UÇUNCU KULTUR

BİLİMSEL DEVRİMİN ÖTESİ

Editör
JOHN BROCKMAN

EVRİMİN DÜŞÜNDÜRDÜKLERİ

STEPHEN JAY GOULD, RICHARD DAWKINS, GEORGE C. WILLIAMS, STEVE JONES...

ZİHİN NEDİR?

STEVEN PINKER, MARVIN MINSKY, DANIEL C. DENNETT, ROGER PENROSE...

YENİ KARMAŞIKLIK BİLİMİ

MURRAY GELL-MANN, STUART KAUFFMAN, C.G. LANGTON, J. DOYNE FARMER...

EVRENİN EVRİMİ

ALAN GUTH, PAUL DAVIES, LEE SMOLIN, MARTIN REES, DANIEL HILLIS...

ALFA BİLİM

Üçüncü Kültür: Bilimsel Devrimin Ötesi
© 2011, ALFA Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

The Third Culture: Scientists on the Edge
© 1995, John Brockman

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

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

ISBN 978-605-171-021-1
1. Basım: Şubat 2015

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

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

ÜÇÜNCÜ KÜLTÜR

BİLİMSEL DEVRİMİN ÖTESİ

Editör
JOHN BROCKMAN

Richard Dawkins, Stephen Jay Gould, Roger Penrose,
Daniel C. Dennett, Steven Pinker, Marvin Minsky,
Murray Gell-Mann, Stuart Kauffman, Alan Guth,
Paul Davies, Lee Smolin, George.C. Williams, Brian Goodwin,
Niles Eldredge, Lynn Margulis, Marvin Minsky,
Roger Schank, Nicholas Humphrey, Francisco Varela,
Martin Rees, Christopher G. Langton, J. Doyne Farmer,
W. Daniel Hillis

Çeviri
Yelda Türedi

ALFA BİLİM

İÇİNDEKİLER

Teşekkür, 13

GİRİŞ

Beliren Üçüncü Kültür, 15

Üçüncü kültür deneysel dünyadaki çalışmaları ve açıklayıcı yazılarıyla hayatlarımızın daha derin anlamlarını görünür kılmada, kim ve ne olduğumuzu yeniden tanımlamada geleneksel aydınların yerini alan bilim insanlarını ve düşünürleri içerir.

BİRİNCİ KISIM: EVRİM FİKRİ

1. Bölüm, 36

GEORGE C. WILLIAMS

"Bilgi Paketi"

Gen bir nesne değil, bilgi paketidir. Bir DNA molekülündeki baz çiftlerinin örüntüsü geni belirler. Ama DNA molekülü mesaj değil, ortamdır. Ortam ve mesaj arasındaki ayrımı korumak evrime dair düşüncelerin netliği için kesinlikle vazgeçilmezdir.

2. Bölüm, 49

STEPHEN JAY GOULD

"Canlılığın Tarihinin Örüntüsü"

Evrimde ilerleme yoktur. Zaman içerisindeki evrimsel değişim olgusu bildiğimiz anlamıyla ilerlemeyi temsil etmez. İlerleme kaçınılmaz değildir. Morfolojik karmaşıklık terimleriyle evrimin çoğu yukarı değil, aşağı doğrudur. Daha muhteşem bir şeye doğru ilerliyor değiliz.

3. Bölüm, 73

RICHARD DAWKINS

"Yaşamkalım Makinesi"

Kısa zamanda evrime bakmanın en imgesel yolunun ve evrimi öğretmenin en esin veren halinin "hepsinin genlere dair" olduğunu

söylemekten geçtiğini gördüm. Etrafta gezindikleri bedenleri kendi iyilikleri için kullanan genlerdir. Bir organizma genlerinin yaşam-kalım makinesidir.

4. Bölüm, 95

BRIAN GOODWIN

"Biyoloji Sadece Bir Dans"

"Yeni" biyoloji, dinamikler ve ortaya çıkış düzeniyle ilgilenen karmaşık sistemlerin kesin bilimi formundaki biyolojidir. Bu biyolojideki her şeyi değiştirir. Çatışma, rekabet, bencil genler, uyarlanımda zirveye tırmanma metaforları yerine evrim bir dansa dönüşür. Hedefi yoktur. Stephen Jay Gould'un söylediği gibi amaç, ilerleme, yön hissi yoktur. Biçim-uzayında, organizma formlarının uzamında bir danstır.

5. Bölüm, 110

STEVE JONES

"Neden Bu Kadar Çok Genetik Çeşitlilik Var?"

Bazı yerlerde bir sümüklüböcek türünün neden bu kadar değişken olduğunu yeni cevaplamaya başladık, ama herhangi bir türde herhangi bir yerde ve herhangi bir zamanda iki bireyin neden özdeş olmadığına dair hiçbir fikrimiz yok. Bu evrimin asli sorularından biridir. Diğerleri bu sorudan çıkar.

6. Bölüm, 118

NILES ELDREDGE

"Söz Savaşı"

Türler uzay-zamanla sınırlı gerçek varlıklardır ve de bilgi varlıklarıdır. Diğer varlık çeşitleri bir şeyler yapar. Örneğin ekolojik popülasyonların nişleri vardır; işlevini yerine getirir. Türler bu şekilde işlemez. Bir şeyler yapmazlar; daha ziyade bilgi depolarıdır. Bir tür hiçbir suretle organizma değildir; ama yine de evrim sürecinde önemli rol oynayan bir çeşit varlıktır.

7. Bölüm, 128

LYNN MARGULIS

"Gaia Çetin Ceviz"

Ökaryotik hücreler nasıl belirdi? Muhtemelen başlangıçta yırtıcıların işgaliydi. Bir çeşit baskı altındaki bakteri diğerini istila etti;

elbette yiyecek ararken. Ama bazı istilalar barış anlaşmalarına dönüştü; bir zamanların acımasız ilişkileri olumluya çevrildi. Geleceğin istilacıları, yüzen bakteriyeller durgun konaklarının içine yerleştiğinde kuvvetlerin bu bileşimi gerçekten de parçaların toplamından çok daha büyük yeni bir bütün yarattı: büyük miktarda gen hareket ettirebilen daha hızlı yüzücüler evrimleşti. Bu yeni gelenlerin bazıları evrimsel mücadelede eşsiz derecede ustaydı. Daha ileri aşama bakteri birliktelikleri, modern hücre evrimleştikçe buna eklendi.

İKİNCİ KISIM: YAMALI BOHÇA ÇÖZÜMLER DERLEMESİ

8. Bölüm, 151

MARVIN MINSKY

"Akıllı Makineler"

Beyin ...farklı şeyler yapan pek çok farklı aygıtın, bunlara ek olarak onların hatalarını düzelten aygıtların ve üstüne çeşitli bozuklukları/ayarsızlıkları ve istenmeyen etkileşimleri engelleyen eklentilerin yamalı bohça çözümler üretmiş harika bir bileşimidir; kısaca, işi zar zor yerine getirebilen çeşitli düzeneklerin harika bir karmaşasıdır.

9. Bölüm, 166

ROGER SCHANK

"Bilgi sürprizlerdir"

Bilgi sürprizlerdir. Hepimiz dünyanın belli bir şekilde işlemesini bekleriz, ama öyle işlediğinde sıkılırız. Bir şeyi bilmeye değer kılan şey, beklenti yanılgısı kavramı etrafında örgütlenir. Eylem şemaları işlediğinde değil işlemediğinde ilginçtir.

10. Bölüm, 180

DANIEL C. DENNETT

"Sezgi Pompaları"

Sanal bir makine olarak bilinç fikri güzel bir sezgisel pompadır. Bu fikre uyarlanım zaman alır, çünkü yapay zekâ ve bilgisayar biliminin jargonunun çoğu felsefeciler ya da diğer insanlara yabancıdır. Ama bu fikirlerin bir kısmına uyum sağlamak için sabır gösterirseniz, o zaman "Hey! Kafalarımızın içindekinin yazılım olduğu fikrini düşünmeye çalışın. Sanal bir makinedir, aynı kelime

işlemcisinin sanal bir makine olması gibi," diyebilirsiniz. Aniden ziller çalar ve insanlar farklı bir açıyla görmeye başlar.

11. Bölüm, 197

NICHOLAS HUMPHREY

"YOĞUN AN"

Kendimiz olmak nasıl bir şeydir? İnsan denilen bir madde parçası her birimizin kendimiz diye tanımladığı deneyim için nasıl temel olabilir? İnsan bedeni ve insan beyni aynı zamanda nasıl olabilir de insan zihni olur?

12. Bölüm, 208

FRANCISCO VARELA

"Beliren Benlik kavramı"

Neden beliren benlikler, sanal kimlikler ister zihin/beden seviyesinde, ister hücre seviyesinde ya da organizma üstü seviyede olsun, dünyalar yaratarak mantar gibi her yerde biter? Bu öylesine üretken bir olgudur ki tamamen yeni alemler yaratmayı sürdürür: hayat; zihin ve toplumlar. Yine de bu beliren benlikler öylesine kaypak, öylesine zeminsiz süreçlere dayanmaktadır ki belirmiş gözükenin sağlamlığı ve zeminsizliği arasında açıkça bir paradoks vardır. Bana göre bu anahtardır ve baki bir sorudur.

