarak bilinen bir garip olguya dikkat çekmiştir. Mikrosistemimizin, kuantum olasılık yasalarına göre, örneğin, bir dakika içinde bozunacak veya bozunmayacak radyo-

aktif bir çekirdekten oluştuğunu varsayalım. Bozunum, bir Geiger sayacı ile kaydedilmektedir. Sayaç bir çekice o şekilde bağlanmıştır ki, eğer çekirdek bozunur ve sayaç da harekete geçerse, sayacın bağlandığı bir zemberek harekete geçerek çekici düşürecek, çekiç de bir siyanür kapsülünü kıracaktır. Bütün bunlar bir kediyle birlikte kutuya konur ve kutu sıkı sıkı kapatılır. Bir dakika sonra, çekirdeğin bozunmuş olma olasılığı yüzde ellidir. Bu aşamada cihaz otomatik olarak kapatılır. Kedi canlı mıdır, yoksa ölü mü?

Kutuya baktığımız zaman, kediye canlı bulma şansının yarı yarıya olacağı yolunda bir yanıt akla yakındır. Ancak, von Neumann'ı izler de bozunmuş ve sağlam çekirdeği temsil eden üst üste binmiş dalgaların, kediye temsil eden üst üste binmiş dalgalara karşılık geldiğini kabul edersek, o zaman kedi-dalgasının birisi "canlı-kedi"ye, öteki "ölü-kedi"ye karşılık gelir. Ancak bu dalgaların her ikisi de mevcuttur ve birbirleriyle (sürekli) girişim yapmaktadırlar. Bu girişim nedeniyle kedinin bir dakika sonraki durumu *ne* "canlı" *ne de* "ölü"dür. Öte yandan, "canlı-ölü" bir kediten ne anlam çıkarabiliriz?

Bu sonuca göre görülen odur ki, kedinin [...] kaderi, sadece, deneyci kutuyu açıp kedinin sağ olup olmadığını kontrol edince belirlenebilir. Ancak deneyci bu son adımı istediği kadar geciktirebileceği için kedi, askıya alınmış bir canlılık durumuna tahammül etmeyi sürdürmek zorundadır; sonunda, deneycinin iyi niyetli, ama kaprisli merakı sayesinde yaşama dönecek ya da araştıran öbür tarafa gönderilecektir.

Bu anlatılanların pek hoş olmayan yanı ise, kimse kutuya bakmadan çok önce, kedinin büyük olasılıkla kendisinin ölü mü yoksa canlı mı olduğunu bilmekte olmasıdır. Kedinin uygun bir gözlemci olmadığı, çünkü insanlar gibi kendi varlığının tam bilincinde olmayacağı, bu nedenle de canlı, ölü veya canlı-ölü olduğunu bilecek kadar akıllı olmadığı öne sürülebilir. Bu itirazı önlemek için kedi yerine gönüllü bir insan koyabiliriz. Bu gönüllü kişiye, fizik topluluğunda bazen, paradoksun bu yönünü tartışan Eugene

Wigner'e atfen, "Wigner'in arkadaşı" denilmektedir. [...] Kutuya bu kadar yetenekli bir yardımcı konulursa ve eğer deney sonucunda hâlâ yaşıyorsa, ona, kutu açılmadan önceki sürede ne hissettiğini sorabiliriz. Deney süresince bedeni canlı-ölü durumunda olsa da, hemen sonrasında dramatik bir biçimde tekrar yaşam durumuna dönmüş olsa da, onun yanıtının "hiçbir şey" olacağı kuşkusuz. İnsanların arada bir kendilerini ölü gibi hissettiklerinden şikayet ettikleri doğrudur; ancak bu özel durumun kuantum girişim dalgalarıyla bir ilişkisi olduğunu düşünmek zordur.

Her ne pahasına olursa olsun kuantum ilkelerine bağlı kalmakta ısrar edersek varacağımız sonuç tekbenciliktir –yalnızca bireyin (bu durumda okuyucunun) gerçekten var olduğu; bütün diğerlerinin manzaranın bir bölümünü oluşturan bilinçsiz robotlar olduğu sonucudur. Eğer Wigner'in arkadaşı bir robotsa onun, gözlemlerini doğru olarak aktaracağına güvenilemez; çünkü o gerçekten hiçbir şey duymamaz. Bu büyük bir aşamadır; çünkü gözlemciyi, şimdiye kadar kabullendiğimize kıyasla çok daha kritik bir biçimde, gerçekliğin merkezine yerleştirmektedir. Kuantum teorisinin her koşulda doğru olamayacağını; gözlemcinin olan biteni bilinçli olarak fark etmesi halinde teorisinin geçersiz hale geldiğini ve dünyanın bir dizi üst üste binmiş dalgalarla betimlenmesini geçersiz kıldığını Wigner'in bizzat kendisi tekbencilikten kaçınmak için ileri sürmüştür. Tekbencilik yüzyıllar boyu yeterince yandaşın ilgisini çekmiştir ama, Wigner de dahil, çoğu kişi ondan hazzetmez. Kuantum teorisinin Wigner tarafından yapılan yorumlamasına göre, doğa yasalarında ve evrenin örgütlenmesinde en önemli rolü, duyu sahibi varlıkların zihinleri oynar; çünkü bir gözlem hakkındaki bilginin gözlemcinin bilincine girdiği anda, üst üste binmiş dalgalar da gerçekliğe dönüşür. Böylece bütün kozmik panorama, bir anlamda, orada yaşayanlar tarafından oluşturulmaktadır! Wigner'in teorisine göre, akıllı yaşam öncesinde evren "gerçekten" var değildi. Bu görüş, yaşayan varlıklara, başka her şeyin, varlığını sürdürmesi konusunda ağır bir sorum, kozmik bir sorum, yüklemektedir; çünkü eğer bütün yaşam

durursa, bütün diğer nesneler –en uzak yıldızdan en küçük atom-altı parçacığına kadar– artık bağımsız bir gerçekliğe sahip olamayacaklar, üst üste yığılmışlar zindanına düşeceklerdir. Bu ürkütücü rolden kazanılan ödül ise, Wigner’in kutudaki arkadaşının kutunun içeriğini –kendisi de dahil– gerçekliğe dönüştürebilmesidir. Böylece, Wigner sonunda kutuyu açıp ona biraz önce kendini nasıl hissettiğini sorduğunda, o da, bedeninin ve aklının gerçekliğe dönmesi için Wigner’in ağırdan aldığı gözlemlerine gerek kalmadan, kendisinin yüzde yüz gerçek olduğunu bilmenin güveniyle, “çok iyi” diyecektir.

Wigner’in görüşü, geniş ölçüde eleştirilmiştir, bu da pek beklenmedik bir şey değildir. Bilimciler genel olarak bilincin, en olumlu yaklaşımla “kötü tanımlanmış” olduğunu düşünürler (bir hamamböceği, bir fare, bir köpek ... bilinçli midir?); olumsuz yaklaşımla da onu fiziksel olarak yok sayarlar. Ancak bütün gözlemlerimizin, onlar aracılığıyla da bütün bilimin, sonunda, çevremizdeki dünyanın bilincinde olmamızı temel aldığını da kabul etmek gerekir. [...]

Wigner’in fikirlerine karşı daha ciddi bir itiraz, aynı sistemi gözleyen iki gözlemci söz konusu olduğunda ortaya çıkmaktadır; çünkü o zaman onların her birinin gerçekliğe dönüştürme gücü vardır. Bunun yol açacağı sorunları sergilemek için yine bozunumu bir Geiger sayacını harekete geçirecek olan radyoaktif bir çekirdek ile işe başlıyoruz; ancak bu kez doğrudan işe karışan bilinçli bir gözlemci yok. Bozunum olasılığının yüzde elli olduğu o bir dakikanın sonunda deney sona erdiriliyor ve Geiger sayacı bulunduğu konuma kilitleniyor. Yani eğer çekirdek bozunmuşsa sayacın ibresi sapmış, bozunmamışsa sapmamıştır; böylece, daha sonra herhangi bir anda okunabilir. Bir gözlemcinin doğrudan ibreye bakması yerine Geiger sayacının fotoğrafı çekiliyor. Sonunda, fotoğraf banyo edildikten sonra, deneyi yapan kişi ibreye bakacağına fotoğrafa bakıyor. Wigner’e göre gerçeklik ancak bütün sürecin en son aşamasında ortaya çıkar; çünkü gerçeklik, yaratılmasını, deneyi yapanın veya bir başkasının bilinçli gözlem eylemine

borçludur. Öyleyse, fotoğrafa bakılmadan önce, çekirdek, Geiger sayacı ve fotoğraf, bunların hepsi, fotoğrafın banyosu yıllar almış olsa da, deneyin alternatif sonuçlarının üst üste binmesiyle oluşan şizofrenik durumlardır. Deneyci (veya meraklı bir seyirci) fotoğrafa bakmaya tenezzül edinceye kadar evrenin bu köşesi gerçek dışı olarak kalmak zorundadır.

Asıl sorun, eğer deney sonunda Geiger sayacının art arda A ve B diyeceğimiz iki resmi çekilmişse ortaya çıkıyor. İbre (yerinde) kilitlenmiş olduğu için A'daki görüntünün B'dekiyle aynı olması gerekir. Eğer Alan ve Brian adında iki gözlemci varsa ve Alan A resmine bakmadan önce Brian B resmine bakarsa sorun çıkar. B resmi A'dan sonra çekilmişti; ancak önce ona bakılıyor. Wigner'in teorisi, gerçekliği yaratan bilinçli bireyin Brian olmasını gerektirir; çünkü fotoğraftaki resme ilk bakan odur. Brian'ın sapmış bir ibre gördüğünü ve çekirdeğin bozunduğunu söylediğini varsayalım. Doğal olarak Alan A resmine baktığında o da, benzer şekilde sapmış bir ibre görecektir. Zorluk şuradadır: A resmi çekildiğinde B ortada yoktu bile, öyleyse, A, B'den önce çekilmiş olduğu halde, Brian'ın B'ye bakması, gizemli bir yolla A'nın B ile aynı olmasına yol açmaktadır! Görünen odur ki geriye doğru nedenselliğe inanmamız gerekiyor; Brian'ın, belki yıllar sonra, bir fotoğrafa bakması bir önceki fotoğrafı çeken makinenin işleyişini etkilemektedir.



“Genele Ulaşmaya
Çabalayan Her Zihin
O Güçlü Arzuyu
Duymalıdır.”

Albert Einstein

ANTOINE-LAURENT LAVOISIER

Kimyanın Elementleri'nin Önsözü (1789)

Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) bilim tarihinin kahramanlarından biridir. Herbert Butterfield'in bu kitaptaki makalesi Lavoisier'nin öneminin nedenlerini açıklar. Lavoisier'nin aşağıdaki makalesi ise bunun temelini ortaya koymaktadır: berrak düşünme yetisi. Bilimciler, kimyacıların 1700'lerin sonlarında bulundukları konuma geldiklerinde –olgu ve tekniklerle dolu, ancak onlardan anlam çıkarmaktan yoksun– doğa hakkında yeni bir fikre sahip olmaktan daha fazlasına gereksinimleri vardır. Kendi çalışmaları hakkında yeni bir bakış açısına gereksinimleri vardır. Lavoisier'nin getirdiği yenilik kimyacıların dilinde bir reform yapmış olmasıdır. Kimyayı simya terimlerinden arındırmış, “element” gibi temel kavramları yeniden tanımlamıştır. Kimya çalışmalarına ilişkin bu önsözde kimyasal maddelere yeni isimler vermekteki haklılığını kanıtlamaktadır. Onun getirdiği ve günümüzde hâlâ kullanılmakta olan bu yeni sistem insanı daha berrak düşünmeye zorlamakta ve anlamaya yardımcı olmaktadır. Bundan başka, kimyacıları ne bilip ne bilmediklerini kabullenmeye zorlamıştır; eğer bir şeyi bilmiyorlarsa onun hakkında konuşmaları da olanaksızdır. Lavoisier'nin kitabının önemi hemen fark edildi. Fransızca yayımlandıktan bir yıl sonra İngilizceye çevrildi ve kısa sürede kimyacılar onun terminolojisini kullanmaya başladılar. Lavoisier'nin önünde

uzun yıllar olabilirdi; ancak, kitabının çıktığı yıl Paris'te Fransız Devrimi patlak verdi. Devrimin Terör döneminde Lavoisier, bilimle hiçbir ilişkisi olmayan politik nedenlerle giyotine gitti. O değerli kafası kesilip bir sepete atıldı.

Bu kitaba başlarken tek amacım Nisan 1787'de Bilimler Akademisinin halka açık toplantısında Kimya terminolojisinin yenilenmesi ve tamamlanması gerektiği hakkında okumuş olduğum monografiyi genişletmek ve açıklamaktı. Bu işle uğraşırken, Abbé de Condillac'ın *Mantık Sistemi* kitabında ve bazı başka eserlerinde yer alan aşağıdaki kuralların haklılığını her zamankinden çok daha iyi algıladım:

Bizler yalnız sözcüklerin aracılığıyla düşünürüz. –Dil gerçek çözümleyici yöntemdir– Her tür ifade şekline en basit, en kesin ve en iyi şekilde uygulanan cebir, aynı zamanda bir dil ve bir çözümleyici yöntemdir. Usavurum sanatı iyi düzenlenmiş bir dilden daha öte bir şey değildir.

Ben sadece bir terminoloji düzenlemek için çalıştığımı sanırken ve kimya dilini geliştirmekten öte bir şey istemediğimi kendi kendime söylerken çalışmalarım, elimde olmadan, derece derece Kimyanın Elementleri üzerine bir kitaba dönüştü.

Bir bilim terminolojisini bilimin kendisinden ayırmanın olanaksız olma nedeni şudur: Fiziksel bilimlerin her dalı üç şeyden oluşmalıdır; bilimin amacı olan olgular dizisi, bu olguları temsil eden fikirler, bu fikirleri ifade eden sözcükler. Aynı mühürün vurduğu üç damga gibi sözcük fikri üretmeli, fikir de olgunun bir resmi olmalıdır. Fikirler sözcükler aracılığıyla saklanır ve iletilir. Bunun doğal sonucu şudur ki, aynı zamanda bilimin kendisini geliştirmeden onun dilini geliştirme olanağı yoktur. Öte yandan, bir bilimin dilini ya da ona ait terminolojiyi geliştirmeden o bilimi geliştiremeyiz. Bir bilimin olguları ne kadar belirgin, bu olgulara dayanarak vardığımız fikirler ne kadar haklı olursa olsun, onları

doğru olarak ifade edecek sözcükler eksikse başkalarına sadece yanlış izlenimler iletebiliriz.

Dikkatli okuyucular bu kitabın ilk bölümünün yukarıdaki gözlemlerin doğruluğunu kanıtlama fırsatını sık sık verdiğini göreceklerdir. Çalışmam sırasında, şimdiye kadar basılmış olan kimya çalışmalarında uygulananandan temelde farklı bir düzenleme sırası kullanmak zorunda kaldım. Beni bunu yapmaya yöneltten nedenleri açıklamam yerinde olur.

Geometride, daha doğrusu bilginin her dalında, evrensel kabul gören bir kural vardır: Bir araştırma sırasında bilinen gerçeklerden bilinmeyenlere gitme gerekliliği. Bebekliğin ilk dönemlerinde düşüncelerimiz gereksinimlerden kaynaklanır. Gereksinim duyumu, onu karşılayacak nesne düşüncesini getirir. Böylece, bir dizi duyu, gözlem ve çözümleme yoluyla, art arda gelen bir düşünce zinciri oluşur. Bunlar birbirleriyle öylesine bağlantılıdır ki, dikkatli bir gözlemci, geriye bakarak, bütün insan bilgilerinin tümünün sırasını ve bağlantılarını belirli bir noktaya kadar görebilir.

Herhangi bir bilimi incelemeye başladığımız zaman, o bilime göre bizler de çocuklarınkine benzer bir durumdayızdır; ilerleme sağlayabileceğimiz yöntem de Doğanın, onların fikirlerini oluşturmada izlediği yöntemin aynıdır. Çocukta düşünce bir duyumun yol açtığı bir etkiden ibarettir. Aynı şekilde, bir fiziksel bilimin incelenmesine başlarken biz de, bir deneyin veya gözlemin gerekli bir sonucu ya da doğrudan bir etkisi olmayan hiçbir düşünce oluşturmamalıyız. Bunun yanında, bir bilimi meslek edinmeye girişen bir kişi, ilk fikirlerini edinen bir çocuktan daha az avantajlı bir konumdadır. Doğa çocuğa, onu çevreleyen nesnelerin hoşla giden ya da acı veren nitelikleri hakkında düşebileceği hataları düzeltmek için çeşitli olanaklar tanımıştır. Yargıları her keresinde deneyimle düzeltilir; yanlış yargının sonucu bir eksiklik ya da bir acıdır; doğru yargı da doyum ve hoşnutluğa yol açar. Böyle yol göstericiler sayesinde ister istemez bilgi sahibi oluruz; tersine davranmanın sonucu sıkıntı ve acı olunca da kısa sürede doğru yolda usavurmaya öğreniriz.

Bilimlerin incelenmesi ve uygulanması ise tümüyle farklıdır. Yargılarımızın yanlış sonuçları, ne var oluşumuzu ne de rahatımızı etkiler; herhangi bir fiziksel gerekçeyle onları düzeltmeye zorlanmayız. Tersine, sürekli olarak gerçeğin sınırları ötesinde dolaşan hayal gücü, kendini beğenmişlik ve kolayca kapıldığımız o kendine güvenle de birleşince, bizi doğrudan olgulardan çıkarılmamış olan sonuçlara yöneltir; böylece bir ölçüde kendimizi kandırma eğilimine gireriz. Bu nedenle, genellikle fizik biliminde insanların sonuçlar çıkarmak yerine varsayımlarda bulunmalarına hiç şaşmamalıdır. Bu sayılılar bir dönemden öbürüne aktarılarak onları destekleyen otoritelerden de ilave ağırlıklar sağlarlar; sonunda da dâhiler tarafından bile temel gerçekler olarak kabul edilirler.

Bu tür yanlışları önlemenin, eğer oluşmuşlarsa da düzeltmenin tek yolu usavurumları sınırlandırma ve olabildiğince basitleştirmektir. O da tamamen bize bağlıdır; yanlışlarımızın tek kaynağı da onları ihmal etmemizdir. Olgulardan başka hiçbir şeye güvenmemeliyiz. Onları bize Doğa sunmuştur; onlar bizi aldatmaz. Usavurumlarımızı her seferinde deneyler ve gözlemlerle sınımalı, gerçeği doğal deney ve gözlem yolları dışında aramamalıyız. Matematikçiler problemlerin çözümüne, eldeki verileri düzenleyerek ve usavurumlarını basit adımlara indirgeyerek; sonuçları kendilerine yön veren kanıtları gözden ırak tutmayacak ölçüde basit aşamalara indirgeyerek ulaşırlar.

Bu gerçeklerden tamamen emin olarak sadece bilinenden bilinmeyene gitmeyi, deney ve gözlemlerden doğrudan ve zorunlu olarak ortaya çıkan sonuçlar dışında hiçbir sonuç çıkarmamayı, olguları ve onlardan çıkarılan sonuçları kimya öğrenmeye yeni başlayanların tam olarak anlamasını kolaylaştıracak şekilde düzenlemeyi ilke olarak benimsedim. Bu yüzden, kimya derslerinde ve temel kitaplarında, öğrencilerin ve okuyucuların, ilerideki derslerde kendilerine açıklanıncaya kadar bilmeleri asla varsayılamayacak, bilimin temel ilkelerini bildiklerini varsayan alışlagelmiş düzenden uzaklaşmak zorunda kaldım. Bu dersler, hemen

her maddenin elementlerini ele alarak ve ilgiler [*affinities*] tablosunu açıklayarak işe başlarlar; öyle yapmanın da, kimyanın temel olgularını daha başlangıçta öne çıkarmayı gerektirdiğini düşünmezler. Tanımlanmamış olan terimleri kullanırlar, öğretmeye daha henüz başladıkları insanlarca bilimin anlaşılacağını varsayarlar. Ayrıca, bilimin diline kulakları ya da aletlerine gözleri alıştırmak için yeterli olmayan bir başlangıç kursunda pek az kimya öğrenilebileceği de dikkate alınmalıdır. Üç ya da dört yıllık çalışma yapmadan, bir kimyacı olmak hemen hemen olanaksızdır.

Bu güçlükler konunun özelliğinden çok öğretim yöntemi ile ilgilidir. Onları önlemek için, ben de, daha çok doğa düzeni ile daha uyumluymuş gibi görünen yeni bir kimya düzenlemesini gerçekleştirmeye yöneldim. Ancak, kabul etmeliyim ki – bu tür güçlüklerden kaçarken, bu sefer de kendimi başka sıkıntılarla uğraşır buldum. Onların bazılarını gideremedim; ancak, başarısızlığın benim uyguladığım düzenin yapısından değil, daha çok kimyayı hâlâ uğraştıran bazı eksikliklerden kaynaklandığı kanısına vardım. Bu bilimde hâlâ birçok boşluk bulunmaktadır. Bunlar, olgular arasındaki sıralamayı bozmakta ve çoğu zaman onların birbirleriyle bağdaşmasını son derece zora sokmaktadır: Kimya, geometrinin öğeleri gibi tanımlanmış, parçaları birbiriyle yakından ilişkili olan bir bilim değildir. Bununla birlikte, gelişmesi öylesine hızlıdır ve çağdaş öğreti sayesinde olgular öylesine sağlıklı bir düzene girmişlerdir ki, günümüzde bile, en üst düzey kusursuzluğa ulaşma yolunda olduğuna, bunun için yeterli duyarlılığa sahip olduğu konusunda umutlarımızı haklı çıkaran nedenler vardır.

Kimyanın bütün bölümleri arasında, sistematik bir bütüne indirgenebilme bakımından eksiksiz ve belki de en güvenilir bölüm olmasına karşın, ilgilerle¹ uğraşan kimya dalını bu kitaba almadım. Bunun nedeni, deneylerle doğrulanmadıkça sonuç çıkarmamak ve eksik bilgi vermemek şeklindeki katı kuraldan asla şaş-

1. Kimyasal ilgiler kimyasal çekimlerdir. Kolaylıkla birleşen iki kimyasal maddeye birbirlerine karşı ilgileri vardır denir. Kimyacılar, doğal olarak ilgilerin nasıl açıklanabileceğini kestirememişlerdir.

mamış olmamdır. Geoffroy, Gellert, Bergman, Scheele, de Morveau, Kirwan² ve daha birçok kimyacı bu konuda epey özel bilgi toplamışlardır; ama bunlar gereği gibi düzenlenmeyi beklemektedir. Ancak temel veriler hâlâ eksiktir, elimizde olanlar da ya kimyanın böylesine önemli bir dalına temel oluşturacak ölçüde tanımlanmamıştır ya da yeterince kanıtlanmış değildirler. İlgi biliminin ya da bazı maddelerin kimyasal anlamda birbirlerini çekmeleri biliminin kimyanın öteki dallarına göre konumu, yüksek ya da ileri geometrinin daha basit ve temel geometriye göre konumuyla aynıdır. Ben, okuyucularımın büyük çoğunluğunun kolaylıkla anlayacağı umuduyla, bu basit ve gösterişsiz elementleri kimya biliminin çok yararlı ve gerekli olan öteki dallarındaki henüz halledilmemiş belirsizlikler ve güçlüklerle karıştırmamayı doğru buldum.

Belki de, bu irdelemelerde bir kendini beğenmişlik de, ben farkında olmadan etkili olmuştur. Mr. de Morveau bu aralar *Methodical Encyclopaedia*'da *İlgiler* hakkında bir makale yayımlamak üzerinde çalışıyor; benim de, onun çalıştığı bir alana girmek istemeyişimin birden çok nedeni vardır.

Kimyanın elementleri konusundaki bir kitapta maddenin bileşenleri ve temel parçaları hakkında bir bölüm olmaması, kuşkusuz, şaşırtıcıdır. Ama, bu vesileyle, doğadaki bütün cisimleri üç ya da dört elemente indirgeme tutkusunun bize Yunan filozoflarından gelen bir önyargıdan kaynaklandığını söylemeliyim. Doğada bulunan bütün maddelerin dört elementin çeşitli oranlarda bileşimi ile oluştuğu düşüncesi deneysel felsefe ve kimyanın ilk ilkeleri var olmadan çok zaman önce ileri sürülmüş bir varsayımdır sadece. O dönemde olgular toplanmadan sistemler oluşturuldu. Halbuki olguları toplamış olan bizler, önyargılarımızla uyumlu olduğunda onları reddetmekte kararlı gibiyiz. İnsan felsefesinin otoritesinin bu otoritesi hâlâ büyük ağırlık taşımaktadır; korkarım gelecek kuşaklarda bile etkili olacaktır.

2. Bu listedeki en önemli kimyacı İsveçli Carl Wilhelm Scheele'dir (1742-1786). Lavoisier'nin çalışmalarına büyük katkılarda bulunmuştur. Kimyasal ilginin doğası konusunda çalışan en önemli kimyacı ise, asitler ile bazlar arasındaki ilgiler tablosunu derleyen başka bir İsveçli, Tobern Olof Bergman'dır (1735-1784).

Bazı felsefi kimyacıları dikkate almazsak dört element öğretisini destekleyen kimyacılar arasında olguların ortaya koyduğu kanıtlar karşısında teorilerine daha çok sayıda element dahil etmeyen hiçbir kimyacının olmaması dikkate değerdir. Bilgi çağının yeniden canlanmasından sonra yazan ilk kimyacılar kükürt ve tuzu birçok madenin bileşimine giren temel maddeler olarak düşündüler ve dört yerine altı elementin var olduğunu kabul ettiler. Beccher üç ayrı çeşit toprağın varlığından söz eder; ona göre bütün metalik maddeler bu toprakların değişik oranlarda birleşmesiyle meydana gelmiştir. Stahl bu sisteme başka bir değişiklik daha getirdi; onun ardından gelen kimyacılar da benzer türden ekler ve değişiklikler yapma veya düşünme yoluna gittiler. Bütün bu kimyacılar kanıtı olmayan iddialarla yetinen, ya da, en azından, çağdaş felsefenin gerektirdiği sağlam çözümlemelerle desteklenmemiş olan en zayıf olasılıkları kanıt olarak kabullenen o günün dehasının peşinden gitmişlerdi.

Elementlerin sayısı ve özellikleri hakkında bütün söylenebilecekler, kanımca, tümüyle metafiziksel tabiatlı tartışmalarla sınırlıdır. Bu konu bize sadece belirsiz problemler sunmaktadır. Bu problemler binlerce değişik yolla çözülebilirler ve o çözümlerin hiçbirisi de, büyük olasılıkla, doğa ile tutarlı değildir. Bu nedenle, bu konuda sadece şunu ilave edeceğim: Eğer *elementler* terimi ile maddeyi oluşturan şu basit ve bölünemeyen atomları kastediyorsak, çok büyük bir olasılıkla onlar hakkında hiçbir şey bilmiyoruz; ama eğer *elementler* veya *cisimlerin ana maddeleri* terimlerini çözümlemenin erişebileceği son nokta hakkındaki düşüncelerimizi ifade etmek için kullanıyorsak, o zaman, cisimleri herhangi bir yolla ayırıştırarak indirgediğimiz maddeleri element olarak kabul etmek zorundayız. İncelediğimiz bu maddelerin iki ya da daha çok maddeye oluşmayabileceğini söylemeye hakkımız yoktur. Bu temel maddeleri ayıramadığımızdan, ya da daha doğrusu, şimdiye dek onları ayıracak aracı keşfedemediğimizden, onlar bizim için basit maddeler yerine geçecektir; deney ve gözlem bileşik olduklarını kanıtlamadan, onların bileşik madde olduğunu asla varsaymamalıyız.

Kimyasal kavramların gelişmesi hakkında yukarıda belirttiğim düşünceler, doğal olarak, bu kavramları ifade edecek sözcükler için de geçerlidir. Kimya terminolojisi üzerinde de Morveau, Berthollet, de Fourcroy ve benim 1787’de derlediğimiz çalışmalardan da yararlanarak, mümkün olduğu ölçüde, basit cisimleri basit terimlerle adlandırmaya çalıştım; doğal olarak, önce bunu yapmaya yöneldim. Anımsanacağı gibi, herhangi bir maddenin, dünyada uzun süreden beri tanınmakta olduğu adını korumak zorundaydık. Sadece iki durumda değişiklik yapmayı uygun gördük: Birincisi, yeni keşfedilmiş ama adlandırılmamış ya da en azından kısa süreden beri bilinen, ancak adları toplum tarafından henüz kabul görmemiş olanlar; ikinci olarak da ister eski zamanlarda ister yenilerde verilmiş olsunlar, adlar bize yanlış fikirler ifade ediyor gibi geliyorsa; uygulandıkları maddeler farklı veya belki de tam tersi özellikleri olan maddelerle karıştırılıyorsa.

Bu durumlarda onların yerine başkalarını koymakta duraksamadık. Yeni adların büyük bir bölümü Yunancadan alınmıştır. Bu adları, maddenin en genel ve en karakteristik özelliklerini ifade edecek şekilde oluşturmaya çalıştık. Bunu yaparken de, bir yandan kimyaya yeni başlayan ve bir anlamı olmayan bir sözcüğü anımsamakta zorluk çeken kişilerin belleklerine yardımcı olmanın; öte yandan, hiçbir sözcüğü belirli bir fikirle bağlantı kurmadan kabullenmemeye o kişileri daha işin başında alıştırmanın sağlayacağı yararları gözden ırak tutmadık.

Birkaç basit maddenin bileşiminden oluşan cisimlere yeni adlar verdik; bu adlar o maddelerin özelliklerinin işaret ettiği biçimlerde oluşturuldu. İkili bileşimlerin sayısı oldukça çok olduğundan, karışıklığı önlemek için, uygulayabileceğimiz tek yöntem onları sınıflara ayırmaktı. Fikirlerin doğal akışı içinde, bir sınıfın veya türün adı, onu oluşturan bireylerin çoğunun ortak niteliğini yansıtan ad oldu. Tür içindeki örneklerin adı ise, tersine, sadece o bireye özgü niteliği yansıtır.

Bu tanımlamalar kimilerine metafiziksel gibi gelebilir; ama öyle değildir; doğa tarafından ortaya konmuşlardır. Abbé de Con-

dillac şöyle diyor: “Çocuğa, kendisine gösterilen ilk ağaca ağaç demesi öğretilir. Ondan sonra gördüğü ağaç da aynı fikri çağrıştırır; çocuk ona da aynı adı verir. Bir üçüncüsüne, bir dördüncüsüne de aynı şeyi yapar. Sonunda, önce belirli bir ağaca uyguladığı ağaç sözcüğünü bir sınıfın ya da türün adı olarak, bütün ağaçları kapsayan soyut bir fikir için kullanmaya başlar. Ancak bütün ağaçların aynı amaca hizmet etmediklerini, hepsinin aynı tür meyve vermediğini öğrendiğinde, kısa sürede onları belirli ve özel adlarla ayırt etmeyi öğrenir.” Bütün bilimlerin mantığı budur ve doğal olarak kimya için de geçerlidir.

Örneğin asitler basit olarak nitelediğimiz iki bileşenden oluşur. Birisi asitliği oluşturur ve bütün asitlerde ortaktır; sınıfın ya da türün adı bu maddeden alınmalıdır. Öteki ise her bir asite özgü olan bir şeydir; onu diğerlerinden ayırt eder; türün adı da bu maddeden alınmalıdır. Ancak asitlerin büyük bölümünde iki bileşen, yani asitleştiren madde ve onun asitleştirdiği madde, bütün denge ve doyumluk noktalarını oluşturacak şekilde, değişik oranlarda bulunur. Sülfirik asit ile sülfiröz asit için durum böyledir. Biz de aynı asitin bu iki durumunu adlarının sonunu değiştirerek ayırt ettik.

Havanın ve ateşin ortak etkisine maruz bırakılan metal maddeler metalik parlaklıklarını yitirirler, ağırlıkları artar ve toprak benzeri bir görünüm kazanırlar. Bu duruma geldiklerinde, artık, asitlerde olduğu gibi, hepsinde ortak olan bir ana madde ile, her birine özgü olan bir başka maddeden oluşan bir bileşikler. Bu nedenle, onları ortak ana maddelerden alınan bir tür adı altında toplamının yerinde olacağını düşündük; bu amaç için de oksit terimini seçtik. Onları birbirlerinden, her birinin ait olduğu metalin özel adı ile ayırt ediyoruz.

Asitlerde ve metal oksitlerde özel ve belirli bir ana madde olan yanıcı maddelerin kendileri de çok sayıda maddenin ortak ana maddesidir. Sülfürlü bileşikler uzun süre bu türün bilinen yegâne örnekleri olmuşlardır. Ancak şimdi, Vandermonde, Monge ve Berthollet'nin deneylerinden öğrendiğimize göre, odun kömü-

rü demirle, belki bazı başka madenlerle de, birleşebilir; bu birleşmeden de oranlara bağlı olarak çelik, kalem kurşunu, vb. elde edilebilir. Aynı şekilde, Mösyö Pelletier'nin deneylerinden, fosforun çok sayıda madde ile bileşebileceğini öğreniyoruz. Bu değişik bileşimleri, ortak maddeden alınan tür adları altında, birer sonek ekleyerek sınıflandırdık; sonra da onları ait oldukları maddeden alınan başka başka adlarla belirledik.

Üç basit maddenin bileşmesiyle oluşan cisimlere ait terminolojide daha da büyük güçlükler çıktı; sadece sayıları nedeniyle değil, özellikle, onları oluşturan ana maddeleri daha karmaşık bileşik adlar kullanmadan ifade edemediğimiz için. Örneğin nötr tuzlar gibi, bu sınıfı oluşturan cisimler için, ilk olarak hepsinde ortak olan asitleştiren ana maddeyi ikinci olarak her asiti meydana getiren asitleştirilebilen maddeyi, üçüncü olarak da tuzun özel cinsini belirleyen salini, topraksı veya metalik bazı dikkate almamız gerekti. Biz de, tuz sınıfların adlarını, o sınıfa giren bütün bireylerin ortak asitleştirici ana maddesinin adına bakarak ürettik; sonra her örneği ona özgü olan salin, topraksı veya metalik baza bakarak ayırt ettik.

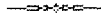
Bir tuz, aynı üç ana maddeden oluşsa da, sadece onların oranlarının farklı olmasıyla, üç farklı durumda olabilir. Kabul ettiğimiz terminoloji bu üç ayrı durumu ifade etmeseydi eksik sayılırdı; onu da çoğu zaman çeşitli tuzların aynı durumlarına aynı şekilde uygulanan sonekleri değiştirerek sağladık.

Kısacası, o ölçüde bir ilerleme sağladık ki, sadece adına bakarak bir bileşiğe giren yanıcı maddenin ne olduğu, bu yanıcı maddenin asitleştiren ana maddeyle bileşip bileşmediği, bileşmişse hangi oranda girdiği; asitin durumunun ne olduğu, hangi bazla bileştiği, doyumluğunun tam olup olmadığı veya asitin mi yoksa bazın mı fazla olduğu hemen bulunabilir.

Bu çeşitli amaçların hepsine birden, yer etmiş adetlerden zaman zaman ayrılmadan ve ilk bakışta tuhaf ve alışılmadık görünen terimler kullanmadan ulaşılamayacağı kolayca anlaşılır. Ancak biz, kısa sürede kulağın yeni sözcüklere, hele bunlar genel ve

akılcı bir sisteme bağlı iseler, alışacağını düşündük. Kaldı ki, daha önce kullanılan *algaroth tozu*, *alembroth tuzu*, *pompholix*, *phadenic suyu*, *turbith minerali*, *colcothar* ve daha birçoğu gibi sözcükler ne daha az tuhaf ne de daha alışıldık. Onların hangi maddeler için kullanıldıklarını hatırlamak, sık sık pratik yapmayı ve küçümsenmeyecek bir bellek gücünü gerektiriyordu; ait oldukları türün bileşimini hatırlamaksa daha da fazlasını. *Tartar per deliquim*, *zaçyağı*, *antimuan tereyağı*, *arsenik tereyağı*, *çinko çiçekleri* vb. adlar daha da uygunsuzdu; akla yanlış fikirler getiriyorlardı. Çünkü mineraller dünyasında, özellikle de metaller sınırında, tereyağı, yağlar veya çiçekler gibi şeyler yoktur; dahası, bu yanıltıcı adların verildiği maddeler yüksek ölçüde zehirli olan maddelerden başka şeyler değildir.

Kimya terminolojisi hakkındaki makalemizi yayımladığımızda, ustalarımızın konuştuğu, onların otoriteleri nedeniyle değerli olan ve bizlere kadar gelen bir dili değiştirdiğimiz için kınanmış-tık. O kınamayı yapanlar bizim bu reformu gerçekleştirmemiz için ısrar edenlerin bizzat Bergman ve Macquer'un kendileri olduğunu unutuyorlar. Upsallı değerli Profesör Bergman ölümünden kısa bir süre önce de Morveau'ya yazdığı bir mektupta ona *cins adlardan kaçınmamasını söyler; bilgili olanlar her zaman bilgilidirler; cahiller ise böylece daha çabuk öğrenirler.*



ALFRED WALLACE

Türlerin Orijinal Tiplerinden

Sürekli Değişme Eğilimleri Üzerine (1859)

Alfred Russel Wallace (1823-1913), doğa olgularına büyük ilgi duyan bir arazi ölçümcüsüydü. Formal bir eğitimi olmadığı halde “türlerin kökeni” (1847’de kullanılan bir terim) hakkında ipuçları bulmak için Amazon’un yukarı bölgesine gitmişti. Geçimini müzelerle yabanıl yaşamdan örnekler toplayarak sağlıyordu. Daha sonra Hindistan ve Doğu Hint Adaları’na giderek biyolojik örnekler toplama işini oralarda sürdürdü. 1858 yılına gelindiğinde türler ve çevre arasındaki ilişkileri bütün ayrıntılarıyla anlamada üstüne kimse yoktu.

Şimdi Endonezya dediğimiz bölgedeki baharat adalarından birisi olan Ternate’de bulunduğu sırada Wallace sıtmaya yakalandı. Bir sıtma nöbeti sırasında birdenbire, türlerin evrimi ve yaşama savaşı arasındaki ilişkiyi kavradı. Hemen aşağıdaki makaleyi yazıp İngiltere’ye postalandı. Mektup, üç ay sonra alıcısının, Charles Darwin’in eline geçti. Darwin çok şaşırmıştı. Kendisinin onyıllarca uğraştığı kuram, çok güzel bir düzyazı anlatımıyla önünde durmaktaydı. Ne mutlu Darwin’e ki, Wallace hiçbir kişisel hırsı olmayan, yalnızca meraklı biriydi. Wallace asıl fikrin Darwin’e ait olduğunu kabul etti: Hatta evrim konusunda kendi kitabını yazdığı zaman ona *Darwinism* (1899) adını verdi. Darwin şimdi dünya çapında ünlüdür. Wallace ise sadece uzmanlarca tanınır. Ancak yine de, Wallace’ın doğal seçim sürecini olağanüstü bir beraklıkla anlattığı bu makalesi parıltısını hâlâ korumaktadır.