13. Bölüm, 222

STEVEN PINKER

"Dil İnsan İçgüdüsüdür"

Dile bir içgüdü diyorum, itiraf etmek gerekir ki diğer bilişsel bilim insanlarının zihinsel organ, yeti ya da modül dediği bir şey için yabansı bir terim. Dil çocukta bilinçli çaba ya da muntazam yönergeler olmaksızın kendiliğinden gelişen karmaşık, özelleşmiş bir yetenektir, altında yatan mantığın farkındalığı olmadan harekete geçer, tüm bireylerde niteliksel açıdan aynıdır ve bilgi işleme ya da akıllıca davranma gibi daha genel yeteneklerden farklıdır.

14. Bölüm, 238

ROGER PENROSE

"Bilinç Hesaplanamaz Malzemeler İçerir"

Benim şimdiki görüşüm beynin tam olarak kuantum bilgisayar olmadığıdır. Beynin çalışmasında kuantum etkinlikler önemlidir,

ama beynin bilgisayımsal olmayan etkinlikleri kuantumdan klasik seviyeye uzanan köprüde yer alır ve bu köprü bugünkü kuantum mekanik anlayışımızın ötesindedir.

ÜÇÜNCÜ KISIM: KÖKEN SORULARI

15. Bölüm, 262

MARTIN REES

"Evrenlerin Orkestrası"

Evrenbilim halk için heyecan vericidir çünkü açıkça temeldir ve bugünler bu konu için özel zamanlardır. İlk kez, ana-akım bilimin parçası olmuştur ve artık evrenin kökeni hakkında soruların üzerine eğilebiliriz.

16. Bölüm, 276

ALAN GUTH

"Arka Bahçenizde Bir Evren"

Şişen evren modelinin en şaşırtıcı özelliklerinden biri başlangıçta inanılmaz derecede küçük bir şeyden evrenin ortaya çıkmasına olanak vermesidir. On kiloluk madde tarzında bir şey bir evreni başlatmaya yeterli gözükmektedir... İlkesel bazda, insan yapımı süreçlerle laboratuvarda –ya da arka bahçemizde– bir evren yaratıp yaratılmayacağını sormak çok cazip gelmektedir.

17. Bölüm, 286

LEE SMOLIN

"Tüm Evrenin Kuramı"

Uzay nedir, zaman nedir? Kuantum kütleçekimin problemi bununla ilgilidir. Genel görelilikte, Einstein bize yalnızca kütleçekim kuramı değil hem de uzay ve zamanın ne olduğuna dair bir kuram verdi; bu kuram bir önceki, Newton'a dayanan uzay ve zaman kavramını tahtından indirdi. Kuantum kütleçekimin problemi genel görelilik kuramından gelen uzay ve zaman kavramı anlayışının bize doğaya dair asli ve derin şeyler söyleyen kuantum kuramıyla nasıl birleştirileceğidir.

18. Bölüm, 303

PAUL DAVIES

"Sentetik Yol"

Benin kişisel inancım biyologların uzlaşmazlık ve indirgemecilik eğiliminde olduklarıdır çünkü temel dogmalarına hala bir şekilde tam güvenemiyorlar, fizikse konusunda üç yüz yıllık güvenilir temellere sahip, bu yüzden karmaşık sistemlere dair spekülasyonlarında biraz daha serbestliği göze alabiliyor.

DÖRDÜNCÜ KISIM: DARWIN'İN ALGORİTMASI NEYDİ?

19. Bölüm, 314

MURRAY GELL-MANN

"Plektik"

Bugün bazılarımızın üzerinde çalıştığı konuya "karmaşıklık" demek yaptığımız şeyin doğasını çarpıtıyor gözükmektedir, çünkü altta yatan kuralların yalınlığı tüm işin can alıcı özelliğidir. Bu nedenle söylemek isterim ki; bu konu yalınlığın, çeşitli şekillerdeki karmaşıklığın ve bir miktarda karmaşık uyarlanımsal olmayan sistemlerin üzerinde durularak, karmaşık uyarlanımsal sistemlerin araştırılmasını içerir.

20. Bölüm, 332

STUART KAUFFMAN

"Bedavaya Düzen"

Ardıl faydalı çeşitlemelerin birikiminden ne çeşit karmaşık sistemler evrimleşebilir? Seçilimin kendisi karmaşık sistemleri uyarlanmaya muktedir kılar mı? Bu tarz karmaşık sistemleri niteleyen belli yasalara uyan özellikler var mıdır? Bütünsel cevap karmaşık sistemlerin, düzen ve karmaşa arasındaki sınırdakilerin mutasyon ve seçilimle en iyi uyum sağlayanlar olacak şekilde inşa edildiği olabilir.

21. Bölüm, 343

CHRISTOPHER G. LANGTON

"Dinamik Örüntü"

Fizik doğanın temel yasalarını ve bu yasalara göre nelerin doğru olması gerektiğini ortaya çıkararak büyük oranda gerekliliğin bilimi olmuştur. Öte yandan biyoloji bu temel yasalarla, ama ille de

onlara gereksinmeden olanaklı süreçleri araştıran olanaklılığın bilimidir. Bunun sonucunda biyoloji fizikten çok daha zor bir bilimdir ama aynı zamanda sadece yaşamı ve onun tarihini anlamada değil, evreni ve geleceğini anlama potansiyelinde sonsuz derecede daha zengindir. Geçmiş fiziğindir, ama gelecek biyolojinindir.

22. Bölüm, 358
J. DOYNE FARMER
"Örgütlenmenin İkinci Yasası"

Pek çoğumuz öz-örgütlenmenin genel bir özellik olduğuna inanırız –elbette evrenin ve hatta daha genel bir seviyede "karmaşık uyarlanımsal sistemler" denebilecek matematik sistemlerin. Karmaşık uyarlanımsal sistemleri –eğer sadece matematiksel "zaman" değişkenini ileri doğru sararak– işletirseniz doğallıkla karmaşadan, örgütlenmemiş, farklılaşmamış, bağımsız hallerden örgütlenmiş, yüksek derecede farklılaşmış ve birbirleriyle bağımlı hallere doğru ilerler.

BEŞİNCİ KISIM: BİZDEN ÖTEYE UZANAN BİR ŞEY

23. Bölüm, 377
W. DANIEL HILLIS
"Tekilliğe Yakın"

Çok-hücreli organizmalara dönüşen tek hücrelilerle benziyoruz. Bizler amipleriz ve yarattığımız şeyin ne olduğuna dair hiçbir fikrimiz yok. Tam geçiş noktasındayız ve bizimle birlikte arkamızdan gelen bir şey var.

OKU**MA SEÇKİSİ, 387**
DİZİN, 395

TEŞEKKÜR

Önce Eylül 1991'de beliren üçüncü kültür fikri üzerine, haber bültenim *EDGE*'de (sayı 3) kısa bir makale yayınladım. Daha sonra makalenin gelişmiş hali *Los Angeles Times*, *The New Statesman* ve Kopenhag günlük gazetesi *Information*'da yayınlandı

Pek çok kişi makale üzerine faydalı yorumlar yaptı. Murray Gell-Mann, Stephen Jay Gould, Daniel C. Dennett, Russell Jacoby, Stewart Brand ve David Shipley'e teşekkür etmek isterim.

Bana son üç sene içerisinde binlerce sayfa hatasız metin sunan Judy Herrick'e minnettarım. Ayrıca zamanı, çabası, gayreti ve değerli önerileri için editörüm Sara Lippincott'a da teşekkür etmek isterim. Simon & Schuster'deki editörüm Bob Asahina'ya da metni kavrayışla okuduğu ve arkadaşlığı için takdirlerimi ifade ederek teşekkür ederim.

Metnin taslaklarını bazı arkadaşlarım okudular ve yorumlar yaptılar. Wim Coleman, Pat Perrin, Clifford Stoll, Howard Rheingold, Stewart Brand ve Kevin Kelly'e teşekkür ederim.

Son olarak, Katinka Matson ve oğlum Max Brockman'a sabırları ve destekleri için özellikle takdir ve teşekkürlerimi sunarım.

GİRİŞ

BELİREN ÜÇÜNCÜ KÜLTÜR

Üçüncü kültür çalışmaları ve açıklayıcı yazılarıyla hayatlarımızın daha derin anlamlarını görünebilir hale getirmede, kim ve ne olduğumuzu yeniden tanımlamada geleneksel aydının yerini alan deneysel dünyadaki bilim adamları ve diğer düşünürlerden meydana gelmektedir.

Son birkaç yılda, Amerikan düşün hayatının oyun alanı kaydı ve geleneksel aydın giderek daha fazla marjinalleşti. 1990'lardaki bir düşünür için 1950'lerin Freud, Marx ve modernizm eğitimi yeterli bir vasıf değildir. Aslında, geleneksel Amerikalı aydınlar, bir anlamda giderek daha fazla tepkisel ve pek sık gururla (ve ahlaksızca) zamanımızın gerçekten önemli entelektüel başarılarının pek çoğunun cahilidir. Bilimi göz ardı eden kültürleri çoğunlukla deneyime dayanmaz. değildir. Kendi jargonunu kullanır ve kendi kirli çamaşırlarını aklar. Yorum üzerine yorumla nitelenir. Giderek şişen yorum sarmalı sonunda gerçek dünyanın kaybolduğu noktaya ulaşır.