Türlerin [*species*] başlangıçta var olan kalıcı farklılıklarını ispatlamak için öne sürülen en güçlü gerekçelerden birisi şöyledir: Evcil olarak üretilen çeşitler [*varieties*] fazla kararlı değildirler ve kendi hallerine bırakıldıklarında, çoğu zaman, ebeveyn türün normal biçimine dönme eğilimi gösterirler. Bu kararlı olmama durumu, bütün çeşitler için, hatta doğada bulunan yabanıl hayvan-

larda yer aldığı zaman bile, dikkat çekici bir özelliktir ve başlangıçta yaratılmış olan farklı türleri değişmeden korumak için alınmış bir tedbirdir.

Yabanıl hayvanlarda ortaya çıkan *farklılıklar* konusunda olguların ve gözlemlerin yokluğundan çok az olmasından³ ötürü bu uslamlama, doğa bilimcilerce sorgulanmadan benimsendi ve türlerin kararlılığı konusunda çok genel ve biraz önyargılı bir inançta yol açtı. Aynı ölçüde genel olan bir inanç da, kalıcı ya da gerçek çeşitlerdir – sürekli kendi benzerlerini üreten bir ırkın, bir başka ırktan olan bir hayvandan farkı o kadar azdır (ama bu fark her zaman vardır) ki, ırklardan birisinin ötekinin bir *türü* olduğu düşünülür. Hangisi çeşittir, hangisi orijinal türdür, bunu genel olarak saptayacak bir yöntem yoktur; sadece, ender olarak, bir ırkın kendisine benzemeyen, diğerine benzeyen bir yavru ürettiği durumlarda saptanabilir. Bu ise, “türlerin kalıcı değişmezliği” ile çelişir görülmektedir. Ancak bu sıkıntı da, çeşitliliğin kesin sınırları olduğu ve orijinal türden daha fazla değişemeyeceği, ama ona tekrar dönebilecekleri; evcil hayvanlar örnek alındığında bunun olasılığının kesin değilse de çok büyük olduğunu varsayarak giderilir.

Bu uslamlamanın temelinde, doğal koşullarda ortaya çıkan çeşitlerin her bakımdan evcil hayvanlara benzer, hatta aynı olduğu, kalıcı olma veya tekrar değişebilme bakımından da aynı yasalara tabi oldukları varsayımı bulunmaktadır. Bu makalenin amacı bu varsayımın tümüyle yanlış olduğunu, doğada, birçok çeşidin var olmayı ebeveyn türden öteye sürdürdüklerini, art arda değişimlerle orijinal türden giderek uzaklaştıklarını gösteren bir ilkenin var olduğunu ve bu ilkenin evcil hayvanlardaki orijinal biçime dönme eğilimine yol açtığını göstermektedir.

Var Olma Savaşı

Yabanıl hayvanların yaşamı bir var olma savaşıdır. Kendi varlıklarını sürdürmek ve küçük yavrularını beslemek bütün ye-

3. Wallace herhalde “yokluğundan” veya “çok az olmasından” ibarelerinden birisini çizmeyi düşünmüştü.

teneklerinin ve enerjilerinin kullanılmasını gerektirir. Hem bireylerin hem de bütün türün varlığını sürdürmesi için en önemli olan koşullar, en elverişsiz mevsimlerde yiyecek temin edebilme ve en tehlikeli düşmanlarının saldırılarından kaçabilmeleridir. Bu koşullar, ayrıca bir türün nüfusunu da belirler; bu koşulları dikkatle incelememiz, ilk bakışta anlaşılmaz gibi görünen bir durumu –yani bazı türlerden çok sayıda hayvan olduğu halde ona çok yakın olan başkalarından çok az olmasını– kavramamıza ve bir ölçüde de açıklamamıza olanak sağlayabilir.

Türlerin Nüfus Yasası

Bazı hayvan grupları arasında genel oranın ne olması gerektiği kolayca görülebilir. Büyük hayvanlar küçükler kadar bol olmaz; etoburlar otoburlardan daha az sayıda olmalıdır; kartallar ve aslanlar, güvercinler ve antiloplar kadar çok olamaz; Tatar çölleri- nin yaban eşekleri, Amerika'nın daha bereketli pampaları ile otlaklarındaki atların sayısına erişemez. Bir hayvanın çok ya da az olmasının en önemli nedeninin, doğurganlığının az veya çok olması olduğu düşünülür, ancak gerçekler dikkate alındığında bunun konuyla çok az ilgisi olduğu ya da hiç olmadığı görülecektir. En az doğurgan olan hayvanlar bile, eğer durdurulmazlarsa, hızla çoğalırlar, halbuki yerkürenin hayvan nüfusunun sabit olması veya insanların etkisiyle azalması gerekir. Dalgalanmalar olabilir; ancak sınırlı bazı bölgeler dışında sürekli artış olanaksızdır. Örneğin, gözlemlerimiz bizi kuşların, kendi doğal çoğalmalarına güçlü bir engel konulmadığı zaman artacağı hızla, yani geometrik bir oranla artmadığına bizi ikna edebilir sanırım. Yılda ikiden az yavru üreten çok az kuş vardır; birçoğunun altı, sekiz veya on yavrusu olur; dört, kesinlikle ortalamanın altındadır. Her çiftin yaşamları boyunca sadece dört defa yavruladığını varsayarsak, şiddet veya açlık nedeniyle de ölmediklerini düşünürsek bu sayı da ortalamanın çok altındadır. Oysa bu hızla bile, bir çift kuştan birkaç yıl içinde ne kadar çok sayıda kuş çoğalacaktır! Basit bir hesap, bir çift kuşun on beş yılda neredeyse on milyona çıkacağını gösterecektir. Halbuki herhangi

bir ülkedeki kuş sayısının on beş veya yüz elli yılda herhangi bir artış gösterdiğine inanmamız için hiçbir neden yoktur. Bu ölçüdeki bir artış hızıyla her tür ilk ortaya çıktıktan birkaç yıl sonra limite ulaşmış sonra da sabit kalmış olsa gerek. Bu nedenle, her yıl çok sayıda kuşun –gerçekte doğan kuş sayısı kadar– yok olması gerektiği aşikârdır. En düşük hesaplara göre, her yıl yeni kuşağın sayısı anne babaların sayısının iki katı olacaktır. Öyleyse, herhangi bir ülkede var olan ortalama kuş sayısı her ne ise, *onun iki katı sayıda kuşun her yıl yok olması gerek*– çok çarpıcı bir sonuç, fakat, en azından, çok olası ve gerçek sayıdan fazla değil, belki de az. Bu nedenle, türlerin varlıklarını sürdürmek ve ortalama birey sayısını korumak bakımından kuluçka sayısının büyük olmasına gerek yok. Ortalama olarak bir tanesi dışında hepsi, şahinlere, çaylaklara, yaban kedilerine ve sansarlara yem olmakta ya da kış gelince soğuktan ve açlıktan ölmektedir. Belirli türler için bu sonuç çarpıcı biçimde ispatlanmıştır; çünkü onların bireysel olarak çok sayıda olmalarının yavru üretmekteki doğurganlıklarıyla hiçbir ilgisi olmadığını görüyoruz. Çok kalabalık bir kuş nüfusunun en ilginç örneği Birleşik Devletlerdeki posta güvencinleridir; bunların bir veya en fazla iki yumurta yumurtladıkları ve genel olarak sadece bir tane yavru büyüttükleri söylenir. Neden bu kuşların sayısı böyle olağanüstü çok da iki veya üç kat daha fazla yavrusu olanlar çok daha az sayıda? Açıklaması pek zor değil. Bu tür için en uygun olan ve onun en iyi geliştiği besin, o kadar geniş bir bölgeye, farklı toprak örtüsü ve iklimlere yayılmıştır ki bölgenin şu veya bu bölümünde her zaman yiyecek bulmak olanaklıdır. Bu kuş hızlı ve uzun süre hiç durmadan uçabilmekte, bu sayede yaşadığı bölgenin bir ucundan öbürüne gidebilmektedir. Bir bölgedeki besin kaynağı tükenmeye başlayınca yeni bir beslenme bölgesi bulabilmektedir⁴. Bu

4. Wallace'ın anlattıkları posta güvencinlerinin yazgılarına açıklık getirmektedir. Yirminci yüzyıl başlarında posta güvencinlerinin soyu tükendi; nedeni, kısmen yaygın avlanması, ayrıca doğal bölgesini yerleşik modern bir insan topluluğuna kaptırması ve Wallace'ın da dediği gibi, kendini çoğaltmakta pek becerikli olmamasıydı. İnsanlar bu durumu fark edip kuşun neslinin tükenmesini önlemek için bir şeyler yapılmasını söylediklerinde ise artık çok geç kalmıştı.

örnek bize gösteriyor ki, belirli bir türün hızla çoğalması için gereken tek şey iyi bir besin kaynağının sürekli var olmasıdır, çünkü ne sınırlı doğurganlık ne de av kuşlarının ve insanların sürekli saldırıları onu sınırlamaya yeterli değildir. Başka hiçbir kuş için bu kadar özel koşul, bu kadar dikkat çekici biçimde yan yana gelmemiştir. Ya besin kaynakları tükenmeye daha elverişlidir ya geniş bir alanda besin aramak için yeterince güçlü kanatları yoktur ya da yılın belirli bir mevsiminde kısıldığı için daha az sağlıklı besinlerle yetinmek zorundadırlar. Böylece yavrusu bakımından daha verimli oldukları halde sayıları en olumsuz mevsimdeki besin kaynağını aşacak şekilde artamaz. Birçok kuş, ancak, yiyeceğin kıt olduğu mevsimlerde, iklimleri daha yumuşak veya en azından farklı olan bölgelere göç ederek var olmayı sürdürebilir. Bu göçebe kuşların sayısının hiçbir zaman çok fazla olmadığından da anlaşıldığı gibi, gittikleri ülkelerde de besin kaynakları sürekli bol ve iyi besin sağlamaya yeterli değildir. Belirli dönemlerde besinleri azaldığı halde yapıları göç etmeye elverişli olmayan kuşlar hiçbir zaman büyük bir nüfusa sahip olamıyorlar. Bizde çok az ağaçkakan olmasına karşın tropik bölgelerde onların, yalnız yaşayan kuşlar arasında en kalabalık nüfusa sahip olmalarının nedeni bu olsa gerek. Aynı şekilde serçe, kırmızı gerdandan daha boldur çünkü onun besini daha sürekli ve boldur – çimen tohumları kısa dayanıklıdır, çiftliklerimiz ve kesilmiş ekin tarlaları neredeyse hiç tükenmeyen bir kaynaktır. Su kuşları, özellikle de deniz kuşları, genel olarak, sayı bakımından neden kalabalıktırlar? Diğerlerinden daha doğurgan oldukları için değil; genel olarak tam tersi doğrudur ama her zaman yiyecek bulurlar; deniz kıyıları ve nehir kenarları her gün taze yumuşakçalar ve kabuklularla doludur. Memeliler de aynı yasalara tabidirler. Yaban kedileri doğurgandır ve düşmanları çok azdır, öyleyse onlar neden tavşanlar kadar bol değiller? Akla yakın tek yanıt, besin kaynaklarının daha süreksiz olmasıdır. Açıkça görülüyor ki doğal bir bölgede fiziksel bir değişim olmadıkça onun hayvanlarının nüfuslarında da elle tutulur bir artış olmayacaktır. Eğer bir türün nüfusu artarsa, aynı tür besine gereksinimi olan bir baş-

kasının nüfusunun aynı oranda azalması gerekir. Her yıl çok sayıda hayvan ölüyor olmalı; her hayvanın bireysel varlığı kendisine bağlıdır: Ölenler en zayıf –çok küçük, yaşlı ve hasta– olanlar yaşamayı sürdürenlerse sağlık ve güç bakımından en kusursuz olanlar – besinlerini düzenli olarak temin edebilen ve sayısız düşmanlarını saf dışı bırakanlar olsa gerek. Başlangıçta “yaşam savaşı” dediğimiz de budur, en zayıf ve en az gelişmiş olan her zaman kaybeder.

Türlerin Çok veya Az Sayıda Olmaları Yaşam Koşullarına Daha İyi veya Daha Kötü Uyum Sağlamalarına Bağlıdır

Bir türün bireyleri için olup bitenlerin, o türle akraba olan başka türler için de geçerli olacağı aşikâr görünüyor –yani düzenli bir besin kaynağı elde etmeye en uygun olan ve kendilerini düşmanların saldırılarına ve mevsim değişikliklerine karşı koruyabilenlerin, kendilerine grup içinde üstünlük sağlamaları ve onu sürdürmeleri, öte yandan güçlerinde veya yapılarındaki herhangi bir eksiklik nedeniyle besin kaynaklarındaki vb. değişikliklere en az karşı koyabilenlerin sayılarının azalarak sonunda tümünden tükenmesi gerekmektedir. Bu iki uç arasındaki türler yaşamı sürdürme becerisi bakımından farklı kapasitelerde olacaklardır; türlerin nüfuslarının çok veya az olmasını bu şekilde açıklıyoruz. Bilgisizliğimiz, genel olarak olguların nedenlerini kesin biçimde saptamamızı engellemektedir, ancak çeşitli türlerden hayvanların alışkanlıklarını ve yapılarını tam olarak bilseydik ve her birinin çevresindeki çeşitli koşullar altında güven içinde var olması için gerekli birçok eylemi yerine getirme kapasitesini ölçebilseydik bu bilgilerin öngördüğü sonucu, yani birey sayılarının oranlarını bile hesaplayabilirdik. Eğer aşağıdaki iki noktayı kanıtlamayı başardıysak, artık bu görüşlerin doğrudan ve çok önemli uygulama konusu olan *çeşitleri* ele alacak duruma gelmiş olacağız; birincisi, *bir ülkenin hayvan nüfusu, periyodik besin kıtlığı ve başka engeller nedeniyle genel olarak durağandır; ikincisi de birkaç türün oluşturduğu bir gruptaki bireysel*

*türlerin nüfuslarının görece çok veya az olmasının nedeni, tü-
müyle yapıları ve bunun sonucunda oluşan alışkanlıklardır. Bu
alışkanlıklar bazı durumlarda besin kaynağı ve kişisel güven
sağlamayı, başka durumlara göre daha zorlaştırabilir; denge an-
cak belirli bir alanda var olması gereken nüfusta bir değişimle
sağlanabilir.*

Yararlı Değişiklikler Artmaya, Yararsız ve Zararlı Değişiklikler Azalmaya Eğilimlidir

Bir türün tipik biçiminde yer alan farklılıkların, çoğunun, belki de hepsinin onların alışkanlıkları veya kapasiteleri üzerinde, çok belirsiz de olsa kesin bir etki göstermesi gerekir. Renkteki bir değişim bile onları daha az veya daha çok fark edilir kılarak güvenliklerini etkiler; daha az veya daha çok kıl gelişimi de, alışkanlıklarını değiştirebilir. Kol, bacak veya herhangi başka bir dış organın boyutundaki ve gücündeki bir değişim gibi önemli değişiklikler ise onların besin sağlama yöntemlerini veya yaşam alanlarının kapsamını etkiler. Bundan başka, değişikliklerin çoğunun, yaşamı sürdürme güçlerini olumlu veya olumsuz yönde etkileyeceği aşikârdır. Daha kısa ve zayıf bacaklı bir antilop, etobur kedi türlerinin saldırılarından daha olumsuzca etkilenecektir; daha güçsüz kanatları olan bir posta güvercini eninde sonunda düzenli besin kaynağı temin etme gücü bakımından etkilenecektir; her iki durumda da bu değişmiş türlerin sayılarında bir azalma olması kaçınılmaz bir sonuçtur. Diğer yandan, eğer herhangi bir tür, var olmayı sürdürme gücü biraz daha fazla olan bir çeşit geliştirirse, bu çeşidin zamanla sayısal bir üstünlük sağlaması da kaçınılmazdır. Nasıl ki yaşlılık, aşırılık ya da besin kıtlığı ölüm artışına yol açar, bu sonuçlar da aynı şekilde kaçınılmaz olsa gerek. Her iki durumda da birçok bireysel istisna olabilir ama kuralın her zaman ortalama olarak geçerli olduğu görülecektir. Bu nedenle bütün çeşitler iki sınıfta toplanacaktır –aynı koşullar altında ebeveyn türlerin sayısına erişemeyecek olanlar ve zamanla sayısal üstünlüğe erişip bunu sürdüreceğ olanlar. Şimdi de bölgedeki fiziksel ko-

şullarda bir değışiklik olduğunu düşünelim; uzun bir kuraklık dönemi, bitki örtüsünün çekirgelerce yok edilmesi, “yeni otlaklar” arayan yeni bazı etoburların istilası gibi. Bunun, söz konusu olan türler için yaşamı daha zor kılmaya yönelik ve tümünden yok olmak için bütün gücünü sarf etmeye zorlayan bir değışiklik olduğunu varsayalım. Türü oluşturan bütün bireyler arasında en çok zarar görecek olanın, en az sayıda olan ve en az gelişmiş çeşit olacağı aşikârdır; eğer baskı çok şiddetliyse kısa sürede yok olacak da herhalde odur. Aynı nedenler etkilerini sürdürürse etkilenme sırası ebeveyn türe gelir, giderek sayısı azalır ve olumsuz koşulların tekrarlanmasıyla o da tükenebilir. O zaman sadece üstün çeşit kalmayı başarır ve tekrar olumlu koşullara döndüğünde sayısı hızla artar ve tükenen çeşit ve türün yerini alır.

Üstün Çeşitler En Sonunda Orijinal Türü Yok Eder

Şimdi artık çeşit, kendisinin kökeni olan *türden* daha kusursuzca gelişmiş daha iyi yapılanmış biçime gelerek o *türün* yerini almıştır. Kendi bireysel varlığını ve ırkının varlığını sürdürmek ve güvenliğini korumak için her bakımdan daha iyi uyum geliştirmiştir. Böyle bir çeşit orijinal biçime *dönemez*, çünkü o biçim daha zayıftır ve var olma savaşında kendisiyle rekabet edemez. Bu nedenle türün, orijinal tipini tekrar üretmeye yönelik bir “eğilime” sahip olduğu kabul edilse de, çeşit her zaman sayıca üstün olacak ve olumsuz fiziksel koşullar altında *yine yalnız o sağ kalacaktır*. Ancak bu yeni, daha üstün ve kalabalık ırkın kendisi de, zamanla biçimlerinde farklı değışiklikler gösteren yeni çeşitler ortaya çıkaracaktır ve bunlardan herhangi birisi var olmayı sürdürmek bakımından daha fazla olanağa sahip olacak ve aynı genel yasa gereğince, sırası geldiğinde üstünlüğü devralacaktır. Öyleyse burada, doğal durumdaki hayvanların var olmalarını düzenleyen genel yasalardan ve sorgulanamayacak bir gerçek olan çeşitlerin sıkça ortaya çıkması olgusundan türetilen bir *ilerleme ve sürekli farklılaşma* ilkesine varmış oluyoruz. Ancak bu

sonucun değişmez olduğu ileri sürülmemektedir; bölgedeki fiziksel koşullardaki bir değişim bazen sonucu önemli ölçüde değiştirebilir, daha önceki koşullarda yaşamı sürdürmede en güçlü olan ırk, şimdi en güçsüz ırk olabilir ve hatta böyle bir değişim daha yeni olan ve bir süre için üstün olan ırkın yok olmasına neden olurken, daha eski veya ebeveyn tür ve onun ilk zayıf çeşitleri gelişmeyi sürdürürler. Önemli olmayan bölümlerde de değişimler olabilir, bunlar yaşam-koruyucu güç üstünde fark edilen bir etki göstermezler ve böyle çeşitler ebeveyn türe paralel bir çizgi izleyerek ya daha öte değişimlere yol açar ya da ilk biçimlerine dönerler. Bizim ileri sürdüğümüz şudur: Bazı çeşitlerin varlıklarını orijinal türden daha uzun zaman sürdürme eğilimleri vardır ve bu eğilimin kendini belli etmesi gerekir. Çünkü rastlantı veya ortalamalar öğretisi sınırlı sayılar için güvenilebilir olmasa da büyük sayılara uygulandığı zaman sonuçlar teoremin öngördüğüne yaklaşır; örnek sayısı sonsuza yaklaştığında ise kesin doğru olur. Doğanın etkinliği o kadar büyük ölçüdedir, söz edilen sayılar ve zaman aralıkları sonsuza o kadar yaklaşır ki herhangi bir neden, ne kadar önemsiz olursa olsun, rastlantısal koşullarla ne kadar gizlenirse gizlensin ve karşı konulsun en sonunda kendi hakkı olan sonuçları ortaya koyacaktır.

Evcil Çeşitlerin Kısmen Eskiye Dönmesinin Açıklanması

Şimdi evcil hayvanlara dönelim ve onlarda ortaya çıkan çeşitlerin yukarıda ifade ettiğimiz ilkelerden nasıl etkilendiklerini araştıralım. Yabanıl ve evcil hayvanlar arasındaki önemli fark şudur: Birincilerin rahatı ve hatta var olması bile, bütün duyularının ve fizik güçlerinin sağlıklı durumda olmasına ve tam olarak kullanılmasına bağlıdır, halbuki ikinciler için bunlar sadece kısmen kullanılırlar ve bazı durumlarda da hiç kullanılmazlar. Yabanıl bir hayvanın her lokma yiyeceği önce arayıp bulması, sonra da onu elde etmek için uğraşması gerekir – yiyecek ararken, tehlikelerden sakınırken, mevsimlerin kötü hava koşullarına karşı barı-

nak ararken ve yavrularının bakımı ve güvenliğini sağlarken, görme, işitme ve koku alma duyularını kullanır. Vücudunda her gün ve her saat etkin halde olmayan bir tek kas yoktur; sürekli çalıştırmayla güçlendirmedeği hiçbir duyu veya yetenek yoktur. Halbuki evcil hayvanın yiyeceği sağlanır, barınağı vardır ve mevsimlerin koşullarından korunur, genellikle de bir yere kapatılır, doğal düşmanlarının saldırılarından dikkatle korunur ve yavrularını insanların yardımı olmadan büyüttüğü de pek söylenemez. Duyularının ve yeteneklerinin yarısı hiçbir işe yaramaz, öteki yarısı ile ara sıra biraz egzersiz yapmaya zorlanır, kas sistemi bile sadece arada bir çalışmak zorunda kalır.

Böyle bir hayvandan, herhangi bir duyusunda veya organında daha fazla güç veya kapasite olan bir çeşit türerse bu artış hiçbir işe yaramaz, hiçbir zaman kullanılmasına gerek olmaz ve hatta hayvan onun varlığının farkında bile olmayabilir. Yabani hayvanda ise, tersine, var olmasının gereği olarak bütün yetenekleri ve güçleri tümüyle eylem durumundadır, herhangi bir artış hemen kullanılır ve egzersizlerle güçlendirilir; hatta beslenmesini, alışkanlıklarını ve ırkının bütün ekonomisini az da olsa etkiler. Sanki, üstün gücü olan yeni bir hayvan yaratır; o hayvan da, kaçınılmaz olarak sayısını artıracak ve daha zayıf olanlardan fazla yaşayacaktır.

Evcil hayvanlarda bütün çeşitlerin yaşamı sürdürme şansı aynıdır; yabani bir hayvanın hemcinsleriyle rekabetini ve var olmayı sürdürmesini belirli biçimde olanaksız kılan bir değişimin evcil olma durumunda herhangi bir olumsuzluğu yoktur. Çabucak şişmanlayan domuzlarımız, kısa bacaklı koyunlarımız, şişkin kursaklı güvercinlerimiz ve kaniş köpeklerimiz doğal koşullarda hiçbir zaman var olamazlardı, çünkü böyle zayıf çeşitlere doğru atılacak ilk adım ırkın hızla yok olmasına neden olurdu. Yarış atının büyük hızı ve kısa süreli dayanma gücü, sabana koşulan hayvanların kaba gücü; doğal koşullarda her ikisi de işe yaramazdı. Bunlar pampalara salıverilirlerse kısa sürede ya soyları tükenir ya da koşullar olumlu ise, her ikisi de hiç kullanamayacakları aşırı

niteliklerini yitirip birkaç nesil sonra normal tipe dönerler; bu normal tip, herhalde, yiyecek bulma ve güvenliği sağlama bakımından farklı güçlerin ve yeteneklerin birbirleriyle en uyumlu oranda oldukları, yani hayvanın vücut yapısındaki bütün bölümlerin tam çalıştırılmasıyla yaşamayı sürdürebileceği durumdur. Evcil çeşitler doğaya bırakıldıklarında orijinal yabanıl tiplerine yakın bir şeye tekrar dönme zorundadırlar yoksa tümünden yok olurlar.

Lamarck'ın Varsayımı Şimdi İleri Sürülenden Çok Farklı

Görüyoruz ki evcil hayvanlar üzerinde yapılan gözlemlerden, doğal koşullardaki çeşitler hakkında hiçbir sonuç çıkarılamaz. Bu ikisi yaşamlarının her ayrıntısında birbirlerine o kadar ters konumdadırlar ki birisi için geçerli olanın öteki için geçerli olmaya-acağı neredeyse kesindir. Evcil hayvanlar anormal, düzensiz ve yapaydırlar. Doğal koşullarda hiç rastlanmayan ve hiç rastlanamayacak çeşitlere açıktırlar. Var olmaları bile tümüyle insanların ilgisine bağlıdır, kendi olanaklarına bırakılmış bir hayvanın varlığını koruması ve ırkını sürdürmesi için zorunlu olan, o yapının doğru dengelenmesi, o yeteneklerin doğru oranda olması, evcil hayvanların çoğunun çok uzağındadır.

Lamarck'ın varsayımı –türlerde yavaş yavaş oluşan değişimlerin hayvanların belirli organların gelişimini artırma çabalarından kaynaklandığı ve böylece yapılarını ve alışkanlıklarını değiştirdiği varsayımı– türler ve çeşitler konusunda yazan bütün yazarlarca defalarca ve kolayca çürütülmüştür; bu yapıldıktan sonra da konunun kapandığının düşünüldüğü anlaşılıyor. Ancak burada öne sürülen görüş, aynı sonuçların doğada geçerli olan ilkelerin etkisiyle de elde edilmesi gerektiğini göstererek bu varsayımı tümüyle gereksiz kılmaktadır. Şahinlerin ve kedi ailesinin güçlü, geriye çekilebilir pençeleri bu hayvanların kendi istekleriyle oluşmadı veya artmadı; bu grup hayvanların bu kadar gelişmemiş oldukları daha eski dönemlerde var olan çeşitleri içinde, *avını yakalamak için en*

büyük olanağa sahip olanlar en uzun yaşayanlardı. Zürafa da uzun boynunu, yüksek ağaçların yapraklarına erişmek istediği ve bu amaçla sürekli boynunu uzattığı için değil, soyundan geldiği türün bireyleri arasında normalden daha uzun boynu olanlar kısa boynuları olan arkadaşlarına göre, kendilerine aynı bölgede hemen yeni bir güvenli otlama alanı sağladığı için ve ilk yiyecek kıtlığı olduğunda da sağ kalan onlar olduğu için kazandı. Birçok hayvanın, özellikle de böceklerin kendilerine özgü renklerinin, içinde yaşadıkları ortamın toprağına veya yapraklarına ya da üstünde sık sık durdukları ağaç gövdelerinin rengine çok benzemeleri de aynı ilke ile açıklanabilir; çünkü uzun çağlar boyunca birçok rengin tonları görülmüş olduğu halde *düşmanlarından saklanmak için en uygun renge sahip olan ırklar, kaçınılmaz olarak en uzun süre varlıklarını sürdürdüler.* Burada ayrıca doğada gözlenen bir dengeyi –birtakım organlardaki bir yetersizliğin başka bazılarının daha fazla geliştirilmesiyle telafi edilmesi– açıklayıcı bir neden de elde ediyoruz. Zayıf ayaklara eşlik eden güçlü kanatlara veya savunma araçlarının olmamasını telafi etmek için çok büyük hıza sahip olma; çünkü dengelenmeyen bir yetersizliği olan bütün çeşitlerin varlıklarını uzun zaman sürdüremeyecekleri gösterilmiştir. Bu ilkenin etkisi, buhar makinesindeki merkezkaç düzenleyicisinin etkisine benzer; düzensizlikler kendini belli etmeden önce onları kontrol eder ve düzeltir; aynı şekilde hayvanlar ülkesindeki dengelenmemiş bir kusur hiçbir zaman aşikâr bir boyuta ulaşamaz, çünkü daha başlangıçta yaşamı zorlaştırarak kısa sürede yok olmayı kaçınılmaz kılacağını hissettirir. Burada öne sürdüğümüz türden bir açıklama, gelişmiş varlıklarda görülen biçim ve yapı değişikliklerinin kendine özgü doğasıyla da uyumludur –temel bir tipten birçok farklı yolla ayrılma, bir dizi birbirleriyle akraba türlerde, bir organın gücünün ve verimliliğinin artması ve renk, tüylerin ve kılların dokusu, boynuz ve sorguçlarının biçimleri gibi önemsiz kısımların, daha temel özellikler bakımından farklı olan bir dizi türde, dikkat çekici bir biçimde ısrarla sürdürülmesi. Ayrıca, Profesör Owen'in tükenmiş türlerden çok, daha

yeni türlerin bir özelliği olduğunu söylediği “daha özel amaçlı yapı” konusunda da bize bir neden sağlamaktadır; bunun hayvan ekonomisinde belirli bir amaç için kullanılan bir organın art arda gelen değişimlerinin bir sonucu olduğu ortadadır.



HERMANN VON HELMHOLTZ

Enerjinin Korunumu

Bir konferanstan (1863)

Hermann von Helmholtz (1821-1894) ideal bir on dokuzuncu yüzyıl bilim adamıydı. Her şeyi merak ederdi. Fiziğe, psikolojiye, kimyaya ve yerbilime ekleyecek değerli şeyler bulmuştur. Üniversite öğrencisiyken, evrendeki her şeyin kimyasal ve fiziksel ilkelere indirgenebileceği düşüncesine sadakat yemini etmişti. Daha sonra da, müzikal duyumlardan buzulların hareketine kadar her şeyi kapsayan ilkeleri bulmak için yaşam boyu süren bir arayışa girişti. Eğer başarılarından birini, diğerlerini de temsil etmesi için seçmemiz gerekirse, bu büyük olasılıkla, enerjinin korunumu öğretisine yaptığı katkı olacaktır. Enerji on dokuzuncu yüzyılın büyük genellemesiydi; tıpkı bilginin yirminci yüzyıl için olduğu gibi. Enerji kavramı, 1800'lerin insanları tarafından bir kere kavrandıktan sonra, ağır makineleri çalıştırma gibi teknik konular üzerinde düşünmek çok kolaylaştı. Buraya alınan konferansta Helmholtz genel bir dinleyici topluluğuna, enerjinin de madde gibi yaratılamayacağı ve yok edilemeyeceği yolundaki düşüncesini açıklamaktadır. Helmholtz bu konferansları vermeden önce, Alman profesörler, sıradan insanlara çalışmalarını hakkında hiç konuşma yapmazlardı. Helmholtz bunu, bilim misyonerliğinin bir parçası olarak yapmıştır.

Tarihin bize anlattığı her büyük eylem, sanatın betimlediği her güçlü tutku, geleneklerin, toplumsal düzenin, uzak toprakların veya eski zaman insanların kültürlerinin her ifadesi, aralarında hiçbir bilimsel ilişki olmadığı zaman bile, bizi kavrar ve ilgilendirir. Kavramlarımızda ve duygularımızda, sürekli olarak ortak noktalar ve kıyaslayacak noktaları buluruz; uygar yaşamın normal, sakin akışında uykuya dalmış olan aklın gizli yetilerinin ve arzularının farkına varırız.

Doğa bilimlerinin bu tür ilgilerden yoksun olduğu yadsınmaz. Her bağımsız olgu, kendi içinde ele alındığında, gerçekten

merak veya hayret uyandırır ya da onların pratikteki uygulamaları bize yarar sağlar. Düşünsel doyumu ise sadece bütünle olan bağlantısında, yasalarla uyumlu olmasında bulabiliriz. [...] Diyebilirim ki, Doğanın muazzam zenginliğini düzenli, sıralı bir bütün olarak, zihnimizdeki mantıksal düşüncenin bir imgesi, bir kozmos olarak görebildiğimizde, neredeyse artistik diyebileceğim bir doyum hissederiz.

Bilimsel gelişmenin son yirmi otuz yılı bizi, bütün doğal olguları kapsayan yeni bir yasaya yöneltmiştir; bu yasanın olağanüstü kapsamı ve her türden doğa olgusu arasında – hatta en eski zamanlardaki ve en uzak bölgelerdeki olgular arasında kurduğu bağlantı, onu, benim doğa bilimlerinin özelliği olarak tanımladığım şey hakkında bir fikir vermeye özellikle uygun kılmaktadır. [...] Bu yasa *Kuvvetin Korunumu Yasasıdır* [... ve] *bütün Doğada eyleme geçirilebilen kuvvet miktarının değişmez olduğunu, artırılmaz ve eksiltilemez olduğunu* söyler. [...]

Makinelerin ya da doğal süreçlerin iş görmesi düşüncesi insanın çalışma gücünden alınmıştır; bu nedenle de konumuz olan sorunun en önemli özelliklerini en iyi şekilde insan çalışması ile açıklayabiliriz. [...] Ağır bir çekiçle güçlü vuruşlar yapan demircinin kolu ile sesteki en hassas değişimi üreten kemancının kolu ve neredeyse görünmez olan incecik ipliklerle çalışan dantelcinin eli; bunların hepsi kendilerini *hareket ettiren kuvveti* aynı şekilde ve aynı organdan alırlar, yani kolların kaslarından. [...]

Aynı şey makineler için de geçerlidir; onlar da çok çeşitli düzenlemelerde kullanılırlar. Onların aracılığı ile çeşitli derecelerde gücü ve hızı olan, güçlü buharlı çekiçler ve dev boyutlu demir kütleleri tereyağı gibi biçimlendiren hadde makinelerinden örümceğe taş çıkartan iplik ve dokuma tezgâhlarına kadar, sonsuz çeşitlilikte hareketler üretiriz. [...] Ancak bütün bu farklı şeylerin ortak bir noktası vardır: Bunların hepsi, onları hareket ettiren ve bu hareketi sürdüren bir *hareket kuvvetini* gerektirirler; tıpkı insan eliyle yapılan çalışmaların hepsinin kasların hareket verici kuvvetini gerektirmesi gibi.

Biz burada makinelerin çeşitli özellikteki eylem ve düzenle-
nişleriyle ilgili değiliz; sadece kuvvetin kullanımıyla ilgileniyoruz.

Çok rahatlıkla söz ettiğimiz, uygulanan kuvvetin kullanılıp
tüketildiğine işaret eden “kuvvet kullanımı” deyiminin kendisi, bi-
zi, insan kolunun ve makinenin etkileri arasındaki tipik bir başka
benzerliğe yöneltir. Kullanım *ne kadar çoksa ve ne kadar uzun
sürerse*, kol o kadar daha çok *yorulur* ve o süre içinde kola hare-
ket veren *kuvvetin deposu da o kadar daha çok tükenir*. Çalışma
sonucu tükenme özelliğinin inorganik hareket kuvvetleri için de
geçerliği olduğunu; hatta, insan kolunun yorulmasının, konumuz
olan yasanın sonuçlarından birisi olduğunu göreceğiz. Yorgunluk
başladığında onun giderilmesi gerekir; bu da ancak dinlenme ve
beslenmeyle sağlanır. İnorganik hareket kuvvetlerinde de çalışma
kapasitesi tükendiğinde onu yenileme olanağının var olduğunu
göreceğiz; ancak genellikle insan koluna uygulananndan farklı
yöntemlerin kullanılması gerekir. [...]

Şimdi en iyi bildiğimiz ve en kolay olan hareket kuvvetini,
yerçekimi kuvvetini ele alalım. Bu kuvvet, örneğin ağırlıkla çalışan
saatleri çalıştırır. Bu ağırlık ince bir ipin ucuna asılır, ip, saatin ilk
dişli tekerleğine bağlanmış olan bir makara etrafına sarılır. Ağırlık
saat düzeneğinin tümünü hareket ettirmeden yerçekimi kuvvetine
itaat edemez. Şimdi, aşağıdaki noktalara özellikle dikkat etmenizi
rica edeceğim: Ağırlık aşağıya doğru inmezse saati harekete geçi-
remez; eğer ağırlık hareket etmediyse saati de hareket ettiremez;
bu durumda hareket sadece yerçekimi kuvveti uyarınca yapılan
türden bir harekettir. Öyleyse, eğer saat çalışacaksa ağırlık süreksiz
daha daha aşağıya gitmek zorundadır; onu tutan ip tamamen açıl-
ana kadar da inmeyi sürdürecektir. Sonra da saat durur. [...]

Fakat biz ağırlığı tekrar kaldıracak olan kolu kullanarak sa-
ati tekrar kurabiliriz. Bu yapıldığında eski yeteneğine tekrar ka-
vuşur ve saati yeniden hareket geçirebilir. [...]

Doğanın kendisi ağırlığı kaldırdığında durum biraz farklıdır.
Katı cisimlerle bunu yapamaz ya da en azından kullanılabilecek
ölçüde bir düzenlilikle yapmaz. Ancak sıvılarla bunu bol bol yap-

maktadır; meteorolojik süreçlerle suları dağların tepesine yükseltip derelerle aşağıya gönderir. Suyun ağırlığını hareket verici kuvvet olarak kullanırız; bunun en dolaysız örneği, *su dolabı* dediğimiz şeydir. [...] Çarkı döndüren ve hareket kuvvetini sağlayan, suyun ağırlığıdır. [...] Ancak hemen fark edeceğiniz gibi, çarkı döndüren su, bu işi yapmak için düşmek zorundadır ve tabana indiği zaman, insan kolunun gücü ile veya başka bir doğa kuvveti ile eski konumuna getirilmezse, ağırlığını yitirmediği halde artık çarkı döndürecek durumda değildir. Eğer su hâlâ değirmenden daha aşağılara akabiliyorsa, başka çarkları döndürmek için kullanılabilir. Fakat en alt düzeye, denize vardığında ağırlığın –yani dünyanın yerçekiminin– verdiği hareket kuvveti artık tükenmiştir ve daha yüksek bir düzeye yükseltilinceye kadar, ağırlığından dolayı harekete geçemez. Yükselme sadece meteorolojik süreçlerle gerçekleştiği için bunları da hareket veren kuvvet kaynakları olarak düşüneceğimizi hemen görürsünüz.