1959 yılında C. P. Snow *The Two Cultures* [İki Kültür] isimli bir kitap yayınlamıştır. Bir tarafta yazınsal aydınlar, diğer tarafta bilim insanları vardır. 1930'lar boyunca yazınsal aydınların, kimseler bakmazken sanki başkaları yokmuşçasına, kendilerine "aydın" demeye başladığını, inanmakta güçlük çekerek, belirtir. "Yazı adamlarının" bu yeni tanımı gökbilimci Edwin Hubble, matematikçi John von Neumann, sibernetikçi Norbert Wiener ve Fizikçi Albert Einstein, Niels Bohr ve Werner Heisenberg gibi bilim insanlarını dışlar.

Yazınsal aydınlar bundan paçayı nasıl sıyırmıştır? Birincisi bilim dünyasındaki insanlar çalışmalarının çıkarımları konusunda etkin bir girişimde bulunmamıştı. İkincisi pek çok seçkin bilim insanı, başta Arthur Eddington ve James Jeans, genel okur için kitaplar yazdılarsa da eserleri kendinden menkul en-

telektüel tarafından görmezden gelindi, sunulan fikirlerin değeri ve önemi entelektüel etkinlik babında görünmez kaldı, çünkü egemen süreli yayınlara göre bilim konu değildi.

1963'de basılan *The Two Cultures* adlı kitabın ikinci basımında, Snow yeni bir makale eklemişti, "The Two Cultures: A Second Look" [İki Kültür: İkinci Kez Bakış] adlı bu makalede iyimserlikle yen bir kültürün, "üçüncü bir kültürün" belireceğini ve yazınsal aydınlarla bilim insanları arasındaki boşluğu kapatacağını ileri sürüyordu. Snow'un üçüncü kültüründe, yazınsal aydınlar bilim insanlarıyla küslüğü bozacaktı. Snow'un deyişini kullansam da, bu deyiş üçüncü kültürü tanımlamıyor. Yazınsal aydınlar bilim insanlarıyla iletişim kurmuyor. Bilim insanları doğrudan doğruya genel halkla iletişim kuruyor. Geleneksel entelektüel medya dikey oyun oynuyor: gazeteciler öyküsünü yazıyor ve profesörler kağıda döküyor. Bugün üçüncü kültür düşünürleri aracıyı kaldırma eğilimindedir ve en derin düşüncelerini akıllı okur kesimine ulaşabilir tarzda ifade etme çabasını göstermektedir.

Ciddi bilim kitaplarının yakın zamanlarda yayıncılıkta yakaladığı başarı sadece eski tarz entelektüelleri şaşırtmıştır. Onların görüşüne göre bu kitaplar anomalidir –satın alınmakta, ama okunmamaktadır. Katılmıyorum. Bu üçüncü kültür etkinliğinin ortaya belirmesi pek çok kişinin yeni ve önemli fikirlere büyük entelektüel açlık duyduğunun ve kendilerini eğitmek için çaba sarf etmeye isteklilikerinin kanıtıdır.

Üçüncü kültür düşünürlerinin geniş bir kitleyi cezbetmeleri yalnızca yazma yetenekleriyle ilgili değil; geleneksel anlamda kullanılan "bilim" bugün artık "popüler kültür" haline geldi. Stewart Brand "Bilim tek haberdir. Bir gazete ya da dergiyi gözden geçirirseniz, insanlarla ilgili haberler bilindik onu-dedi-bunu-dedilerdir, politika ve ekonomi hep aynı vah vah trajedileridir, moda zavallı bir yenilik yanılsaması ve hatta teknoloji haberleri, eğer bilimden haberdarsınız tahmin edilebilirdir. İnsan doğası pek değişmez; bilim değişir ve değişim dünyayı geri dönülmez biçimde değiştirerek gerçekleşir." Şimdi değişim hızının en büyük değişiklik olduğu bir çağda yaşıyoruz. Böylece bilim büyük haber olmuştur.

Geçtiğimiz yıllarda gazeteler ve dergilerde sürekli yer alan bilimsel konular arasında moleküler biyoloji, yapay zekâ, yapay yaşam, kaos kuramı, kitlesel paralellik, sinir ağları, şişen evren, fraktal, karmaşık uyarlanımsal* sistemler, süper sicimler, biyoçeşitlilik, nanoteknoloji, insan genomu, uzman sistemler, sıçramalı evrim, hücresel özdevinir, bulanık mantık, uzay canlıküresi, Gaia hipotezi, sanal gerçeklik, siber uzay ve teraflop makineler var. Fikirleri onaylayan dini ya da resmi listeler yok. Üçüncü kültürün gücü tam da hangi fikirlerin ciddiye alınması gerektiğine dair anlaşmazlıkları hazmedebilmesinde yatıyor. Daha önceki entelektüel uğraşların aksine, üçüncü kültürün ortaya koydukları tartışmaya hevesli entelektüel zümrelerin marjinal anlaşmazlıkları değil; bunlar, gezegendeki herkesin hayatını etkileyecek konular.

Aydının rolü iletişimi de içerir. Aydınlar sadece bir şeyler bilen kişiler değil, nesillerinin düşüncelerini şekillendiren insanlardır. Bir aydın farklı görüşleri sentezler, bir tanıtımcı ve iletişimcidir. Kültür tarihçisi Russell Jacoby 1987 tarihli *The Last Intellectuals* adlı kitabında bir nesil kamusal aydının devrinin geçip yerlerine duygusuz akademisyenlerin geçmesinden yakınmaktadır. Haklıdır, ama aynı zamanda yanlıştır. Üçüncü kültür düşünürleri yeni kamu aydınlarıdır.

Amerika günümüzde Avrupa ve Asya'nın entelektüel fideliğidir. Bu yönelim Albert Einstein ve diğer Avrupalı bilim insanlarının savaş öncesi dönemde Amerika'ya göç etmesiyle başladı ve Amerikan üniversitelerindeki Sputnik sonrası bilimsel eğitim patlamasıyla kamçılandı. Üçüncü kültürün ortaya çıkışı yeni entelektüel söylem üslupları sunmakta ve önemli fikirler aleminde Amerika'nın üstünlüğünü bir kez daha tasdik etmektedir. Tarih boyunca entelektüel hayat az sayıda insanın diğer herkes için ciddi düşünmeyi yapması olgusuyla belirlenmiştir. Tanık olduğumuz meşalenin bir grup düşünürden, geleneksel sosyal bilim aydınlarından yeni bir gruba, beliren üçüncü kültürün aydınlarına geçişidir.

***

* Adaptationist –yn.

Üçüncü kültür aydınları kimlerdir? Liste çalışmaları ve fikirleri bu terime anlam veren, bu kitapta yer alan kişileri içermektedir: fizikçi Paul Davies, J. Doyne Farmer, Murray Gell-Man, Alan Guth, Roger Penrose, Martin Rees ve Lee Smolin; evrim biyoloğu Brian Goodwin, Stuart Kauffman, Lynn Margulis ve Francisco J. Varela; bilgisayar bilimcisi W. Daniel Hillis, Christopher G. Langton, Marvin Minsky ve Roger Schank; psikolog Nicholas Humphrey ve Steven Pinker.

Son üç sene zarfında yukarıda adı geçen bilim insanlarıyla kendilerinin ve bu kitapta yer alan bilim insanlarının çalışmaları üzerine süregiden birebir tartışmalarda bulundum. Sonuç ne bir seçki ne de genel bir değerlendirmedir. Ben bunu daha ziyade devingen gelişen sistemin bir sözlü tarihi, zamanımızın ilginç ve önemli sorularını tanımlayan üçüncü kültür düşünürlerinin fikirlerinin kutlaması görüyorum. Burada düşüncelerini halka ve birbirine iletiyorlar. Bu yeni entelektüel topluluğun eylem halindeki sergisidir.

Bu kitapta yer alan bilim insanlarının seçkisi elbette kapsamlı olmaktan uzaktır. Üçüncü kültüre katkıda bulunan pek çokları sosyal, davranış ve antropolojik bilimlerden kişiler dahil, burada yoktur. Ayrıca, pek çoğu seçkin ve dikkate değer düşünürler olan bilim gazetecilerinin katkılarının da hakkını vermek gerekir; kitapları halka üçüncü kültürle tanımlanan çalışma ve fikirlerin daha geniş bir anlayışını ve daha büyük bir değerlendirmesini sağlamıştır.

Kitaptaki bazı bilim insanlarıyla profesyonel ilişkim var; bunlar edebiyat ajansımın müşterileri, diğerleriyle böyle bir ilişkim yok. (Aslında temsil ettiğim bilim insanlarının büyük bir yüzdesi bu kitapta yer almıyor.) Seçim tesadüflere dayalı, benim kişisel bilimsel ilgim yanı sıra bilim insanlarının zamanlarının uygunluğuyla alakalı. Sunulan fikirler spekülatif; evrim biyolojisi, genetik, bilgisayar bilimi, nörofizyoloji, psikoloji ve fizik alanlarında bilginin sınırlarını temsil etmekteler. Ortaya atılan temel sorulardan bazıları: Evren nereden gelmiştir? Hayat nereden gelmiştir? Zihin nereden gelmiştir? Üçüncü kültürden karmaşıklığın ve evrimin manasının fark edilmesinde temellenen yeni bir doğa felsefesi ortaya çıkmaktadır. Son derece kar-

maşık sistemler –ister organizma, beyin, biyosfer ya da evrenin kendisi olsun– tasarımla kurulmamıştır; hepsi evrimleşmiştir. Kendimizi, zihinlerimizi, evreni ve evrenin içindeki bildiğimiz her şeyi tanımlamak için yeni bir metafor kümesi vardır, zamanımızı yönlendiren bu yeni fikir ve imgeleriyle aydınlar, işlerini yapan ve kitaplar yazan bilim insanlarıdır.

Kayıtlarımdan yazılı bir anlatım yaratmak için editörlük iznini aldım, ama katılımcılar söyledikleri sözlerin transkriptlerini okumalarına, hatta bazıları düzeltilerde bulunmalarına rağmen, takip eden bölümlerin herhangi bir şekilde yazılarını temsil etmesi niyeti yoktur. Bunun için kendi kitaplarını okumalısınız. Ayrıca okurlar için Richard Dawkins ve Martin Rees gibi bilim insanlarının doğal seçilim ve evrenbilim üzerine görüşlerinin benim bu konulardaki görüşlerimden daha ilgi çekici olduğu varsayımında bulundum. Bu nedenle kendimi (ve sorularımı) metinden çıkardım. Son olarak, diğer bilim insanları ve çalışmaları hakkında yapılan yorumlar doğası gereği geneldir ve metne verilen tepkiler değildir.

***

STEPHEN JAY GOULD: Üçüncü kültür çok güçlü bir fikir. Yazınsal aydınlar arasında entelektüel durumun ve kaynakların bilimsel değerlendirmesinin sahibi olduklarını düşünmek üzerine bir tür gizli anlaşma vardır, aslında insanların okumak istediği çok ilgi çekici fikirlere sahip büyük oranda bilim insanlarından meydana gelen kurgu-dışı yazarlar topluluğu var. Bazılarımız gerçekten saygın yazarlarız ve kendimizi iyi ifade ediyoruz.

Son derece hümanist ve klasik eğitime sahip bilim insanı İngiliz Nobel ödülü sahibi Peter Medawar sosyal bilim ve edebiyat insanları eğitimli sayılmak için bilim bilmeleri gerektiğini düşünmezken, eğitimli birinin bilmesi gerekenler sadece sanat, müzik ve edebiyat, ama hiç bilim içermezken, sanat ve müziği iyi bilmeyen bir bilim insanının edebiyat çevrelerinde ahmak ve kültürsüz sayılmasının, haksızlık olduğunu söylemiştir.

Bu sadece yanlış değil, aynı zamanda gerçeği de yansıtmıyor. Amerika'daki iki yüz seksen milyon kişinin bilimden anlayan kısmı yüksek bir oran olmayabilir, ama –Amerikan nüfusunun

yüksek bir oranı olmayabilirse de kesinlikle yüksek sayıdaki– kitap alanlar arasında bilime ilgi çok güçlüdür.

MURRAY GELL-MANN: Bilim insanları konuyla ilgilenen halktan kimseler –bilime önem veren ve belli bir bilimsel okuma miktarına sahip kişiler– için kitap yazarlardı. Bu etkinliğin, en azından bu ülkede, nerdeyse öldüğü bir zaman vardı. Ciddi bilim insanlarının bir kez daha çalışmaları üzerine yazdıklarını görmemiz, gazeteciler vasıtasıyla ve de doğrudan doğruya halkla ilgilenmeleri çok sağlıklı bir akım. Daima bazı bilim insanları genel malzeme üzerinde yazmada diğerlerinden daha iyidir ve bazıları da diğerlerinden daha geniş kültüre sahiptir. Ama ilgi çekici çalışmalar yapan bilim insanları arasında halkla başarıyla iletişim kurabilen ve aracılara ihtiyaç duymayan belli sayıda kişi olagelmiştir ve her zaman olacaktır.

Ne yazık ki, sanat ve beşeri bilimlerde –muhtemelen bazı sosyal bilimlerde bile– bilim ve teknoloji ya da matematik hakkında pek az şey bilmekle övünen insanlar vardır. Tersi olgu pek enderdir. Shakespeare bilmeyen bir bilim insanına nadir de olsa rastlayabilirsiniz, ama Shakespeare bilmemekten *gurur* duyan bir bilim insanına asla rastlamazsınız.

DANIEL C. DENNETT: Bilim kitaplarındaki son zamanlardaki başarının ayırıcı özelliği yeni bilimsel uğraşların çoğunun disiplinle arası doğasıyla ilişkilidir. Profesörler diğer disiplinlerdeki meslektaşları için yazıyor. Bu nedenle sade bir İngilizceyle ve alanlarının jargonundan sakınarak yazmaları gerekiyor. Ben –kendi alanım felsefede– felsefeciler için bir kitap yazsam bu şekilde yazardım ve hem de aynı nedenle. Bu jargon sorunun her disiplinde mevcut olduğunu biliyorum, ama felsefede fazlasıyla var. Felsefede ortaya çıkan kötü yapay sorunların pek çoğu uzmanların uzmanlarla konuşmasından doğuyor. Bir uzmanın diğer bir uzmanla konuşurken işleyebileceği en kötü günah fazlasıyla açıklamak, bilgiçlikle konuşmaktır; bu aşağılayıcıdır. Bu nedenle uzmanlar daima yetersiz açıklamak hatasını yapar. Bunun sonucunda ayrı telden çalarlar. Aynı varsayımları paylaş-

madıklarını fark etmezler. O zaman alt seviyede basit temel yanlış anlamalara dayanan koskocaman anlaşmazlık yığınları çıkar.

İngiliz kökenli üniversite geleneği ve Avrupa'nınki arasında temel bir fark vardır. Avrupa'da profesörler öğretir. Podyuma çıkarlar ve oo-oh, bilgilerini sergilerler, siz soru sormaz, sadece not alırsınız; zor anlaşılır ve ulaşılmaz olmanın belli bir saygınlığı vardır. Nam salmanın yolu budur; anlaşılmaz olmak. Bu, İngilizce konuşulan üniversite geleneğinde, bu oranda, kimse için olmaz; bunun bilimle çok ilişkisi var mı bilemiyorum. Ama bunun (Avrupa) kıta bilim insanlarının bilimdışı ve yarı-bilimsel ya da felsefi yazışlarını da etkilediğini görebilirsiniz. Jacques Monod ve François Jacob bunun iki örneğidir. Felsefeciliğe talip oldular –bunda sorun yok, pek çok ada kökenli bilim insanı da olur– ama kıta felsefecileri olmaya talip oldular ve bu onları yüzebileceklerinden daha derin, daha karanlık sulara götürdü.

RICHARD DAWKINS: Entelektüel medyanın yazın insanlarının gaspı diye gördüğüm şey bana kendimi biraz paranoyak hissettiriyor. Sadece "entelektüel" kelimesi değil. Geçen gün bir edebiyat eleştirmeni tarafından yazılmış "Kuram: Nedir?" başlıklı bir makale gördüm. İnanabiliyor musunuz? "Kuram" meğerse "edebiyat eleştirisinde kuram" anlamına gelmekteymiş. Bu edebiyat eleştirisi yayınında değildi, Pazar gazetesi gibi genel bir yayında yer alıyordu. "Kuram" kelimesi aşırı derecede dar sınırlı edebi amaç için gasp edilmişti; sanki Einstein'ın kuramları yoktu, Darwin'in kuramları yoktu.

Bilim insanları ve akademisyenlerin özgün fikirlerini diğer alanlardaki kişilerce okunan kitaplarla iletmeleri fikrini genelde takdir ediyorum. Benim kendi kitaplarım hem bilim insanlarının hali hazırda bildiği malzemelerin popülerleştirilmesi hem de bilimsel yayınlarda yer almamalarına ya da anlaşılmaz jargonla yazılmamalarına rağmen alanında bilim insanlarının düşünüşlerini değiştiren özgün katkılardır. Herhangi zeki birinin anlayabileceği terimlerle yazılmıştır. Daha fazla insanın bunu yaptığını görmeyi arzu ederim.

P.B. Medawar bazı alanların gerçekten zor olduğunu, iletişim kurmak istiyorsanız dili yalınlaştırmak için gerçekten çok

uğraşmanız gerektiğini; bazı alanlarınsa temelde kolay olduğunu, insanları etkilemek için dili gerektiğinden daha zor hale getirmek zorunda olduğunuzu söyledi. Ve bazı alanlar var ki – Medawar'ın hoş tabiriyle– insanlar "fizik kıskançlığından" mustarip. Konularına öyle olmasa bile, son derece zormuş gibi yaklaşılmasını istiyorlar. Fizik gerçekten zor, bu nedenle fiziğin zor fikirlerini alıp insanların anlayabileceği hale getiren büyük bir endüstri var; ama tersine, hiçbir içeriği olmayan ve varmış gibi yapan başka bir endüstri de var; bilgeliği varmış gibi göstermek amacıyla sadece anlaşılmazlık adına anlaşılmaz bir dille süslenmişler.

STEVE JONES: "Üçüncü kültürü" değerlendirmenin en iyi yolu "Hiç birden fazla kültür var mıydı?" diye sormaktır. Bu temel sorudur. Öğrenme bölünebilir mi, yoksa bir bütün müdür? 1550'lerden 1950'lere değin –Milton'dan sonra kimse her şeyi bilemediyse de– cevap açıktı: kültür kültürdür. Sonra C.P. Snow mevcut olup olmadığı belirsiz bir bölünmeyi tanımlayan düsturuyla geldi. Dört yüzyıllık medeniyeti tersine döndürdüğüne ikna olmuş değilim, ancak kendisini çevreleyen kendini beğenmiş edebiyat kabiliyetsizlerinin birkaçının egosunu söndürmüş olabilir.