İnsanın, kendi çalışması ya da evcil hayvanlar çalıştırması dışında, kullanmayı öğrendiği ilk inorganik güç, su gücü olmuştur. Strabo'ya göre, Doğa bilgisi ile de ünlü olan Pontus kralı Mithridates bunu biliyordu, sarayın yakınında bir su dolabı vardı. Romalılar ise su dolabıyla ilk defa, birinci İmparatorlar döneminde tanışmışlardır. Şimdi bile dağlarda, vadilerde ya da düzenli olarak dolan ve hızla akan dere ve ırmakların olduğu her yerde su değirmenlerine rastlarız. [...]

Buhar makinelerinin ne kadar güçlü ve uygulamalarının ne kadar çeşitli olabildiğini hepiniz biliyorsunuz; yüzyılımıza damgasını vuran büyük teknolojik gelişme, gerçekte, her şeyden çok, onlarla başlamıştır. Daha önce bilinen itici güçlere göre onun en önemli üstünlüğü, belirli bir yerle sınırlı olmamasıdır. Gücün kaynağı olan bir depo kömür ve az bir miktar su, her yere götürülebilir. Dahası, buharlı makinelerin kendileri de, lokomotifler ve buharlı gemilerde olduğu gibi, hareket ettirilebilirler. [...]

Gördüğümüz gibi, ısı mekanik güç üretebilmektedir, verdiğimiz örneklerde, belirli bir miktarda fiziksel işlemle üretilen kuv-

vet miktarı her zaman kesin olarak belirlenir. Daha önce yapmış oldukları iş nedeniyle doğal kuvvetlerin daha fazla iş yapma kapasiteleri ya azalmıştır veya tükenmiştir. Bu açıdan *Isı* ne durumdadır?

Kuvvetin Korunumu yasasını bütün doğal süreçlere genelleme yolunda yapılan çalışmalarda, bu sorunun kesin belirleyici bir önemi olmuştur. Isının doğası konusundaki eski ve yeni görüşler arasındaki temel farklılık da sorunun yanıtında yatmaktadır. Birçok fizikçinin, *Doğanın* kuvvetin korunumu yasasına tekabül eden görüşe *Isının Mekanik Teorisi* demesinin nedeni de budur.

Isının doğası konusundaki eski görüş, onun bir madde, çok ince, hatta ölçülemeyen bir madde olduğu, ama yok da edilemeyen ve bütün maddelerin temel bir özelliği olan, miktarı değiştirilemeyen bir madde olduğu şeklindeydi. Doğal süreçlerin büyük bir bölümünde termometreyle gösterilebilen sıcaklık gerçekten de değişmezdir. [...]

Ancak ısıнын bir ilişkisi –mekanik işle olan ilişkisi– tam olarak incelenmemiştir. [...] Hareket halindeki iki cisim birbirine her sürtündüğünde ısı üretildiği biliniyordu, ama bunun nereden geldiği bilinmiyordu.

Bu olay evrensel olarak bilinir. İyi yağlanmamış bir araba aksı, sürtünme büyükse ısınır; o ölçüde ısınır ki alev bile alabilir; demirden yapılmış milleri olan makineler çok hızlı çalıştıkları zaman o kadar ısınabilirler ki bazen yuvalarına kaynarlar.

Algılanabilir ölçüde ısı salıverilmesi için, her zaman, güçlü bir sürtünme gerekmebilir. Bir kibritin sürtünmeyle ısınıp fosforlu kütleyi tutuşturması buna bir örnektir. Hatta, ıslak olmayan elleri ovuşturmak bile sürtünmenin ürettiği ısıyı duyumsamak için yeterlidir ve bu ısı, eller hareketsiz, üst üste durduğunda duyumsanan ısınmadan çok daha fazladır. [...]

Sadece, katı cisimlerin sürtünmesi söz konusu olduğunda, –bu sürtünme sırasında yüzeydeki parçacıkları ayrılıp sonra da sıkıştırılırlar– sürtünen cisimlerin yapılarında meydana gelen bazı değişimlerin cisimlerin gizil ısını sürtünme ısısı olarak açığa çıkardığı düşünülebilir.

Isı, sürtünme dışında, tamamen esnek olmayan cisimlerin çarpışmasıyla da ortaya çıkabilir. Örneğin bir çakmak taşını çeliğe çarparak ateş yaktığımızda veya bir çekicin kuvvetli darbelerinin etkisinde kalan bir demir çubukta olan budur.

Eğer sürtünmenin ve esnek olmayan darbelerin mekanik etkilerini araştırırsak, bunların bütün karasal hareketlerin durdurulmasını sağlayan süreçler olduğunu hemen anlarız. Hareketi, herhangi bir direnç kuvveti ile yavaşlatılamayan bir cisim, hareketini sonsuza kadar sürdürür. Gezegenlerin hareketleri bunun bir örneğidir. Ancak dünyadaki hareketlerde durum farklıdır, çünkü dünyadaki cisimler, her zaman, durağan haldeki başka cisimlerle temas halindedir ve onlara sürtünürler. Sürtünmelerini gerçekten çok çok azaltabiliriz ama asla yok edemeyiz. [...]

Sizin de günlük deneyimlerinizden kolayca verebileceğiniz bütün bu tür örnekleri gözden geçirsek sürtünmenin ve esnek olmayan çarpmaların, mekanik işin yok olduğu ve onun yerine ısının üretildiği süreçler olduklarını görürüz.

Joule, [...] katıların ve sıvıların sürtünmesiyle yok olan iş miktarını ölçtü; [...] öte yandan bu yolla ortaya çıkan ısı miktarını saptadı; sonra da ikisi arasındaki belirli bir ilişki saptadı. Deneylerinin sonucunda, iş tüketerek ısı üretildiğinde, fizikçilerin birim ısı dedikleri miktarda ısı elde etmek için belirli miktarda bir iş gerektiğini; yani, bir gram suyu bir santigrad derece yükseltmek için gereken iş miktarını saptadı. [...] Joule'un en iyi deneylerinin ortaya koyduğu sonuca göre bunun için gereken iş miktarı, bir gramlık bir ağırlığın 425 metre yükseklikten düşmekle yaptığı işe eşittir. [...]

Ters süreç için de –yani ısı ile iş üretildiğinde– ısı ile iş arasında tıpatıp aynı bağlantıların var olduğu görülmüştür. [...] Orta hızla genişleştirilen bir gazın sıcaklığı azalır. Bu soğumanın nedenini ilk saptayan Joule olmuştur. Çünkü gaz genişlerken atmosferin ve içinde bulunduğu kabın esneyen tarafının yavaş yavaş gösterdiği direnci alt etmek zorundadır. [...] Böylece gaz iş yapmaktadır ve bu iş onun ısı kaybı ile gerçekleşmektedir. Bu ne-

denle de soğumaktadır. Eğer gaz aniden, hiç direnç görmediği, tam olarak boşaltılmış bir boşluğa bırakılırsa Joule'un da gösterdiği gibi, soğuma olmaz; ya da bazı bölümleri soğusa bile başka bölümleri ısınır. Sıcaklıklar eşitlendikten sonra varılan nokta, gaz kütlesinin ani genleşme öncesindeki tam olarak aynıdır. [...]

Öyleyse belirli bir miktar ısı belirli bir miktar işe dönüştürülebilir; bu iş miktarı tekrar ısıya dönüştürülebilir, hatta başlangıçta kaynaklandığı ısı ile aynı miktarda ısıya dönüştürülebilir; mekanik bakış açısından ikisi tam olarak denktir. Bir miktar iş, başka biçimde, ısı olarak ortaya çıkabilir.

Bu olgular bizim artık ısıyı bir madde olarak görmemize izin vermezler; çünkü onun niceliği değiştirilemez değildir. Yok olan hareketin *vis viva* [yaşama gücü] sından tekrar elde edilebilir; yok edilebilir ama o zaman da hareket üretir. Bütün bunlardan ısının kendisinin bir hareket olduğu, cisimlerin en küçük temel parçacıklarının görünmeyen içsel hareketleri olduğu sonucuna varmak yerinde olur. O halde hareket, sürtünme ve çarpma ile kaybolmuş gibi görünse bile, gerçekte kaybolmamıştır; sadece görünen büyük kütlelerden, onların en küçük parçalarına geçmiştir. Buhar makinelerinde ise ısınmış gaz parçacıklarının içsel hareketleri makinenin pistonuna iletilir, orada birikir ve toplam bir sonuçta birleşirler. [...]

Şimdi de iş üreten başka tür bir doğal kuvveti –kimyasal kuvveti– ele alalım. Bugün bu iki kuvvetten de söz ettik. Onlar barutun ve buhar makinesinin ürettiği işin kökenindeki nedendirler; çünkü, örneğin ikincisinde tüketilen ısı, karbonun yanmasından –yani kimyasal bir süreçten– kaynaklanır. Kömürün yanması, karbon ile havadaki oksijenin kimyasal bileşimidir, bu iki madde nin kimyasal ilgisinin etkisiyle oluşur. [...]

Elektrik akımı uygulamak, çeşitli doğal kuvvetler arasında var olan birçok bağlantıyı açığa çıkarır. Elektrik akımıyla suyu elementlerine ayırtırdık; başka birçok kimyasal bileşiği de ayırıştırma olanağımız var. Öte yandan normal galvanik pillerde kimyasal kuvvetler, elektrik akımı üretirler. [...]

Bu örnekleri yeniden gözden geçirelim ve onların hepsinde ortak olan bir yasayı bulalım.

Yüksek bir yerde bulunan bir ağırlık iş üretebilir; ancak bunu yaparken yüksekte inmesi gereklidir. Düşebileceği kadar indikten sonra da ağırlığı yine eskisi kadardır; ancak artık iş yapamaz. [...]

Isı, iş yapabilir ama işlem sırasında yok olur. Kimyasal kuvvetler iş yapabilirler, ancak bunu yapmakla kendilerini tüketirler.

Elektrik akımları iş yapabilirler, ama bunu sürdürmek için kimyasal veya mekanik kuvvetler ya da ısı tüketmemiz gerekir.

Bunu genel olarak ifade edebiliriz. *Bilinen bütün doğal kuvvetlerin ortak bir özelliği şudur: İş yapma kapasiteleri fiilen yaptıkları iş ölçüsünde tükenir.*

Bundan başka, bir ağırlık hiç iş yapmadan düştüğünde, ya hız kazanır ya da ısı üretir. Ayrıca, düşen bir ağırlıkla bir manyetik-elektrikli makineyi çalıştırabiliriz; bu yolla da elektrik akımı üretilir.

Kimyasal kuvvetlerin ya ısı ya elektrik akımı ya da mekanik iş ürettiklerini görmüş bulunuyoruz.

Isının işe dönüştürülebileceğini de görmüş bulunuyoruz; ısıyla elektrik üretebilen cihazlar da (termo-elektrik piller) vardır. Isı, kimyasal bileşikler doğrudan ayrıştırabilir; kireçtaşını yaktığımızda karbonik asitin kireçten ayrışması gibi.

Görülüyor ki, ne zaman bir doğal kuvvetin iş üretme kapasitesi yok olsa, o başka türden bir eyleme dönüşmüştür. Organik olmayan doğal kuvvetlerin dönüşümlerinde bile, onların her birini, iş yapabilen bir başka doğal kuvvetin yardımıyla, aktif bir duruma dönüştürebiliriz. [...]

Buradan şu sonucu çıkarıyoruz: *Bütün evrende var olan iş yapabilen bütün kuvvetlerin toplam miktarı değişmez ve onların bütün değişimleri süresince sabit kalır.* Doğadaki bütün değişimlerin özeti şöyledir: Kuvvet, biçim ve konum değiştirebilir, ancak miktarı değişmez. Evren, her zaman için, herhangi bir olayla değişmeyen, ne artan ne eksilen, ve oluşan her değişimi besleyen bir kuvvet deposuna sahiptir.

İşin uygulamadaki yararları ile ilgili irdelemelerden yola çıkarak, daha önceki bütün deneyimlerin kapsamı içinde olan, bütün doğal süreçleri yöneten ve kapsayan, evrensel bir doğa yasasına nasıl eriştiğimizi görüyorsunuz. Bu kural artık insanın kullandığı pratik nesnelerle sınırlı değildir; tamamen genel olan ve bütün doğal kuvvetlerin, özellikle karakteristik bir niteliğini ifade eden bir yasadır. Genellik bakımından da kütlelenin değiştirilemeyeceği, kimyasal elementlerin değiştirilemeyeceği yolundaki yasaların yanında yer almalıdır.

Bu yasa aynı zamanda, son iki yüzyılda çok tartışılan, yanıtını bulmak için sonsuz sayıda deneyler yapılmış, cihazlar üretilmiş olan bir soruyu –daimi hareketin mümkün olup olmadığı sorusu– da sonuca bağlamaktadır. Arayış, hareket ettirici bir dış kuvvet olmadan sürekli çalışan bir makine bulmayı amaçlıyordu. Bu sorunun çözümü çok büyük kazançlar vaat ediyordu. Böyle bir makine, yakıt tüketilmesini gerektirmeyen buharın bütün üstünlüklerine sahip olacaktı. İş zenginlik demekti. Hiçten iş üreten bir makine, altın yapan bir makine kadar yararlıydı. Bu problem uzun süre altın üretmenin yerini almış ve birçok sorgulayan kafayı bile karıştırmıştı. O güne kadar bilinen mekanik kuvvetlerle daimi hareketin elde edilemeyeceği, geçen yüzyılda, yeni geliştirilmiş olan matematiksel mekanik yardımıyla gösterilebildi. Ancak ısı, kimyasal kuvvetler, elektrik ve manyetizma işbirliği içinde kullanılsalar bile, bunun olanaksız olduğu bizim yaşamız en genel ifadesiyle bilinmeden gösterilemezdi. Daimi hareket olasılığı ilk olarak kuvvetin korunumu yasası ile kesin olarak reddedildi. Bu yasa, pratik olarak, hiçbir daimi hareketin mümkün olamayacağını, kuvvetin hiçten üretilmeyeceğini, bir şeylerin tüketilmesi gerektiğini ifade etmektedir.



ALBERT EINSTEIN

İki Görelilik Teorisi

Özel ve Genel Teori, Popüler Bir Açıklama'dan (1916)

Albert Einstein (1879-1955), Mozart ve Shakespeare gibi yaratıcılığı çok özel olan kişilerden birisidir. Böyle kişilerin, başarıları o denli olağanüstüdür ki, bu ölçüde benzeri görülmemiş ve olağanüstü eserlerin kaynağının, doğaüstü değil de normal bir insan olduğuna inanmak neredeyse olanaksızdır. Bunu nasıl başardı? Einstein kendini açığa vurmaktan hoşlanmazdı; ama görelilik teorilerini, onlara ilgi duyan amatörler açıklamak için büyük çaba gösterirdi. Genel görelilik teorisini yayımladıktan kısa süre sonra, göreliliğin popüler bir açıklamasını yazdı. Fiziğin belirsizlik ilkesinin yazarı olan Werner Heisenberg'in daha sonra anlattığına göre, öğrenciyken okuduğu bu kitap onu kafasındaki matematikçilik mesleğinden vaçgeçirip fiziğe yöneltmişti. Kitabının büyük bölümünde Einstein, ileri sürdüğü şeyleri nasıl bilebildiği konusunda hiçbir ipucu vermiyor, fakat buradaki makalesinde elindeki kâğıtlara sanki bir an için bakmamıza izin veriyor. Çalışmasının ilerlemesini engelleyen bir problemden söz ediyor. Göreli olmayan bir hareket var gibiydi. Örneğin, bir araba ani olarak durursa yolcular ileriye doğru fırlar; ama arabanın bu şekilde durduğunu gören bir gözlemci öne doğru fırlamaz. Bu fark, arabanın hareketinin arabayla sınırlı olduğuna ve gözlemciye göreli olmadığına işaret eder. Bu problemi çözmek için Einstein, göreliliği yeniden tanımlamak zorunda kaldı. Aşağıdaki makalesinde bunlardan söz etmiyor; ancak aklının nasıl çalıştığına bir göz atmamıza izin veriyor. Kendisini genelleme yapmak için çabalayan bir zihin olarak tanımlıyor, –çalışma sürecindeki Einstein için yapılmış en iyi betimleme– problemi çözmeye çalıştığını ve bir çözüm vermenin çekiciliğini hissettiğini söylüyor. Neden çekicilik? Çünkü yolcuların arabada öne doğru fırlamalarının, dışarıdaki gözlemcilerin ise öne doğru fırlamamalarının görünür bir açıklaması yoktu. Buradaki hareket, modern çağda günlük yaşamın bir parçası olan ama Galileo'nun hiç aklına

gelmeyen türden bir hareketti. Haiku kadar yalın biçimde çizilen bu sahnede Einstein kendi doğasını açığa vuruyordu; çabalayan zihin, kandırmacaya sapma dürtüsüne direnen, Galileo'nun dikkate almadığı şeyle cesurca yüzleşen bir doğa.

Her hareket sadece görelî bir hareket olarak düşünölmelidir. [...] Bir toprak tepesiğı ve bir tren vagonu düşünün. Burada yer alan hareket olayını iki şekilde ifade edebiliriz; her ikisi de aynı ölçüde savunulabilir:

- a. Vagon tepeye göre hareket halindedir.
- b. Tepe vagona göre hareket halindedir.

Bizim hareketi ifade biçimimize göre referans-cismi (a) şıkkında tepe, (b) şıkkında ise tren olmaktadır. Eğer söz konusu olan sadece hareketi saptama veya betimleme ise, ilke olarak, hareket için hangi referans-cismini aldığımız önemli değildir. [...] Bu aşikârdır; ancak araştırmamızın temel konusu olan ve çok daha kapsamlı bir ifadeyle, "görelilik ilkesi" denen şeyle karıştırılmamalıdır.

Kullanmış olduğumuz ilke, sadece herhangi bir olayı betimlemek için vagonu veya tepayı referans cismi olarak seçebileceğimizi ileri sürmüyor (çünkü bu da aşikârdır). Bizim ilkemiz daha çok şunu ileri sürüyor. Eğer doğanın genel yasalarını, deneyimlerden elde edildiğı biçimde,

- a. Tepayı referans cismi,
- b. Vagonu referans cismi

alarak dile getirirsek o zaman doğanın bu genel yasaları (örneğin mekanik yasaları ya da ışığın vakumda yayılması yasası) her iki durumda da tamı tamına aynı olacaktır. Bu şöyle de ifade edilebilir: Doğal süreçlerin *fiziksel* betimlemeleri için K, K' referans-cisimlerinin hiçbirisi, ötekine göre biricik (yani⁵ "özellikle işaretlen-

5. Almanca metni İngilizceye çevirenin notu.

miş”) değildir. Birinci ifadenin tersine, ikinci ifade *a priori* doğru olmayabilir; “hareket” ve “referans cismi” kavramlarınca içerilmiyor ve de onlardan çıkarılabilir değildir; onun doğru olup olmadığı sadece *deneyle* saptanabilir.

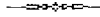
Ancak, buraya kadar, doğa yasalarının dile getirilişinde *bütün* K referans cisimlerinin birbirine denk olduğunu ileri sürmüş değiliz. İzlemiş olduğumuz yol, daha çok aşağıdaki gibidir: İlk olarak, bir referans-cismi K’nın var olduğunu varsaydık. Onun hareket koşulunun da Galileo’nun yasasıyla; yani kendi haline bırakılmış olan ve bütün başka parçacıklardan yeterince uzakta olan bir parçacığın, düz doğru boyunca ve birörnek hareket edeceğini ifade eden yasayla uyumlu olduğunu varsaydık. K referansına göre (Galileo türü bir referans-cismi) doğa yasaları olabildiğince basit olmalıydı. Ancak, K’ya ek olarak, bütün K’ referans cisimlerine de bu anlamda öncelik verilmeli ve onlar yasaların dile getirilişinde K’ya tamamen denk olmalıydılar; şu şartla ki, K’ya göre düzgün düz-doğrusal ve döngüsel olmayan bir hareket durumunda olsunlar. Görelilik ilkesi, Galileo türü referans-cisimleri için geçerli sayılmıştır, öbürleri (örneğin farklı türden hareketleri olanlar) için değil. Özel görelilik ilkesi veya özel görelilik teorisinden bu anlamda söz ediyoruz. [...]

Bunun karşıtı olarak, “genel görelilik ilkesi” deyiminden şunu anlamak istiyoruz: Doğal olguların betimlenmesinde (doğanın genel yasalarının dile getirilişlerinde) bütün referans cisimleri K, K’, vb. hareketleri ne olursa olsun, eşdeğerdirler. Ancak bu konuda daha öteye gitmeden önce, bu ifadenin daha sonra, daha soyut bir ifadeyle değiştirilmesinin zorunlu olduğunu söylemek gerekir. [...]

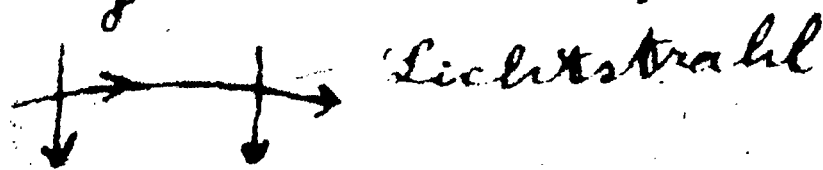
Özel görelilik ilkesinin takdim edilmesinin haklılığı kanıtlanmış olduğu için genele ulaşmaya çabalayan her zihin, genel görelilik ilkesine doğru adım atmanın çekiciliğini hissetmiş olsa gerek. Ancak basit ve oldukça güvenilir gibi görünen bir irdeleme, böyle bir atılımın başarı ümidinin, en azından şimdilik, pek olmadığına işaret etmektedir. Bizi, düzgün bir hızla hareket eden

eski dostumuz tren vagonuna koyduklarını düşünelim. Birörnek bir hareketle gittiği sürece vagondaki yolcu onun hareketini duyumsamaz; bu nedenle de hiç duraksamadan durumu, vagonun hareketsiz, tepenin ise hareket halinde olduğu şeklinde yorumlayabilir. Dahası, özel görelilik ilkesine göre, bu yorum, fiziksel bakış açısından da tamamen geçerlidir.

Eğer vagonun hareketi, örneğin frenlerin kuvvetle uygulanmasıyla, birörnek olmayan harekete dönüşürse, vagondaki kişi de aynı şiddetle ileri doğru fırladığını hissedecektir. Yavaşlayan hareket kendini, cisimlerin vagondaki kişiye göre olan mekanik davranışlarıyla belli edecektir. Mekanik davranış daha önce ele aldığımız durumunkinden farklıdır ve bu nedenle de birörnek olmayan biçimde hareket eden vagon için geçerli olan mekanik yasalarının, birörnek olarak hareket eden veya hareketsiz durum için geçerli olan yasalarla aynı olması olanaksız görünmektedir. Her durumda Galileo'nun yasasının birörnek olmayan biçimde hareket eden vagonlar için doğru olmadığı açıktır.



ne einfache Theorie
 macht die Annahme
 Lichtstrahlen in einem
 e Deviation aufzuheben
 Grav. Feld



verrückt müsste diese
 Augen und wie $\frac{1}{R}$ ab
 weg vom Sonnen-Mittelpunkt
 (radius)

$\uparrow 0,84''$



Sonne

wäre deshalb von gra

Bilimsel Hayal Gücünde Üslup

“Yazdıklarını anlamadan yazan, bu nedenle de
yazdıkları anlaşılmayan çok insan var.”

GALİLEO

En Büyük İki Dünya Sistemi

Yazın yeteneği ile bilimsel kavrayışın bir araya gelmesi, yayımlandıktan yıllar sonra da okunup hatırlanan bir dizi klasik eserin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Yine de, meslekten olan bilimciler, çoğu kez bu eserlerden, rahatsızlık duyarlar. Onlar da bunları okumuştur ve hatırlarlar. Hatta, özyaşamöykülerinde genellikle gençliklerinde böyle bazı eserlerin onları nasıl bilime yönelttiğine değinirler. Ama yine de, o eserlerin gerçek bilimi yansıtmadığını düşünürler.

Bazı bilimciler ise, örneğin Primo Levi'nin bilime katkıda bulunmak yerine ondan sadece yararlanarak popüler bilim yaptığı-

nı söylerler. Ancak bu görüş onun başarısını göz ardı etmektedir. Levi ve bu bölümde yer alan bazı yazarlar, birçok küçük bilgiyi düzenli bir bütün haline getirmişlerdir. Levi'nin kullandığı bilgiler kimyacılar ve biyologlar üretmiştir (Levi'nin kendisinin de bir kimyacı olması önemli değildir; çünkü yazdıkları kendi araştırmalarının sonucu değildir). Ne var ki, Levi bunları daha büyük bir çerçeve içine koyuyor; o zaman, bilimci olmayan ve kimya konusunda hiçbir şeye merak duymamış bir insan bile etkilenebiliyor ve "Hah anlıyorum." diyebiliyor.

Levi'nin anlattığı öyküyü okuyan kimyacılar, Levi'nin anlattığı olguları bildikleri halde, nedense, onları böyle güzel bir biçimde sıralanmış olarak düşünmediklerinin farkına varırlar. Bilgiler arasındaki bu bütünlük onların gözlerinden kaçmıştır. Meslekten olanlar, daha kapsamlı olan bu kavrayış duygusundan bazen huzursuz olurlar. Bunu daha önce kendilerinin fark etmesi gerekmez miydi? Rahatsızlıkları da, kitabın bu kısmı için seçtiğimiz türden yazıları küçümsemelerine yol açar. Yazınsal yetenekler, katedral duvarlarındaki Gargoyle'lar gibi, katedral binasını ayakta tutmaya hiçbir katkısı olmayan duvar süsleri değildirler. Bu yazarlar ne yaptıklarının bilincinde olarak, üslup ve biçim yaratırlar; çünkü parçaların bir bütün oluşturmasını bunlar sağlar.

Safdil okuyucular, çoğu zaman, ilgilendiklerinin sadece olayların içeriği olduğunu söyleyerek, yazınsal becerileri dikkate almazlar. Yarı haklıdır da: Gerçek bir tarafta durur; dilin merceği ise, uzaktan bakarak, açıklandığı iddia edilen şeyi gizler ve çarpıtır. Ancak gözden kaçırdıkları diğer yarı ise, anlamak söz konusu olduğunda dilden kaçış olmadığıdır. Her yazar sözcükleri bir biçime göre düzenlemek durumundadır; eğer en iyi sözcüğü bulmaya çalışmazsa, okuyucu onu kendi başına bulmaya bırakılmış olur. Eğer bir yazar okuyucuyu bilgiye götürecek yolu bulamazsa, okuyucu önce konuyu kaybeder, sonra kafası karışır, sonunda da öfkelenir. Bu sözcükleri ve biçimleri yaratmak, çoğu kez, yazarın bunları üreten uzmanlardan daha geniş bir anlayışa sahip olmasını gerektirir.

Bu kısımdaki anlatılar örtüşen iki gruba ayrılır. J.B.S. Haldane ve Julian Huxley'in makaleleri gibi bazıları, bilim hakkında öykülerdir. Gerçi bilimciler birçok gerçeği ortaya koyarlar, ama onları bir düzen içinde sunmada temel öge, yine onları temel alan bilimin kendisidir. Diğer makaleler, Primo Levi ve Louise Young'dan alınanlar gibi, olguların öyküsünü anlatırlar. Bilimciler arada görünse de öyküler, kendi başlarına bilmeye değer doğal süreçlerle ilgilidir. Rachel Carson'un okyanus yatağına hiç durmadan inen döküntülere ilişkin canlı anlatımı, bu türün süreci çarpıtmadan dramatize eden kusursuz denebilecek bir örneğidir.



“O, Bir Bakıma Bir Tarihtir”

Primo Levi

GALILEO GALILEI

Düşen Cisimlerin Hızları

İki Yeni Bilim'den (1638)

Galileo Galilei (1564-1642) İtalya'da ev hapsinde tutulduğu dönemde, 1638 yılında, Hollanda'da bir kitap yayımladı. Bu yayın, yüzyıllar sonra, tıpkı Sovyet yazarlarının yasaklanmış kitaplarının Batıda birden ortaya çıkmasıyla yaşanan sansasyona benzer bir hava estirdi. Galileo'nun İki Sistem adlı eseri gibi, bu yeni kitap da, artık tartışma söz konusu olmadığı halde diyalog şeklinde yazılmıştır. Simplicio yine Aristoteles'in bir temsilcisidir; ancak Salviati'nin (yani Galileo'nun) söylediklerine karşı tutumu daha uyumludur. Sagredo ise daha önceki, ikna edilecek eğitimli dinleyicidir.

Galileo bütün yetişkin yaşamı boyunca hareketin fizikini araştırmıştır. 1582'de, 18 yaşındayken bir sarkacın salınımının, salınım aralığı ne olursa olsun, hep aynı süreyi aldığını fark etmiştir. Eğer bir sarkacın 10 santimetrelik dairesel bir yay boyunca salınması 2 saniye gerektiriyorsa 20 santimetre uzunluğunda bir yay boyunca salınması için de 2 saniye gerekecektir. Bu gözlem ona olayların süresini saptamak için bir yöntem göstermişti. 1604 sıralarında buraya özeti alınmış olan tezini ispat etti: Cisimler, ağırlıkları ne olursa olsun, hep aynı hızla düşerler. Bu kitap yayımlandığı zaman, Galileo onun içeriği üzerinde 30 yıldan fazla bir süredir hem düşünmekte hem ders vermekteydi.

Galileo, bilimsel anlayışı Yunanlılarınkinden daha ileriye, bu kitapla taşımıştır. Eskiler, geometrik uzayın ve fiziksel ağırlıkların statik mekaniğini açıklamışlar ancak hareket konusunda başarısız kalmışlardı. Bu konuda belirgin bir düşünce doğrultusunu bulamamışlardı. Hareketi anlamamızı Galileo'ya ve bu makaledeki fikirlerine borçluyuz.

SALVIATI: Ben, biri öbürünün on katı ağırlığında olan iki taşın, örneğin 100 arış yükseklikten aynı anda bırakıldığında yere vardıkları andaki hızlarının farklı olacağını; ağır olan yere vardığında ötekinin olsa olsa 10 arış düşecek ölçüde farklı olacağını Aristoteles'in deneyle sınıadığını hiç sanmıyorum.

SIMPLICIO: Kullandığı dil bunu denediğine işaret ediyor gibidir; *çünkü görüyoruz ki ağır olanın* diyor; görme sözcüğü deneyi yaptığını işaret ediyor.

SAGREDO: Ama Simplicio, ben de bu deneyi yaptım. 200 arış yüksekten bırakılan yüz veya iki yüz libre, hatta daha ağır bir top mermisinin onunla aynı anda bırakılan bir tüfek mermisinden, bir an bile daha önce yere varmayacağına seni temin ederim.

SALVIATI: Deney yapmadan bile, Aristoteles'in söz ettiği gibi her ikisi de aynı maddeden yapılmış iki cisimden ağır olanın hafif olandan daha hızlı hareket etmediği, kısa ve kesin bir uslamlamayla açıkça kanıtlanabilir. Fakat Simplicio, önce bana şunu söyle: Cismin, doğanın kesin olarak belirlediği ve kuvvet veya direnç kullanılmadıkça değiştirilemeyen bir hıza ulaşacağını kabul ediyor musun?

SIMPLICIO: Tek bir ortamda hareket eden tek bir cismin doğa tarafından saptanmış sabit bir hızı olduğu, momentumu arttırmadan bu hızın artamayacağı, onu yavaşlatan bir direnç olmadan da azalmayacağı kuşku götürmez.

SALVIATI: Öyleyse doğal hızları farklı olan iki cisim alınıp bunlar birleştirildiğinde, daha hızlı olanın yavaş olan tarafından kısmen yavaşlatılacağı, yavaş olanın da hızlı olan tarafından biraz hızlandırılacağı açıktır. Bu fikrime katılıyor musun?

SIMPLICIO: Haklı olduğun sorgulanamaz.

SALVIATI: Eğer bu doğruysa ve daha büyük bir taş, diyelim, sekiz hızla, daha küçük bir taş da dört hızla hareket ediyor; onları birleştiren, ikisi birden sekizden daha küçük bir hızla hareket edecektir; fakat bu iki taş birbirine bağlandığında, daha önce hızı sekiz olan taştan daha büyük bir taş oluşturur. Böylece, daha ağır bir cisim daha hafif olan cisimden daha yavaş hareket eder; bu da senin varsayımına terstir. Görüyorsun ki, senin ağır cismin hafif olandan daha hızlı gittiği yolundaki varsayımından ben ağır cismin daha yavaş gittiği sonucunu çıkarıyorum.

SIMPLICIO: Ne diyeceğimi bilemiyorum. Bana öyle geliyor ki küçük taş büyük olana eklenince ağırlığını artırır. Ağırlığı artıranın hızı neden artırmadığını ya da hiç olmazsa azalmasını neden önlemediğini anlayamıyorum.

SALVIATI: Yine hata yapıyorsun Simplicio; çünkü küçük taşın büyük taşın ağırlığını artırdığı doğru değil.

SIMPLICIO: Hiçbir şey anlamıyorum.

SALVIATI: Seni bu duruma düşüren hatanın ne olduğunu açıkladığımda bunu da anlayacaksın. Önce, ağır cisimlerin hareket halindeki durumlarıyla, aynı cisimlerin hareket etmedikleri durumlarını ayırt etmenin gerekli olduğuna dikkatini çekerim. Terazide konulan bir taşın ağırlığı, üstüne bir başka taş değil, bir avuç kenevir tohumu koymakla bile artar; konulan tohuma göre altı ila on ons artar. Sence bu tohumları taşa bağlayıp özgürce düşmelerine izin verdiğinde, kendir taşa baskı yaparak onu hızlandırır mı, yoksa yukarıya doğru olan basıncın kısmen azalması nedeniyle onu yavaşlatır mı? İnsan üstüne konan bir ağırlığın hareketini engellediğinde onun basıncını her zaman omuzlarında hisseder. Ama ağırlığın düşeceği hızla kendisi de aşağı doğru inerse, ağırlığın hızlanması ya da ona ağırlık vermesi, söz konusu olur mu? Bunun, senin önünde, seninle aynı hızla veya daha hızlı koşan bir insanı elindeki bir mızrakla vurmaya çalışmaya benzediğini görmüyor musun? Öyleyse küçük taşın büyük taşa, durma halinde yaptığı baskıyı, serbest ya da doğal düşme sırasında yapmadığını, ağırlığın artmasına yol açmadığını görmek gerekir.

SIMPLICIO: Peki büyük taş küçüğün üstüne koyarsak ne olur?

SALVIATI: Eğer daha büyük taş daha hızlı düşerse ağırlığı artar, ama biz biraz önce, küçük taş daha yavaş hareket ettiğinde, büyüğün hızını bir ölçüde düşüreceğini; böylece ikisi birleştirildiğinde, iki taştan ağır olanından da daha ağır olan olduğu halde, daha yavaş gideceği sonucuna varmış, bunun da senin varsayımına ters düştüğünü görmüştük. Bundan da özgül ağırlıkları aynı olmak koşuluyla, büyük ve küçük cisimlerin aynı hızla hareket ettikleri sonucunu çıkarırız.

SIMPLICIO: Tartışma biçimin gerçekten övgüye değer, ancak yine de, bir saçma tanesinin bir top güllesi kadar hızlı düşeceğine inanmak bana zor geliyor.

SALVIATI: Neden bir kum tanesinin bir değirmen taşı kadar hızlı olacağına inanamıyorum demiyorsun? Simplicio, senin, tartışmayı asıl amacından saptırarak benim gerçekten bir saç teli kalınlığı kadar eksik olan bir ifademe takılıp, bu saç telinin altında da bir başkasının bir gemi halatı kadar büyük hatasını saklamaya çalışanların izinde gitmeyeceğini umarım. Aristoteles “Yüz arışlık bir yükseklikten düşen yüz libre ağırlığındaki bir güllenin, bir librelilik bir top, daha bir arış bile düşmeden, yere varacağı”nı söylüyor. Ben yere aynı anda varacaklarını söylüyorum. Deneyi yapınca, büyük olanın küçüğü iki parmak eni kadar geçtiğini; yani, büyük yere vardığında küçüğün iki parmak önünde olduğunu saptırıyorsun; Şimdi bu iki parmak arkasında Aristoteles’in doksan dokuz arışını saklayamazsın; benim küçük hatamı dile getirirken de bu çok büyük hata konusunda suskun kalmazsın. Aristoteles, aynı ortamda hareket eden, farklı ağırlıktaki cisimlerin hızlarının (hareketleri sadece ağırlığa bağlı olduğunda) ağırlıklarıyla orantılı olduğunu söylüyor. Bunu açıklarken ağırlığın saf ve bozulmamış etkisinin görülebileceği cisimlerden örnekler veriyor. Ortama bağlı olarak ağırlığın kendine özgü etkisini değiştiren, örneğin cismin biçimi gibi etkenleri önemsiz görerek yok sayıyor. En yoğun madde olan altının çok ince bir yaprak biçiminde dövüldü-

günde havada uçuştugunu görürüz; aynı şey çok ince toz haline getirilmiş taş için de geçerlidir. Eğer önermeyi genel haliyle savunmak istiyorsan bütün ağır cisimler için aynı hız oranının konundugunu; yirmi librelik bir taşın, iki librelik bir taştan on defa daha hızlı gittiğini göstermen gerekir. Ancak ben bunun yanlış olduğunu, elli veya yüz arışlık bir yükseklikten düşerlerse yere aynı anda varacaklarını iddia ediyorum.

SIMPLICIO: Eğer deney birkaç arış yerine birkaç bin arıştan yapılsa sonuç belki farklı olur.

SALVIATI: Eğer Aristoteles'in kastettiği bu ise, ona sahtekârlık demek olan bir başka hata yüklemiş oluyorsun, çünkü yer-yüzünde bu yükseklikte dik bir yer yoktur. Aristoteles'in bu deneyi yapmış olamayacağı ortada, ama yine de böyle bir etkiden, görüyoruz diye söz ettiğinde, bize bu deneyi gerçekleştirmiş olduğu izlenimi vermek istemektedir.