Snow'un zamanlarındaki gibi, şimdiki soru da her eğitimli insanın bağlanabileceği bir kültür olup olmadığıdır. Cevap eğer yoksa, kesinlikle olması gerektiğidir. Eğer bilim ve bilimdışı konularda genel terimlerle konuşabilen birisi değilseniz, medeni değilsiniz.

PAUL DAVIES: İkinci kültür ve üçüncü kültür sorununu İngiliz toplumuna sinmiş sınıfsal ve bölgesel önyargılardan ayrıştırmak zor. İngiliz entelektüel hayatının ayırt edici özelliklerinden biri sadece iki üniversitenin baskınlığı: Oxford ve Cambridge. Politikacıların çoğu ve kurum üyeleri –kamu görevleri, medya ve medyayı kontrol eden insanlar– Oxford sosyal bilimler mezunları. Bunun sonucunda halkın gözünde bir entelektüel saçları kırlaşmaya başlamış, gözlüklü Yunan mitolojisi üzerinde çalı-

şan, şeri içen, antik kolejin arazisinde sakin ve derin düşünceler içerisinde kürek çeken bir beyefendi. Bu algılayış sanat ve edebiyat entelektüellerinin varoluşun büyük mevzuları üzerinde Tanrı tarafından bahşedilmiş tekelin sahibi konumlarıyla uyum içinde.

Sadece son yıllarda büyük sorular diye adlandırabileceğimiz şeyde bilim insanları bir çeşit nüfuz gösterdi ve bu etki çok çirkin bir geri tepki yarattı. Bilim insanlarının duyulmaya başlaması olgusu –bilimsel kitapların fenomenal satışının kanıtladığı gibi– sadece zihinleri değil, kalpleri de fethetmesi göründüğü kadarıyla edebiyat kanadının bölgelerini koruma haykırışını kışkırttı. Geri tepki gazete ve süreli yayınlarda isterik atıp tutmalara ve bilim insanlarını küstah, çıkarları peşindeki dolandırıcılar ilan eden kitap sağanağına dönüştü.

İngiltere'de pek az entelektüel bilimi anlama girişiminde bulunur ve Stephen Hawking'in *Zamanın Kısa Tarihi* kitabı gibi yakın zamanlarda çıkan kitaplarda sunulan konuların boylarını aştığını hisseder. Bu geri tepkinin bir kısmı bu cehaletin karşısındaki çaresizlikten kaynaklanır gözükmektedir. "İyi bir eğitim aldım", derler, " ve bundan hiçbir şey anlayamıyorum. O zaman bu zırvalık olmalı!" Birkaç yıl önce kozmik mikrodalga ardalan ışınımındaki dalgalanmaları fark ettiğinde nüfuz sahibi ünlü gazeteci Bernard Levin tüm kozmolojik programı "ciddi yoruma değmez" diyerek kesip attı. Örneğin, Büyük Patlamayı destekleyen bir nebze bile delil yok, dedi. Bu çok yanıltıcı bir ifadedir, çünkü, elbette, pek çok delil vardır. Bilim insanlarını hedef alan başka bir gazeteci Brian Appleyard'dır. Çok-satan kitabı *Understanding the Present*'ın [*Şimdiyi Anlamak*] önsözüne göre bu kitabı yazmaya Hawking'le yaptığı röportajdan sonra hissettiği öfkeyle kalkışmıştır. Tanrı, varoluş ve insanlık gibi derin mevzularda beyanlar verme girişiminde bulunan bilim insanlarının küstahlığı diye gördüğü şeye sinirlenmiştir. Dünyaya bakışımızı değiştiren önemli ve heyecanlı bilimsel keşiflere verilen bu çeşit tepki bir tür bölge koruma refleksidir izlenimine kapılırsınız. Yıllarca sesleri duyulmadığı için bilim insanları görmezden gelinmiştir; şimdi sesleri çıkmaya başladı ve entelektüel mafya tarafından damgalanıyorlar.

NICHOLAS HUMPHREY: İngiliz entelijansında kültürün gerisinde kaldıkları korkusu var. Okula gittiler, klasikleri öğrendiler, İngiliz edebiyatı öğrendiler, bilim insanlarının bir tür "inek" olduğunu düşündüler. Kimya ya da biyoloji laboratuvarında olan bitenler Platon, Aristoteles ve Julius Sezar'la uğraşan bu entelektüellerin ayarında değildi. Bizim kültürümüzde eskiden baskın olan bu tür kimseler aniden korkmaya başladılar. Bilimden anlamadıkları için, tek savunmaları bilimin önemli olmadığı. Ama kaybedilmiş bir savaş veriyorlar. İnsanlar tercihleriyle onları seçmediğini gösteriyor. Şimdilerde kim ne dinliyor? TV'de kim ne seyrediyor? Kim hangi kitapları alıyor?

W. DANIELS HILLIS: Beliren üçüncü kültürün temsilcileri tipik bilim insanları değil bir anlamda daha geniş dünyanın katılımcılarıdır; kendi disiplinlerinin düzgün yapısının üzerinde çalıştıkları soruna uymadığını keşfeden kişiler. Popüler kitaplar yazan bilim insanlarının büyük kısmı bazı tür bilgilerin bilimsel camia içerisinde yayınlanması kesinlikle olanaksız olduğundan bunu yapıyor. Bunun bir geleneği var. Yüzyıl önce entelektüeller bilim insanlarıydı; doğa felsefecileriydi.

Yeni olan şey insanların bilimin ilişkisini görmeye zorlanmış olması: hayatlarını, istediklerinden çok daha hızlı, değiştiriyor. Bir süre, insanlar bilim insanlarının bilim yapmasına izin vermeyi yeterli buluyor, bu tür şeyleri anlayacaklarına güveniyordu: hepsi öylesine soyuttu ki. Şimdi anlamadıkları bir grup şey yüzünden hayatlarının tamamen değiştiğini fark eden insanlar var.

Niteliksel bir değişimden geçiyoruz. İnsanlar bırakın çocuklarınınkini, kendi hayatları boyunca bile geleceğin nasıl olacağına dair bir görüşe sahip değil. İnsanlar her şeyin çok hızlı ilerlediğini, öylesine ki çocuklarının süreceği hayatı gerçekten tahayyül edemediklerini fark ediyorlar. Bu daha önce hiç olmamıştı, bir şekilde bu değişim ve süreksizliğin yolunun bilim olduğu açık. Beyni ölmemiş herkes bunları anlamayı denemeyi istiyor –bunu yapmak için son derece istekliler– ve bunu yapmanın bir yolu bilim insanlarının kitaplarını okumak.

Üçüncü kültürün yüz yüze kaldığı sorunlardan biri bilim insanlarının bilimdışı insanlara fikirlerini net bir şekilde ifade ederken diğer bilim insanlarına tepeden bakması. Gould ya da Dawkins gibi açık bir şekilde ifade eden kişiler söz konusuyken diğer bilim insanları biraz kıskanır, çünkü bu kişiler üzerinde tartıştığımız konuları halka açıklıyorlar. Bu özellikle biyoloji konusunda geçerli. Biyolojide bilim insanlarının kirli çamaşırlarını saklaması gerektiği, çünkü dindar sağ yaratılış kuramlarını desteklemek için evrimcilerle bir tartışma aranıyor hissi var. Biyolojide Darwin'in halk içinde asla sorgulanmaması gerektiğini düşünen güçlü bir fikir ekolü var. Ama "popülerleştirmenin" bilim insanları arasında aşağılayıcı bir terim olduğu da doğru. Popülerleştiren mevzuları insanların anlayabileceği şekilde açıklayan kişi. Bilim insanlarının bu tür kişilere saygı duymamasını saçma buluyorum. Diğer herhangi bir alanda yaptığınızın neden heyecan verici ve harika olduğunu bir kongre komitesine anlatmak alana hizmet görülürdü. Bilim alanında ise biri gizli kulübe ihanet etmiş gibi davranılıyor.

ROGER SCHANK: *Encyclopedia Britannica*'nın yayın kurulundayım, bir iki yıldır süregiden şeylerden biri gelecekte ansiklopediyle kimin ilgileneceği ve ansiklopedinin ne içereceği tartışması. Hepsi şu edebi tiplerden meydana gelen kuruldakiler bilgisayarcıları dahil etmeye karar verdiler, çünkü dünya bilgisayarlılaştırılıyordu. Clifton Fadiman kısa zaman içinde bizden daha az eğitimli zihinlerin *Encyclopedia Britannica*'nın sorumlusu olacağı olgusunu kabul etmek durumunda kalacağımızı düşündüğünü söyledi. Ben "Hey! Benim senden daha az eğitimli olduğuma nasıl karar verirsin?" dedim. O da lafı kıvırdı –dedi ki, "Oh, seni kastetmedim! Sen gerçekten fevkalade ve sıra dışı bir bilgisayar bilimcisisin."

Ama ben fevkalade ve sıra dışı bilgisayar bilimcisi falan değilim. Yazın dünyasındaki bu tür insanların kendilerinin bir damla bile bilim bilmemesi sorun değilken, eğer klasikleri bilmiyorsanız eğitim almadığınızı düşünmeleri ilginç. Üstelik bunun neden sorun olmadığını anlamıyorum.

Kimsenin her konuda uzman olamayacağı bir dünyada yaşıyoruz: bilinecek çok şey var. Bu nedenle genişlik artık uygun bir

model değil; herkesin sınırları olacak. Bir şekilde biz bu sınırları belirledik. Mutlak olan –toplumun dayanamadığı– klasikleri bilmemek. *Britannica*'nın yayın kurulu başkanı Mortimer Adler de aynı şeyi söylüyor. "Büyük kitaplar" üzerine tartıştık. Basılmış büyük kitaplar listesi var; çok ilginç kitaplar, ama işin özü son yüzyılda öğrendiklerimizin nerdeyse bütününü atlamaları.

Son zamanlarda bilinçlilik üzerine çok okudum. Şimdi bu konuyla ilgilenmekteyim ve bu konu hakkında ulaşabildiğim kadar bilgiye ulaşmaya çalışıyorum. Pek çok farklı yazarın yazdıklarını bulmak benim için kolaydı çünkü Adler'in hazırladığı *The Syntopicon* adlı katalog var. Adler'in bilinçlilik altında listelediği yazarlar Aquinolu Thomas, Montaigne ve Aristoteles'ten görüşler buldum. Bunların bilinçliliğe dair belirsiz, din kokan, şaşalı ama pek az şey içeren görüşleri var. Çalışmaları modern akademi dünyasında hiçbir şekilde onaylanamazdı. Yine de onları okumadıysak eğitimli olmayacağımız söyleniyor. Peki, onları okuyorum, ama pek bir şey öğrenmiyorum. Öğrendiğim insanların son iki bin yıldır bu fikirlerle cebelleştiği ve pek de fazla yol kat edemedikleri. Şimdi bilgisayar metaforu ve bilinç fikrine farklı bir şekilde bakarak, söylenecek tamamıyla farklı, yeni ve ilginç şeyler var ve yine de dünyanın Clifton Fadimanları söyleyeceklerimizi okumak istemiyor. Bahse girerim, misal, Dan Dennett'in *Consciousness Explained*'ini [*Açıklanan Bilinç*] okumamıştır; ama tamam, o yine de eğitimli.

İlginç olmayan sebeplerden entelektüel çevrenin dışına itildik. Belki bilim insanları bu sebepten popüler kitaplar yazıyor, çünkü onlar toplumdaki en ilginç kişilerden bazıları ve büyük entelektüeller kabul edilmiyorlar. Ama belki şu an yazın insanları da değil; bu ülkenin entelektüelleri fazlaca takdir ettiğine emin değilim.

J. DOYNE FARMER: Genelde toplum için en büyük sorunlardan biri bilgiyi sentezlemektir. Toplum çok karmaşık bir organizmadır ve özelleşmenin artması ihtiyacı herkesi büyük bilgi bariyerleri yaratan özelleşme seviyelerine götürmüştür. Newton *Philosophical Transactions of Royal Society*'de yayınlar yapmıştı, on dokuzuncu yüzyıl boyunca bile fizikçiler hala isimlerinde

"Felsefe" geçen süreli yayınlarda basılıyordu, kesin bir çizgiyle ayrımlar yapılmamıştı. Doğa felsefecileriydiler. Yirminci yüzyılda bilim giderek daha ve daha fazla ayrıştı.

1950'lerde ortaya çıkan bir fizikçi dalgası vardı –en esaslı örneği Richard Feynman'dır; felsefeyi hor görüyor ve fizikçinin yapmaması gereken bir şey gözüyle bakıyorlardı. Belli bir anlamda, bu tavır sağlam nedenlerle çıktı. Felsefenin yirminci yüzyıldaki gidişatına bakarsanız oldukça sönük şeyler.

Ama Einstein, Bohr ve o nesilden kişiler için durum farklıydı. 1920'lerdeki büyük atılımı yapan fizikçiler genelde felsefede iyi eğitim almışlardı. Örneğin Einstein sık sık Kant'tan alıntılar yapardı, hem de bir fizikçinin felsefe eğitimi almasını önemli görürdü. Aslında o zamanki pek çok fizikçi felsefi makaleler yazmıştı, bağlantı hala sürmekteydi. 1950'lere gelindiğinde bu, tamamen kaybolmuştu, benim neslim sadece felsefeyle uğraşarak zaman harcamamanız gerektiğini değil, hem de felsefeyle uğraşarak başınızı belaya sokacağınızı duyarak büyüdü. Eğer bir felsefe dergisine bir makale yazarsanız –ya da daha kötüsü, eğer popüler bir kitap yazarsanız– şöhretinizi tehlikeye atıyorsunuz demektir.

MARTIN REES: Medyadaki yazı işleri denetiminin büyük kısmının temel eğitimi edebiyat ve günümüzde genelde kültürlü okurun art-yetişiminden ve ilgilerinden giderek daha uzak. Bu arada, bu sorun İngiltere'de daha da kötü, çünkü bizim eğitim sistemimiz daha fazla özelleşmiş, üniversiteye giden kişilerin pek çoğu on beş yaşından sonra hiçbir bilimsel konuya maruz kalmamış.

Sayıya dökülebilen ve pek çok ilişkisiz bağlama uygulanabilecek kaos gibi, genel kavramların mevcudiyetinin farkına varıldı. Bu farkındalığın iyi bir etkisi var: aksi takdirde farklı disiplinlerde ruhsuzlaşacak kişileri bir araya getiriyor. Matematikle arası iyi olanlar ve olmayan arasında bir uçurum olduğu aşikar. Genel okura fizik fikirlerini açıklamaya çalışan hepimiz için bu, büyük bir sorun. Bunun için talep olduğu açık ve medyayı kontrol edenlerin çoğu belki ciddi yayınların okurlarının yarısından çoğunun bir miktar bilimsel eğitimi olmasını ve genel konuların

–çok matematiksel olmasa da– oldukça sofistike tartışmalarına talebin mevcudiyetini değerlendiremiyor.

LEE SMOLIN: Kuantum kütleçekim kuramıyla uğraşmanın yanı sıra bunu fizik camiasının dışına iletme gereksinimim var. Beşeri bilimlerdeki insanları dinlerken, zor fikirleri iletmede benzeri sorunları yaşadıklarını görüyorum. Bunları satır satır okuyamıyorum, çünkü dil Hegel, Heidegger ya da başka birine dayanıyor ve bana hiçbir şey ifade etmiyor. Zorluk konusunda romantik fikirleri var; bu yanlış. Bunu neden yaptıklarını ya da neden popüler olduğunu anlamıyorum. Bunu çok fazla eşelemek istemiyorum, çünkü bu soruyu bilim içerisinde sormak oldukça yeterli.

Ben anlaşılmaz değilim. Bir saat gibi bir zaman verildiğinde kendimi anlaşılır kılabilirim. Bilim ve beşeri bilimler geleneği arasındaki farklardan biri beşeri bilimlerin okuma ve yazma geleneği haline gelmiş olması. Bu alanlardaki kişiler birbirleriyle konuşmuyorlar. Evlerinde, ofislerinde oturuyorlar, paragraflar, cümleler kuruyorlar ve birbirleriyle konuşmuyorlar. Her şeyden önce, bilim insanları birbirleriyle konuşur. Kültürümüz sözeldir ve insanlarla konuşmayı biliriz. Felsefe ya da edebiyat kuramından birinin konuşmasına gidin. Devamlı, kelimesi kelimesine yazdıkları bir şeyleri okuduklarını fark edeceksiniz. Çok az bilim insanı bunu yapar.

Benim için üçüncü kültür adı altında gruplaşan bilim insanları halk için yazan ve konuşan bir akademisyenler kümesinden daha fazlasını temsil ediyor. Az ya da çok, paylaştıkları felsefi fikirler var. Eğer çok iyimser olmama izin verirseniz, doğa felsefesi geleneğinin bir tür yeniden doğuşunu görüyorum, ama yeni bir dünya tasviriyle; özgün on yedinci yüzyıl doğa felsefecilerinin paylaştıklarından farklı bir tasvir. Bu yeni ruh kapsamlı temalar içeriyor, bunları belirlemek zor değil. Önem bakımından ilk sırada dünyanın durağan ya da sonsuz olmadığı, zaman içinde evrimleştiği fikri var. Dünya geçmişte farklıydı ve gelecekte de farklı olacak. On dokuzuncu yüzyılda bunun biyolojik dünya için doğruluğunu keşfettik, yirminci yüzyılda bunun bütün evren için doğruluğunu keşfettik. Kanaatimce, bu keşiflerin

içerdiği anlamı fark etmeye şimdi başladık, aynen Kopernik'in keşiflerinin anlamının açıklığa kavuşmasının yüzyıldan fazla alması gibi.

İkinci tema sadece zeki tasarımcı terimleriyle düşünmenin gereksizliğini değil hem de çevremizde gördüğümüz karmaşıklık ve güzelliğe tek bir zekâ tarafından niyetlenildiğini düşünmenin aptallığını fark etmeye başlıyoruz. Buna karşılık kaçınılmaz şekilde işleyen, başta doğal seçilim olmak üzere basit ilkelerin etkinliğiyle biyolojik bağlamda canlılar dünyasının kendisini yarattığını –kendisini örgütlediğini– anladık. Aynısının fizik yasaları ve kozmosun yapısı için de geçerli olacağına inanıyorum.

Üçüncü tema karmaşıklık: dünyanın karmaşıklığı asli ve rastlantısal olarak değil, dünyadaki şeylerin ve olguların muazzam çeşitliliği var. Son olarak, böyle karmaşık kendi kendini örgütleyen bir dünyada, şeylerin tüm özellikleri birbiriyle ilişkili. Mutlak özellikler fikri –diyelim ki biyolojik türlerinki– Newton'ın mutlak uzay ve zaman kavramı kadar köhne.