LUCRETİUS

Atomların Kalıcılığı

Evrenin Yapısı'ndan* (MÖ yak. 60)

Titus Lucretius Carus (MÖ yaklaşık 94-50) kendinden 250 yıl önce yaşamış olan Yunanlı filozof Epikuros'un atom kuramını açıklayan 'irrik' bir şiir yazmıştır. Bu olağanüstü bir başarıydı. Ne daha önce ne de daha sonra, hiç kimse akıl yürütmeyi şiirsel bir öğretilere dönüştürmeyi başaramamıştı. Bu başarıya, Lucretius'un şiiri Latince yazmasını da eklemek gerekir. O devirde bilim dili Yunancaydı. Ancak Lucretius ve onun kuşağından olan yazarlar kendi dillerini Yunan düşünce ve kavramlarını ifade edecek zenginliğe ve inceliğe ulaştırmak çabasıındaydılar. O ölçüde başarılı oldular ki, daha sonraki 1600 yıl için felsefe dili Latince oldu.

Atomlardan oluşan bir dünya görüşü pek değişmeden 1900'lü yıllara kadar yerini korudu. Bu görüş bütün maddelerin "bölünemeyenler" denilen, daha fazla küçültülemeyen parçacıklardan oluştuğunu ileri sürüyordu. Bu düşünce, Einstein öncesinin temel maddeci ilkesiydi. Aşağıdaki şiirde Lucretius, klasik fiziğin temel öğretisi olan, maddenin yaratılamayacağı ya da yok edilemeyeceği iddiasını dile getirmektedir. Lucretius'un bu denli ustalıkla ifade ettiği öğreti o devirden bu yana değişim geçirerek şu şekli almıştır: Madde enerjiye, enerji de maddeye dönüştürülebildiği halde, var olan toplam madde ve enerji ne artırılabilir ne de azaltılabilir.

İlkemiz şu olacak konuya girerken:

Hiçten, hiçbir şey yaratılamaz tanrısal güçle.

Ölümlülerin bunca korkuya kapılmaları,

Yerde ve gökte tanık oldukları olaylara

Gözle görülür bir neden bulamamalarındandır.

Kolaydır tanrının istemiyle açıklamak bunları.

Hiçten, bir şey yaratılamayacağını kavrayınca

* Bu parça Tomris Uyar/Turgut Uyar'ın çevirisinden alınmıştır: Lucretius, *Evrenin Yapısı*, İyi Şeyler Yayıncılık, İstanbul, 2000.

Daha açık seçik göreceğiz önümüzdeki yolu;
Nasıl oluştuğunu ve var olduğunu.
Bir kere, hiçten yaratılmış olsaydı varlıklar,
Her tür, her kaynaktan doğardı; tohum olmazdı.
İnsan denizden çıkardı, pullu balık topraktan
Ve kuşlar gökten türerlerdi durup dururken.
Sürüler, kuytularda üreyen yabanıl hayvanlar,
Ekili ya da çorak toprakları doldururlardı.
Aynı ağaçlarda bitmezdi hep aynı yemişler,
Elbet değişirlerdi, her ağaç her yemişi verirdi.
Kendine özgü doğurgan gövdelerden oluşmasaydı
Neden her varlık doğsundu aynı tür anadan?
İmdi, her varlık özel tohumundan oluştuğundan
Ancak uygun dokunun, uygun atomların bulunduğu
Yerden doğar güneş-ışıklı dünyaya.
Bu yüzden her şey rasgele doğamaz her şeyden,
Özel gücü özündedir doğumunu hazırlayan.

Neden baharda açar gül, ekin olgunlaşır yazın?
Ve üzüm neden büyüüne kapılır güzün?
Özel tohumları elverişli anda toparlanmayınca
Ortaya çıkıp, varlıklar gelişmeseydi,
Dirim bağışlayan toprak en uygun mevsimde,
Onları korunmasız sürer miydi ışıklı dünyaya?
Hiçlikten doğsalardı, zaman gözetmeden
Olmadık aylarda ürerlerdi elbet, ansızın;
Mevsimlerin hışımıyla doğurgan bileşimleri önlenen
İlksel gövdeleri olmadığından.

Dahası, serpilmeleri de belli bir süreyle
Belirlenemezdi, tohumun birikimi için gereken.
Bebekler birdenbire büyüüverir,
Ağaçlar dilediklerinde bitiverirdi topraktan.

Ama öyle değil doğanın yasası, biliyoruz.
Doğada usul usul gelişir varlık,
Kendine özgü yapıyı taşıyarak tohumundan,
Kendine özgü maddesiyle çoğalır ve beslenir,
Dahası da var: Çıkagelmezse mevsim sağanakları,
Veremez yüzgüldüren ekini toprak
Besinsiz kalınca da üreyemez hayvanlar
Ve sürdüremezler dirimlerini.
Atomları yadsıyan kuramın tersine,
Ortaktır çoğu öğeler varlıkların çoğunda,
Tıpkı ayrı sözcüklerdeki harfler gibi.

Düşünelim: Neden öylesine kocaman yaratmamış doğa,
Ki yürüyerek geçememiş insanlar okyanusu,
Elleriyle devirememişler dağları,
Ve sürdürememişler yaşamlarını kuşaklar boyu?
Çünkü varlık, doğumu için özel bir doku ister
Kendi yapısının niteliğini belirleyen,
Demek ki hiçbir şey oluşamaz hiçlikten,
Çünkü her varlık, dayanıksız havaya çıkmadan,
Kendi özel tohumundan döllenmelidir.

Son olarak görüyoruz ki işlenmemişten
Daha yetkindir işlenmiş topraklar ve
Emeğin değdiği yer, tatlı yemişlerden geçilmez.
Çünkü öyle tohumlar gizlidir ki toprakta
-Sabanla alt üst ettiğimizde-
Uyarırız verimliliklerini onların. Yoksa
Çabamıza gereksinmeden ulaşırlardı yetkinliğe.

İkinci ilke: *kurucu atomlarına ayırır bileşikleri*
Doğa ve hiçbir şeyi indirgemez hiçliğe.
Öğeler yok edilir nitelikte olsalardı
Yitip giderdi nesneler de birdenbire;

Bağlantıları koparmak, ayırmak için parçaları
Güç harcamaya bile gerek kalmazdı. Ne ki,
Yok edilmez tohumlardan oluştuğundan her şey,
Hiçbirinin yitmesine göz yummaz doğa;
Çatlaklardan içeri sızıp çözüştüren
Ya da bir vuruşta yıkan bir güç olmadıkça

Öz dokuları tükenen varlıklar, yeryüzünden
Silinebilseydi hepten, hangi kaynaktan, türetirdi
Venüs, bunca çeşit canlıyı?

Nasıl

Sürerdi yaşam ışığına? Kendisine döndüklerinde,
Nasıl bulurdu her keresinde toprak, türlerinin
Gelişmesi için gereken özel besinleri?
Nereden tazelenirdi deniz, ona kavuşan ırmak?
Esir nereden beslerdi yıldızları?
Zamanın uzun dilimi, karanlık geçmiş, elbet
Tüketebilirdi ölümlü gövdeleri, oysa
Sonsuz geçmişte, evreni durmaksızın yenileyen
Gövdeler süregelmışse, demek ölümsüzdür onlar;
Hiçbir varlık hiçliğe indirgenemez o zaman.



J. B. S. HALDANE

Böcek Toplamlarında Besin Kontrolü

Olanaklı Dünyalar'dan (1928)

John Burden Sanderson Haldane (1892-1964) 1920'leri ve 1930'ların başlarının büyük bölümünü genetik ile evrim arasında matematiksel bir bağ kurmakla geçirdi. "Çağdaş sentez" olarak bilinen çalışması, onu yüzyılın en önde gelen biyoloğu unvanının finalistleri arasına koymuştur. Haldane genel okuyucu için de birçok şey yazmıştır. Olayları canlı ve ilginç kılacak biçimde sıralamakta ustaydı; günümüzün daha yaşlı bilim adamlarından birçoğu Haldane'in yazılarının, onları gençliklerinde nasıl şaşırttığını hâlâ anımsıyorlar. Buradaki makalede okuyucular bunun sırrını fark edebilirler. Haldane doğa olgularıyla insan sorunları arasında bağlantı kurmayı çok iyi biliyordu. Örneğin seçtiğimiz bu yazıda, çağdaş insanın kötü beslenme alışkanlıklarını, böceklerin beslenme işini nasıl hallettikleriyle ilgili bir dizi şaşırtıcı olguyla karşılaştırmaktadır. Haldane'in konusu böcekler olmakla beraber, okuyucuyu yakalamak için kullandığı yem insan yararadır.

İnsanların alışkanlıkları, içgüdülerinden çok daha hızlı değişir. Günümüzde insanlar taş devri atalarımıza uygun olan içgüdülerle doğarlar ve eğer sadece içgüdülerimizi izlersek, biz de taş devri kurallarına göre davranırız. İlkel insan, büyük olasılıkla, tıpkı bir vahşi hayvan gibi, yiyecekler arasında neyin kendisi için yararlı olduğunu, aşağı yukarı "biliyordu". Çağdaş insan ise bilmiyor; bildiği zaman da onu elde edemiyor. Oturarak çalışan insanlar, avcılara uygun olan yemekler yiyorlar. Modayı izleyen kadınlar, dans etmek için gereken enerjiyi midelerine bol bol çikolata indirerek sağlamaya çalışıyorlar. Uygun bir diyet saptamak için insanların gerçekten akıllarını kullanmaları gerekir. Ancak böcek toplumunun üyeleri benzer bir sorunu, içgüdüsel ve fizyolojik bir yöntem uygulayarak çözmüşler. İnsan aklı için oldukça tuhaf ve çoğunlukla tiksiniç gelen, ancak insanların icat ettiği her-

hangi bir besin kontrol yöntemi kadar etkili olan yöntemlerle, ortak besin kaynağının en iyi paylaşımını geliştirmişler.

Akıllica dağıtımın ön koşullarının ne olduğuna bir bakalım. Çok ufak miktarlarda gerekli olan su, tuzlar ve vitaminler dışında, yiyecekler karbonhidratlar, yağlar ve proteinler olarak sınıflandırılabilir. Karbonhidratlar arasında şeker, nişasta ve benzerlerini sayabiliriz. Yağlar, kimyasal yapıları birbirine benzeyen sıvı yağları ve yağ asitlerini içerirler. Bunların ikisinde de azot veya kükürt yoktur; daha çok yakıt olarak işe yararlar; yani, oksijenle birleşerek hayvanların ısınmaları, kaslarını ve öteki organlarını çalıştırmaları için kullandıkları enerjiyi açığa çıkarırlar. Proteinler ise büyüme sırasında canlı dokuları oluşturmak için, daha sonra da günlük yaşam sırasında yaralanan ve eskiyen dokuları tamir için gereklidir. Bir hayvanla bir otomobilin gereksinimlerini kıyaslarsak, her ikisinde de suyun işlevi aynıdır; soğutma ve istenmeyen maddeleri alıp götürme. Karbonhidratlar ve yağlar benzine karşılık gelir; proteinler yedek parçalara, vitaminler de herhalde motor yağına. Bir trenin yedek ahşap bölümlerinin yakıt olarak kullanılabileceği gibi, gerçekte proteinler, enerji kaynağı işlevi de görebilirler; ancak hayvanların çoğu bunları tek kaynak olarak yetersiz bulur.

Büyümekte olan bir hayvanın bir erişkine göre daha fazla proteine gereksinimi olacağı aşîkârdır. Bebekler sadece sütle beslenir; yetişkinler ise, içgüdüsel olarak onu nişastalı besinlerle destekler. Ancak bebek kendisini sıcak tutmak ve minicik kaslarını çalıştırmak için bir miktar yağ ve karbonhidrata da gerek duyar, süt de bunları içerir. Yaban arısı kurtçuğu soğukkanlı ve az hareketlidir. Proteinden başka pek az şeye gereksinimi vardır. Yetişkin işçinin ise, yoğun hareketli kısa yaşamı süresince çok az proteine, ama çok çok yakıtı ihtiyacı vardır. Bu nedenle, işçilerin kurtçuklara verdiği besin, çoğunlukla çiğnenmiş sineklerden oluştuğu halde, yine de gerekenden fazla karbonhidrat içerir. İşçi arı, kusma yoluyla kursağından çıkardıklarıyla kurtçuğu beslemeye geldiğinde, kurtçuk da, kendisine bir yararı olmayan ama

hareketli bir böcek için yakıt olarak değerli olan şekerli bir damla sıvıyı ikram ederek ona teşekkürlerini sunar.

Balarılar bu işi bir adım ileriye götürür. Onların besin kaynakları neredeyse saf şekerli su olan nektar ve büyük ölçüde proteinden oluşan polendir. Bir arı, aynı çiçekten hem nektar hem de polen almaz. Kovanda ise nektar bal olarak depolanır, polen de “arı ekmeği” olarak ayrı yerde depolanır. Bal daha çok kışın, enerji ve ısı için kullanılır; arı ekmeği, biraz da balla beraber, kurtçukları beslemekte kullanılır. Daha da ilginç olan, kurtçukların ilerideki mesleklerine göre değişen, farklı karışımlarla beslenmeleridir. Kraliçe arılarla işçi arılar döllenmiş yumurtalardan, bal yapmayan erkek arılarsa döllenmemiş yumurtalardan çıkarlar. Kraliçelerle işçiler arasındaki farkın da larvaya verilen besinle belirlendiği görülüyor. Böylece kovandaki besin kontrolü aynı zamanda doğum kontrolü de olmaktadır.

Beslenme sistemleri içinde en akıl almaz olanı termitlerinkidir. Bu karıncalar hemen hemen tamamen, çoğu hayvanın hazmedemediği odunla beslenirler. Aslında termitler de onu hazmedemezler ama bağırsaklarında bu işi onlar için yapan tek hücreliler [protozoa] vardır; tıpkı atların ve ineklerin samanı hazmetmelerine yardımcı olan bakteriler olduğu gibi.

Vücutlarında ayrıca, baklagillerin köklerinde bulunan bakteriler gibi, havadaki azotu katı duruma getiren başka organizmaların bulunduğu ilişkin kanıtlar vardır; böylece ev sahiplerinin, besinlerinde protein almalarına gerek kalmamış oluyor. Ancak odunun sindirim süreci, tek bir karıncanın vücudunda tamamlanamayacak ölçüde yavaştır, onun için bir karıncanın yarı sindirilmiş dışkıları bir başka karınca tarafından yenerek, süreç aşamalarla tamamlanır ve artık içinde sindirecek bir şey kalmamış olan en son bakiye, çürümesi olanaksız olduğu için, yuva yapı malzemesi olarak kullanılır. Çok tiksiniç görünen bu süreç, yarı sindirilmiş gıdanın ince bağırsaklarımızın bir bölümünden bir başka bölümüne geçmesinden farklı bir şey değildir. Tek bir termitin bağırsağı sindirim için yeterince uzun değildir. Ancak termitlerden sadece ba-

zıları bu ortak sindirim işleminde görev alabilirler. Termit yuvalarında, kraliçeler ve erkek termitler dışında başka başka kastlara mensup işçiler ve büyük çeneli askerler bulunur. Bu çeneler odunu çiğneyemeyecek ölçüde hantal olduklarından, askerler de kraliçeler gibi, işçiler tarafından bir çeşit tükürükle beslenirler.

Demek oluyor ki termit toplumları, fizyolojik işlevlerden ve içgüdülerden oluşan bir temele dayanmaktadır. Bunların her ikisi de, memeli bir anne ile yavruları arasındaki ilişkinin temelinde yatan öğeler gibi, karmaşık ve ayrıntılı biçimde örgütlenmiştir. Ancak ne yazık ki, böcek toplumları insanlarınkinden daha mükemmel değildirler; içgüdülerin belirlediği bir ekonomik sistemde asalaklar kolayca bir yer edinebilmektedirler; tıpkı, aynı şeyin bilinçli kişisel çıkar, akıl veya başka etkenlerle belirlenen insan ekonomisi için de geçerli olması gibi. Bir karınca veya termit yuvasında yiyecek istemenin doğru yöntemi, vericiye yavaşça dokunmak, bir damla tatlı salgı ikram etmektir. Bunu yapacak ilke sahibi olmayan bir böcek de her zaman bulunabilir. Çalışmaları insan toplumlarını konu alan kişiler, eğilimlerine göre, bu parazitleri, hırsızlarla, bira üreticileriyle bolşeviklerle, bankacılarla, piskoposlarla, çifte bahişçilerle kıyaslayacaklardır. Bunlar ara sıra toplumlarına yararlı da olabilirler. Örneğin yuvanın savunmasına katılırlar, ancak görebildiğimiz kadarıyla, genellikle yararsızdırlar; çoğunlukla sadece yiyecek yetinmeyip larva aşamasındaki karıncaları da yerler.

İnsanlık besin seçiminde içgüdü yerine akıl kullanmaya geçişin sancılarını yaşamaktadır. “Canınızın çektiğinin birazı size çok iyi gelir” [*A little of w’ot yer fancy does yer good*] anlayışı artık bizim böceklerde olduğu gibi, yeterli değildir ve bunun tam tersi olan tutuma hemen geçmek için de henüz yeterli bilgimiz yok. Ama savaş deneyimi bize, bilimsel bir yaklaşımla oldukça sıkı bir vesika [*ration*] uygulamasının mümkün olabileceğini göstermiştir. Ancak her geçen ay, her bireysel durum için en iyi olan beslenme diyetini öğrenmeye biraz daha yaklaşıyoruz. Bu bilgi, böceğin içgüdüğü kadar verimli ama ondan sonsuz ölçüde daha esnek olmak zorundadır.

JULIAN HUXLEY

Hayvanlarda Kur Yapma

The Yale Review'dan (1943)

Julian Huxley (1887-1975), "Darwin'in Buldoğu" olarak tanınan T. H. Huxley'in torunuydu; bunun dışında kendisi de önemli bir biyolog ve evrim teorisyeniydi. Ayrıca, öğrencilerinde en iyiyi esinlemesini bilen harika ve cömert bir öğreticiydi. Öğrencisi Charles Elton'u *Hayvan Çevrebilimi (Animal Ecology)* (1927) kitabını yazmaya teşvik etti. Hayvanların çevresini araştırmanın, kendi başına bir disiplin olmasına bu eserin yol açtığı kanaati yaygındır. Bir başka öğrencisini, Edmund Ford'u da *Mendelizm ve Evrim'i [Mendelism and Evolution]* (1931) yazması için zorladı; bu kitap da Darwin'in fikirleriyle modern genetiğin sentezini yapan ilk kitaptır.

Yüzyılın ortalarında Huxley, en gözde bilim adamlarından biriydi; yazıyordu, radyoda konuşmalar yapıyordu. *Evrim: Modern Sentez [Evolution: The Modern Synthesis]* kitabı onyıllar boyunca standart bir eser olarak kitapçı raflarında yerini korudu. Bu kitap, Ford, Haldane ve başkalarının, genetikle evrim teorisini bağdaştıran çalışmalarını tamamlıyordu.

İlgi ve yetenek bakımından, çağdaşı olan Haldane'e çok benziyordu. Her ikisi de, olguları boncuklar gibi yan yana dizip bunlarla insan sorunları arasında ilişki kurarak, onları çok ilginç ve bilinmeye değer kılmakta ustaydılar. Bu makalede Huxley, daha önceki kişisel bir projesini, evrim ile, günümüzde etoloji denen hayvan davranışını araştırma arasında bir bağlantı bulmak için yabani kuşları gözlemleme projesini geliştirmektedir.

Bilgi edinmenin bir sakıncası, yeni bilgisizlikleri ortaya çıkarmasıdır; yani daha çok bilgi, daha çok soru demektir. Dikkatli avcılar, avlak bekçileri, amatör doğa meraklıları ve profesyonel biyologlar sayesinde, hayvanlarda eş edinme olgusuyla ilgili davranış ve yapı özellikleri konusunda artık birçok bilgiye sahibiz. An-

cak öğrenilen her olgu hemen bir dizi ısrarlı soruyu beraberinde getiriyor –neden? neden? neden?

Erkek geyiklerin neden tavus kuşları gibi güzel ve uzun kuyrukları (uzun etekleri demek daha yerinde olur) yok; ya da tersi, tavus kuşlarının başlarında erkek geyikler gibi kemikli çıkıntılar neden yok? Erkek köpekler ve atlar, erkek sülün veya yaban kazları gibi parlak süslerle neden donatılmamışlar ve neden bül-bül ve alaycı kuş gibi ötmüyorlar? Neden erkek fil-aybalığı veya toykuşu dişisinden çok daha büyük de öteki hayvanların çoğunda her iki eşey de yaklaşık aynı büyüklükte? Maymunlar, kuşlar (ve balıklar) bütün renk yelpazesini taşırlarken, neden memelilerin çoğu siyah, beyaz, gri, kahverengi, koyu kırmızı ve sarı ile sınırlı?

Aynı gruptan olan kuşlar arasında neden bazılarının (karga veya gerdanlı dalgıç) her iki eşeyi de göze çarpıcı, bazılarının (serçeler ve tarla kuşları) her iki eşeyi de hiç dikkat çekici değil, yine bazılarının erkeği çarpıcı (ördeklerin çoğu ve bazı ispinozlar), dişisi ise çarpıcı değildir? Gösteriş için özel tüylerin ve süslerin olduğu durumlarda, neden bazen bunlar erkeklere özeldir de (sülün ve cennet kuşları) başka türlerde her iki eşeyde de bulunmaktadır (balıkçıl veya dalgıç kuşları). Kuşlarda ötme, neden hemen hemen sadece bir grup kuşa özeldir? Ya kuşlar neden öterler? Kuşların çoğu tünemiş durumda öterken tarlakuşu ve incirkuşu neden havada öter?

Çayır tavuğu, dövüşken kuş veya cennet kuşları gibi kuşların neden ortak kur yapma alanları var ya da en azından sürüler veya gruplar halinde kur yaparlar? Tavuskuşunun uzun kuyruğu gibi günlük yaşamla ilgili işlerinde sahiplerine engel oluşturan süslerin gelişmesine evrim nasıl izin vermiş olabilir? [...]

Olguların ısrarla akla getirdiği sorulardan küçük bir seçme sunduk. Gariptir ki geçen yüzyılın ortalarına gelinceye kadar bunlara yanıt bulmak için pek ilgi ve çaba gösterilmemişti. Bunun başlıca nedeni, özel yaratı teorisinin biyoloji alanındaki etkinliği hâlâ sürdürüyor olmasıydı. Bu kuram, binlerce hayvan türünün

hepsinin, bugün gördüğümüz, kendilerine özgü yapıları ve davranışlarıyla bir defada bu biçimleriyle yaratılmış olduklarını varsayıyordu. Dahası, biyologlar bile, hayvan davranışlarını insanlari-kindenden bağımsız olarak yorumlamaya daha yeni yeni başlıyorlardı. Burada ele aldığımız konuda ise bu antropomorfik (insan-biçimci) eğilim, hayvanlarca sergilenen davranışları insanların kur yapmalarına ilişkin kavramlarla yorumlamak şeklinde kendini gösteriyordu –kuşların ötüşleri bir tür serenat, canlı renkli tüyler en iyi elbisenizi giymekle eşdeğer, dövüşme bir geline sahip olmak için yapılan düello vb. idi.

Evrim fikrinin kabul görmesiyle bütün bunlar değişti. Hayvanlar her zaman, bizim onları şimdi gördüğümüz gibi değillerdi. Çağdaş kişiliklerine yavaş yavaş ulaşmışlardı. Bütün özelliklerinin açıklanması gerekiyordu, çünkü biyolojik bir neden olmadan hiçbir şey evrim geçiremezdi. Benim sormuş olduğum türden problemlerle ilk ilgilenen kişi Darwin'dir. Erkek geyiklerin boy-nuzları ve tavus kuşunun uzun kuyruğu gibi erkeklere özgü silah ve süsleri açıklamak için özel bir kuram ileri sürmüştür. Ona göre, bu özellikler var oluşlarını "cinsel seçim" –bir eşe sahip olabilmek için rakip erkekler arasında bir dövüşe veya rekabete dayanan seçim– dediği bir şeye borçluydular. Başarılı erkekler kendilerini üretebilir, başarısızlar üretemezdi; böylece, bu cinsel mücadelede başarıya yol açan özellikler kalıtımla kuşaktan kuşağa geçerek yavaş yavaş gelişmişlerdir.

Bu varsayım, ileri sürüldüğü 1871 yılında akla yakındı; ama yavaş yavaş onun kapsamadığı ve açıklamadığı yeni olgular ortaya çıktı. Anlaşılan Darwin, her iki eşeyde de gelişmiş olan ve beraberce sergilenen çok sayıda özellikten habersizdi. Ayrıca erkeklerdeki parlak renklerin birçoğunun dişileri etkilemek için değil, sadece erkek rakiplerini tehdit etmek için kullanıldığı anlaşılmıştır. Bundan başka, ötücü kuşların çoğunda erkeklerin hem tekeşli olmaları, hem de gösterilerine, ancak o sezon için eşlerini bulduktan sonra başlamaları sorun yaratıyordu; öyleyse o gösterilerin eş seçimiyle bir ilgisi olamazdı.

Bunlar ve başka bazı nedenlerle, Darwin'in cinsel seçim teorisi yüzyılın ilk yıllarında gözden düştü. Ancak olgular ortadaydı ve soru sormayı sürdürüyorlardı. Birçok sabırlı gözlem ve bazı deneyler sonucunda yanıtlar yavaş yavaş belirmeye başladı. Günümüzde, bütün bunlardan, artık, bir ölçüde genel bir anlam çıkarabiliyoruz. Erkeklerin silahları ve parlak gösteri özellikleri, evrimlerini seçime borçludurlar; ancak bu, Darwin'in kullandığı anlamda şematik bir cinsel seçim değildir.

Çok belirli silahlar konusunda durum Darwin'in söylediklerine çok yakındır. Bunlar eş edinme mücadelesi için geliştirilmişlerdir. Bundan başka, bir harem dolusu dişi için savaşıldığı zaman, bu süs ve silahlar beklenebileceği gibi daha da çarpıcı olmaktadır; çünkü o zaman, kazananın, ahfadının daha kalabalık olması şeklindeki üstünlüğü, birçok kere katlanmış olmaktadır. Bir geyiğin boynuzları, bir erkek bizonun yelesi ve ön tarafının daha gelişmiş olması, bir erkek fil-ayıbalığının devasa cüssesi bu tür örneklerdir. Ancak, Darwin'in döneminden bu yana yeni yeni anlaşılan bir başka incelik daha ortaya çıktı. Savaşmak hem yorucu, hem tehlikelidir; o halde, bir eş bulmak için savaşmak gerekiyorsa bu biyolojik bir anlamda kârlıdır; ancak bu amaca savaşmadan ulaşılabilirse daha da iyi olur. Böylece bu özellikler gerçek savaş gücü yerine, savaş gücünün bir simgesi olarak, bir tehdit hatta bir blöf aracı olarak kullanılmak için gelişmişlerdir. [...]

Kuşların sıkça karşılaştıkları bir başka tehlike daha vardır; özellikle ötücü kuşların çoğunda olduğu gibi, erkeğin geniş bir bölge üzerinde kendi kullanımı için hak iddia ettiği durumlarda ortaya çıkar. Bütün üreme süreci bu bölgede yer alır. Dişiler sadece böyle bir bölgeye sahip olan erkekleri eş olarak kabul ederler; yuva orada yapılır, ana baba kuşlar, yavruları için yiyeceği de bu bölgeden edinirler. Erkekler böyle bir bölgeye sahip olmak için şiddetle dövüşürler; ama yine de, kavgadan kaçınmayı yeğlerler. Bölgesi olmayan bir erkek kuş, çoğu zaman savaş riskini göze almak yerine, sahipsiz bir bölge aramayı tercih eder. Demek oluyor ki, bir bölgeye sahip olduğunu ilan etmek biyolo-

jik yönden önemlidir: Bazı rakiplerin bölgeye tecavüzünü önleyerek savaşıma gereğini ortadan kaldırabilir. Bu duyuru, aynı zamanda dişi kuşlara da yöneliktir: Tam bir bölge efendisi de dahil, burada yerleşecek ilk dişi kuşun hizmetindedir. Bu ilan iki amaca birden yönelik olduğundan –eş cezbetmek ve rakipleri uyarmak– sadece iyeliğin simgesi olmalı [...] ve gösterişli olmayı öne çıkarmalıdır.

Kuşların şarkılarının ve erkek ötücü kuşların gözcü renklerinin kökeninin böyle olduğu anlaşıyor. Yılda bir gerçekleşen üreme işi erkeklerin bölgelerini belirlemeleriyle başlar. Göçebe türlerde, önce erkekler göç eder; böylece bölgeye dişi kuşlar gelmeden birkaç gün önce bölgesini edinmiş olur. Bundan sonra da, erkek kuş her günün büyük bölümünü öterek geçirir; ötmek için göze çarpıcı birkaç tünekten bazen birini bazen de öbürünü kullanır veya eğer tarlakuşu gibi açık arazi kuşu ise uçarken öter. Erkeğin ötüşü, genel olarak henüz yanına bir dişi gelmemişken doğrudur. Bu dolu dolu ötüş erkeğin kendi bölgesinin sahibi olduğunun işaretidir. Bunu işiten başka erkek kuşlar çoğu zaman, bölgeye girerek ciddi bir kavgaya bulaşmayı göze almaz, uyarıyı dikkate alarak sınırsız bir alan bulmak için uçup giderler. Buna karşılık, şarkı dişi kuşların dikkatini çekecektir, çünkü olası bir yuvayı haber vermektedir. Eğer orada bir dişi kuş varsa sonradan gelen dişi onunla dövüşecektir; eğer yoksa, oraya yerleşecek ve artık o mevsim için eşini bulmuş olacaktır.

Hepimizin bildiği gibi kuşlar yılın başka zamanlarında (sonbahardaki tüy dökme döneminden sonra) veya başka durumlarda da (örneğin öfkeli oldukları zaman) öterler. Ayrıca, tek bir kuşun kendini “iyi hissettiği” zamanlarda da öttüğünden kuşku yoktur. Ancak bu, kuşun ötmesinin evrimsel kökeninin bölgedeki erkek kuşun dikkat çekme gereksinimi olduğu görüşüyle çelişmez; olgularla uyum içinde olan da sadece bu görüştür.

Sakakuşu, karatavuk ve tepeli ispinozlar gibi birçok ötücü kuşta erkeklerin göz alıcı renklerinin de benzer bir amacı vardır. Erkek bir kuşun varlığını en dikkat çekici biçimde ilan ederler.

Ötücü kuşlardaki ötmenin ve erkeklerin göze çarpıcı olmalarının biyolojik anlamı hakkındaki genel kuram kabaca böyledir. Ancak, çeşitli türler arasındaki ayrıntılı farklılıkları araştırdığımız zaman bunun ötesinde çok sayıda ilginç olgu ve ilkelerle karşılaşırız. Ötücü kuşlar hakkında en ilginç şeylerden biri de çok yakın zamana kadar doğa bilimcilerinin pek ilgilenmediği bir konu, birbirlerine çok yakın türlerin erkekleri arasındaki sıkça rastlanan farkların derecesidir. Örneğin ardıçkuşu familyasında temel renk kahverengidir, göğüs ve alt kısımlar da benekli. Halbuki Amerikan ardıçkuşunun göğsü kestane kırmızısıdır; Avrupa tavuğu ise simsiyahtır, gagası da altın sarısı vb. Yine, ispinoz ve kirazkuşunun bütün türlerinin erkekleri farklı renklerde dir.

Açıklama *farklı* sözcüğünde yatmaktadır. Erkek kuş kendi bölgesi içinde göze çarpıcı olmak zorundadır. Dahası, başka türlerin özellikle de yakın akraba olan türlerin, erkek kuşlarından farklı olmalıdır. Böylece başka türlerin dişilerinin kendilerini olası eş olarak takdim etmeleri sonucu ortaya çıkacak melezleşmenin veya gerçekte rakip olmayan başka kuşlarla dövüşmenin yol açacağı biyolojik israf mümkün olduğunca önlenmiş olur.

Farklılık, göze olduğu kadar kulağa da hitap etmelidir. Bu nedenle akraba türlerin genelde, tüylerinde olduğu kadar ötmelelerinde de farklı olduklarını görüyoruz. Ancak ayrıntılara girdiğimizde, bazı akraba türlerin çok benzer görüldüğü ama ötüşlerinin çok farklı olduğu durumlarla karşılaşırız. Neden böyledir? Bu tür kuşlar benzer görünürler, çünkü keşfedilmek istemezler ve bulundukları ortama uyan bir renk geliştirirler—kırsaldaki incir kuşları benekli kahverengi; yaprak döken ağaçlarımızdaki yaprak-sinekkuşları soluk yeşil. Görsel korunma gereği görsel ayırt edilme gereğine üstün gelmiştir. Öyleyse geriye kalanı, yani ötmeyi, vurgulamak daha da önem kazanır. Bazı durumlarda evrim çok ilginç sonuçlara yol açmıştır. İki Avrupalı yaprak-sinekkuşu yani şakacı-sinekkuşu ve söğüt-sinekkuşu tamamen aynı görünürler ve çoğunlukla aynı bölgede yaşarlar. İkincisinin tipik bir sinekkuşu ötüşü olduğu halde birincisinin tekrarlanan iki nota-

dan oluşan bir ötüşü vardır (adını da bundan almıştır). Ancak bazen ötüşünün sonunda kısa ve hafif bir şekilde öterek, şarkısının söğüt-sinekkuşunununkine benzer bir şarkıdan geliştiğini de ondan olabildiğince farklı olmak için öyle geliştiğini açıklar gibidir. [...]

Ancak, rakipler için uyarı, eşler içinse ilgi çekici olan bütün bu abartılı şarkılar ve göz alıcı renkler, normal anlamda gösteriş ve kur yapmaya yönelik değildir; temelde, bölgesel hâkimiyet ilan etmektedirler. Bölge sahibi olan, bölgesel dediğimiz kuşlar gerçek gösteriye de girişirler, ama bu, bölgeye bir dişi kuş yerleştikten ve kuş çifti bir mevsim için veya kuluçka için eşleştikten sonra başlar. Öyleyse, Darwin'in kur yapmanın eş seçimiyle ilgili olduğu yolundaki ilk düşüncesinin burada geçerli olmadığı açıktır. Yine de erkeğin gösterileri abartılıdır ve çoğunlukla tekrarlanırlar: Kanatların aşağı sarkıtılması, kuyruğun yelpazelenmesi, ibiğin kaldırılması, acayip duruş biçimleri ve bir sürü gariplikler. Parlak renkli tüyler de varsa, bu gösteriler daha da gösterişli olurlar. Eğer biyolojik bir anlamı ve avantajı olmasaydı, bütün bunlar geliştirilmiş olmazdı. Bu bilmece uzun süre çözümsüz kaldı. Ancak son yirmi otuz yıldır bir yanıt bulmuş gibiyiz. Bir kere, dişiyi çiftleşmeye hazır olma bakımından uyarıyorlar, ayrıca da üreme organları üzerinde fizyolojik etkileri var, onları olgunlaştırıp harekete geçiriyorlar.

Çiftleşmeye hazır olmayı saptayan şey temelde, tümüyle fizyolojik faktörlerdir; üreme organlarındaki bezlerden kan dolaşımına hormon salgılanması gibi; "kızıışmış" dişi kediler, köpekler ve diğer alt memelilerde olan da budur. Bu durumda, çiftleşme için hazır olmanın yanında isteklidirler de; bu nedenle erkeğin gösteri yapmasına gerek yoktur –yapmaz da.

Kuşlarda ise öyle olmaz: Kısa süreli özel bir "çiftleşmeye hazırlık" hormonu salgılanmaz, bu hazırlık daha çok psikolojik ve duygusaldır. Bu nedenle, kuşlarda erkeklerin gösteri yapması, dişinin duygularını uyararak çiftleşmeye hazır bir düzeye getirmek için bir araçtır. Bazen, örneğin, kendisine hiç aldırmayan bir dişi önünde bütün ihtişamını sergileyen bir tavuskuşu gördüğümüz-

de, bu söylenenler pek olası gibi görünmeyebilir. Ama, erkek gösterisine bir reklam olarak bakılabileceğini de unutmamalıyız; nitekim insanların dünyasında üreticiler reklam için çok büyük paralar ödemeyi göze alırlar; yüz kişiden doksan dokuzu üzerinde ya da yüz reklamın doksan dokuzunda hiç etkisi olmasa da. Hem erkek kuş için hem de üretici insan için önemli olan soru, bu masraf veya emeğin sonuç verip vermediğidir.

Birinci nokta budur, buna bir şey daha eklenebilir. Kuşlarda duygusal uyarımların, merkezi sinir sistemi ve iç salgı bezleri yoluyla yumurtaların olgunlaşmasında yardımcı olabileceği artık tamamen anlaşılmıştır. Kumrulara, izole edilmiş bir dişi, başka kafesteki bir erkeğin kendisine gösteri yaptığını görmesi sonucunda, yumurta geliştirip yumurtlayabilmektedir (doğal olarak, yumurtalar kısırdır). Bunun gibi, verimsiz gibi görünen erkek gösterilerinin büyük bölümü (erkek serçelerin dişiler önünde yaptıkları gibi) gerçekte dişinin yumurtalıklarında yumurtaların olgunlaşmasına yardım etmektedir.

Olumsuz mevsim koşullarında bunun özel bir biyolojik yararı vardır. Değişken hava koşullarının kuşları üremekten alıkoyabileceği iyi bilinmektedir. Hava soğuk ve yağışlı geçmişse, kuluçkadaki yumurta sayısı, ortalama olarak, iyi havadakilerden daha düşüktür. Gösterinin üretkenlik üstünde yaptığı olumlu uyarıcı etkiler nedeniyle ardında daha fazla birey bırakması, erkek bireyin hem kendisi için, hem de türü için biyolojik bir üstünlüktür. [...]

Oldukça yakın bir zamanda, ilginç bir başka şey daha aydınlığa kavuşmuştur: Gösterinin üreme organları üzerindeki bu genel duygusal uyarıcı etkisi, bireyden bütün gruba geçebilmektedir. Başka deyişle, eğer üreme mevsiminde bir grup kuş bir arada toplanmışsa, bir erkeğin eşine kur yapması öbür kişileri de etkilemekte; genel olarak, gösterinin yol açtığı heyecan bütün grup tarafından paylaşılmaktadır. Bunun martılardaki etkisi, büyük gruplarda, yumurtlama döneminin küçük gruplara göre daha erken olması ve daha kısa bir zamana yoğunlaşmasıdır, bu da, düşmanların kaptığı toplam yumurta ve yavru sayısını azaltmaktadır.