Bu temaları bazen Saint Clair Cemin ve Donna Moylin gibi sanatçıların çalışmalarında da görüyorum. Elbette Nietzsche'nin kapanına kısılmış, ölüm, şiddet, olumsuzlukla oynayan, dünyanın eski ve köhne kavrayışını tüketen pek çok sanatçı –ve sanat hakkında yazan pek çok entelektüel– var. Ama bu insanlar giderek daha fazla alakasızlaşıyor; ilginçtir dünyanın yakın zamanda sona ermeyeceğini, yirmi birinci yüzyılın sıra dışı bir zaman olacağını ve insan topluluğunun hangi yöne gideceğini tasavvur etmeye başlamanın zamanının geldiğini anlamış sanatçılar var.

Birinci Kısım

EVRİM FİKRİ

Evren zamanla değişiyor. Daha basit bir şeyden daha karmaşık bir şeye evrimleşti. Evrim kuramında yakın zamanlardaki ilerlemelerden öğrenmemiz gereken ders şudur: düzenin ortaya çıkışı Darwin'den bu yana biyolojiyi ve yirminci yüzyıl kozmolojisini renklendirdi.

Darwin'in zamanında özelliklerin kalıtımının tam şekli bilinmemekteydi; Darwin'in kendisi organizmanın belli özellikleri çevresel değişikliklerle edindiğine ve yavrularına geçirebileceğine inandı, bu fikir Fransız doğa bilimci Jean-Baptiste Lamarck tarafından yaygınlaştırılmıştı. 1900 yılında Mendel'in yaklaşık elli yıl önceki çalışmaları gün ışığına çıktı ve o zamanlarda doğası kesin şekilde bilinmese de gen Mendel ve Darwin'in "modern sentezindeki" oyunculardan biri oldu. Genetik ve Darwin'in doğal seçilim görüşünü bağdaştıran bu sentez 1930'ların başında R.A. Fischer, J.B.S. Haldane ve Sewall Wright tarafından yürütüldü ve birkaç yıl sonra, yeni-Darwinci paradigmaya doğru açılan, fosilbilimci George Gaylord Simpson, biyolog Ernst Mayr ve genetikçi Teodor Dobzhanski'nin çalışmalarıyla perçinlendi. Yine de evrim biyologlarının saflarında uyumsuzluk var. Temel anlaşmazlıklar türleşmenin düzenekleri üzerine; doğal seçilimin genler, organizma, tür ya da her üçü seviyesinde işleyip işlemediği ve de doğal felaketler gibi diğer etmenlerin göreli önemi üzerine.

Evrim biyologlarından George C. Williams bu kitaptaki ana kişilerden biri. Evrimle ilgilenen alan dışından kişiler genellikle Stephen Jay Gould veya İngiliz evrim biyoloğu Richard

Dawkins'i düşünürler; sıradan kişilerin pek azı Williams'ı duymuştur. Ama nerdeyse tüm evrim biyologları, hatta ona katılmayanlar bile onu takdir eder. Williams doğal seçilimin gen üzerinde tesir ettiğini vurgulayan ilk kişiydi. Bu açıdan, pek çok büyük fikri paylaştığı Richard Dawkins'den önde yer almaktadır; seçilim sürecinin hiyerarşik kuramının sahibi ve geni bu hiyerarşide sadece seviyelerden biri gören Stephen Jay Gould'dan farklı bir kampta yer almaktadır. Williams'ın 1966'da yayınlanan *Adaptation and Natural Selection* [*Uyarlanım ve Doğal Seçilim*] adlı kitabı ultra-Darwincilik diye bilinen yaklaşımın üzerine bir tezdi. Daha yakın zamanlı çalışmalarda Williams geni fiziksel özellikler yanı sıra kodsal özelliklere sahip diye tanımlar; yani, geni nesne değil, bilgi paketi görür.

Stephen Jay Gould evrim biyologları arasında üç şeyle bilinir: Niles Eldredge ile birlikte geliştirdiği, bir türün aşamalı olarak başka bir türe dönüşmediği, ama aniden ortaya çıktığını söyleyen "sıçramalı denge" kuramı; referans kitabı *Ontology and Phylogeny*'de [*Ontoloji ve Filogeni*] açıklanan embriyoloji ve evrim arasındaki ilişkiye dair çalışmaların canlandırılması; ve popülasyon genetikçisi Richard Lewontin'le yazdığı ünlü makalesi "The Spandrels of San Marco and Panglossian Paradigm; A critique of the Adaptationist Program" [San Marco Bingileri ve Panglossçu Paradigma: Uyarlanımcı Programın Eleştirisi]. Ayrıca geniş çapta okunan bir yazardır. Kitapları *Wonderful Life* [*Harika Hayat*], *Bully for Brontosaurus* [*Brontosaurus'a Aferin*] dünyada çok-satanlar listelerinde yer almaktadır.

Fosilbilimciler fosil kayıtları üzerinde çalışır. Karşı karşıya kaldıkları sorular yaşamın tarihindeki uzun-dönem döngüler ve milyonlarca yıl içinde türlerin neslinin tükenmesi gibi konularla ilgilidir. Bu açıdan, Gould pek çok fosilbilimcinin evrim biyolojisine karşı tavrını devam ettirir: doğal seçilimin etki alanları ve güçlerine dair şüphecilik. Genellikle Williams ve Dawkins gibi ana-akım evrimcilerin ultra-Darwincilik görüşlerine eleştirel yaklaşır.

Gould mevcut Darwinci modeli genişletmek için üç temayı birbirine bağlar: birincisi doğal seçilimin hiyerarşik kuramı; ikincisi uyarlanımdaki biyolojik kısıtlamaların evrime getirdi-

ği sınırlamalar; üçüncüsü jeolojik zamanlardaki toplu soy tükenmelerine sebep olabilecek büyük felaketler. Gould üretken ve yetenekli bir popülerleştirme üstadı olduğundan, en azından Amerika'da eğitimli kesim evrim biyolojisine yaklaşımının ana-akım konum olduğunu varsayar. Öyle değildir; Williams İngiliz evrim biyoloğu John Maynard Smith ve Dawkins'in hakimiyetindeki ana-akımı eleştirenlerden biridir.

Richard Dawkins meslektaşları tarafından mutlak ultra-Darwinci sayılır. Aynı zamanda yetenekli bir yazardır, Darwinci fikirleri popülerleştirmesi ve de evrim kuramıyla ilgili özgün fikirleriyle tanınır. Darwinci tartışmayı aydınlatan metaforlar keşfetmiştir: Kitabı *The Selfish Gene* [*Gen Bencildir*] genlerin –DNA moleküllerinin– doğal seçilimin temel birimleri, eşleyiciler olduğunu ileri sürer. Biz dahil organizmalar "araçlar", eşleyici paketleridir. Eşleyicilerin başarı ya da başarısızlığı başarılı araçlar inşa etmelerine dayanır. Bu ilişkide bir tamamlayıcılık vardır: araçlar eşleyicileri üretir, kendilerini üretmez; eşleyiciler araçları yapar. *The Extended Phenotype* [*Genişletilmiş Fenotip*] adlı kitabında bedenin ötesine; aileye, sosyal gruba, mimariye, hayvanların yarattığı çevreye uzanır ve bunu fenotipin bir parçası görür: genlerin somutlaşması. Kültüre de Darwinci görüşle bakar, "mem", kültürel kalıtım birimini icat etmesi bunun bir örneğidir; memler aslında fikirlerdir ve onlar da doğal seçilim tarafından işletilir.

Brian Goodwin biyolojiye kesin bir bilim olarak bakar, "yeni biyolojiyi" tarihi bir bilimden ziyade düzen ilkesine vurgusuyla fiziğe benzer bir girişim görür. İskoç zoolog D'Arcy Thompson'ın evrimsel çeşitliliğin yapısal yasalarla kısıtlandığı; tüm formların olanaklı olmadığı fikriyle uyumlu yapısalcı yaklaşımı temsil eder. Goodwin ultra-Darwinciliğin indirgemeci görüşüne şiddetle karşı çıkar, Stuart Kauffman'ın karmaşıklık fikirlerini ve Francisco Varela'nın bütüncül biyoloji yaklaşımını daha tatminkar bulur.

Steve Jones son derece saygın bir genetikçi ve salyangoz biyoloğudur. Hayvanlarda ve bitkilerdeki neden bu kadar çok çeşitliliğin mevcut olduğuyla ilgilenir; neden iki birey eş değildir. Elbette, aslında doğal seçilimin kaçınılmaz şekilde her

türün mükemmel bir formuna yol açması gerektiği tartışılabilir. Kara salyangozlarından *Cepaea nemoralis*in kabuk rengi ve şerit desenlerinin çarpıcı çeşitliliği üzerinde çalışmaktadır. On dokuzuncu yüzyıldan beri *Cepaea* çeşitliliğin arketipi görülür. 1950'lerde İngiliz biyolog Arthur Cain ve Phillip Sheppard görünüşteki bu tür ufak değişikliklerin doğal seçilim etkinliğinde olduğunu ileri sürmüştür (salyangozlar durumunda kuşların belirgin biçimlere saldırması nedeniyle). Jones iklimin de etkin olduğunu ve –en önemlisi– mikro-iklimdeki birkaç santim ölçüsündeki değişikliklerin farklı desendeki salyangozların davranışlarını ve hayatta kalmalarını değiştirdiğini bulmuştur. Yani, ekolojik açıdan karmaşık habitatlar genetik çeşitliliği besler. Jones on yıldır bilimsel konularda genel okurlar için yazmakta ve genele açık dersler vermektedir. En son kitabı *The Language of the Genes* [Genlerin Dili] 1994 Bilim Kitabı Ödülünü kazanmıştır.