Kuşların çoğunun gösterilerini kalabalık gruplar içinde, –toplu halde yaşayan çeşitli türler için yuvada veya başka hiçbir amaçla kullanılmayan özel yerlerde– alenen yapmasının nedeni bu grup-uyarıcı etkiyle kolayca açıklanmaktadır. Orman tavuğundan cennet kuşuna, değişken kuş gibi bataklık kuşlarından, manakin gibi ötücü kuşlara kadar, birçok kuş türü için toplumsal gösteri bölgeleri bulunmuştur.

Kuşların kur yapmaları konusunda tümüyle farklı iki yöntemden söz etmek yerinde olur; çünkü bunlar yaşama biçimi ile gösterinin biçimi arasındaki ilişkiyi açıkça ortaya koyarlar. Bunlardan birisi tümüyle erkeğe özgü olan, gösterinin abartılmasıdır. Bunu, şimdiye kadar söz ettiğimiz tekeşli (en azından bir üreme mevsimi için) olan kuşların aksine, çokeşli veya cinsel alışkanlıkları rasgele olan kuşlarda görüyoruz. Sülünler, tavuskuşları, çeşitli türden orman tavukları, cennetkuşları, döğüşken kuşlar: Bütün bunlarda kuluçkaya yatan ve yavrulara bakan dişilerdir; bu nedenle de donuk renkli ve gösterişsiz olmaları gerekir. Erkeklerin işlevleri ise olabildiğince çok eş temin etmektir; bu nedenle de görünüşleri çok çarpıcı, gösterileri de çok abartılıdır. [...]

Terazinin öbür kefesinde, hem dişi hem de erkeklerin bütün üreme etkinliklerinde eşit ya da hemen hemen eşit rol oynadıkları çeşitli kuş türleri bulunur. Bunlar yuva yapmakta, kuluçkaya yatmakta, yavruları besleyip bakmakta eşit ya da neredeyse eşit rol oynarlar. Bu kuşların çoğunda (cennetkuşları ya da çiftlik horozunun tersine) bu eşitlik, görünüme ve gösteriye de yansır; her iki eşey de özel parlak tüylere sahiptirler ve bunları benzer gösterilerle birbirlerine gururla sergilerler. [...]

Karşılıklı gösteri yapma, temelde, bölgesel kuşların tek taraflı gösterileriyle aynı biyolojik anlamı taşır. Çiftleşmeye hazır olmak için uyarmak ve üreme organlarını olgunlaştırmak. Ancak bunun bir başka işlevi daha varmış gibi görünüyor. Karşılıklı törenler çifte, büyük duygusal doyum veriyormuş ve aralarında bir bağlılık oluşturarak üreme sezonu boyunca onları beraber tutmaya yardımcı oluyormuş gibidir. Biyolojik bakımdan bu önemlidir.

Çünkü eğer yavrular yumurtadan çıkınca bakılıp büyütüleceklerse, ana babalarının işbirliği zorunludur. Karşılıklı gösterilerin, yumurtlama dönemiyle sona ermeyip, üreme mevsimi boyunca, yavrular kendilerine bakacak duruma gelene kadar sürmesi bu sonucu doğrulamaktadır.

Düşmanların dikkatinden kaçma zorunluluğu ile rakiplerin ve eşlerin dikkatini çekme gereksinimi konusuna yukarıda değindim. Bu, bizi bazı çok ilginç sonuçlara götürmektedir. Bu iki gereksinim birbirleriyle çelişen biyolojik taleplerde bulunurlar; birisi göze batmama, öteki göze batma. Bu aykırılık, durumun koşullarına göre değişen, birbirlerinden tamamen farklı, birçok yolla bağdaştırılmaktadır. Eğer tür savunmasızsa, açık bir bölgede yaşıyorsa ve düşmanından saklanması zorunluysa, o zaman, tarla kuşunda olduğu gibi, her iki eşeyin renkleri tamamen korunmaya yöneliktir. Erkeğin gösterisi kanatları indirmek, dikkat çekici parlaklıktan yoksun kuyruğunu yelpaze gibi açmak gibi tümüyle bedensel pozisyonlara indirgenir. Bazen de korunma gereksinimi olan türün canlı renkli cinsel tüyleri olabilir. Onları çoğu zaman saklı tutar, sadece gösteri için, arada bir, kısa süre açığa çıkarır; altınsorgucun sarı sorgucunda veya toykuşunun beyaz yahut çarırtavuşunun turuncu torbalarında olduğu gibi.

Bununla beraber bölgesel kuşların çoğu, saklanmaya fazla gerek duymuyor gibidir; erkekler genellikle parlak ve çarpıcı renktedir, –ispinoz, kirazkuşu ve kara tavuk gibi. Kuluçkaya yatma zorunluluğu nedeniyle dişiler gizlenmeye daha fazla gerek duyarlar; buna uygun olarak, tüyleri daha donuk renklidir. Oyuklarda yuvalanan kuşlar bir istisna oluştururlar, çünkü kuluçkadaki dişi görülemez. Burada da, sıvacı kuşta olduğu gibi, seçim işe karışmadığından, kalıtımın gücü bütün etkinliğini ortaya koyabilir; erkeklerin canlı parlak tüyleri dişilere de aynı ölçüde geçmiştir.

Ördeklerde, erkekler ne kuluçkaya yatar ne de yavruların bakımına yardımcı olurlar; bu nedenle bir sonraki nesil için dişilerden çok daha az değerlidirler. Öyleyse, eğer düşmanlar için bir kurban gerekiyorsa, bunun erkek olması çok daha iyidir. Böylece

dişi ördeklerin mümkün olduğunca göze batmayacak, erkeklerin ise göze batacak şekilde olması türün yararınadır (ama erkek bireylerin değil!). Birçok ördek türlerinde erkeklerin, kendilerini sürekli göz alıcı kılan parlak renkli tüylerinin olmasının nedeni, tehdit veya kur yapmak değil, bu olsa gerek.

Görünümün çarpıcı olmasında etken olan kuvvetler hakkında artık niceliksel ifadeler verebileceğimiz bir noktaya gelmiş bulunuyoruz. Tekeşli bölgesel kuşlarda kur yapma gösteri özelliklerinin, üreme bakımından sadece kısmen üstünlük sağladığını söyleyebiliriz. Örneğin, söylemiş olduğumuz gibi, kötü hava koşullarının olumsuz etkisini azaltabilirler ve dişiye normalde yumurtlayacağından fazla yumurtlama yönünde uyarabilirler. Ancak bölgelerinden rakipleri uzaklaştırmak için uyardırmaya ve eş cezbetmeye yönelik reklam özellikleri, üreme bakımından, tam not alır; bir kuş ya bir bölge ve bir eş edinir ya da edinmez. Gösteri özellikleri ise ancak bir eş edinildiğinde işe karışır. Üreme üstünlükleri daha büyük olduğu için, bunlar çoğu kez saklanma gereksiniminin önüne geçerler. Gerçekten, tüyler ve seslerdeki en göze batıcı erkek özelliklerinin, bölge sahibi olduğunun ilan edilmesiyle ilgili olduğunu görüyoruz. Sadece gösteri için kullanılanlar daha az çarpıcıdır veya gösteri yapılırken ortaya çıkarılır.

Son olarak, türlerin çokeşli veya cinsel yaşamı rasgele olduğunda, erkek birden fazla eş edinirse, birim üreme üstünlüğü birkaç katına çıkar. Burada doğa çok büyük risklere girmektedir; gösteri özellikleri (böyle durumlar için söz konusu olanlar) o ölçüde gelişebilir ki, onları saklamak pek mümkün olmaz; ayrıca erkek kuşun günlük var olma mücadelesini de kösteklerler. Tavuskuşunun çok uzun kuyruğu, bir engel oluşturmaktadır; angus sünlünün kanatları gösteri amacına o denli yönelmiştir ki, uçmak için neredeyse hiç işe yaramaz. [...]

Alt memelilerin renkleri tümüyle, siyah ve beyazın sarı, kestane kırmızısı ve kahverenginin tonlarından oluştuğu halde primatlarda mavi, mor ve canlı kırmızı renkler de görüyoruz. Bunun, bütün alt memelilerin (incelenmiş olanları ölçü alabilirsek)

renkkörü olmalarıyla ilişkili olduğu kuşku götürmez. Halbuki primatlar renkleri ayırt edebilirler. Eğer kuşlar renkkörü olsalardı bütün tüyleri birbirleriyle çarpıcı biçimde tezat oluşturacak tonlarda olurdu; bir de, tavuskuşunun uzun kuyruğu veya cennetkuşlarının görkemi gibi, daha çok renkler arasındaki tezata dayanan doğa harikalarına tanık olamazdık. [...]

Bütün bu pozlar, bu şarkılar, görkemli tüyler, ses ve görünümdeki o kendine özgü özellik, düşmanca öfkenin heyecanlı ifadesi, bütün bunların hepsi, cinsellikle ilgili bir durumun var olduğunu bir başka bireyin algısına aktarmak içindir. En alt düzeyde, bu araçlar en basit ve kaba simgelerden oluşur, örneğin, uyarıcı bir koku, havaya savrulan kocaman bir pençe gibi. Duyu organları gelişip duygusal yaşamın güzelliğinin ve heyecan verici bilinmezliğinin büyük bir bölümünü oluştururlar. Kuşların bütün o incelikli güzellikleri, o şarkıları; aşına olduğumuz için doğanın en şaşırtıcı olgularından biri olduğunu fark etmediğimiz, geyiklerin sürekli kaybedip sonra yeniden geliştirdikleri çatallı boynuzları, aslan ve bizonun o erkeksi ihtişamı; kurbağaların, çekirgelerin, cırcır böceklerinin neşeli müzikleri; maymun kuzenlerimizin o tuhaf yüzleri; moda evleri (*haute couture*) ve o muazzam kozmetik endüstrisi –bütün bunlar kendilerine özgü yollarla, evrimin, bir cinsel durumun şu ya da bu yönünü, olası veya gerçek bir eş ya da rakibin bilincine yansıtma eğiliminin ürünleridirler.

Gösterinin türü cinsel duruma ve hayvanın genel yaşama biçimine göre değişir. Tavuskuşu veya cennetkuşu bize, bazı durumlarda güzelliğin kaba güçten daha yararlı olduğunu anımsatır. Dalgıçkuşu veya beyaz balıkçılın, her iki eşeyin karşılıklı kur yaparak zevki paylaşmaları, bize, tek yönlü erkeklığın evrimsel bir gereklilik olmadığını, bazı koşullarda doğru biyolojik çözümün cinsel eşitlik olduğunu, gösteriyor. Yüceltilmiş ve bilinçli olarak güdümlenen cinsel gösterinin, eşitlik ve ekonomik refahla da desteklendiğinde, evrimsel yolculuğunun henüz başlangıcında olan insan türü için, hangi güzelliklere ve ortak coşkulara yol açabileceği konusunda kurgulama yapmak, en azından eğlendirici olabilir.

RACHEL CARSON

Dinmeyen Kar Yağışı

Çevremizdeki Deniz'den (1951)

Rachel Carson (1907-1964) bir bilim klasiği olan *Çevremizdeki Deniz* kitabıyla Ulusal Kitap Ödülü'nü (The National Book Award) kazandı. Uzun yıllar (şimdi adı ABD Yabanıl Yaşam Servisi olan) Balıkçılık Bürosunda biyolog olarak çalıştı. Kitabı, bürokratların da bazen bir ruhu olduğunu ilk elden kanıttır.

Bu antolojiye nelerin alınması gerektiği konusunda bazı kişilerle konuşurken, Rachel Carson'un modern çevrecilik hareketini esinleyen *Sessiz İlkbahar* [*Silent Spring*] (1962) yayını bana ısrarla önerilmişti. Ama ben, daha başlangıçta çevrenin yok edilişi konusunda Carson'un bir otorite olduğunu kabul ettiren kitabını seçeceğimi biliyordum. *Çevremizdeki Deniz*, Carson'un bilimin ve doğanın büyük şairlerinden biri olduğunu kanıtlamıştı. Öyle ki, ekolojik yıkım hakkında yazdığı zaman, onu ciddiye almaya hazır büyük bir hayran kitlesi zaten vardı. Bilimsel yazıların da insan-cıl ve dokunaklı olabileceğini öğrencilik yıllarımda bana ilk gösteren Carson'du.

Burada, ironik bir durum söz konusu; Carson'un konu edindiği deniz tabanını inceleyenler, kısa süre sonra, tabanın aşağıdan yukarıya doğru oluştuğunu keşfettiler. Okyanusların ortasındaki derin yarıklar, yukarıya doğru yeni deniz tabanları itiyorlar ve anakaraları birbirlerinden ayırıyorlar. Bu nedenle Carson'un deniz tabanının yukarıdan gelen döküntü ile oluşma tablosu tam değil. Günümüzdeki bir yazar, dikkatini hareket eden bu taban üzerinde toplama zorunluluğunu hisseder. Ancak Carson bize çağdaş yaklaşımın da tam olmadığını gösteriyor. Deniz tabanı sadece yayılmıyor; zamanın atıklarıyla da sürekli tozlanıyor.

Toprağın ve havanın her bölümünün, onu bütün ötekilerden ayıran, kendine özgü bir niteliği veya karakteristiği, bir havası vardır. Derin denizlerin tabanını düşündüğümde, hayalimi etkisi

altına alan tek şey vardır: yığın yığın çökelen döküntüler. Her zaman, yukarıdan aşağıya, sürekli ve hiç tükenmeden, tane tane, kat kat inen döküntü maddesi gözümün önüne gelir –yüzlerce milyon yıldır süren, denizler ve karalar var oldukça da sürecek olan bir olgu.

Tortular, dünyanın görmüş olduğu en muazzam “kar yağışı-nın” maddeleridir. Başlangıcı, çıplak kaya üstüne ilk yağmurun düşüp erozyon güçlerini harekete geçirmesine uzanır. Yüzey sularında canlı varlıklar geliştiği zaman, içinde yaşadıkları kireç veya silisli küçük kabukların, sonradan tabana doğru inmesiyle de süreç hızlanmıştır. Tamamlamak için çok uzun zamanları olduğundan ağırdan almalarında sakınca olmayan dünyasal süreçlere özgü rahatlıkla, tortular birikimlerini sessizce ve hiç durmadan sürdürmektedir. Bir yılda ya da bir insan ömründe çok az miktarda; ama dünyanın ve denizin yaşam süresinde akıl almaz miktarda.

Yağmurlar, toprağın aşınıp sürüklenmesi, tortu yüklü suların çoşkulu akıntıları, bütün jeolojik çağlar boyunca, farklı ritim ve tempolarda süregelmiştir. Her nehir, her zaman, denize ulaşmayı başaran çamur yükü dışında, tortuları oluşturan başka maddeler de taşır. Yukarı atmosferde belki de dünyanın yarısını dolaşan volkanik tozların yolculuğu, en sonunda okyanusta biter, akıntılarla sürüklenir, suyla şişer ve çöker. Kıyı boylarındaki çöllerin kumları, karadan esen rüzgârlarla denize taşınır ve çöker. Çakıltaşları, küçük taşlar ve kabuklar, buzullar ve yüzen buz kütleleriyle taşınıp buz eriyince sulara bırakılır. Dünya atmosferine denizlerin üstünden giren demir, nikel ve başka bazı meteor kökenli döküntüler de o büyük kar yağışının taneciklerine dönüşürler. Ancak bütün her şeyden daha yaygın olan, bir zamanlar suyun üst bölümünde yaşayan milyarlarca, milyarlarca minik canlının iskeleti, kireçli ve silisli kabuk kalıntılarıdır.

Tortular dünyanın bir tür destansı şiiri gibidirler. Yeterli bilgiğe eriştiğimizde, belki de, dünyanın bütün tarihini onlardan okuyabileceğiz. Çünkü her şey orada yazılıdır. Tortular, onları

oluşturan maddelerin doğasıyla ve onların art arda yığılmış katmanlarının düzeniyle yukarılardaki sulara ve o suları çevreleyen karalarda olup biten her şeyi yansıtırlar. Dünyanın geçmişindeki çarpıcı ve felaket getiren her şey tortularda izlerini bırakmıştır: yanardağların lavları, buzların ilerlemesi ve geri çekilmesi, çöl bölgelerinin yakıcı kuraklığı, sellerin alıp götüren yıkıcılığı.

Tortuların kitabı, sadece şimdiki kuşaktan bilim adamlarının yaşamları sırasında açılmış; örneklerin toplanmasında ve yorumlanmasında en heyecan verici ilerlemeler de 1945'ten sonra kaydedilmiştir. Önceki okyanus bilimcileri, deniz dibindeki tortuların en üst katmanlarını tarama aletleriyle kazıyabilmişlerdi. Ancak gerekli olan, elmanın çekirdek bölümünü çıkaran bir oyma aleti gibi çalışan, deniz tabanına dikey olarak girip katmanların sırasını bozmadan, uzunlamasına bir örnek, bir "çekirdek" çıkarabilecek bir alettir. Böyle bir alet 1935'te Dr. C. S. Piggot tarafından icat edildi ve bu "silah"ın yardımıyla, Piggot, Newfoundland'dan İrlanda'ya kadar, Atlantik'in derinliklerinden bir dizi "çekirdek" topladı. Bu örnekler ortalama 3 metre uzunluğundaydı. [...] Yaklaşık 10 yıl sonra, İsveçli okyanus bilimci Kullenberg pistonlu bir örnekleyici geliştirdi ve artık 20 metre uzunluğunda örnekler, düzenleri bozulmadan çıkarılabilmektedir. Okyanusun farklı bölümlerindeki tortu birikim hızı tam olarak bilinmiyor, ama çok yavaş olduğu biliniyor, bu tür örneklerin milyonlarca yıllık jeolojik tarihi temsil ettiği ise kesin.

Tortuları incelemek için bulunan ilginç yöntemlerden biri de, Columbia Üniversitesi ve Woods Hole Okyanus Bilimleri Enstitüsü'nden Profesör W. Maurice Ewing tarafından kullanılmıştır. Profesör Ewing, okyanus tabanındaki kayaları örten tortu katmanlarının kalınlıklarının, su altında patlatılan patlayıcıların yankılarını kaydederek ölçülebileceğini keşfetti. Bir eko tortu katmanının (denizin görünen tabanı) üstünden, bir eko da "tabanın altındaki tabandan", yani gerçek kaya tabanından alınıyor. Patlayıcıların denizde taşınması veya kullanılması tehlikelidir ve her gemi tarafından yapılamaz. Ancak bu yöntem İsveç bandıralı *Albat-*

ross ve *Atlantis* tarafından Atlantik Sıradağlarını araştırmak için kullanılmıştır. Ewing *Atlantis*'te ayrıca, bir sismik kırılma yöntemi kullandı; bu yöntemde, ses dalgalarının deniz tabanındaki kayaç katmanlarından yatay olarak gitmeleri sağlanıyor ve kayacın doğası hakkında bilgi elde ediliyor.

Bu teknikler geliştirilmeden önce, deniz tabanı üstündeki tortu örtüsünün kalınlığı konusunda sadece tahmin yürütebiliyorduk. Geçmişte kalan uzun çağlar boyunca, yavaş yavaş, bitip tükenmeden oluşan döküntüyü –teker teker düşen kum tanecikleri, sonra narin bir kabuk, sonra bir tane daha, şurada bir köpekbalığı dişi, burada bir meteoritin parçaları– ve bütün bunların ısrarla, aralıksız ve tükenmeden hep sürdüğünü düşününce, bu kalınlığın çok büyük olmasını bekleyebilirdik. Bu, kuşkusuz, dağlarımızı oluşturan kayaç katmanlarını oluşturan sürece benzemektedir; çünkü o kayalar da, bir zamanlar, anakaraları basan sığ denizlerin altında bulunan yumuşak tortulardı. Tortular zamanla bütünleşti ve sertleşti, denizler tekrar çekilince de anakaralara, kalın tortul kayaç katmanlarından oluşmuş bir örtü bıraktılar - yaygın kara hareketleriyle yükselmiş, eğilmiş, sıkıştırılmış ve kırılmış olduğunu bizzat gördüğümüz katmanlar bıraktılar. Tortul kayaçların bazı yerlerde binlerce metre kalınlığında olduğunu biliyoruz. Ancak yine de İsveç Derin Deniz Araştırma ekibinin başkanı Hans Pettersson, Atlantik çanağında *Albatross*'un yaptığı ölçümlerin 4000 metre kalınlığında tortu katmanlarının bile olduğunu gösterdiğini söylediğinde, çok kimse bunu akıl almaz bularak çok şaşırmıştı. [...]

Eğer Atlantik'in tabanında üç kilometreden kalın tortu birikmişse, ilginç bir soru akla geliyor: Bu tortuların muazzam ağırlığı altında, okyanusun kayaç tabanında da aynı ölçüde bir çöküş olmuş mudur? Yerbilimcilerin buna verdikleri yanıtlar çelişkili. Pasifik'te yakın zamanda keşfedilen deniz dağları, çökme olduğuna ilişkin bir kanıt olabilir. Eğer onlar, keşfedenin deyimiyle, "boğulmuş eski adalar" iseler, deniz düzeyinin yaklaşık 1600 metre altındaki konumlarına, okyanus tabanının çökmesi sonucu inmiş ola-

bilirler. Hess bu adaların, daha mercan hayvancıkları gelişmeden önce oluştuğu kanısındadır; yoksa, büyük olasılıkla, mercanlar deniz dağlarının düzgün ve yassı yüzeylerine yerleşir ve taban çöktükçe, onlar da üreyerek dağları aynı hızla büyütürlerdi. Eğer yerkabuğu ağırlık altında çökmemişse, onların “dalga tabanı”nın bu kadar altında nasıl aşınmış olabileceklerini anlamak zordur.

Bir şey olası görünüyor; tortular hem konum hem de zaman bakımından düzgün olmayan bir biçimde dağılmış olabilir. Atlantik’in bazı bölümlerinde bulunan 4000 metre kalınlığa karşın, İsveçli okyanusbilimciler, Pasifik veya Hint Okyanusunda 300 metreden kalın tortu katmanlarına hiç rastlamadılar. Belki de, tortuların üst katmanlarının altında, çok eski zamanlarda vuku bulmuş çok güçlü denizaltı volkanik patlamalar sonucu oluşmuş, derin bir lav tabakası ses dalgalarını engelliyordur.

Ewing, Atlantik Sıradağlarında ve bu Sıradağların Amerika ucunda, tortu katmanının kalınlığında ilginç farklılıklarla karşılaştığını söylemiştir. Deniz tabanı düzgünlüğünü yitirip Sıradağların yakınlarında dağın eteklerine doğru yükseldikçe, tortular kalınlaşmış, sanki dağ yamaçlarında 300 ilâ 600 metre derinliğinde yığıntılar oluşturmuşlardı. Dağların, genişlikleri birkaç km’den 35 km’ye uzanan düz terasların yer aldığı daha üst bölümlerinde, tortular daha da derindi; 1000 metreye erişiyorlardı. Ancak Sıradağların omurgasında, dik yamaçlarda, doruk ve zirvelerde, tortudan arınmış çıplak kayalar ortaya çıkıyordu.

Bu kalınlık ve dağılım farkları üzerinde düşünürken aklımız ister istemez uzun süreli kar yağışı benzeşimine gidiyordu. Sonu gelmeyen kar fırtınalarını, yalnızca, tipilerin sürekli egemen olduğu ıssız arktik tundrasıyla bağlantılı olarak düşünebiliriz. Oralar da günler süren fırtınalar olur, sürüklediği kar havayı doldurur, sonra tipi bir ara durur ve kar yağışı hafifler. Tortuların kar yağışında da, hafif ve yoğun yağışlar art arda gelir. Yoğun yağışlar, toprağın yukarıya kaldırılıp, yağmurun, çamur ve kaya parçalarını denize sürüklediği, anakaralar üzerinde dağ oluşumu dönemlerine tekabül eder. Hafif yağışlar ise, dağ oluşum dönemleri ara-

sındaki, anakaraların düz olduğu, erozyonun yavaşladığı sakin dönemlere işaret eder. Sonra, bizim düşsel tundramızda rüzgârlar kar yığintıları oluşturacak; tepeler arasındaki boşlukları doldurarak bölgenin ana hatları belirsizleşene kadar, kar yığılmayı sürdürecektir. Ama yine de zirveler süpürülmüş, tertemiz olacaktır. Okyanus tabanında sürüklenen tortularda da deniz dibi akıntıları biçimindeki “rüzgârlar”ın etkisiyle tortunun, insan aklının henüz kavrayamadığı, kendilerine özgü yasalar uyarınca dağıldığını görüyoruz.

Tortu örtüsünün genel düzenini ise oldukça uzun bir süredir bilmekteyiz. Anakaraların temelleri yöresinde, anakara yamaçları sınırlarının ötesindeki derinliklerde yeryüzü kökenli çamurlar bulunur. Farklı renkte çamurlar –mavi, yeşil, kırmızı, siyah ve beyaz–, geldikleri bölgede egemen olan toprak ve kaya türleriyle olduğu kadar, iklimsel farklılıklara göre de değişen renklerde. Daha ötedeki deniz tabanında ise, daha çok deniz kökenli sulu çamur vardır - trilyonlarca minik deniz canlılarının kalıntılarından oluşan balçıklar bulunur. Ilıman okyanusların çok geniş alanlarındaki taban, foraminifera denilen tek hücreli canlıların kalıntılarıyla kaplıdır; bunlar arasında en bol olan da globijerin türüdür. Globijerinlerin kabuklarına yeni tortularda olduğu kadar, çok eski tortularda da rastlanmaktadır, ancak, çağlar boyunca tür, değişimlere uğramış olabilir. Bu bilgiyle bulundukları birikintilerin yaklaşık yaşını saptayabiliriz. Hepsi de kalsiyum karbonattan oluşan, ince ayrıntılarla işlenmiş kabuklarda yaşayan, çok ilkel canlılardır; o kadar küçüklerdir ki ayrıntıları görmek için mikroskop gerekir. Tek hücrelilerde adet olduğu gibi, bu globijerinler bireysel olarak, normal anlamda ölmediler; her birinde öz ikiye bölünerek iki birey oldu. Her bölünmede eski kabuk atıldı ve iki yeni kabuk oluştu. Bu minik canlılar, bol kireçli ılık sularda hep olağanüstü verimlilikle çoğalmışlar böylece, her biri çok minik olduğu halde, sayılamayacak kadar çok olan kabukları milyonlarca kilometre karelik okyanus tabanını binlerce metre kalınlıkta bir örtüyle kaplamıştır.

Okyanusun büyük derinliklerine gelince, olağanüstü yüksek basınç ve derin sulardaki yüksek karbon dioksit oranı, kirecin büyük bölümünü tabana ulaşmadan eritir ve denizin kimyasal deposuna iade eder. Silis erimeye karşı daha dirençlidir. Büyük derinliklere bozulmadan ulaşabilen organik kalıntıların büyük bölümünün en narin yapıları tek hücrelilere ait olması, okyanusun en garip paradokslarından biridir. Işınlıların bize her zaman kar taneceklerini hatırlatmaları kaçınılmazdır: Onlar gibi sayılamayacak farklı biçimlerde, onlar gibi oyalı ve narin yapıları. Ama kabukları kalsiyum karbonat yerine silisten yapıldığından, okyanusun sonsuz derinliklerine hiç bozulmadan inebilirler. Bu nedenle, Kuzey Pasifik'in, canlı ışınların çokça bulunduğu yüzeysel bölgelerinin altındaki derin sularında, ışınlardan oluşan geniş çamur (ooze) kuşakları bulunur.

Kalıntıların sahibi olan deniz canlılarının adlarıyla anılan iki organik tortu daha vardır. Denizin mikroskobik bitkisel canlılarından olan diatomlar, soğuk sularda çok büyük bir verimlilikle ürerler. Antarktika Okyanusu'nun tabanında, buz kütlelerinin bıraktığı döküntü bölgesinin dışında, geniş bir diatom balçığı kuşağı vardır. Bir başkası da Kuzey Pasifik'te, Alaska'dan Japonya'ya uzanan derinliklerde bulunur. Her ikisi de, derinlerden yükselen besin yüklü suların bulunduğu zengin bir bitki kaynağı oluşturan bölgelerdir. Işınlılar gibi diatomlar da silisli koruyucular içindedir – farklı biçimlerde, titizlikle işlenmiş desenlerde, küçük kutu biçiminde farklı kabuklar içinde.

Atlantik açıklarının görece sığ bölgelerinde, pteropod denen narin yapıları yüzen salyangozların kalıntılarından oluşmuş balçık bölgeleri bulunmaktadır. Çok güzel şeffaf kabukları olan bu kanatlı yumuşakçalar orada, burada son derece bol bulunur. Pteropod balçığı Bermuda yakınlarındaki taban birikintisine özgü bir tortudur ve Güney Atlantik'te de geniş bir alan kaplar.

Köpekbalığı dişleri ve balinaların kulak kemiklerinden başka hiçbir organik kalıntı içermeyen, özellikle Kuzey Pasifik bölgesinde rastlanan, yumuşak, kırmızı tortuların bulunduğu olağan-

nüstü geniş bu alanlar, gizemli ve ürperticidirler. Bu kırmızı kile çok büyük derinliklerde rastlanır. Başka kalıntı maddeleri, belki de, bu çok büyük basınçlara maruz, buzul soğukluğundaki bölgeye varamadan erimişlerdir.

Tortuların içerdiği öykülerin okunmasına henüz başlanmış tır. Derinlerden alınan örneklerin incelenmesi tamamlanınca, çok daha heyecan verici birçok öyküyü açıklamayı umuyoruz. Yerbilimciler, Akdeniz'den alınan bir dizi derin deniz örneğinin, Akdeniz çanağı civarındaki karaların ve okyanusların tarihi hakkında tartışmalı bazı problemleri halledeceğine dikkat çekiyorlar. Örneğin, deniz altındaki tortu katmanlarının altında bir yerlerde, kesin belirli bir kum katman var olsa gerek; Sahra çöllerinin oluştuğu, kuru ve sıcak rüzgârların sürekli değişen üst katmanları denize sürüklediği bir dönemin kanıtı olan bir kum katmanı. Batı Akdeniz'in Cezayir kıyıları açıklarından yakın zamanda alınan uzun çekirdek örnekler, binlerce yıl öncesine uzanan, tarih-öncesi dönemlerdeki hiç bilmediğimiz volkanik patlamaların izlerini taşımaktadırlar.

On yıldan daha da eskilerde Piggot'nun *Lord Kelvin* gemisiyle Atlantik tabanından aldığı örnekler yerbilimciler tarafından dikkatle incelenmiştir. Onların çözümlemeleri ışığında, 10 000 yıl kadar öncesine bakıp dünyanın iklimsel ritminin nabzını duyumsamak mümkün olmuştur; çünkü örnekler, soğuk-su globijerin faunaları ile (yani buzul dönemi tortular ile) daha sıcak sulara özgü globijerin balçıklarının dönüşümlü katmanlarından oluşmuştu. Bu örneklerin verdiği ipuçları sayesinde, buzul dönemleri arasında ılıman iklim dönemleri olduğunu, deniz tabanının ılık sularla kaplı olduğunu ve sıcaksever canlıları barındırdığını gözümüzde canlandırabiliriz. Bu dönemler arasında deniz soğuyordu. Gök yüzü bulutlarla kaplanmıştı, kar yağıyordu ve Kuzey Amerika anakarasında büyük buz tabakaları oluşmuş ve buzdağları kıyılara inmişti. Buzullar geniş bir bölge boyunca denize ulaştılar; oralarda binlerce aysberg oluşturdular. Aysbergler yavaş yavaş ve görkemle denizde ilerlediler; dünyanın büyük bölümünün soğuk

olması nedeniyle de, şimdi ancak bazı başıboş aysberglerin inebildiği kadar güneye indiler. Sonunda eridiklerinde, sürtünerek ilerledikleri arazi üzerinde tabanlarına eklenmiş olan çamur, kum, çakıl ve taş parçalarını serbest bıraktılar. Böylece, deniz tabanındaki normal globijerin balçığı bir buzul tortusu katmanıyla örtüldü ve bir Buz Çağının imzası atılmış oldu.

Daha sonra deniz yine ısındı, buzullar eridi ve geriledi; denizde ılık-su globijerin türleri yaşamaya başladı - yaşadı, öldü ve aşağılara dökülerek, bu kez buzulların kum ve taşları üzerinde yeni bir globijerin kalıntı katmanı oluşturdu. Ilıman ve sıcak iklimin kayıtları tortulara yine yazılmış oldu. Piggot'nun örnekleri sayesinde, ılık iklim dönemleriyle birbirlerinden ayrılan, buzların hareketlerine ilişkin dört ayrı dönemin saptanması mümkün oldu.

Yaşadığımız bu dönemde de yeni kar fırtınalarının kar tane-ciklerinin hâlâ döküldüklerini, okyanus tabanının bir yerlerine birer birer döküldüklerini düşünmek ilginç oluyor. Milyarlarca globijerin aşağılara sürükleniyor; günümüz dünyasının, genelde, ılımlı ve yumuşak bir iklimi olduğunun kuşku götürmez kayıtlarını tutuyor. Bundan on bin yıl sonra bu kayıtları kimler okuyacak acaba?



LOUISE B. YOUNG

Buz Dünya'yı Nasıl Değiştirdi

Mavi Dünya'dan (1983)

Yeşil politik bir renk olmadan çok önceleri de Louise Young (1919 -) bir çevreci ve doğa bilimciydi. Fizik eğitimi görmüştü ve İkinci Dünya Savaşı sırasında, deniz kuvvetleri için radar antenleri geliştirme alanında çalışmıştı. Savaştan sonra bilim yazarlığına başladı; çevre konusundaki yazılarda uzmanlaştı.

Buradaki makalesinde, buzul çağlarının ve etkilerinin anlatımında Young'ın bilimi ile çevreciliği bir araya geliyor. Young'ın çevreciliği buz, kar, buzul olgularına ve onların arkalarında bıraktıkları izlere anlam vermektedir. Bu olgular da onun doğaya duyduğu merak ve heyecanı desteklemektedirler. Uzman bilimcilerin, yazılarında kendi duygularını dile getirmeleri arzu edilemez; çoğu şairlerin de olguların derinliğine fazla inmeleri istenmez. Ancak Young bize, bu ikisini birleştiren yazarın neler başarabileceğini gösteriyor. Biz okuyucular da, bilgi çağında yaşadığımız için mutlu olduğumuzu hissediyoruz.

Bazen hava öğleden sonra öyle berraktır ki, bu bozulmasın diye ufacak bir gürültü yapmaktan çekinirsiniz. Böyle bir günde, gökyüzünün bir kristal kadeh gibi paramparça olduğunu ve pırl pırl, başıboş parçacıklara dönüştüğünü gördüm – Güneş'in yüzünden düşen buz kristallerini.

RICHARD E. BYRD, *TEK BAŞINA*

Dünya, hiç durmadan yörüngesinde dönüp dururken, ılımlı bir iklimi olan Kuzey Yarımkürede, uzun, duygu yüklü yaz günleri geride kaldı. Toprağın aşına yüzleri her gün biraz daha Güneş'ten uzaklaşıyor. Gecelerin gölgeleri her hafta biraz daha uzuyor ve kuzeyden uzun uzun rüzgârlar esiyor. Bir gün kararan gökyüzünden ilk kar tanecikleri yavaş yavaş düşmeye başladı.

İnce buz kristalleri göllerin ve su birikintilerinin yüzeyinde belli belirsiz, yarı saydam; ama, ışığın bir başka türlü yansımına yol açan, bir örtü oluşturuyor. Ayın ışıkları daha yaygın ve yumuşak. Suyun hiç durmayan hareketliliği sakinleşmiş; sanki uyumuş gibi gövdesi hafif hafif inip kalkıyor.

Günler geçiyor ve buz kalınlaşıyor; birbirine dokunan ince tabakalar ve diskler açıkça görülebiliyor. Bunlar hareket edip büyüdükçe kenarları kalkık yuvarlak şekiller alıyorlar. Bu yuvarlak buz tabakçıklarına “gözleme” deniyor; ama onlar daha çok, derin olmayan çay tabaklarına benziyor. Kıyı boyunca birikiyor; yavaş yavaş, saat be saat değişiyor, yüksek duvarları, hendekleri, kuleleri, mazgalları ve buzun içine doğru derin kuyuları olan, fantastik kaleler yapıyor. Dalgaların bu deliklere aniden gönderdiği su, bir fiskiyeden fışkıran su gibi, havaya yükseliyor. Bu damlalar düşerken donuyor, elmas gibi parlayan pırlıtlı bir kristal yağmuruна dönüşüyor.

Bu donmuş su, pırl pırl deniz kıyılarında, kırsal bölgedeki patikalarda, beyazlara bürünmüş şehirlerde ve ormanların yumuşak zeminlerinde, kısa bir süre için, dünyamıza yepyeni bir görünüm veriyor. Ancak, dünya kabuğunun oluşmaya başladığı dört milyar yıldan bu yana, buz, yaratıcılık işlevini, çok daha önemli ve esash biçimde sürdürmektedir.

Arazi yüzeylerinin biçimi, rengi, dokusu, buzdan etkilenmiştir. Çünkü eğer buz olmasaydı, rutubeti anakaralara yayan, anakaraların sert kayaçlarını aşındırıp ufalanabilir toprağa dönüştüren, evrensel bir eritici olan ve yaşayan varlıklar için en gerekli maddeleri dağıtan yağmur da olmazdı. Genel olarak yağmur damlaları doğrudan bulutlardan oluşmaz. Su önce donmuş duruma geçer; yağmur damlaları erimiş buz kristalleridir.

Su, denizlerin veya göllerin yüzeyinden buharlaştığı zaman gaz durumuna geçer; bu gaz atmosferdeki başka moleküller arasında özgürce hareket eden bireysel moleküllerden oluşur. Sıcak hava, düşük sıcaklıktaki havaya göre daha fazla buharlaşmış su tutabilir. Hava soğuduğu zaman su molekülleri, yeniden, yağmur

damlalarından çok daha küçük olan bulut damlacıklarına dönüşürler –bir milyar bulut damlacığı avucunuzu doldurmaya yetmez. Gökyüzünü örten bulutlar, yaz gecelerinde bataklıklardan yükselen sis, sabahları çayırlıktaki otlar üstünde görülen çığ, bunların hepsini oluşturan bu ufacık su damlacıklarıdır. Ancak bunlar yağmur damlalarından en az yüz milyon kere daha küçüktür. Çok hafif oldukları için, atmosferdeki gazların hızla dans eden molekülleri tarafından taşınarak havada asılı kalırlar; birleşerek daha büyük damlalar oluşturmaya da yönelmezler. Meteorologların yağmur damlalarının nasıl oluştuğunu anlamak için harcadıkları çabalar onyıllar boyunca sonuçsuz kaldı. Sonra, yağmur damlasını yapan tohumun donmuş bir bulut damlacığı olduğu keşfedildi. Büyüyen bir buz kristali su buharı moleküllerini kendisine çeker ve onları, buz kristali ortaya çıkmadan önce özenle korudukları kişiliklerinden vazgeçmeye ikna eder. Kristalle katılan her molekül başka molekülleri çeker. Giderek genişleyen kürelerin oluşturduğu, karmaşık bir simetrik düzen oluşur. Bomboş gibi görünen bir yerde, birdenbire, benzersiz ve özgün bir biçimsel yapı ortaya çıkmıştır.

Kısa süre sonra, buz kristalleri buluttan aşağıya düşecek ölçüde ağırlaşır; bulut damlacıklarıyla çarpıştıkça küçük buz kıymıkları kopar; aşağıya düşerken arkasında, yeni kristallerin çekirdeğini oluşturacak minicik kıymıklardan bir kuyruk bırakır. Bunlar da büyür, düşer ve arkalarında kıymıklar bırakırlar. Bir iki dakika gibi bir sürede bulut, hareketli bir kar tanecikleri karmaşasına dönüşmüştür. Bunlar, daha sıcak havaya indiklerinde eriyerek, toprağa yağmur olarak düşerler – göl çanaklarını dolduracak ve akarsuları kabartacak, kanyonları oyacak, sert kaya yüzeylerini yumuşatacak, dağ silsilelerinin taşlarını birer birer sökerek denize taşıyacak olan yağmur.

Kuşkusuz, kışın kar kristalleri erimez. Yavaş yavaş dönerek aşağıya iner ve birikirler, bütün dalları ve çatıları kaplayan yumuşak bir yorgan oluştururlar. Yeni yağmış olan kar inanılmaz ölçüde hafif ve hava doludur. Tipik bir toz-karda her bir su parçası-

ğına karşın yirmi hava parçacığı vardır. Ancak yerde kaldıkça yavaş yavaş katı bir kütle oluşturacak şekilde sıkışmaya başlar. Sıkışmış kar, yaz güneşi altında bile çok yavaş erir. Eğer mevsim soğuk ve kısa ise karın hepsi erimez. Yıllar boyu üst üste eklenir. Böylece bir buzul oluşur.

Günümüzde yüksek bölgelerde birçok buzul vardır. Nefes kesici güzellikte dağ manzaralarına yol açarlar. Buz, dağ zirvelerine yakın olan, çanak biçimindeki çukurlarda toplanır; giderek büyüyen buz kütesinin ağırlığı ve hareketi, buz yalağı [*cirque*] denilen dik duvarlı çanaklar oyar. Sonunda buz, çanaktan taşar ve aşağı doğru hareket eden büyük bir buz nehrine dönüşür; bu nehir sarp kayalıklardan aşağı giderken büyük buz şelaleleri oluşur. Buzul hareket ederken oyuklar açar ve daha sonra buz eridiğinde bu oyuklar suyla dolar ve buzul gölleri veya "tarnlar" oluşur. Yüksek enlemlerdeki dağlık kıyı boylarında buzullar, altlarındaki yer kabuğunda, şimdiki deniz düzeyinin altında kalan derin yarıklar açmışlar; buralara dolan deniz, yüksek ve dik kayaların oluşturduğu duvarlar arasında parıldayarak içerilere uzanan şeritlerle dolu o güzel fiyort manzaralarını yaratır.

Kutup bölgelerinde, çok geniş buz tabakaları karayı ve deniz yüzeyinin büyük bölümünü kaplamaktadır. Greenland ve Antarktika anakarası, neredeyse tümüyle, kalınlığı iki mile varan buzullar altındadır. Antarktika buz tabakası, tek başına, birbirine bitişik kırk sekiz Amerika Birleşik Devletleri'nin alanının bir buçuk katı kadar bir alan kaplar. Buz tabakası, bazı yerlerde, karadan ayrılmadan, denizin üstünden anakara sınırları ötelere uzanır.

Dünyanın bu donmuş bölgelerine gelen gezginler büyük buz kütlelerinin bembeyaz ya da gri tonlarda olmamasına şaşırırlar. Donmuş durumda bile su, kendine özgü rengini korumaktadır; büyük buzulların dik duvarları hafifçe parlayan, açık su mavisi rengindedir. Gölge çatlaklarda ise renk gece mavisine doğru yoğunlaşır. Serbestçe yüzen buz dağları, yukarıdan bakıldığında, saydam olmayan koyu renkli, lacivert taşı [*lapis lazuli*] renginde-

dir. Amiral Byrd, 1928'de Antarktika'ya yaptığı ilk yolculuğunda, "Barrier" adını verdiği ilginç bir buz tabakası hakkındaki ilk izlenimini şöyle anlatıyor: "Su kenarına yakın yerlerde Barrier, yer yer, şaşırtıcı şekil ve büyüklükte mağaralarla, bal peteği gibi oyulmuştu; güneş onlara bazı açılarda vurduğunda, çok canlı mavi renklerde ışıklar saçıyorlardı."

Birkaç ay sonra Byrd, Küçük Amerika üssünden havalanarak Antarktika'da Marie Byrd Land üzerinde uçtu ve bu muazzam anakara buzulunun baştan başa genel bir görünümünün keyfini çıkardı:

Buradaki güzellik, korkunç olan şeylerin de güzel olabilecekleri anlamında, olağanüstüydü. Sağa baktığında insan, sonsuzluğun alacakaranlığını gördüğü hissine kapılıyordu. Suyun ve su altında kalan arazinin üstünden katı buz ve kardan oluşmuş kocaman çıkıntılar yukarılara tırmanmış; buz tabakasının dış kenarlarına sürtünerek büyük yıkıntılara neden oluyorlar. Yüzlerce ayak yükseklikte sarp kayalar var. Bir keresinde, bu kayalardan birini denize yuvarlanırken gördüm. Çok yüksekteki uçağımdan, sanki oyuncak bir duvardan düşen küçük bir bilye gibi görünüyordu. Motorun gürültüsü dışında en ufak bir ses duyulmadı. Halbuki binlerce tonluk bir ağırlık korkunç bir gürültüyle düşmüş olsa gerek. Sağ tarafta dağlar vardı, gri ve soğuk; onların bazı yerlerinde de, belki 150 metre yükseklikten inen buz şelaleleri vardı....

Burada, buzul çağı gelgitinin soğuk dönemi yaşanıyor. Burada, boğulan ve ezilen bir anakara vardı. Burada, dünyanın karşı karşıya kaldığı en büyük donma dönemlerinin yol açtığı ölü ıssızlık vardı. Bütün bunları görünce, Antarktika'nın bir zamanlar oldukça gelişmiş ağaç ve bitkileriyle, ılımlı ve verimli bir iklimi olabileceğini insanın aklı almıyor.

Bu muazzam buz alanı son buzullanmanın sadece küçük bir kalıntısı. Geçmişte, birçok kez, gezegenin çok daha büyük bölümleri buz tabakalarıyla kaplanmıştı. Sadece 18 000 yıl önce, bugün üstünde, New York, Berlin, Stockholm ve Varşova sokaklarını ve yüksek yapılarını taşıyan topraklar, buzların korkunç ağırlığı altında ezilmişti. Şimdi Antarktika'da olduğu gibi, sık sık fırtınalar çıkıyor; rüzgâr günümüzde görülmeyen bir şiddet ve öfkeyle ortalığı kasıp kavuruyordu. Bu büyük buz çağlarının öyküleri, çok uzun süre donmuş pençelerinde tuttukları anakaralarda bıraktıkları izlere bakarak yeniden zihinlerde canlandırılabilir.

Buz tabakaları geri çekilirken, kendilerine özgü bazı izleri de açığa vururlar. Tabandaki kaya üzerinde oluklar ve paralel çizikler görülür: bir ağaç gövdesindeki pençe izlerine benzeyen paralel yarıklar. Bunlar, buzul yavaş yavaş ilerlerken, yüzeydeki keskin kenarlı taşları da beraberinde sürüklediğinin kesin işaretleridir. Hafifçe eğrilmiş kavisler üzerinde görülen, çeşitli taşlardan ve kayalardan oluşmuş alçak, yuvarlak yığıntılar, buzulun ilerlemesinin duraksadığı, uzaklardan sürükleyip getirdiği bazı taş döküntülerinin bırakıldığı yerleri işaretlemektedir. Bu buzul taşları, kum ve çakıl gibi daha ince maddelerle, bazı yabancı kökenli maddelerin, buzulun ön kenarından akan erimiş sular tarafından yayılmasıyla oluşan birikinti düzlüklerinin sınırlarında yer alırlar. Bu düzlükler, çoğu kez, kazan denilen, ve gömülü buz kütlelerinin erimesiyle oluşan çiçekbozuğu benzeri küçük çukurlarla bekenlenmiştir. Bu delikler, günümüzde küçük göller ve havuzlara dönüşmüştür. Orada burada, ince uzun, yılankavi kıvrımlarla kilometrelerce uzayıp giden, kum ve çakıldan oluşmuş yükseltiler görülür. Bunlar buzulun kenarlarındaki tünellerden çıkan akarsuların taşıdığı maddelerdir.

Anakara buzullarının taşıdığı kil, toprak, kum ve kayaların miktarı insanın aklını durduracak ölçüdedir. Buzlar eridikçe, yüzbinlerce kilometre karelik bir alanda buzul döküntüleri bırakmış ve bu birikintiler zamanla büyük kalınlığa ulaşmıştır. Bunlar

tepe ve yaylalardan çok vadileri, kanyonları ve ovaları kapladığından, gerileyen buz tabakalarının en büyük etkisi, araziye törpüleyerek büyük düzlükler yaratmak olmuştur. Amerika Birleşik Devletleri'nde Doğu Ohio'dan Güney Dakota'ya uzanan arazi başlangıçta da oldukça düzdü; çünkü, sığ denizlerle kaplıydı. Ancak son iki milyon yıl boyunca, birkaç buz tabakasının gelip gitmesiyle, daha da düzleştiler. Iowa ve Illinois üzerindeki buzul birikinti kalınlığı 15 ilâ 60 metredir. Buzul birikintisinin üstünde, yine buzul çağıının armağanı olan, son derece verimli bir toprak katmanı bulunmaktadır.

Büyük buzullaşmaların yer aldığı dönemlerde, gezegendeki aşırı sıcaklık farklılıkları nedeniyle, rüzgârlar da çok şiddetlenmişti. Bu rüzgârlar buz tabakalarının üstünden eserek buzun eriyen kenarındaki döküntü düzlüklerinden ve alüvyon vadilerinden kumları ve tozları kaldırarak yanlarındaki topraklara dağıtmışlardı. Zamanla, bu lös tabakası, anakaranın büyük bölümlerini kaplayan kalın bir örtü durumuna geldi. Lös ince taneli tarıma elverişli bir tortudur ve bitkilerin büyümesi için önemli olan besinleri sağlayan çeşitli mineraller içerir. Mısır ve buğday gibi ürünler için özellikle elverişlidir ve dünyadaki en zengin tarım topraklarının bazılarının ana toprağıdır. Lösten oluşan açık kahverengi toprak, Amerika'nın düzlük eyaletlerinde ve Rusya'nın Avrupa'daki toprakları üzerinde kalın bir katman oluşturur. Kuzey Çin'deki lös birikimi bazen 90 metreye varan kalınlığa ulaşır.

Buz tabakaları bir yandan dünyanın en verimli tahıl ambarlarına son rötuşları koyarken, bir yandan da önemli bir başka coğrafi yapıyı oluşturmaktaydılar: Great Lakes. Kuzey Amerika'nın bu bölgesi, son buz çağıından önce, akarsuların acımasızca aşındırdığı geniş bir ovaydı. İlerleyen buz tabakalarının büyük kütlesi bu düzlüğü kazıyarak temizlemiş, çanaklarını derinleştirmiş ve drenaj düzenini değiştirmiştir. Art arda gelen ve sonra geri çekilen buzulların etkisiyle, altlarında bulunan en zayıf katmanlar çökmüş, çok büyük sığ çanaklar oluşmuş ve kısa sürede bunlar sularla dolmuş. Bu dönemde nehirlerin, mecraları ve göl-

lerin biçimleri birçok kez değişmiş ve sonunda bugün bildiğimiz beş göl, Great Lakes ortaya çıkmıştır.



Buz hemen her yerde, karaların yüzeylerinde, hatta şimdiki ekvator da ve çöllerin kızgın kumlarında izlerini bıraktı. 1960'ların başlarında, Büyük Sahra'da petrol arayan Fransız yerbilimciler, buzul oluk ve çiziklerini taşıyan kayalara rastladılar. Dünyanın en ürkütücü yerlerinden biri olan Cezayir'in güneyindeki Hoggar bölgesinde çalışıyorlardı. Sivri kayalar ve kumdan oluşmuş bir sahra; yaz günleri korkunç sıcak gölgede 58°C sıcak kaydedilmiş. Böyle zamanlarda hiçbir karınca, yılan, hatta kertenkele, Güneş batmadan önce yerinden kıpırdamaz. Araplar da, ancak yakıcı güneş gökyüzünü terk ettikten sonra çölden geçerler.

Fransız yerbilimcilerin keşfettiği kayaların yaşları, buzul işaretlerini taşıyan kayaların hemen altında ve üstünde olan katmanlarda gömülmüş olan fosiller yardımıyla hesaplandı. Bunların ordovisiyen döneme ait, yaklaşık 440 milyon yıllık olduğu anlaşıldı.

Afrika'nın aynı kuzeybatı bölgesinde, yaşlı kayalar üzerinde manyetizma ölçümleri yaptılar; sonuçlar oldukça şaşırtıcıydı. 400 ve 500 milyon yıllık kayalar, Güney Kutbu'nun, Cape Verde Adaları ile Fas arasında bir yerde –şimdi, ekvatorun 23° kuzeyinde Yengeç Dönencesi enlemi üzerinde olan bir bölgede olduğu yolunda kanıtlara rastlanmıştı. O dönemde ekvator Kuzey Avrupa, Kuzey Amerika'nın doğusu ve Meksika boyunca diyagonal olarak uzanıyormuş gibi görünüyor.

Bu bilgiler, kutup buz tabakasının 440 milyon yıl önce, şimdi Sahara çölü olan bölgeyi kapladığına işaret ediyordu. Ancak Fransız yerbilimciler bu sonucun çıkarılması konusunda daha çekimserdiler. Kayaların üzerindeki çizikler, kutupsal buz tabakaları tarafından olduğu gibi, dağ buzulları tarafından da yapılmış olabilir. Belki de, Kuzey Afrika'nın bu bölümünde vaktiyle büyük sıradağlar vardı. Kesin karara varılmadan önce daha fazla bilgi gerekiyordu. [...]

En çarpıcı kanıt Hoggar'ın doğusundaki Wadi Tafassasset vadisinde bulundu. Kayalar kilometreler boyunca uzanan paralel çizik işaretlerini taşıyorlardı; sanki güneydoğudan kuzeybatıya uzanan büyük bir tarak yeryüzünü taramıştı. Havadan bakıldığında bu işaretler yüzlerce kilometre boyunca izlenebiliyordu. Varılan sonuç, en, ihtiyatlı kişiler için bile kaçınılmazdı: şimdi dünyanın en sıcak ve en kurak yerlerinden biri olan bu bölge, 440 milyon yıl önce kutupsal bir buz tabakası ile kaplıydı.

Yerbilimsel kayıtlar beş buzul çağı (arada, daha kısa buz dönemlerinin gelip geçebileceği beş büyük buz çağı) saptamışlardır. Doğu Kanada'da ilk çağın yaygın kanıtları bulunmaktadır. 2,2 milyar yaşındaki kayalar buzul çizikleriyle işaretlidir ve içlerinde büyük taşlar, çakıllar, eriyen buzdan damlayan kum benzeri balçık damlaları bulunmaktadır. Aşırı soğukların hüküm sürdüğü bu dönem, dünyada henüz yaşam tomurcuklanmadan çok önce yer aldı. Bundan sonra gelen ve hakkında bir şeyler bilebildiğimiz dönem, yani denizde sadece yumuşak yapıli organizmaların var olduğu dönem ise bundan 600 ila 700 milyon yıl önce yer aldı. Kambriyen-öncesindeki bu buzullaşma çağının tarihi hakkında çok az şey bilinmektedir, ancak bu bilgiler Avustralya, Güney Afrika, Çin, Avrupa ve Kuzey Amerika'ya ilişkinmiş gibi görünüyor. Belki de bütün dünya buzlarla kaplanmıştı. Buzullar sadece kutupsal olgular değillerdi. O dönemin ekvator bölgesini bile etkilediler.

Bu buz çağından sonra dünya, buzulların ve kutup buzlarının olmadığı uzun bir dönem geçirdi. Kambriyen-öncesi buzullaşmadan 200 milyon yıl kadar sonra, Afrika'da, o dönemin Güney Kutbu yakınlarında Ordovik buz katmanları oluştu. Birkaç milyon yıl sonra, silüriyen döneme gelindiğinde, buzlar yok olmuş ve dünya tropik koşullara dönmüştü. Yine, bir sonraki dönem başlamadan önce belki de 150 milyon yıl süren, uzun bir sıcak dönem hüküm sürdü. (Güney Amerika'da bundan 350 milyon yıl önce buzullar bulunduğu yolunda bazı kanıtlar olmakla beraber, bunların bir anakara buz kütesinden kaynaklandığı kanıtlanmamıştır. Yalnızca dağ buzulları olabilirlerdi.) Karbonifer dönemi son-

larında –bundan yaklaşık 290 milyon yıl önce Antarktika’da, o devirde Güney Kutbu’nun olduğu yerin yakınında, buz tabakaları oluştu. Kıta sahanları dünya çevresinde sürüklenirken, bazı anakaralar da kutup bölgesine sürüklendi– Güney Amerika, Afrika, Hindistan ve son olarak da Avustralya. Bu bölgelerin her birinde, birbirini ardından buzullanma oldu ve yaklaşık 270 milyon yıl öncesine kadar da tümünden yok olmadı. Dünya bir kere daha uzun süre büyük buz kütlelerinden kurtulmuştu. Bu dönem, insan üzerinde çok derin etkileri olan, ve hâlâ dünya iklimi üzerinde belirleyici etkisi olan son buz çağına başladığı yaklaşık 2 ilâ 3 milyon yıl öncesine kadar sürdü.

Son buz çağına kanıtları, görece tazedir, bu nedenle, bunların kimliği belirlenen buzul kalıntılarının ilk kanıtlarını oluşturması doğaldır. Bunlar anakaralar üzerinde art arda gelen ilerleme ve geri çekilmelerin dramatik bir öyküsünü anlatıyorlardı. Ancak, yıllar boyu, bu yakın dönem pleystosen buzullanmalarının sayısı ve karmaşıklığı gereğinin çok altında değerlendirilmiştir. 1950’lerin sonlarına kadar kabul gören genel görüş, son iki milyon yıl içinde ılımlı enlemlere sadece dört defa indikleri yolundaydı. Eski iklim ve sıcaklık koşullarının incelenmesi için bazı tekniklerin geliştirilmesinden sonradır ki karmaşık geçmiş aydınlanmıştır.

Derin denizlerden delgi yoluyla çıkarılan örneklerde küçük deniz hayvanlarının kabukları bulunmaktadır. Paleontologlar, dağılımları iklimden önemli ölçüde etkilenen fosil türlerini mikroskop yardımıyla bulabilmektedirler. Bu sayıları kullanarak, bu organizmaların yaşamış oldukları suyun sıcaklığını, iki veya üç derecelik bir hasasiyetle saptayabiliyorlar. Bir başka ölçüm de, fosil kabuklarında bulunan iki oksijen izotopunun –normal oksijen 16, daha ağır izotop ise oksijen 18– göreceli miktarlarından yararlanmaktadır. Okyanusun suyu buharlaştığı zaman, daha hafif olan oksijen izotopunu içeren moleküller yüzeyi daha kolay terk ederler. O zaman, oksijen 18’den daha çok oranda oksijen 16 içeren su, önce bulut damlacıklarına, daha sonra da büyük buzulları oluşturan kara dönüşür. Geride kalan okyanus suyunda ise da-

ha yüksek oranda oksijen 18 bulunur. Bu değişen oran deniz organizmalarının kabuklarında kayıtlıdır.

Yerbilimciler deniz tabanından derinlemesine alınan “çekirdek” örnekler üzerinde bu yöntemleri kullanarak, yakın zamanlardaki buz çağlarının, yeryüzü kayalarında bırakılan buzul işaretleriyle saptanmış olandan çok daha hızlı olarak art arda geldiklerini keşfettiler. Son iki milyon yıl içinde, yirmi kadar büyük buzullanma döneminin yaşanmış olabileceği sanılmaktadır. Soğuk dönemler sıcaklardan çok daha uzun sürmüştü. İnsanların bu gezegende yaşadığı bütün süre boyunca, ortalama uzunlukları 100 000 yıl olan buzul dönemleri dünya iklimine egemen olmuştur. Soğuklardan, ancak buzul dönemleri arasındaki kısa süreli –tipik süre 10 000 yıl– sıcak dönemlerde kurtuluş olmuştur ve şimdi, yaklaşık 9000 yıldan bu yana keyfini çıkardığımız dönem ise ömrünü neredeyse tamamlamış olabilir. [...]

İlkbahar, Buz Kralı’nın en yüce armağanıdır. O, bize çıplak toprağın yaşama dönüş öyküsünü her yıl yeniden anlatır. Bir yaşam süresinin birkaç haftasını –çok küçük bir bölümünü– yaşamın kendisini, bütün o harikulade zarif ayrıntılarıyla, yavaş yavaş sergilemesini gözlemekle geçirmeğe gerçekten değer.

Bu yıl, baharın gelişini Illinois’de, evimin yakınındaki küçük bir ormanlık bölgede izledim. Burası, kayın ve alıç ağaçlarının henüz yeşermemiş dallarından güney güneşinin güçle parladığı, kuzeydeki bir bayırın da en soğuk rüzgârları engellediğı, ufak, korunmuş bir koyaktı. Ufacık bir dere parıldayan taşlar üzerinden fısıldayarak akıyor, sonra da, büyük bir çürümüş meşe kütüğünün önünü keserek oluşturduğu havuza kendini bırakıyor. Bu havuzun kenarlarındaki otlar daha taze bir yeşile dönmeye başlamışlar. Afrika menekşelerinden bir küme; eski yaprakları kış ayaıyla orada burada bronzlaşmış, ama saplarında ufak, sivri yeni yaprak goncaları baş göstermiş. Birkaç erken titrek-sinek bir güneş ışığı demeti içinde dans etmekte.

Rüzgâr almayan bu kuytu yerde yosundan bir minder üzerine oturdum. Meşe yaprakları ve çam iğnelerinden oluşmuş kalın

bir örtüyü dikkatle kenara iterek, yeniden yaşama dönen bütün bir minyatür dünyayı açığa çıkardım. Bu ufacık alanda bir düzine çeşitli bitki, kıvrılmış koyu renkli yapraklarının sert uçlarını, dokunduğumda parmaklarıma hâlâ serin ve gevrek gelen topraktan yukarı çıkarmışlardı. Bu yukarı uzanmış uçlardan nasıl bir şeylerin büyüyeceğini henüz tahmin edemezdim. Kimliklerini belirleyen soğanlar ve kökler, süngerimsi toprağın altında gizlenmişlerdi. Orada, karanlıkta, bakterilerle solucanların eylemlerinin bilinçsiz düzenini dokuduklarını görebiliyor, yaşamın hareket geçişini hissedebiliyordum.

Günler geçti ve toprak ısındı. Her sabah oraya giderek her bitkinin kendine özgü şekliyle yavaş yavaş açılışını seyrettim. İlk önce menekşenin kendini ele veren kalp şeklinde yaprakları göründü. Sonra da güzel yüzlü eflatun renkli çiçekleri geldi. Dağ lalesi, serin esintilerle, tüy benzeri yapraklarını silkeledi. Arkasından, kurtpençesi çiçeğinin, dikkatle korunmuş yaşam tohumunu taşıyan, bir penis gibi gergin ve amaçlı kırmızı başı, nemli funda toprağından dışarı çıktı; karmaşık bitki örtüsünün üstünden yükseldi. Sonra da oldukça şişkin olan yaprağı yavaş yavaş açıldı ve değerli emanetini bıraktı: Yavaş yavaş şişerek, ortası altın renginde, mumdan yapılmış bir çiçeğe dönüşen tek bir goncaydı bu.

İkiz çiçeği saten gibi yapraklarının çok yukarısında, narin titrek sapı üstünde baş sallayan bir çift pembe çiçeğini boşluğa salıverdi ve yumuşak orman havasını nefis bir kokuyla doldurdu.

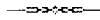
Büyük çiçekli trilyumun koyu renkli bayrakları yavaş yavaş açılarak endamının matematiksel kusursuzluğunu sergiledi. Üç simetrik yaprak, hep birlikte açılarak ortasında minicik yeşil bir tomurcuk bulunan bir çanak oluşturdu. Tomurcuk büyüdü; yeşil çanak arkaya doğru kıvrılarak, goncayı açığa çıkaran sivri uçlu üç çanak yaprağı ayrıldı. Gonca da üçgen biçimindeki taçyapraklarını hep birlikte açarak kusursuz üç loblu bir çiçekle işi tamamladı. İşte size zamanda yazılmış üç üstü üç, üstü üç, bir denklem.

Tarçın eğretilerinin dalları yükseklere, gün ışığına doğru uzanıyor, narin, yeşil sapsar üzerinde sıkça çevrelenmiş yaprakla-

rını yukarılara uzatıyorlar. Bu içe doğru kıvrılmış karmaşık rulo-
lar, başparmağım büyüklüğüne indirgenmiş büyük spiral galaksi-
lere benziyorlar. Bu organik maddenin, kıvrımlarının açılarak,
minicik dokungaçların gün ışığına doğru uzanmalarını seyrettim.
Bir galaksiye göre de, bir eğreltiye göre olduğum ölçüde büyük
olsaydım, onun da soluk parmaklarını uzayın derinliklerine doğ-
ru uzatıp kozmik ışığı yakalamasını görebileceğimi düşündüm.

Yukarıda, huş ağacı tomurcuklanmaya başlamış; bu şişkin
gümüş rengi tomurcuklar ışığı yakalayıp, sanki kendileri de birer
ışık kaynağıymış gibi, yavaş yavaş geri veriyorlar. Ormanın koyu
gölgeliğinde bu ışık tomurcukları sayısızmış gibi görünseler de,
Samanyolu'ndaki yıldız kümeleri gibi tek tek seçilebiliyorlar. Bu-
rada, bu küçük koyakta, ilkbaharın çiçeklenmesi, uzay ve zaman-
da yoğunlaşmış bir küçük evrene benziyordu.

Çok geçmeden mevsim olgunlaştı, yaz geldi. Dağ lalesinin ve
sünger çiçeğinin taçyaprakları döküldü. Saçaklı akçaağaç çiçek-
lerinin yerini koyu yeşil yapraklar aldı; baharın yumuşak yeşili
yoğun yapraklı bir gölgeliğe dönüştü. Artık gün ışığının ışınları
koyu gölgeliklere giremiyorlardı; yerdeki toprak da ıslak ve ağır-
dı. Nemli havayı hareket ettiren esintiler yoktu. Kutup denizle-
rinde yüzen buzulların olmadığı, tropik ormanların egemen oldu-
ğu dönemlerde de dünya böyleydi herhalde.



Buz bize baharın narin güzelliğini, ardıçkuşunun dönüşünü,
yaban kazını ve çiğdem çiçeğini ve belki de, daha fazlasını verdi.
İnsan türü pleyistosen buz döneminde gelişti. Buzul ikliminin
sertliği, insanın evrimini hızlandırmış olabilir. Giderek olumsuz-
laşan çevrenin oluşturduğu koşulların meydan okumasının bey-
nin hızla gelişmesine yol açan bir etken olduğu ileri sürülmüştür;
her ne kadar bu teori tartışmaya açıksa da ve belki de hiçbir za-
man kanıtlanamayacaksa da. Kuşların mevsimsel göç yapmayı
keşfetmesi gibi, insan da kendine özgü insan tepkileri geliştirdi.
Sert kışlara dayanabilmek için önceden planlamayı, kendi ben-
zerleriyle işbirliğine girerek barınak yapmayı, vücudunu hayvan-

derileriyle kaplamayı ve ateşin yararlarını keşfetmeyi öğrendi. Sürekli yaz mevsiminin hüküm sürdüğü ve yaşamının kolay olduğu bir dünyada, beynimizin gizemli potansiyeli uykusunu sürdürebilirdi. Beethoven'ın senfonileri, Keats'ın şiirleri, Satürn'e gönderilen uzay aracı, yıldızlara mesajlar – bu harikaların ve henüz bilmediğimiz başkalarının tohumları, buzun parıldayan ihtişamından salıverilmiş ve geriye çekilen buzullarca birer birer bırakılmışlardır.



RICHARD PRESTON

Karanlık Zaman

İlk Işık'tan (1987)

Richard Preston (1954 -) *New Yorker* dergisinde yayımlanan türden klasik makalelerde uzmanlaşmış bir yazardır. Düzyazı kullanarak bir yığın olguyu o denli güzel dile getirir ki, okurlar örneğin, kurbağalar hakkında daha ne kadar okuyacaklarına hiç aldırmazlar; yeter ki bu büyüleyici yazıyı okumayı sürdürsünler. Preston bunu, anlattığı şeyleri okuyucunun gözünde canlandırmasını sağlayarak başarır. Buradaki makalesini okuduktan sonra, Güneş sistemi hakkında evvelce sahip olunan imajın değişmeme-si sanırım olanaksızdır. Preston, vaktiyle bize verilmiş olan imge-yi iyi biliyor. Bu imge, okulda görmüş olduğumuz, Güneş burada gezegenler orada türünden haritalara benzer; izledikleri yörünge-ler de gökyüzünde şehirlerarası otoyollar gibi işaretlenmiştir. Preston ise, onun yerine, Güneş sisteminde dolaşıp duran dökün-tüler imgesini getiriyor. Bu makalede her paragraf gökyüzü hak-kında, gökbilim hakkında ve gökyüzünü inceleyen insanlar hak-kında yeni bir şeyler dile getiriyor.

Arizona'daki Flagstaff yakınlarında, dik yamaçlı yassı bir tepenin [*mesa*] üstünde, ponderosa çamlarının arasında, beton bloklardan yapılmış alçak bir ev vardır. Ev, bir bomba sığınağını andırır. Onun üstüne ikinci bir ev oturtulmuştur –duvarları vol-kanik taşlardan ve camdan yapılmış yüksek bir bina. 1985 Ekim ayında, bir gece, taş ve camdan yapılmış bu evin yemek masası-nda gezegen bilimcisi Eugene M. Shoemaker'la beraber oturuyor-duk. Ev yapımı acı Meksika böreğinden (*enchiladas*) oluşan ye-meğimizi henüz bitirmiştik. O, bir gazeteye göz gezdirdiyordu. Yüksek sesle okudu “Gökbilimciler Olası Uzak Bir Galaksi Sap-tadı.” Sonra yarım gözlüklerini takarak öyküye eğildi. “Bu kahro-lası da ne? Anlamı ne? Sadece yüz milyar kadar görülebilen ga-laksi var.” dedi.

Masadan tabakları kaldırmakta olan Carolyn Shoemaker “Acaba hangisini buldular?” diye takıldı. Gece inmişti ve sürekli yağmur yağıyordu.

Gene, gazeteyi masaya bıraktı. Yıllardır göktaşlarının ve kuyrukluysıldızların açtığı büyük kraterlerin kalıntılarını aradığı için sağlıklı, güneş yanığı bir yüzü ve kırılmış bıyıkları vardı. Hopi gümüşünden, kartal şeklinde bir kravat iğnesiyle tutturulmuş bir bolo kravatı takıyordu. “Gerçekte gökbilimciler Güneş sistemini bir kenara bıraktılar,” dedi. “On dokuzuncu yüzyılda gökbiliminin ilgi odağı Güneş sistemiydi; aletleri geliştikçe, gökbilimciler da dikkatlerini, daha büyük problemler dedikleri şeylere odakladılar.” Yüzü bir tebessümle kırışarak şunu ekledi. “Bunun üzerine, yertfızıkçileri ve yerbilimciler ortaya çıkıp bu öksüzü, Güneş sistemini evlat edindiler.”

Sağanak halinde yağan yağmur eve çarpıyor, ponderosa kirşileri boyunca yankılar yapıyordu. Gene ve Carolyn, üç çocuklarıyla birlikte aşağıdaki evde otururlardı. Ev dar gelmeye başlayınca, doğal olarak çatı katı akıllarına geldi. Zamanla çocuklar büyüdü, evden uzaklaştılar. Sonra, Gene’in annesi aşağıda oturmaya başladı.

“Bu ay Palomar’da yeni bir şeye başlıyoruz,” dedi Gene. Eline bir bilgisayar kâğıdı aldı ve açtı. Başlığı “Bilinen Truvalılar”dı. İçinde Truva Savaşının kahramanlarının bir listesi yazılıydı: Akhilleus, Patroklos, Hektor, Nestor, Priamos. Her biri Güneş çevresinde dönen ufak gezegenlerden birinin adıydı ve her isimden sonra, o gezegenin yörüngesini tanımlayan uzun bir dizi sayı yazılıydı. Ufak gezegenler asteroitlerle aynı şeydir. Gene, son zamanlarda bu Truvalıların aklını kurcalamaya başladığını, oralar da daha birçok *bilinmeyen* Truvalı olup olmadığını merak ettiğini söyledi. Parmaklarını sayılardan oluşan sütunların üstünde gezdirdi. “Şu yörünge sayılarına bir bak, Truvalı sürülerinin gerçekten çok büyük olduğunu hemen görürsün” dedi. Bilgisayar kâğıdına baktığımda ben hiçbir şey göremediysem de, Gene bu dizi dizi sayılara baktığında, anlaşılan, hayalinde Jüpiter’in hari-

talanmamış iki devasa asteroit bulutunu görüyordu. "Bu bulutlar gökyüzünün kocaman bir bölümünü kaplıyor, küçük bir geniş açılı teleskopla araştırabileceğimiz gökyüzünü." dedi.

Carolyn, bulaşıkları yıkarken mutfaktan "Eğer yağmur dursaydı, Gene" diye ekledi.

Kasvetli bir gürültü çatıyı dövüyordu. Gene başını yukarı kaldırdı "Bu biraz ümit kırıcı," dedi.

Carolyn mutfaktan çıktı. Yumuşak bir sesle "Flagstaff'da yağmur yağdığına göre, belki Palomar Dağlarında da yağıyor." dedi.

Gene'in Truvalı asteroitlere ilgisini kamçılayan şey, kısa süre önce Carolyn'in, negatifleri karıştırırken onlardan yeni bir tane keşfetmiş olmasıydı. O, dünya-kesen asteroitleri yani, yörüngeleri Dünya'nın yörüngesini kestiği için Dünya'ya çarpma riski olan başıboş asteroitleri arıyordu. Ama onların yerine bu Truvalıyı bulmuştu. Ufak gezegenlere göre daha büyüktü. Çevresi yaklaşık seksen mil olan koyu gri bir top, Shoemakerların şimdiye kadar bulduklarının en büyüğüydü. Onu keşfettikten sonra ona bir isim vermeye hak kazanmışlardı. Uzun geçmişi olan bir gelenek uyarınca, bu tür gezegenlere Truva Savaşının kahramanlarından birisinin adı verilir. İlyada'nın bir baskısını incelemişler, "Büyük isimlerin hepsi verilmişti. Kuyunun dibine vurduk, daha düşük rütbelere kaldık sanıyorduk," dedi Gene. Ama sonra Paris ismine rastlamışlardı." Nedense Paris hiç kullanılmamıştı. Bilmiyorum niye; halbuki savaşı başlatan Paris'ti."

İki Truvalı bulutu vardı, Jüpiter'in her iki yanında birer tane; onun yörüngesini de paylaşıyorlardı. Truvalılar, yavaş hareket eden, çok uzak asteroitlerdi. Antrasit kömüründen daha koyu renkliydiler; bu nedenlerle de sadece kırk tanesi bulunmuştu. Halbuki Jüpiter'le Mars arasındaki ana asteroit kuşağında binlerce ufak gezegen bulunmuştu. Dünya iki Truvalı asteroit bulutunun biri tarafından sallanmak üzereydi. Ay'ın, gökbilimcilerin karanlık dönem dedikleri, ay ışığı olmayan dönemi başlamıştı. Shoemaker'lar, bu karanlık dönemi, California'daki Palomar

Gözlemesinde, on sekiz inçlik bir Schmidt teleskopuyla Truvalı asteroitleri arayarak geçirmeye karar vermişlerdi.

Truvalı bulutu hiçbir zaman tam olarak araştırılmamıştır. Jüpiter'in iki tarafında yarım milyar mil boyunca yayılmış, fotoğraf kâğıdı üzerinde çok zor görülebilen dağınık ışık noktalarından oluşmuştur. Onların oraya nasıl geldiğini, bileşimlerinin ne olduğunu kimse bilmiyordu. 1906'da, Alman gökbilimci Max Wolf, Jüpiter'in yörüngesinde, Jüpiter'in 60° önünde, sanki Jüpiter onu itiyormuş gibi yalpalayan bir asteroit keşfetti. Wolf ona Akhilleus adını verdi. Akhilleus'un yolu, her nasılsa, Jüpiter'in ve Güneş'in çekim alanlarının değişmeyen bir gravitasyon cebi oluşturduğu bir bölgesine düşmüş; bu nedenle de aşağı yukarı hareket etmeye mahkûm olmuştu. Fransız matematikçi J. L. Lagrange, bir yüz yıldan daha uzun bir süre önce başka bir cisim etrafında dönen bir cismin her iki yanında, 60° de, çekim çukurları olabileceğini hesaplamış ve yörünge sistemlerinde böyle bir özelliğin oluşabileceğini öngörmüştü. Başboş dolaşan bir cisim, bu çukurlardan birine düşmesi halinde, çukurun içinde salınacak ve bir itme olmadan oradan ayrılmayacaktır.

Akhilleus, Jüpiter'in öndeki Lagrange noktasına yakalanmış olarak bulunan ilk cisimdi. Daha sonra Jüpiter'in arkadaki Lagrange noktasında Patroklos bulundu. Jüpiterin 60° gerisinden, sanki Jüpiter onu belirli bir yol boyunca çekiyormuş gibi gidiyordu. Kısa sürede bu iki küçük gezegenin, ev sahipleri olan Jüpiter'i makas içine aldığı anlaşıldı. Onları adlandırmada bir usul geliştirildi: Birkaç istisna dışında (Patroklos bunlardan birisi) Jüpiter'in önünde giden asteroitlere savaşın Yunan tarafındaki kahramanlarının adları, Jüpiter'in arkasından giden asteroitlere de Truva tarafındaki kahramanların adları veriliyor. Bu iki bulut resmen, Yunanlılar ve Truvalılar olarak bilinirler; ama gökbilimciler genellikle her iki buluta da sadece Truvalılar der.

Şu anda, gece yarısı dolaylarında, Yunan bulutunun merkezi gökyüzünün tepesindeydi. "Bu adamlardan daha birçoğunu bulmak için bir fırsat kolluyoruz," dedi Gene. "Her iki bulutta, eni

bir kilometreden büyük, toplam iki yüz bin tane Truvalı gezegen olabileceğini sanıyorum. Ancak bunun Truvalılar hakkında gökten inme bir bilgi olmadığını eklemeliyim.” Truvalı bulutunun, Güneş sistemi düzleminin hem üstünde hem altında, çok uzaklara kadar gittiğine inanıyordu. Buralarda hiç kimse, hiçbir zaman, sistematik biçimde Truvalı aramamıştı. “Biz madenin zengin damarını işte buralarda bulmayı umuyoruz.” dedi.

Asteroit bulutları birtakım döküntüler içerir: Toz ve kumdan, taşlara ve küçük dünyalara kadar her şeyi. Eğer Carolyn, yağmurdan sonra fotoğraf negatiflerini araştırırken, bir avuç dolusu büyük Truvalı keşfedebilirse bu birçok küçük cismin de var olduğuna işaretler. Gökyüzünün beklenmedik bölgelerinde gizlenen büyük Truvalılar, aralarında görünmeden uçuşan yığınla Truvalının hafif sisini de açığa vurmuş olurlar. Carolyn, negatiflerde, bir de hızla gelip geçen, dünyaya yönelik asteroitleri saptamaya çalışıyordu. Bunlardan biri her an, bir filmde görünebilirdi. [...]

İlk belgelenmiş dünya-kesen asteroidi Almanya'nın Heidelberg şehrinde asteroit avcılığı yapan Karl Reinmuth 1932'de keşfetmişti. Cam bir fotoğraf levhası üzerinde, yıldızların arasında parlak bir çizgi olarak görünüyordu; bir buçuk kilometre çapında, hızla giden, dünyaya yakın bir cisim. Ona Güneş'in savaş arabasını süren tanrının ardı sıra Apollon ismini verdi; çünkü asteroidin yörüngesi onu Güneş'e yaklaşıtıyordu. (Apollon, aynı zamanda, canlıları anında öldüren görünmez okları fırlatan tanrıydı.) Apollon kararsız bir yörüngedeydi, sonra gözden kayboldu. Ancak 1973'te, ay ışığının olmadığı bir gökyüzünden çabucak geçerken, Harvardlı gökbilimciler tarafından beklenmedik biçimde yeniden keşfedildi. Apollon'u keşfetmesinden beş yıl sonra, Reinmuth bilinen ikinci dünya-keseni, Hermes'i, buldu. Hermes Dünya'dan yaklaşık beş yüz bin mil –veya dünyadan Ay'a olan uzaklığın iki katı– kadar öteden geçti ve gözden kayboldu. Hâlâ da kayıp; ne zaman döneceğini de kimse bilmiyor. [...]

Gene'in hayalindeki Güneş sisteminin tuhaf bir görünümü var ve bu benim duyduğum Güneş sistemlerine hiç benzemiyor.

Okul kitaplarında Güneş sistemi, bir düzlem üzerinde iç içe geçmiş, günmerkezli bir dizi çember şeklinde resmedilir; her çember bir gezegenin yörüngesini temsil eder. Gene'in düşündüğü Güneş sistemi ise küre gibi bir şeydir: dinamik, gelişen, şarapnel parçalarıyla ve şeritleriyle işlenmiş bir döküntü bulutu; uzun elipsler şeklinde, karmakarışık, kararsız yörüngeler; bu yörüngelere pompalanması olası madde kırıntıları, yörüngelerle her yere taşınan fırlatılmış maddeler –yani arada büyük bir gezegene çarparak büyük bir patlamaya yol açan ufak gezegenler. Bir keresinde “Oralarda, Güneş sisteminde, bir hayvanat bahçesi dolusu yaratık dolaşıp duruyor.” demişti. Şimdi de kuyrukluyıldızlar hakkında konuşmaya başladı. Ona göre, bu döküntünün daha ilginç şarapnellerinden biri de Güneş sisteminin kuyrukluyıldızlar hazinesiydi. Kuyrukluyıldızlar uflanabilen madde kütleleridir. Bazılarının eni birkaç mile ulaşır; silis tozu, karbonlu bileşimler ve çeşitli türden buz içerirler; bunlar gezegenler oluştuktan sonra geriye kalan atık maddelerdir. Bilinen en uzak gezegen olan Plüton’un ötesinde, Oart bulutu –onun varlığını ilk gösteren Hollandalı gökbilimci Jan Oart’ın adıyla anılır– olarak bilinen, kuyrukluyıldızlardan oluşmuş bir yapı bulunmaktadır. Oart bulutu çok büyük sayıda, belki de bir trilyon (kimse kaç tane olduğunu söyleyemez) kuyrukluyıldız içerir. Bunlar Güneş’ten ortalama bir ışık yılı uzaklıkta, hemen hemen dairesel biçimde yörüngeler üzerinde hareket ederler. Eğer Plüton’un yörüngesi bir madeni para büyüklüğünde olsaydı, tipik bir Oart kuyrukluyıldızı on metre uzaktan seyrederdi. Oart bulutundan bakıldığında Güneş herhalde, parlak bir yıldız olarak görünürdü. Oralarda tipik bir kuyrukluyıldız, Güneş çevresinde, yavaş yavaş, saatte yaklaşık beş yüz kilometre hızla hareket eder, Güneş’ten başka yıldızların da çekimini hissedebilirdi. Galaksideki bütün yıldızlar galaktik merkezin çevresinde hareket ettikleri için, arada bir, Oart bulutunun yakınından bir yıldız geçer. Böyle bir yıldızın çekimine maruz kalan bir kuyrukluyıldız bazı durumlarda, sanki duracakmış gibi yavaşlar; yörünge hızı saatte on ya da on beş kilometreye düşer. O za-

man, yıldızının üstünde neredeyse hareketsizmiş gibi asılı kalan her cismin yaptığı şeyi yapar: Güneş'e doğru düşer. Güneş sisteminin daha içlerine vardığında, kuyruklu yıldız artık korkunç bir hızla düşmektedir. Güneş çevresinde bir U dönüşü yapar ve tekrar Oart bulutuna doğru gitmeye başlar. Bazı kuyruklu yıldızlar da Güneş'e gerçekten çarparlar. Güneş sisteminden düşen kuyruklu yıldızları düşünürken, Gene, kuyruklu yıldızların gezegenler bölgesinde ne sıklıkta yakalandıklarını merak ettiğini yüksek sesle mırıldanıyordu. Örneğin, Truvalı gezegenlerin, Güneş sisteminin erken bir döneminde Jüpiter'in Lagrange noktalarında hapsedilmiş olan ölü, siyah, yanıp tükenmiş kuyruklu yıldızlar olup olmadığı kafasını kurcalıyordu. [...]

Bu kaya parçalarının nasıl bir araya geldiklerinin öyküsü de çok ilginç. Gökbilimsel ölçülerdeki maddenin, oldukça sıradan sayılabilecek eğilimlerinden birisi, kütle aktarım diski olarak bilinen, toz parçacıklarından oluşmuş, dönen bir disk şeklinde bir araya gelmesidir. Güneş sistemi de bir kütle aktarım diski olarak başlamıştı. Diskin merkezindeki basınç ve yoğunluk kritik bir düzeyin üzerine çıktığında, termonükleer ateşleme başlamış ve Güneş doğmuştur. Zamanla incelen disk, buz - ve - kaya toplarına dönüştü. Gezegenlerin ataları olan bu toplara gezegencik ya da oluşmuş cisim [*Planetesimal*] denir. Oluşmuş cisimler karşılıklı çekimin etkisiyle çarpıştılar ve birleştiler, böylece büyüyerek gezegenleri oluşturdular. Oluşmuş cisimler, Güneş çevresinde dönerken halkalara ayrıldılar. İlk gezegenin, çok yoğun bir halkadan oluşan Jüpiter olduğu sanılmaktadır. Gezegenler şişmanladıkça oluşma hızları yavaşladı. Ele geçirdikleri gezegencikleri, birkaç tane kalana kadar, yiyip bitirdiler.

Bazı gezegencikler yuvalarına girmekte hiç acele etmediler. Shoemaker'ın Ay'daki krater oluşum hızı üzerinde yaptığı çalışmalar, Dünya'nın ve Ay'ın oluşumundan bir milyar yıl sonra bile geç kalmış gezegenciklerin arada bir Ay'a çarptıklarını; bu çarpmaların da, Ay'ın yüzeyinde yol açtıkları yaralardan yükselen lavların oluşturduğu, Lunar Maria denilen lav denizlerini oluşturdu-

ğunu göstermiştir. Dünya da aynı geç bombardımana maruz kalmış, ancak hava koşulları bu yaraları uzun zaman önce silmiştir. Bombardıman günümüzde, neredeyse sıfıra ya da, hemen hemen sıfıra inmiştir. Gezegenler büyümekten hiç vazgeçmediler. Günümüzde Dünya, uzaydan sürekli dökülen toz yağmuru nedeniyle, günde yaklaşık yirmi ton kazanmaktadır. Arada bir de, bir saniyede iki milyar ton kazanır.

Gökbilimciler ana asteroit kuşağının patlamış bir gezegenin molozu olabileceğini düşünürlerdi. Şimdi ise onun, oluşmamış bir gezegenden kalan maddeler olduğu kanısındalar. Jüpiter'in çekimi, şimdi kuşağın bulunduğu bölgedeki bir oluşmuş cisimler halkasını karıştırmış ve halkanın bir gezegeni oluşturmasını engellemiştir. Jüpiter'in çekimi bu oluşmuş cisimleri tırmıkladı, karıştırdı ve etrafa fırlattı. Birbirlerine yapışamadılar. İki gezegencik her çarpıştığında, ikisi de parçalandı ve Jüpiter parçaları o yana bu yana çekerek başka çarpışmalara ve daha fazla parça üremesine neden oldu. Jüpiter ana kuşağı çalkalamayı hâlâ sürdürüyor; oralarda hâlâ kazalar oluyor. Sürekli çarpışmalar sonucu asteroitler bir toz ve moloz tabakasıyla kaplanmışlardır; bazıları da, kendi aralarındaki çekim nedeniyle, birbirlerine zorlukla tutunan, yığınlarla dövülmüş parçalardan oluşmuş olabilirler, Jüpiter asteroit kuşağındaki kütlenin çoğunu uzayın derinliklerine fırlatmış bulunuyor. "Ana kuşaktaki asteroitlerin hepsini bir araya getirip bir top yaparsanız, Ay'ın kütlesinin onda biri civarında bir şey elde edersiniz," diyor Gene.

Dünya-kesen asteroitler yavaş yavaş yok oluyorlar; ya Dünya'ya çarpıyorlar ya da Dünya'ya çok yakınlaşıp uzaklara kovalanıyorlar. Yeni dünya-kesenler bir yerlerden geliyor olmalılar. Ana asteroit kuşağı ise Güneş sisteminde bilinen en büyük kaya ve metal parçaları deposudur. Bu kuşaktaki asteroitlerin çoğunluğu Dünya'ya yaklaşmayan kararlı yörüngelerde oldukları halde, kuşak, dünya-kesen yörüngelere de asteroit pompalıyor gibi görünmekte. Kuşağın kendisi, Kirkwood aralıkları denilen boş aralıklarla, halkalara ayrılmıştır. Jüpiter bu aralıkları sürekli te-

mizler. Kirkwood aralıklarına tesadüfen düşen herhangi bir parça, onu dışarı fırlatma gücüne sahip olan Jüpiter'le bir yankı dansına girer. Yörünge uzmanları, ana kuşağın içinde veya yakınındaki kararsız bölgelerin ve Kirkwood aralıklarının, birçok dünya-kesen asteroidin kaynağı olduğunu düşünüyorlar. Örneğin, kuşakta bulunan iki asteroit çarpışabilir; bir parça bir Kirkwood aralığına sürüklenebilir; Jüpiter parçayı Kirkwood aralığından çekip çıkarır ve onu Mars'a yakın bir yörüngeye fırlatır, sonra da Mars cismi, içeriye, dünyaya doğru fırlatır. Bu asteroidi Kirkwood aralığından Satürn de çıkarabilir ve doğruca Dünya'ya fırlatabilir. [...]

30 Haziran 1908 sabahı Sibiryâ üstünden, tanıkların ifadesiyle “güneş ışığını bile karanlıkmiş gibi gösteren” bir ateş topu geçti. Sonraki birkaç dakika içinde çok parlak, mantar şeklinde bir bulut Orta Tunguska Nehri vadisi üstünden kaynayarak stratosfere yükseldi. Patlama yerinden 80 kilometre uzakta, bir şok dalgası, bir çadır dolusu Evenkian göçebesini havaya kaldırıp bir çanta gibi havaya fırlattı. Patlama noktasından 110 kilometre uzaktaki Vanovara alışveriş merkezinde verandada oturan bir adam parlak bir sıcaklıkla yıkandığını hissetti, daha sonra gelen bir şok dalgası da onu verandadan koparıp havadan, birkaç yarda uzağa fırlattı. Yere vurduğunda kendini kaybetmişti. Patlama yüzlerce mil karelik ormanı yakıp yerle bir etti, patlamanın güm-bürtüsü altı yüz mil uzaktaki evlerin camlarını kırdı ve içerdeki tabak çanağı parçaladı. Bir basınç dalgası dünya çevresinde iki tur attı. Ertesi gece, Avrupa'da gökyüzü o kadar parlaktı ki Londra'daki bir insan, geceyarısı, evinin dışında gazetesini okuyabilirdi. Bütün bunların nedeni de 60 metre çapında bir asteroidin ya da bir Apollon asteroidin dünyaya çarpmasıydı.

1912'de, bir öğleden sonra, Arizona'daki Holbrook'da, Santa Fe demiryollarının bölge şefi ve ailesi yemek yiyorlardı. “Korkunç bir gürültü” duydular. Oğlanlardan biri dışarıya koştu. “Dışarıda taşlar yağıyor” diye bağırdı. Babası da dışarı fırladı. Doğuya doğru bir buçuk kilometre öteye kadar bütün ova, onlara “top-

rağa çarpan mermileri” hatırlatan toz bulutlarıyla kaplanmıştı. On dört bin göktaşı düşmüştü.

6 Haziran 1924’te, Colorado’daki Johnstown’da küçük Elwell kilisesinin arkasındaki mezarlıkta bir cenaze töreni yapıldığı sırada makineli tüfek sesini andıran bir ses, sonra da bir çatırtı sesi duyuldu; futbol topu büyüklüğünde bir meteor yakındaki bir yola düşmüştü. Mezarıcı Mr. Clingenpeel onu kazıp çıkardı.

28 Nisan 1927’de, Japonya’daki Aba kasabasında Bayan Kuriyama’nın beş yaşındaki kızı bahçede oynarken aniden bir çığlık attı. Başına mung baklası büyüklüğünde bir göktaşı düşmüştü. Annesi onu çocuğun yakasında buldu. Taş şimdi Japonya’daki bir müzede durmaktadır. Ona Aba adı verildi.

30 Kasım 1954’te Alabama üstünde yüksekte uçan bir Hava Kuvvetleri pilotu Sylacauga kasabası yönüne doğru giden ve kayan bir yıldıza benzeyen parlak bir ışık gördü. Aynı sırada, Sylacauga’da, Comet Drive açık hava sinemasının karşısındaki evinde, Mrs. E. Hulitt Hodges divanın üstünde henüz uykuya dalmıştı ki büyük bir gürültüyle uyandı. Ayağa fırladı. Önce gaz sobasının patladığını sandı. Sonra yan tarafında bir acı hissetti. Kayan yıldız, çatısını delmiş, radyosuna çarpmış, kalçasını fena halde yaralamıştı. Orada halısının üstünde Sylacauga arsızca yatıyordu: Mars’ın ötesinden henüz gelmiş dört kiloluk bir hiperstenit taş.

10 Ağustos 1972’de, Utah’ın üzerindeki gökyüzünden bir şey geçti. İki dakika boyunca Idaho ve Montana üstünden kuzeye doğru gitti, en az 20 Mach hızla gidiyordu. Kanada üzerinde atmosferden çıkıp gitmiş olabilirdi veya Gene Shoemaker’ın kuşku landığı gibi Kanada ormanında bir yerlerde, görece yumuşak bir çarpmayla inişe geçmişti. Wyoming’daki Jackson Gölü’nde tatil yapmakta olan Mr. James Baker onun olağanüstü bir resmini çekti. Resimde karısı bir iskelede duruyor, belli ki çok şaşırmış. Grand Tetons Ulusal Parkına bakıyor. Orada zirvelerin üstünde, atmosferin üst bölümünde bir ateş topu, arkasında cetvel gibi dümdüz bir iz bırakarak yükseliyor. Bunun dünyayı arkadan ge-

çen bir Apollon cismi olduğu kesin. Büyük olasılıkla bir dizel lokomotifinden biraz daha büyük, metalden yapılmış bir cisim. Daha dik bir açıdan gelseydi, Mr. Baker, Tetons'un arkasından yükselen, iki kilo-tonluk kaynayan bir mantar bulutunun resmini çekmiş olurdu.

Gene ve Carolyn Shoemaker kozmik hava tahmincileridir. Haber verdikleri kaya parçalarının olasılığı yüzde yüzdür. Daha küçük cisimler, üst havada buharlaşmaya yönelirler, ama bunu yaparken bazen bir atom bombası kadar şok ve sıcaklık açığa çıkarırlar. Gene'in tahminlerine göre üst atmosferde yılda bir defa bir göktaşı patlaması oluyor: Hiroşima şiddetinde bir "olay" –bu olup bitenler için olay sözcüğünü kullanmak Gene'in hoşuna gidiyor. Dünyanın üçte ikisi su ile kaplı olduğu için, havadaki patlamaların çoğu, hiçbir tanık olmadan, denizlerin üstünde yer alır. Her yirmi beş yılda bir, bir megatona –bir hidrojen bombasının gücüne– yaklaşan bir olayın yer alması muhtemeldir. Tunguska patlaması gibi olaylar ise yaklaşık her üç yüz yılda bir olur. Gene, önümüzdeki yetmiş beş yıl içinde, Tunguska'nın iki katı gücünde bir çarpma olması ihtimalinin yüzde beş ile yirmi arasında değişeceğini tahmin ediyor.

Eğer Carolyn doğrudan Dünya'ya yönelmiş bir cismin geldiğini fark ederse ne olur?

"Eğer doğrudan bize doğru geliyorsa, hareket ettiği anlaşılmaz," diye seslendi Carolyn kontrol masasından. "O zaman da ben filmlerde onu fark etmeyebilirim. Tam tepemize gelene kadar bir yıldız gibi görünür; sonra, hızla hareket ettiği aniden fark edilir. Ancak o zaman da, birilerine haber vermek için iş işten geçmiş olabilir."

Gene teleskopun altına bir tabure çekti ve daracık yere sığmak için eğildi, büküldü. "Hayır bu olmadı" diyerek tabureyi yana tekmeledi ve yere oturdu. Kılavuz teleskopuna eğilerek "Bu çok kötü bir açı" dedi ve devam etti. "Politik bakımdan huzursuz olan bir bölgenin üstünde on iki megatonluk bir hava patlamasının olduğunu düşün. Pakistan üstünde olduğunu farzet ve diye-

lim ki Pakistan'ın da bombası var. Sıcaklık, ışık, şok dalgasıyla yere savrulma – insanların çoğu atom bombası atıldığına yemin edebilir. Siyasi yönetim 'Ah o alçaklar, bizi bombaladılar' diyebilir. Ve onlara gerçek bir nükleer saldırıyla yanıt verebilirler."

Yerbilimsel zaman içinde, er veya geç, Gene'in, "olay"dan ayırt etmek için "büyük olay" demeyi yeğlediği şey olup bitecektir. Büyük olaylar, kabaca her yüz bin yılda bir olur. Asteroitlerin üçte ikisi denize düşer. Eğer Tunguska kâbusu ufak bir gökdelen binası kadar bir cisimle gerçekleştiyse, sorum duygusu olan bir bilim adamı, yarım mil enindeki bir kayanın dünyaya vurmasıyla neler olabileceğini düşünmek zorundadır. Gene ne olabileceğini biliyor: Dik olarak gelen bir dağ, atmosferden bir saniyede geçer. "Onun önündeki bir pruva dalgası atmosferde bir delik açar, atmosfer yanar ve nitrojen oksit oluşur," dedi. Teleskopun tabanına bir el feneri doğrulttu ve bazı parçaları kurecaladı. Carolyn'e "Hazırım," dedi.

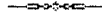
Carolyn geri saymaya başladı. Gene batıya doğru bakarak filmi başlattı: Truvalılar artık batıyor ve şafak yaklaşıyordu. Açıklamayı sürdürdü. Dev bir asteroit, saniyede on beş kilometre hızla hareket ederken yere vurursa bir basınç dalgası asteroidi yarıp geçer ve onu yarı-sıvılaşmış bir kütleyle dönüştürür; bu kütle etrafa sıçramaya çalışırsa da sonunda bir ateş topuna dönüşür. Altındaki kayalar normal hacimlerinin üçte birine sıkışır ve yerden çok büyük bir ışık dalgası fışkırır. "Işıyan sıcaklık yüz kilometre uzaklıktaki binaları yakar" dedi Gene. Eğer asteroit Atlantik'in ortasına düşerse yayılan büyük sarsıntı dalgaları (Tsunami) okyanus kıyısındaki birçok şehri haritadan siler.

İki buçuk kilometre genişliğinde bir asteroidin çarpması, ezilmiş erimiş ve buharlaşmış taşlardan oluşmuş bir halkayı yukarı fışkırtır; buna fışkıрма konisi denir. Bu koninin öndeki bölümü sesten daha büyük bir hızla yukarıya, atmosfere doğru genişler; tıpkı açılan bir gonca gibi. Atmosferi olağanüstü ısıtarak, onu erimiş ve buharlaşmış taşla karışmış olan gaz baloncuklarına dönüştürür. Bu baloncuklar atmosferin üst bölümünden uzaya doğru

fıskırarak patlar; buharlaşmış kaya, cam damlacıkları halinde yoğunlaşır ve damlacıklar yollarına devam eder. Baş parmak büyüklüğündeki bu cam parçaları yarı açık balistik yörüngeler boyunca dünya çevresinde yarım tur dolanır; asteroidin ilk çarpma noktasının tam karşısındaki noktada bulunan bir toplanma bölgesinden tekrar atmosfere girer ve Avustralya büyüklüğünde bir bölge üzerinde, sıcak, cam yağmuru şeklinde yangın fırtınaları estirir. Patlamanın havaya gönderdiği toz, gezegenimizin her yerinde, Güneş'i karartabilir; belki de geçici bir kış getirir. Azot oksit (yanmış hava) nitrik asit yağmurlarına dönüşür. Gene, son bir milyon yılda bir dizi güçlü çarpışmanın yer aldığı kanısındadır –on tanesi anakaralarda olmak üzere, yaklaşık otuz büyük olay. Bu, *insan türünün* (*Homo sapiens*'in) ılımlı bir kuyrukluyıldız yağmuru sırasında erişkinliğe ulaşmış olabileceğini akla getirmektedir. Öyleyse *Homo Sapiens*'ler nükleer savaşın bir türünü birkaç kez atlatmış bulunuyorlar; şu önemli farkla ki, çarpışma felaketleri, arkalarında radyoaktif döküntü bırakmazlar. [...]

5 Mayıs 1986'da, Palomar dağında, Carolyn birkaç gün önce Gene'le çektikleri filmlerin ikisinde, daha önce görmediği ufak ve garip bir gezegen saptadı: yavaş hareket eden, ters yönde, ana kuşağın akış yönüne ters giden bir asteroit. Minor Gezegen Merkezi'ndeki Brian Marsden'i telefonla aradı ve ona bir dizi yaklaşık koordinat verdi. Marsden asteroide geçici bir isim verdi: 1986 JK. Daha sonraki gecelerde Shoemakerlar 1986 JK'nın fotoğraflarını çekmeyi ve yeni konumlarını Minor Planet Center'e bildirmeyi sürdürdüler. Mayısın 13'ünde, Brian Marsden, Shoemakerlara ve bütün dünyaya (uluslararası teleks yoluyla) "1986 JK, Dünya'ya yaklaşan bir Apollon cismi gibi görünüyor." mesajını verdi. Gökbilimciler teleskoplarına koşuştular. Asteroidin yavaş hareket etmesi bir aldatmacaydı: Shoemakerlar onun Dünya'ya doğru geldiğini gözlemişlerdi. JK görünür hareketini değiştirdi, delicesine hız kazanıyordu ve Haziranın 1. günü, Dünya'nın iki milyon altı yüz bin kilometre ötesinden geçti gitti – Dünya'ya bilinen en yakın asteroit ıskalamasıydı. Güneş sistemindeki normal

gezegen hareketlerine göre, 1986 JK'nin geçişi 0,30-30'luk bir tüfekten çıkan bir kurşunun insanın saçlarını sıyırıp geçmesine benzer. JK uzun bir elips boyunca hareket ediyordu; bir kuyruklu-yıldız yörüngesi gibi. Silik bir cisimdi ve ufakmış gibi görünüyordu. Ancak NASA'nın, Derin-Uzay Yayın şebekesinin Goldstone istasyonundaki bir çanak antenini kullanan radyo gökbilimcileri, o geçerken bir radar sinyali gönderdiler ve çok temiz bir yankı aldılar. Bu yankı, onun birkaç mil genişliğinde olduğuna, bir kömür parçası kadar siyah olduğu için silik göründüğüne işaret ediyordu. Bu, bir Apollon cismi-ydi; yörüngesi Mars yörüngesini, Jüpiter yörüngesini kesiyordu. Mars'ta veya Dünya'da da bir delik açabilir veya Jüpiter'in fırtınalarında kaybolabilirdi. On dört yıl aralıklarla, bir metronom gibi zamanı sayarak, dünyayı tıklatıp geçiyor. 2000 yılının Bağımsızlık Günü (4 Temmuz) dolaylarında tekrar semalarımızda olacak.



PRIMO LEVI

Karbon

Periyodik Tablo'dan (1975)

Primo Levi (1919-1987) Turin Üniversitesinde kimya öğrenimi gördü; ancak İtalya 1938'de Musevileri akademik yaşamdan dışladı. Levi de dağlardaki bir gerilla grubuna katıldı ve yakalanıp Auschwitz'e gönderilinceye kadar Mussolini'ye karşı savaştı. Naziler kimya eğitimi görmüş olmasından yararlanarak onu bir laboratuvarında çalıştırdılar. Sovyetler geldiğinde Levi, bir İtalyan, yani bir düşman olduğu için hapse atıldı. Beyaz Rusya'da bir kampa gönderildi; ama sonunda İtalya'ya dönmeyi başardı. Auschwitz anıları olan *Eğer Bu Bir İnsansa* [*If This Is a Man*] (1947) hayatta kalma edebiyatının ilk örneklerinden biridir. Bu onu başarılı bir yazın mesleğine yönelttiyse de, Levi bir yandan da kimya çalışmalarını sürdürdü. Kısacası Levi, aynı zamanda bilim adamı olan, dünya çapında bir yazardı; ya da, aynı zamanda yazar olan bir bilim adamıydı. Bu çift yönlülük, her bölümü başka bir elemente ayrılmış olan olağanüstü *Periyodik Tablo* kitabının her yerine yansımıştır. Aşağıdaki makale o kitabın son bölümüdür.

Bu bir sistematik kimya kitabı değildir; o kadarına cesaret edemem – “*ma voix est faible, et même un peu profane.*” Bu bir otobiyografi de değildir; ama ne var ki, her yazın parçası, hatta her insan çalışması, belirli ve simgesel sınırlar içinde, biraz da otobiyografiktir. Bu, bir tür tarihtir.

Bu bir mikro-tarihtir –ya da öyle olmayı isterdi–. Bu bir yolculuğun ve onun getirdiği yenilgilerin, zaferlerin, acıların tarihidir; meslek yaşamının zirvesinden inip sona yaklaştığını, zamanın azaldığını duyan herkesin, anlatmak istediği bir tarih.

Yaşamında bu noktaya gelmiş olan hangi kimyacı Periyodik Tablo'ya veya Beilstein ya da Landolt'un anıtsal endekslerine baktığında, onlar arasına serpiştirilmiş olan kendi meslek geçmi-

şinin hüzünlü bölümlerini ya da onur kupalarını görmez? Herhangi bir bilimsel kitabın sayfalarını çevirmesi, anıların buram buram tütmesi için yeterlidir. Aramızda bütün kaderini bromo veya propilene veya NCO grubuna veya glutamik asite değişmez biçimde bağlamış olan çok kişi vardır. Her kimya öğrencisi eline rasgele bir kitap aldığında, onun sayfalarının birinde, belki de tek bir satırında, bir formülde ya da bir sözcükte, kendi geleceğinin şifreli sözcüklerle yazılmış olduğunun bilincinde olmalıdır. O sözcükler “ileride” başarıdan, hatalardan, suçluluklardan, zaferden veya yenilgiden sonra açıklığa kavuşacaktır. Gençlik yıllarını artık geride bırakmış olan her kimyacı aynı kitabın *verhänngnisvoll* (uğursuz) sayfasına tekrar baktığında, sevgi ya da tiksinti, sevinç ya da umutsuzlukla yüz yüze gelir.

Her elementin insana bir şeyler söylemesi (herkese farklı bir şeyler) bu nedenledir; tıpkı gençlikte gidilmiş olan yaylaların, plajların söyledikleri gibi. Yalnız karbon için belki de bir ayrıcalık tanımak gerekir. Çünkü o herkese her şeyi söyler. Başka bir deyişle, Adem’in bir ata olarak belirli olmadığı anlamda o da belirsizdir –tabii eğer bütün yaşamını gralite ya da elmasa adanmış münzevi bir kimya keşifi bugün ortaya çıkmazsa (neden çıkmazsın?). Ancak yine de, tam da bu karbona, benim için çok önemli olan günlerden kalma bir borcum var. Yaşamımın çok önem taşımadığı bir saatte ve konumda benim ilk yazın hayallerim ısrarla bu hayat elementine, karbona yöneldi. Evet, bir karbon atomunun öyküsünü anlatmak istedim.

“Özel” bir karbon atomundan söz etmek doğru mudur? Bir kimyacı için bazı kuşkular vardır; çünkü o, 1970 yılına gelene kadar tek bir atomu görmesine, hele hele izole etmesine olanak veren tekniklerden yoksundu. Bu öykü yazarının ise hiç kuşkusu yoktur; bu nedenle de yazmaya koyuluyor.

Kahramanımız üç oksijen atomu ile bir kalsiyum atomuna bağlı olarak, kireçtaşı biçimiyle, yüzlerce milyon yıldan beri yatmaktadır; ardında çok daha uzun bir kozmik geçmişi vardır ama biz onu göz ardı edeceğiz. Onun için zaman yoktur; varsa da,

eğer öykümüz şanslıysa o, dünya yüzeyinden çok derinlerde değilse, sadece günlük ya da mevsimlik yavaş ısı değişiklikleri biçiminde vardır. Dehşete düşmeden düşünilemeyecek ölçüde monoton olan bu var oluş, sıcakların ve soğukların acımasızca art arda değişimi, yani biraz daha dar, biraz daha geniş (ama hep aynı frekansta) salınımlarıdır ve canlı olma potansiyeli olan bu önemli kişiliğe Katolik Cehennemini aratmayacak bir zindan oluşturur. Bu atom için, bu ana kadar, öykü anlatımı daha uygun olan geçmiş zaman değil, betimlemeye daha uygun olan şimdiki zaman kullanılmıştır; çünkü o, ısı değişimlerinin belli belirsiz titreşimlerinden pek etkilenmeden sonsuz bir şimdiki zaman içinde donmuş kalmıştır.

Bu öykü yazarının şansından olsa gerek –yoksa öykü başlamadan bitmiş olurdu–, kireçtaşı kayası –atom onun bir parçasıdır– yüzeyde durmaktadır; insanın ve onun kazmasının uzanabileceği alan içinde durmaktadır (kazmaya ve onun çağdaş eşdeğerlisine saygılar; insanla elementler arasındaki bin yıllık diyalogun en önemli aracısı hâlâ onlardır). Herhangi bir anda –öykünün yazarı, yani ben, tam bir kaprisle bunun 1840 yılı olmasına karar veriyor– bir kazma darbesi onu koparıp kireç ocağına doğru, değişen şeyler dünyasına yolladı. Orada, kalsiyumdan ayrılınca kadar fırınladı. Kalsiyum, söz gelişi, ayakları yere basarak, o kadar da parlak olmayan kaderine boyun eğdi. Ama biz şimdi bunu anlatacak değiliz. Karbona gelince, önce üç olan oksijeninin kalan ikisine sıkı sıkı sarılarak bacadan çıktı ve göklere yükseldi. Önceleri pek sakın geçen öykü artık hareketleniyordu.

Rüzgâr onu yakalayıp yere savurdu; sonra da on kilometre yükseğe kaldırdı. Bir şahinin nefes almasıyla onun ciğerlerinin derinliğine indi; ancak sıcak kanına girmeden dışarı atıldı. Üç kez denizin suyunda, bir kez de çağlayıp akan sel sularında eridi ve tekrar dışarı atıldı. Rüzgârla birlikte, bazen yukarılarda bazen alçaklarda, denizin üstünde, bulutlar arasında, çöllerde ve sınırsız buz alanlarında sekiz yıl dolaştı; sonunda tökezleyerek esir düştü ve organik serüven başladı.

Karbon gerçekten eşi olmayan bir elementtir. Çok fazla enerji harcamadan kendini kalıcı uzun zincirlere bağlayabilen tek elementtir ve dünyada yaşam için (şimdiye dek bildiğimiz yegâne yaşam için) gerekli olan da bu uzun zincirlerdir. Bu nedenle karbon canlı varlıkların temel elementidir. Ne var ki onun terfi etmesi, canlılar dünyasına girmesi kolay değildir; ancak son yıllarda açıklığa (henüz kesin biçimde değil) kavuşmuş olan zorunlu, karmaşık bir yol izlemesi gerekir. Eğer karbonun özenle oluşturduğu yapı, her gün karşılaştığımız haftada milyarlarca tona ulaşan sıradan şeyler olmasaydı, bir yaprağın yeşilinin görüldüğü her yerde kendisine mucize olarak bakılmasını hakederdi.

Sözünü ettiğimiz atom, 1848 yılında, onu gaz halinde tutan iki uydusuyla birlikte, rüzgâr tarafından bir sıra üzüm asmasının bulunduğu bir yere sürüklendi. Şansı iyi gitti, bir yaprağa süründü, onun içine girdi ve bir güneş ışını tarafından oraya çivilendi. Eğer bu ifadem belirsiz ve gelişi güzel söylenmiş gibi ise, bu yalnız benim cahilliğimden kaynaklanmıyor. Bu can alıcı olay, bu bir anlık *üçlü* [*a tre*] mesai –karbon dioksitin, ışığın ve bitkisel yeşilliğin çalışması– henüz kesin terimlerle anlatılmamıştır; belki çok daha çok uzun zaman da anlatılmayacaktır. Bu, insan yapımı olan öteki kimyadan, yavaş ve zihin yorucu “organik kimya”dan çok farklıdır. Ama yine de bu ince, dakik ve çok akıllı kimya, deney yapmayan, tartışmayan ve sıcaklıkları yaşadıkları ortamları aynı olan sessiz kardeşlerimiz yani, bitkiler tarafından iki ya da üç milyar yıl önce, “icat edilmiştir”. Eğer kavramak bir imge oluşturmakla aynı şeyse, biz hiçbir zaman boyutu bir milimetrenin milyonda biri, ritmi bir saniyenin milyonda biri, kahramanları aslında görünmez olan şaşırtıcı bir oyunun imgesini asla oluşturamayız. Bütün sözel betimlemeler yetersiz kalır ve her biri ancak bir öbürü kadar iyi olur. Öyleyse biz de aşağıdaki betimlemeyle yetinelim.

Bizim karbon atomu sayısız (ancak öyküde yeri olmayan) azot ve oksijen molekülleriyle çarpışarak yaprağa girer. Kendisini harekete geçiren büyük ve karmaşık bir moleküle yapışır ve

aynı anda, gökyüzünden pırıltılı bir paket güneş ışııyla gelen ke-
sin bir mesaj alır. Bunun üzerine, örümceğin yakaladığı bir sinek
gibi, bir anda oksijeninden ayrılır; hidrojenle ve (belki de) fosfor-
la birleşir; sonunda da uzun ya da kısa bir zincire girer. Zincirin
boyu önemli değildir; ama o yaşam zinciridir. Bütün bunlar çabu-
cak, sessizce ve atmosfer basıncı ile sıcaklığında, hem de hiçbir
karşılık beklemeden yapılır. Aziz meslektaşlarım, aynı şeyi yap-
mayı öğrendiğimizde biz de *sicut Deus* (Tanrı gibi) olacağız; dün-
yadaki açlık problemini de çözeceğiz.

Konumumuz ve becerilerimiz bakımından bizim ve sanatımız
için utanç verici olan çok daha başka ve daha kötü şeyler de var.
Karbon dioksit, yani şimdiye kadar sözünü ettiğimiz karbonun
havada bulunan şekline bir bakalım: Bu gaz yaşamın ham madde-
sini oluşturan, büyüyen her şeyin ondan beslendiği daimi depo,
bütün canlı bedenlerin nihai kaderi olan şey, havanın temel bile-
şenlerinden biri değildir; daha çok, hiç kimsenin fark etmediği ar-
gondan bile 30 kat daha az olan komik bir kalıntı, bir “kirlilik”dir.
Havada yüzde 0,03 oranında bulunur. Eğer İtalya hava olsaydı,
yaşam oluşturmaya uygun olan İtalyanların sayısı, örneğin, Mes-
sina eyaletindeki Milazzo’da oturan on beş bin kişiden ibaret
olurdu. Bütün insanlığı ele alırsak da bu ironik bir akrobasi, bir
hokkabaz oyunu, akıl almaz bir güç gösterici küstahlıktan başka
bir şey değildir. Çünkü hepimiz havanın bu durmadan yenilenen
kirliliğinden geliyoruz. Bizler, yani hayvanlar, bitkiler ve dört
milyar tane karmakarışık fikrimiz, binlerce yıllık tarihimiz, savaş-
larımız ve utançlarımız, yüceliğimiz ve gururumuz ile biz, insan-
lar hep ondan geliyoruz. Her durumda, geometri terimleriyle ifa-
de edildiğinde bu gezegendeki varlığımız da gülünç oluyor: Eğer
250 milyon ton kadar olan bütün insanlık, karalar üzerine homo-
jen bir katman olarak dağıtılsa “insan boyutu” çıplak gözle görü-
lemez bile. Bu şekilde elde edilecek kalınlık bir milimetrenin on
altı binde biri kadar olur.

Artık atomumuz içeriye girmiştir. Bir yapının –mimari an-
lamda– bir parçasıdır; kendine benzeyen beş arkadaşla akrabalık

kurmuş, onlara bağlanmış. Bu beş arkadaş onunla öylesine özdeş ki sadece öykünün kurgusu onları ayırt etmemize olanak vermektedir. Şimdi o güzel bir halka şeklinde, hemen hemen düzgün bir altıgen yapısındadır; ancak içinde çözülmüş olduğu su ile karmaşık bir alışveriş ve dengelemeyle karşı karşıyadır. Çünkü artık o suda, daha doğrusu asma öz suyunda erimiştir; erimiş halde kalmak da değişmeye yönelen ("isteyen" demek üzereydim) bütün maddelerin görevi ve ayrıcalığıdır. Eğer, neden bir halka ve neden altıgen ve neden suda eriyebilir olduğunu gerçekten anlamak isteyenler varsa merak etmesinler. Öğretimiz, sayıları pek de çok olmayan sorular arasında onları da, ikna edici bir söyleşi ile isteyen herkese açıklayabilir; ama yeri burası değil.

O, glikoz molekülünün bir parçasını oluşturmak için içeri girmiştir. Daha açık söylemek gerekirse: Bir balık, bir tavuk, bir et olmayan bir kaderdir bu; onu hayvanlar dünyasıyla ilk tanışmasına hazırlayan, ama daha büyük sorumlular yüklenmesine, yani bir proteinin yapısal bir parçası olmasına izin vermeyen bir araçtır. Şimdi de bitkideki suyun ağır ağır hareketiyle, yapraktan yaprağın sapına, oradan bitkinin gövdesine sonra da olgunlaşmaya başlamış üzüm salkımına gider. Daha sonrası artık şarap imalatçılarının alanına girer. Biz sadece onun alkol mayalanmasından kaçtığına (iyi ki öyle, yoksa bu sözcüklerle nasıl ifade ederdik, bilmiyoruz) ve doğasını değiştirmeden şaraba eriştiğine dikkat çekmek istiyoruz.

Şarabın kaderi içilmek, glikozunki ise oksitlenmektir. Ancak o hemen oksitlenmedi; şarabı içen onu ilerdeki ani bir çabada kullanılacak yedek besin olarak, bir haftadan daha uzun bir süre, sinmiş ve sessiz şekilde karaciğerinde sakladı. Ertesi pazar günü kaçan bir atı kovalarken bir çaba göstermek zorunda kaldı. Altıgen yapıya artık uğurlar olsun; birkaç anlık bir sürede yumak çözüldü ve yeniden glikoz oldu; kan dolaşımıyla uyluktaki ince bir kas lifine doğru sürüklendi; orada acımasızca, yorgunluğun zalim habercisi olan iki laktik asit molekülüne ayrıldı; arkasından, sadece birkaç dakika sonra, akciğerlerin hızla soluması laktik asiti sessiz-

ce okside edecek oksijeni sağlayabildi. Böylece yeni bir karbon dioksit molekülü atmosfere döndü ve güneşin asma filizine gönderdiği enerji paketi kimyasal enerji durumundan mekanik enerji durumuna geçti; koşma sonucu hareket eden havayı ve koşucunun kanını fark edilmeyecek kadar ısıtan tembel bir ısı durumunda karar kıldı. Her zaman öykümüzdeki gibi anlatılmasa da, “İşte hayat.”: Bir içeriye girme, yararlı bir emilme, soylu güneş hâlinde aşağılara düşerek asalaklaşması, düşük dereceli ısı durumuna indirgenmesi. Dengeye ve böylece de ölüme giden bu aşağıya doğru yolda, yaşam bir kavis çizer ve içine yuvalanır.

Atomumuz yine karbon dioksite dönüştü; bunun için özür dileriz. Ama o da zorunlu bir geçiştir; hayal kurup başka geçişler de icat edebiliriz; ancak ne yapalım ki dünyada işler böyle yürüyor. Şimdi yine rüzgâr, ama bu kez uzaklara, Apeninler, Adriyatik, Yunanistan, Ege ve Kıbrıs üzerinden esiyor. Lübnan üzerlerindeyiz ve dans yeniden başlıyor. Bizim ilgilendiğimiz atom, uzun zaman yaşayacağına inanılan bir yapıda, türünün son üyelerinden saygıdeğer bir sedir ağacının gövdesince yakalanmıştır. Yukarıda anlattığımız aşamalardan yeniden geçmiş, bir parçası olduğu glikoz, tespithdeki bir boncuk tanesi gibi uzun bir sellüloz zincirine bağlanmıştır. Bu bağlanış artık bir kayanın sanrısız (halüsinasyon türü) ve yerbilimsel değişmezliği gibi değildir. Artık milyonlarca yıl da sürecektir; ama yüzyıllardan kolayca söz edebiliriz; çünkü sedir çok uzun ömürlü bir ağaçtır. Onu bir yıl ya da beş yüz yıl olduğu yerde bırakmak keyfinize kalmıştır. Diyelim ki yirmi yıl sonra (artık şimdi 1868’e geldik) bir ağaç kurdu onunla ilgilendi. Irkına özgü inatçı ve gözü kararmış bir açgözlülükle, gövde ile kabuk arasında tüneline kazdı; oydukça büyüdü, tünel de onunla birlikte büyüdü. Sonra bir yutkundu ve bu öykünün kahramanına uygun bir ortam hazırladı; sonra bir krizalit oluşturdu; ilkbaharda da çirkin bir gri güve şeklinde oradan çıktı; şimdi güneşte kurulanıyor ve gün ışığının parlaklığı karşısında gözleri kamaşmış durumda. Bizim atomumuz da böceğin bin tane gözünün birisinde, uzayda onu yönlendiren, kısa mesafeli ve bulanık görü-

şüne katkı yapmaktadır. Böcek döllendi, yumurtladı ve öldü; ufacık cesedi ağacın dalları altındaki otlarda yatıyor. Bedenindeki sıvı boşalmış, ama üst kabuğu oluşturan kitin uzun süre daha direnir; adeta yok edilemez bir şey. Kar ve güneş yine üstüne geliyor, ama onu etkilemiyor; ölü yapraklar ve humuslu toprak altına gömülmüş; o artık bir çamur, bir “şey”dir. Ancak, atomların ölmü, bizlerinkinden farklı olarak, hiçbir zaman dönüşü olmayan bir şey değildir. Orada, her yerde, ağaç altlarının yorulmaz, göze görünmez mezar kazıcıları, humusun mikro-organizmaları, her an iş başındadır. Artık gözleri hiç görmeyen kabuk yavaş yavaş ayrışır; eski şarapçı, eski sedir ağacı, eski ağaç kurdu ve bir kez daha kanatlanır.

Onun, 1960 yılına kadar dünya çevresinde üç kez uçmasına izin vereceğiz. İnsan ölçülerine kıyasla bu kadar uzun bir süre verilmesini haklı kılmak için, bu sürenin, yine de, iki yüz yıl olduğu anlaşılan ortalamasından çok daha kısa olduğuna dikkat çekeriz. Her karbon atomu (özellikle kireçtaşı, kömür, elmas ve bazı plastikler gibi) eğer bozuşmayan sabit maddeler içinde donup kalmamışsa, her iki yüz yılda bir fotosentezin dar kapısından geçip yaşam döngüsüne tekrar ve tekrar girer. Acaba başka kapılar da var mıdır? Evet vardır: insanlar tarafından yapılan sentezler. Bu sentezler, onları gerçekleştiren kişiler için birer soyluluk payesidirlere; fakat nicel önemleri yok gibidir. Onlar yeşil bitkilerinkinden çok daha dar olan kapılardır. İnsan bilerek ya da bilmeyerek, şimdiye kadar, doğayla bu alanda rekabete girmeye çalışmamıştır; yani beslenmesi, giyinmesi, ısınması ve çağdaş yaşamın daha karmaşık gereksinimleri için havadaki karbon dioksitten karbon elde etmeye uğraşmamıştır. Bunu yapmamıştır; çünkü yapmaya gerek duymamıştır. Organik durumda, en azından indirgenmiş durumda dev karbon rezervleri bulmuştur; hâlâ da bulmaktadır (ama bu daha kaç on yıl böyle sürer?). Hayvan ve bitki dünyasının dışında, bu rezervler kömür ve petrol yataklarından oluşur. Onlar da çok eski çağlardaki fotosentez süreçlerinin kalıntılarıdır. Demek oluyor ki fotosentez sadece karbonun canlı maddeye dönüşmesi

için tek yol olmakla kalmıyor, aynı zamanda güneş enerjisini kimyasal olarak kullanılabilir kılan tek yol olduğu da iyice belirlenmiş oluyor.

Baştan sona gelişigüzel anlatılmış bu öykünün yine de gerçeği yansıttığı gösterilebilir. Değişimlerin doğası üzerine, düzenleri ve verileri doğru olan, gerçekler açısından kelimesi kelimesine doğru olan, sayısız başka öyküler de anlatabilirim. Atomların sayısı o denli sınırsızdır ki, öyküsü, rasgele kurgulanmış herhangi bir öyküyle aynı olan bir atom her zaman bulunabilir. Sizlere, çiçeklerin renkleri ve kokuları haline gelen karbon atomları hakkında sayısız öykü anlatabilirim. Başka öyküler de var: Ufacık yosunlardan deniz kabuklularına, balıklara kadar her avlayanın hemen avlanıp yutulduğu korkunç ve sürekli bir ölüm-kalım dansı içinde karbon dioksit olarak yavaş yavaş deniz sularına karışan karbonun öyküsü; bir arşiv belgesinin sararmış sayfalarında ya da ünlü bir ressamın tablosunda görkemli bir yarı sonsuzluğa erişen karbonun öyküsü; bir polen taneciğinin parçası olma ayrıcalığına erişip meraklı gözler için kayalar üzerine fosilini damgalayan karbonun öyküsü; insan tohumunun gizemli yaratma habercisinin bir parçası olarak hepimize hayat veren, karmaşık bölünme, kopyalanma ve birleşme süreçlerine katılmak için inen karbonun öyküsü gibi daha başkaları. Bütün bunların yerine size sadece bir tek öykü, çok gizli bir öykü anlatacağım; onu da, konusunun ümitsiz, olanaklarının çok kısıtlı, olguları sözcüklerle donatma sanatının doğası nedeniyle başarısızlığa mahkûm olduğunu daha başlangıçta bilen birisinin çekinceleri ve alçak gönüllülüğüyle anlatacağım.

O, yine aramızda, bir bardak sütün içindedir. Çok karmaşık ve uzun bir zincirin parçası, ancak hemen hemen bütün halkaları insan bedenince kabul edilebilir olan bir zincirin bir parçasıdır. Önce yutuluyor; her canlı yapı, canlı kökenli bütün maddelere karşı vahşi bir güvensizlik beslediği için, zincir dikkatle parçalanıyor; parçacıklar teker teker kabul ediliyor ya da reddediliyor. Onlardan biri, bizim ilgilendiğimiz birisi, bağırsak yolunu geçip

kan dolaşımı sistemine giriyor; oradan geçip bir sinir hücresinin kapısını çalıyor; içeri giriyor ve onun bir parçası olan karbonun yerine geçiyor. O hücre bir beyin hücresidir; beyin de benim, bütün bunları yazan *benim* beynimdir. Söz konusu hücre ve onun içindeki söz konusu atom henüz hiç kimsenin betimleyemediği, ufacık harflerle oynanan muazzam bir oyunla benim yazdıklarımı yönetiyor. Şu anda, birbirine geçmiş bir evetler ve hayırlar karmaşası içinden emirler yağdıran, elimin kâğıt üzerinde belirli bir doğrultuda gitmesini, harfleri oluşturan kıvrımların çizilmesini emreden odur. İki düzeydeki enerji arasında aşağı yukarı gidip gelen bu ikili hareket, elime yol gösteriyor; kâğıt üstüne noktayı koymamı emrediyor, işte buraya bu noktayı.



- Allport, Gordon W.: *Personality: A Psychological Interpretation*'dan alıntı, Gordon W. Allport, copyright 1937, Holt, Rinehart and Winston ve copyright 1965, Gordon W. Allport; yayıncının izniyle yayımlanmıştır.
- Asimov, Isaac: *Asimov on Chemistry*'den, Isaac Asimov. Copyright © 1974, Isaac Asimov. Bantam Doubleday Dell Publishing Group, Inc.'in bir bölümü olan Doubleday'in izniyle kullanılmıştır.
- Bacon, Francis: *Novum Organum*, Francis Bacon (1620).
- Bartlett, Frederic: *Remembering*'den, © 1932, Frederic Bartlett. Cambridge University Press'in izniyle yayımlanmıştır.
- Bateson, William: *Mendel's Principles of Heredity*'den, William Bateson (1909).
- Bolles, Edmund Blair: *A Second Way of Knowing: The Riddle of Human Perception*'dan Copyright © 1991, Edmund Blair Bolles. Yazarın izniyle yayımlanmıştır.
- Boyle, Robert: *The Sceptical Chymist; Or Chymico-Physical Doubts & Paradoxes, Touching the Spagyrist's Principles Commonly Call'd Hypostatical, As They are Wont to be Propos'd and Defended by the Generality of Alchymists. Whereunto is Premised Part of Another Discourse Relating to the Same Subject by Robert Boyle*'dan (1661).
- Butterfield, Herbert: *The Origins of Modern Science, 1300-1800*'den Herbert Butterfield, Simon & Schuster'in izniyle yayımlanmıştır. Copyright © 1957, Bell & Sons, Ltd.
- Cannon, Annie J.: *The Universe of Stars*'dan, ed. Harlow Shapeley ve Cecilia H. Payne, © 1926, Harvard Observatory. Harvard College Observatory, Cambridge, MA'nın izniyle yayımlanmıştır.
- Carson, Rachel: *The Sea Around Us*'tan, Rachel Carson. Copyright 1951, Rachel Carson. Oxford University Press, Inc.'in izniyle yayımlanmıştır.
- Chomsky, Noam: "The Case Against B.F. Skinner", Noam Chomsky, *The New York Review of Books* içinde. Copyright © 1971, NYREV, Inc. Yazarın izniyle yayımlanmıştır.
- Curie, Marie: *Pierre Curie*'den Marie Curie, çev. Charlotte ve Vernon Kellogg (1923).
- Darwin, Charles: *Journal of Researches into the Geology and Natural History of the Various Countries Visited by H.M.S. Beagle, 1832-36*'dan, Charles Darwin (1839).
- Davies, Paul: *Other Worlds: A Portrait of Nature in Rebellion: Space, Superspace, and the Quantum Universe*, Paul Davies. Copyright © 1980, Paul Davies. Özgün ABD baskısı Simon and Schuster tarafından yapılmıştır. Yazarın ve Orion Publishing Group, Ltd.'nin izniyle yeniden yayımlanmıştır.
- Duncan, Robert Kennedy: "Radio-Activity: A New Property of Matter"dan, Robert Kennedy Duncan, *Harper's Magazine* (1902).
- Eddington, Arthur: Eddington'un *Stars and Atoms*'undan (1927). Oxford University Press'in izniyle alınmıştır.
- Einstein, Albert: *Relativity: The Special and General Theory*'den, Albert Einstein, çev. Robert W. Lawson. Copyright © 1961, The Estate of Albert Einstein. Crown Publishers, Inc.'in izniyle yayımlanmıştır.
- Eiseley, Loren C.: *The Immense Journey*'den, Loren Eiseley. © 1953, Loren Eiseley. Random House, Inc.'in izniyle yayımlanmıştır.

- Feynman, Richard: *The Character of Physical Law*'dan, Richard Feynman. Copyright © 1965, Richard Feynman. The MIT Press, Cambridge, MA tarafından yayımlanmış, yazarın izniyle yeniden basılmıştır.
- Galilei, Galileo: *The Sidereal Messenger*'dan (1610), Galileo Galilei. Çev. Edward Stafford Carlos.
- Galilei, Galileo: *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems: The Ptolemaic and Copernican*'dan, Galileo Galilei, çev. ve ed. Drake, Stillman. Copyright © 1942, 1962, 1967, Regents of the University of California. University of California Press'in izniyle yayımlanmıştır.
- Galilei, Galileo: *Two New Sciences*'tan (1638), Galileo Galilei. Çev. Henry Crew ve Alfonso de Salvio.
- Gould, Stephen Jay: *The Mismeasure of Man*'dan, Stephen Jay Gould. Copyright © Stephen Jay Gould. W.W. Norton & Company, Inc.'in izniyle yayımlanmıştır.
- Haldane, J.B.S.: "Food Control in Insect Societies", *Possible Worlds and Other Essays*'den, J.B.S. Haldane. Copyright © 1928, J.B.S. Haldane. Copyright © 1966, J.B.S. Haldane. HarperCollins Publishers, Inc.'in izniyle yayımlanmıştır.
- Harrison, Edward: *Darkness at Night: A Riddle of the Universe*'ten, Edward Harrison, Cambridge, MA: Harvard University Press. Copyright © 1987, Edward Harrison. Yazarın izniyle yeniden basılmıştır.
- Heisenberg, Werner: *The Physicist's Conception of Nature*'dan alıntı. Werner Heisenberg, copyright © 1955, Rowohit Teschenbach Verlag, GmbH; İng. çev. Arnold J. Pomerans, copyright © 1958, Hutchinson & Co. Ltd. ve 1986, Century Hutchinson Publishing Group Limited, Harcourt Brace & Company'nin izniyle yayımlanmıştır.
- Helmholtz, Hermann von: "On the Conservation of Force" adlı bir dersten (1862). Çeviren bilinmiyor.
- Herodotos: *The Histories*'den, Herodotos, çev. Aubrey de Sélincourt. Copyright © 1954, the Estate of Aubrey de Sélincourt. Penguin Books, Ltd.'nin izniyle yayımlanmıştır.
- Hoyle, Fred: *The Nature of the Universe*'ten, Fred Hoyle. Curtis Brown, Ltd.'nin izniyle yeniden basıldı. Copyright © 1950, Fred Hoyle. Harper & Bros. tarafından yayımlandı, 1993.
- Huxley, Julian: İlk kez *The Yale Review*'da yayımlandı, 1943. Copyright © Yale University. Blackwell Publishers, Oxford, U.K. and Malden, MA'nın izniyle yayımlanmıştır.
- Huxley, Thomas H.: 1859'da *On the Origin of Species*'de yayımlanmış ve 1893'te *Darwiniana*'da yeniden basılmış yazıdan.
- Jeans, Sir James: *The Universe Around Us*'tan, Sir James Jeans. Copyright © 1929 Sir James Jeans. Cambridge University Press'in izniyle yayımlanmıştır.
- Kepler, Johannes: *Conversation with the Sidereal Messenger Recently Sent to Mankind by Galileo Galilei, Mathematician of Padua*'dan (Prag, 1610). Çev. Edward Rosen.
- Lavoisier, Antoine-Laurent: *The Elements of Chemistry, in a New Systematic Order, Containing All the Modern Discoveries*'den (1789). Çev. Robert Kerr.
- Leonardo da Vinci: *The Notebooks of Leonardo*'dan, Çev. Edward MacCurdy.
- Levi, Primo: *The Periodic Table*'dan, Primo Levi, çev. Raymond Rosenthal. Çeviri için copyright © 1984, Schocken Books, Inc. Schocken Books'un izniyle basılmış, Random House, Inc.'in bir bölümü olan Pantheon Books tarafından yayımlanmıştır.
- Lucretius: *The Nature of Things: A New Translation*'dan, Lucretius, çev. Frank O. Copley. Çeviri için copyright © 1977, W.W. Norton & Company, Inc. W.W. Norton & Company, Inc.'in izniyle yayımlanmıştır.
- Mach, Ernst: *Popular Scientific Lectures*'dan, 3. baskı (1898), Ernst Mach. Çev. Thomas J. McCormack.
- Maxwell, James Clerk: James Clerk Maxwell'in British Association'da verdiği ve *Nature*'da (25 Eylül 1873) yayımlanan bir konferanstan.

- McPhee, John: *Basin and Range*'den, John McPhee. Copyright © 1981, John McPhee. Farrar, Straus, and Giroux'nun izniyle yayımlanmıştır.
- Newton, Isaac ve Robert Hooke: *Letters to Henry Oldenburg*'tan, 1672.
- Oppenheimer, J. Robert: *Science and the Common Understanding*'den, J. Robert Oppenheimer. Copyright © 1953, J. Robert Oppenheimer. Simon & Schuster'in izniyle yayımlanmıştır.
- Pagels, Heinz: *The Cosmic Code: Quantum Physics as the Language of Nature*'dan, Heinz R. Pagels. Copyright © 1982, Heinz Pagels. Simon & Schuster'in izniyle yayımlanmıştır.
- Pavlov, I.P.: *Conditioned Reflexes: An Investigation of the Physiological Activity of the Cerebral Cortex*'ten, I.P. Pavlov (1924).
- Piaget, Jean: *Judgement and Reasoning in the Child*'dan, Jean Piaget. 1928'de Routledge and Kegan Paul'de ve 1976'da Littlefield Adams'da yayımlandı. Littlefield Adams'ın izniyle yeniden yayımlandı.
- Popper, Karl: *The Philosophy of Karl Popper*'den (The Library of Living Philosophers). Carus Publishing Company'nin bir bölümü olan Open Court Trade & Academic Books'un izniyle alınmıştır. Copyright © 1974.
- Preston, Richard: *First Light*'tan, Richard Preston. Copyright © 1987, Richard Preston. Yazarın ve Janklow & Nesbit Associates'in izniyle yeniden yayımlandı.
- Russell, Bertrand: *The ABC of Relativity*'den, Bertrand Russell. Copyright © Bertrand Russell Peace Foundation. Routledge Ltd.'nin izniyle yeniden yayımlandı.
- Rutherford, Ernest: *The Transmutation of the Atom*'dan, Ernest Rutherford'un 11 Ekim 1933'te verdiği bir konferanstan.
- Sagan, Carl: *The Cosmic Connection: An Extraterrestrial Perspective*'den. Copyright © 1973, Carl Sagan ve Jerome Agel.
- Saussure, Horace de: *Voyages dans les Alpes*'ten (1796), çeviren bilinmiyor.
- Schaller, George: *Stones of Silence*'tan, George B. Schaller. Copyright © 1979, 1980, George B. Schaller. Penguin Books USA Inc.'in bir bölümü olan Viking Penguin'in izniyle kullanılmıştır.
- Smoot, George: *Wrinkles in Time*'dan, George Smoot ve Keay Davidson. Copyright © 1993, George Smoot ve Keay Davidson. William Morrow & Company, Inc.'in izniyle yeniden yayımlandı.
- Sullivan, Walter: *Continents in Motion: The New Earth Debate*'ten. İlk Baskı, Walter Sullivan. Copyright © 1974, Walter Sullivan. The Estate of Walter Sullivan'in izniyle yayımlanmıştır.
- Voltaire: *Letters Concerning the English Nation*'dan (1733). Çev. John Lockman.
- Wallace, Alfred: "On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from the Original Type."tan Linnean Society'de yapılan konuşmadan, 1 Temmuz 1858.
- Watson, James: Simon & Schuster'in bir bölümü olan Scribner'in izniyle, *The Double Helix*'ten alınmıştır. Copyright © 1968, James D. Watson.
- Watson, John B.: "The New Science of Animal Behavior"dan, John B. Watson, *Harper's* (1909).
- Wegener, Alfred: *The Origin of Continents and Oceans*'dan, Alfred Wegener. Çev. John Biram © 1966. Dover Books'un izniyle yayımlanmıştır.
- Wolf, Fred Alan: *Taking the Quantum Leap: The New Physics for Nonscientists*'ten alın-
tı, Fred Alan Wolf. Copyright © 1981, Fred Alan Wolf. Önsöz, Bölüm 15 copyright © Fred Alan Wolf. HarperCollins Publishers, Inc.'in izniyle kullanılmıştır.
- Young, Louise B.: *The Blue Planet*'tan, Louise B. Young. Copyright © 1983, Louise B. Young. Little, Brown & Company'nin izniyle.

Dizin

- Adler, Alfred, 55
Agassiz, Louis, 376
Agricola, George, 9
Allport, Gordon Willard, 353
Almond, Mary, 255
Ammenemes III, 143
Ampère, André Marie, 13
Anaksagoras, 151
Anaksimandros, 53
Aristarkhos, Samoslu, 49, 50
Aristoteles, 26, 32, 53, 63-64, 101-102, 185-191, 195, 275,
279, 283, 304, 320, 467-468, 470, 471
Asimov, Isaac, 4, 7, 160
- Bacon, Francis, 5, 62, 101-102, 193
Bartlett, Frederic C., 341
Bateson, William, 297
Becher, J. J., 64
Becquerel, Alexandre-Edmond, 161
Becquerel, Antoine-César, 161
Becquerel, Henri, 161
Beilstein, Friedrich Konrad, 529
Bennett, Chuck, 270
Bergman, Tobern Olof, 430, 435
Bernoulli, Daniel, 151
Berry, 43
Berthollet, Claude Louis, 432-433
Bertrand, Marcel-Alexandre, 225
Blackett, Patrick M. S., 232, 254-256, 258
Bohr, Niels, 48, 230, 323, 330, 332, 389, 390, 414
Bolk, Louis, 88-89
Bolles, Edmund Blair, 304-305
Boltzmann, Ludwig, 389
Bond, Dick, 270
Born, Max, 417-418
Boscovich, Ruggiero Giuseppe, 53
Boyle, Robert, 64, 108, 110, 153, 195, 388
Bragg, W. Lawrence, 254
Bragg, William Henry, 254
Brahe, Tycho, 51
Breuer, Josef, 31
Brewster, David, 379-380
Brinton, D. G., 84

Brouwer, H. A., 221-222
 Brown, Crum, 30-32
 Brunhes, Bernard, 257-259
 Bullard, Edward Crisp, 258
 Bunsen, Robert Wilhelm, 11
 Butterfield, Herbert, 61, 425
 Byrd, Richard E., 501, 505

Cannon, Annie Jump, 173, 179
 Carson, Rachel, 335, 465, 492
 Cavendish, Henry, 66, 70, 239
 Chadwick, James, 232
 Chamberlain, A. F., 85
 Chambers, Robert, 291
 Chapman, Sydney, 254
 Chargaff, Erwin, 236, 239, 240
 Châtelet, Madame Gabrielle-Émilie du, 277
 Chevreul, Michel Eugène, 11
 Chomsky, Noam, 81, 91-92
 Clay, Henry, 87
 Clegg, J. A., 255
 Cockcroft, John Douglas, 233-234
 Columbus, Christopher, 61
 Condillac, Étienne Bonnot, Abbé de, 426, 432-433
 Cook, Kaptan James, 61
 Cope, E. D., 83-86
 Copernicus, Nicolas, 49-50, 185, 191-193, 317, 378
 Cox, Allan, 258, 263
 Crick, Francis, 236-239
 Crookes, William, 162
 Cummings, Ray, 380
 Curie, Marie Skłodowska, 8, 164-167, 185, 213, 218, 265, 304, 505
 Curie, Pierre, 164, 213-214
 Cuvier, Georges, 161, 290, 376

Dalrymple, G. Brent, 258, 262
 Danniken, Erik von, 248
 Darwin, Charles, 7, 81, 86, 108, 110-111, 126, 150, 285,
 291-295, 297, 374, 378, 381, 383, 436, 480, 482, 483, 486
 Darwin, Erasmus, 291
 Davies, Paul, 18, 73, 238, 419
 Davy, Humphry, 12-15
 Delbrück, Max, 238
 Demarcay, Eugène-Anatole, 165
 Demokritos, 105, 150, 151, 387, 388
 Descartes, René, 53, 173, 277, 278, 279, 406
 Dick, Thomas, 407
 Doell, Richard R., 258, 262
 Doyle, Arthur Conan, 404
 Duncan, Robert Kennedy, 105, 141, 160, 213, 223
 Du Toit, Alexander Logie, 223

Eddington, Arthur Stanley, 119, 23, 52, 319
 Ehrenfels, Christian von, 305-307

Einstein, Albert, 19, 26, 48, 51-53, 160, 316-318, 321,
 328-329, 363, 385, 389, 394, 404, 418, 425, 458-459, 472
 Eiseley, Loren C., 241, 371, 385
 Eldridge, Niles, 297
 Ellis, Havelock, 87, 89
 Elton, Charles, 480
 Epikuros, 151, 472
 Ewing, W. Maurice, 494-496

 Faraday, Michael, 53
 Feynman, Richard, 73, 108, 265, 396
 Flourens, Marie-Jean, 30
 Fontenelle, Bernard le Bouvier de, 283
 Ford, Edmund, 480
 Fourcroy, Antoine François de, 432
 France, Anatole, 90
 Franklin, Benjamin, 7
 Fraunhofer, Joseph, 180
 Frémy, Edmond, 15-17
 Fresnel, Augustin Jean, 329
 Freud, Sigmund, 31, 55, 353, 357, 404

 Galilei, Galileo, 48, 51, 110-111, 150, 160, 185-186, 193,
 195, 213, 271-273, 275, 280, 304-306, 320, 385, 459-460
 Galton, Francis, 297-303
 Gamow, George, 234
 Geist, Valerius, 139
 Gellert, 430
 Geoffroy, Étienne-François, 430
 Gibbs, Willard, 389
 Goethe, Johann Wolfgang von, 295
 Gold, Tommy, 237
 Golt, Friedrich, 30
 Gould, John, 127-128
 Gould, Stephen Jay, 81, 160, 297
 Graham, John W., 253
 Griffith, John, 237-240
 Guyton de Morveau, Louis Bernard, 70, 430, 432, 435

 Haeckel, Ernst, 82
 Haggerty, 43
 Haldane, John Burden Sanderson, 465, 476, 480
 Hall, G. Stanley, 85-86
 Hansteen, Christopher, 252
 Hardy, Thomas, 347
 Harrison, Edward, 404
 Heirtzler, James, 263-264
 Heisenberg, Werner, 385-386, 414, 417, 419, 458
 Helmholtz, Hermann von, 32, 449
 Helmont, Johannes Baptista van, 63
 Herodotos, 108, 141, 145, 265
 Herschel, John, 159
 Herschel, William, 407
 Hertz, Heinrich Rudolf, 172

Hesiodos, 53
 Hess, Harry, 256, 260, 296
 Hong-Yee Chiu, 245
 Hooke, Robert, 203, 208, 210, 212, 409
 Hoyle, Fred, 335, 359
 Hubble, Edwin, 339
 Humboldt, Alexander von, 405, 407
 Huxley, Julian, 34, 465, 480
 Huxley, Thomas Henry, 14, 110, 271, 285, 347

 James, Henry, 175
 James, William, 26, 58, 96, 175
 Jeans, James Hopwood, 335, 359, 362, 371, 385
 Johnson, Samuel, 151
 Jordan, Pascual, 238, 391
 Joule, James Prescott, 454, 455

 Kant, Immanuel, 386
 Kashlinsky, Sasha, 270
 Kaye, Albert L., 18
 Kendrew, John, 239
 Kepler, Johannes, 48, 50-52, 111, 271-272, 282, 327, 359
 Kidd, B., 87
 Kirby, Reverend Mr., 376, 380
 Kirwan, Richard, 430
 Knox, George, 14
 Knox, Thomas, 14
 Koflka, Kurt, 309
 Kogut, Al, 266
 Kohler, Wolfgang, 309
 Kullenberg, Börje, 494

 Lagrange, Joseph-Louis, 518
 Lamarck, Jean-Baptiste, 290-291, 446
 Landolt, Hans Heinrich, 529
 Laplace, Pierre-Simon de, 387
 Lavoisier, Antoine-Laurent, 12, 56, 68-71, 108, 425, 426, 430
 Leibniz, Gottfried Wilhelm, 53, 273
 Lenin, V. I., 54
 Leonardo da Vinci, 108, 119, 189
 Lesage, George-Louis, 153
 Leukippos, 387
 Levi, Primo, 463, 465, 467, 520
 Louyet, Paulin, 14-15
 Lukianos, 275
 Lucretius (Titus Lucretius Carus), 472

 Maack, 223
 Mach, Ernst, 7, 26, 82, 30-31, 486
 Macquer, Pierre Joseph, 435
 Marconi, Guglielmo, 172
 Marggraf, Andreas Sigismund, 10
 Markham, Roy, 239
 Marsden, Brian, 527

Mason, Ronald G., 259
 Mästlin, Michael, 272
 Matthews, Drummond H., 260, 261
 Matuyama, Motonori, 257, 259
 Maxwell, James Clerk, 109, 150, 179, 329, 332
 McLaughlin, 23
 McPhee, John, 47, 56
 Mendel, Gregor, 297, 299, 300-302
 Millais, Everett, 298, 301
 Miller, Hugh, 377
 Mithridates, Pontuslu, 452
 Moeris, 143
 Moissan, Frédéric Ferdinand Henri, 15
 Monge, Gaspard, 433
 Morgan, Lloyd, 37
 Muller, H. J., 238

 Napoléon I, 346
 Newton, Isaac, 19, 29, 48, 51, 52, 53, 108, 110, 179-180,
 185, 186, 193, 194, 203, 205, 208, 209, 210, 277, 278,
 279, 280, 281, 282, 283, 319, 320, 321, 323, 325, 326,
 327, 328, 330, 331, 332, 333, 386, 387, 388, 389, 390,
 354, 409, 4114
 Nichol, Peder Dr. John Pringle, 405, 407
 Niewenglowski, 162-163

 O'Brian, Fitz-James, 380
 Olbers, Heinrich, 404, 406
 Oldenberg, Henry, 203
 Oliphant, Mark, 233
 Oppenheimer, J. Robert, 323, 386, 419
 Owen, Richard, 448

 Pagels, Heinz R., 413-414, 419
 Paley, William, 287
 Paracelsus (Philippus Aureolis Theophastrus Bombast
 von Honnenheim), 198-199
 Parmenides, 53
 Pauling, Linus, 18, 238
 Pavlov, Ivan Petrovich, 173
 Pearson, Karl, 302
 Pedretti, Carlo, 119
 Pelletier, Bertrand, 434
 Pettersson, Hans, 495
 Piaget, Jean, 72-73, 419
 Picard, Jean, 72-73, 419
 Piggot, C. S., 494, 499, 500
 Planck, Max, 389
 Plutarkhos, 272, 275
 Poe, Edgar Allan, 404-405, 407-408
 Popper, Karl, 47-48, 107, 272
 Preston, Richard, 515
 Priestley, Joseph, 66-67, 69-70
 Ptolemaios, 185, 187

Purkinje, Jan, 30
 Pythagoras, 272
 Raff, Arthur G., 259-260
 Ramsay, William, 229
 Reinmuth, Karl, 519
 Ritter, Johann, 30
 Roberts, Tom, 139-140
 Röntgen, Wilhelm Konrad, 162, 169
 Rossiter, 23
 Rudolf II, 272
 Runcorn, S. Keith, 255, 256, 257
 Russell, Bertrand, 319
 Rutherford, Ernst, 218, 227, 229, 325, 328, 390

Sagan, Carl, 73, 81, 241, 242
 Santayana, George, 353
 Saussure, Horace Bénédict de, 145, 160
 Schaller, George, 109, 131, 150
 Scheele, Carl Wilhelm, 10, 12, 56, 67, 430
 Schrödinger, Erwin, 409-413, 419
 Schwanhard, Heinrich, 9
 Shaver, Richard, 248
 Shklovskii, I. S., 247
 Shoemaker, Carolyn, 516-517, 519, 525-527
 Shoemaker, Eugene M., 420, 515
 Skinner, B. F., 91-1100
 Smoot, George, 218, 265, 267, 359
 Soddy, Frederick, 229
 Sokrates, 44, 101, 151
 Sommerfeld, Arnold, 389
 Sorin, 283
 Spencer, Herbert, 86
 Stahl, G. E., 64, 431
 Stalin, Joseph, 54
 Strabo, 452
 Strong, Peder Josiah, 87
 Stubbs, Peter H. S., 255
 Suess, Eduard, 222, 224, 225
 Sullivan, Walter, 47, 58, 218, 250
 Sully, James, 85
 Szilard, Leo, 227

Theophrastos, 198
 Thomson, J. J., 228
 Thorndike, Edward Lee, 37, 42
 Turgenev, Ivan S., 90

Vandermonde, Alexandre-Théophile, 433
 Vine, Frederick J., 260, 261, 262, 263
 Vogt, Carl, 87—
 Voltaire, François Marie Arouet de, 110, 277
 Von Neumann, John, 420

Wackher, 275
Wallace, Alfred Russel, 436-437
Walton, Ernest Thomas Sinton, 233, 234
Waterhouse, Mr., 130
Watson, James, 236, 419
Watson, John B., 34
Wegener, Alfred, 7, 73, 218, 223, 255, 304
Wertheimer, Max, 305, 307, 308, 309, 310, 312
Wheeler, John, 418
Whewell, William, 379
Whitman, Walt, 90
Wigner, Eugene, 419-420
Williams, William, 380
Wilkinson, David, 269
Wilson, J. Tuzo, 261-262
Wittgenstein, Ludwig, 160
Wolf, Fred Alan, 335, 409, 423
Wolf, Max, 518
Wright, Ned, 267, 269

Yerkes, Robert Mearns, 40
Yost, Donald M., 18
Young, Louise B., 465, 501

Elinizdeki derlemenin amacı, okura, bilim yazılarının da edebi bir metin kadar çekici ve okunmaya değer olduğunu göstermektir. Bilim yazılarının her zaman söyleyeceği önemli bir şeyi vardır; yazarlarının eşsiz hayal gücü, ele alınan konuyu renkli ve canlı bir biçimde okura sunar. Okur da bu yazıların eşliğinde, kendi başına yapamayacağı bir biçimde düşünmeye başlar. Bilim adamları kendi yazılarının bu yanını küçümsemekle hata etmiş, bilim adamı olmayanlar ise bu yazılarda kendilerini ilgilendirecek bir şey bulunmadığını düşünmekle yanılmışlardır. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, ülkemizde az görülen bir türün en iyi örneklerinden biri olan bu önemli yapıtı okura sunarken, bilim ile edebiyat arasında köprü kurulabileceğine de bir örnek veriyor.



ISBN 978-975-403-199-7



Fiyatı: 9 YTL (KDV DAHİL)

Basılı fiyatından farklı satılamaz