Stephen Jay Gould'la yakından bağlantılı fosilbilimci Niles Eldredge türlerin bilgi muhafazası olduğuna inanmaktadır; sıçramalı denge kuramı türlerin, meydana geldikten sonra istikrarda kalmaya meylettiğine, değişimin ata türden ayrılan küçük popülasyonlardaki ani dallanmalarla meydana geldiğine kanıt sunmaktadır. Eldredge biyolojik sistemlerin hiyerarşik yapısı üzerine çalışmalarıyla ve uyarlanımcı programa eleştirileriyle bilinir. 1960'ların sonundan beri doğacılar; Eldredge ve Gould doğal seçilimin nerede gerçekleştiği gibi konularda George Williams, John Maynard Smith ve Richard Dawkins'le entelektüel tartışmalar sürdürmektedir. Eldredge'e göre, rekabet metaforu üreme biyolojisi seviyesine uygunsa da, geniş-ölçekli biyolojik sistemler için açıklayıcı bir ilke olmakta yetersizdir. Ayrıca ultra-Darwincilerin kendilerini indirgemeci atfetmelerine rağmen, sadece popülasyon-seviyesinde-gene indikleri ve moleküler biyolojiye fazla ilgi göstermedikleri noktasına da parmak basar.

Biyolog Lynn Margulis evrim çalışmalarını zamanda neredeyse dört milyar yıl geriye doğru uzatır. Ana çalışması, en büyük olayı daha büyük hayat formlarının dayandığı ökaryotik; çekirdekli hücrenin ortaya çıkışı olan hücre evrimi konusunda-

dır. Yaklaşık otuz yıl önce, ökaryotik hücrenin ortakyaşar* kökenini ileri sürmüştür: ökaryotik hücre farklı bakteri çeşitlerinin birleşmesiyle ortaya çıkmıştı. Fikirleri ilk ileri sürdüğünde genellikle ya görmezden gelinmiş ya da saçma bulunmuştu; hücre evriminde ortakyaşam şimdi büyük bilimsel ilerleyişlerden kabul edilmektedir.

Margulis, 1970'lerde İngiliz atmosfer kimyageri E. Lovelock tarafından geliştirilen Gaia hipotezinin büyük destekçilerindendir. Gaia hipotezine göre Dünya gezegenin atmosfer ve yüzey tortulunun kendi kendini düzenlediği fizyolojik bir sistemdir; Dünya'nın yüzeyi canlıdır. Biyolojik kurumların şiddetle eleştirdiği hipotezin kuvvetli modeli dünyanın bilfiil kendini düzenleyen bir organizma olduğunu ileri sürer. Margulis gezegeni kendi kendini düzenleyen bütünleşik bir ekosistem olarak gören daha zayıf modeli benimser. George Williams'ın "Tanrı iyidir" adını verdiği sendroma yenik düşmekle eleştirilmiştir. Buna karşılık, o da evrimde kimya ve mikrobiyolojinin önemini uygun şekilde kavramakta başarısız bulduğu ana-akım evrim biyologlarını lafını sakınmadan eleştirenlerdendir.

* Sembiyotik –yn.

1. Bölüm

GEORGE C. WILLIAMS
"Bilgi Paketi"

NILES ELDREDGE: *İngiliz evrim genetikçisi John Maynard Smith'in, George Williams'ın Ulusal Akademimizde olmamasına şaşırdığını bana belirttiğini hatırlıyorum. Sonunda 1993 yılında seçildi. Onu 1980'lerin ortasında Stony Brook'da ziyaret ettiğimde bana araştırması için fon bulmakta zorlandığını söyledi ve buna inanmakta zorlandım. Bu iki hatıra zihnimde yer etti, çünkü George 1959'daki Darwin'in yüzüncü yıldönümünden beri Amerika Birleşik Devletleri'nde evrim biyolojisinde en önemli düşünürdür. Daha fazla itibar ve takdir almaması şaşırtıcı. Utangaç, ama çok iyi biridir; çok derin ve çok dikkatli bir düşünürdür. Yıllardır tartışıp dursak da onu son derece takdir ederim.*

GEORGE C. WILLIAMS *evrim biyoloğudur; Stony Brook'daki New York Devlet Üniversitesi'nde ekoloji ve evrim alanında emeritus profesördür; Adaptation and Natural Selection: A Critique of Some Current Evolutionary Thought [Uyarlanım ve Doğal Seçilim: Günümüzdeki Bazı Evrimsel Fikirlerin Eleştirisi] (1966), Sex and Evolution [Eşey ve Evrim] (1975), Natural Selection: Domains, Levels, and Challenges [Doğal Seçilim: Alan, Seviye ve Zorluklar] (1992) ve Randolph Nesse, M.D. ile birlikte Why We Get Sick [Neden Hastalanırız] adı kitapların yazarıdır.*

GEORGE C. WILLIAMS: Eşeyli üreyen popülasyondaki uzun-dönem değişim anlamında evrim rekabet eden genlerin birbirine göre yaşamkalım oranlarına bağlıdır. Organizmaların kendilerini yakın gen bağı taşıdıkları akrabalara yakın bir çevrede bulduklarını göz önüne aldığımızda, organizmanın akrabalık belirtilerine belli bir şekilde tepki vermesi, rastladığı bireyler arasında akrabalık temelinde ayrım yapması, daha yakın akrabalarına daha uzak akrabalarına ve akraba olmayanlara göre daha iyi ve işbirliğiyle yaklaşması beklenir.

Evrime ilgim 1947 yazında, Sam Welles adlı fosilbilimciyle Painted Desert'te altı hafta geçirdiğimde başladı, orada resmiyette yaz dersi adı altında bir grup öğrenci vardı, ama zamanımızın çoğunu Welles'in araştırma projesinde kazma kürek sallayarak, fosilleri kazarak geçiriyorduk. Triasik amfibiyenler uzmanıydı. Akşamları kamp ateşi çevresinde evrim benzeri konular üzerinde konuşarak geçiriyorduk. Hayatımda ilk kez, insanlar –gerçek biyologlar, gerçek akademisyenler– oturup fikirlerimi dinlemek istiyordu. Yirmi bir yaşındaydım. Elbette o yaşa kadar evrimin pek çok yönü ilgimi çekmişti, bundan kısa süre sonra o zamanlar ve sonrasında uzunca bir süre botanikle ilgili evrimde başta gelen uzman Ledyard Stebbins'in verdiği evrim dersi için Berkeley'deki California Üniversitesi'ne kaydoldum. Stebbins'in dersi beni Teodor Dobzhanski'nin *Genetics and The Origin of Species* [*Genetik ve Türlerin Kökeni*] adlı kitabıyla tanıştırdı. Stebbins harikaydı, ama kitap doğal seçilime bir süreç olarak ilgi duymamı sağladı.

Chicago Üniversitesi'nde işim kesinlikle ders vermekti. Lisansın ilk yıllarının programında yer alıyordum; birinci ve ikinci sınıf öğrencilerine biyoloji dersi veriyordum. Orada "büyük kitaplar" yaklaşımı vardı. Darwin, Mendel ve diğerlerini okuyorduk. Termit uzmanı ve evrim biyolojisinin kabul edilmiş otoritesi Alfred Emerson gibi kimselerin seminerlerine katıldım. Fikirlerini kesinlikle kabul edilmez buldum. Bu, beni bir şeyler yapmaya motive etti. Eğer Emerson'ın anlattıkları biyolojiyse gidip sigortacılık yapsam daha iyiydi.

Özellikle derste evrimde ölüm konusunda söylediklerini hatırlıyorum. Tamamen ölümün lehineydi ve yaşlanıp ölmemizin

sebebinin ardıllarımız için yer açmak, böylece onlara şans vermek olduğunu söyledi. Bu doğal seçilimle evrim sürecini göz önünde tutunca tamamen imkansız gözüktü. Darwinci olduğunu iddia etmesine rağmen, fikirlerini Darwin ile birleştirmenin mantıklı bir yolu kesinlikle yoktu.

Bu benim ilk kuramsal saplantımı başlattı: yaşlanmanın evrimi; yaşla uyarlanımsal performansın düşmesi. Altmış yaşında otuz yaşında koştuğunuz kadar hızlı koşamazsınız. O akşam eve giderken, yolda eşimle bu konuyu konuşuyorduk ve o zaman aklıma bir fikir geldi, ki bu aslında Peter Medawar'ın 1952'de yayınladığı ama 1940'larda yayınladıklarının gölgesinde kalmış fikriydi: uyarlanımı sürdürmede seçilimin etkisi özünde üreme değerinin ve yaşamkalımın ürünüdür.

Yaşamkalım etkenini anlamak daha kolaydır. Eğer otuz yaşında altmış yaşına göre hayatta kalma şansınız daha fazlaysa, o zaman seçilim uyarlanımı sürdürme otuz yaşında altmıştan daha etkilidir. Yaşamkalımınızın aşırı derecede imkansız olduğu bir yaşta, örneğin yüz yaşında uyarlanım kaybedilmiş bir davadır, seçilim bununla ilgilenmez.

Seçilim etkisi azaldıkça ürünlerin etkisi de azalır. Bu, yaşla gelen artan ölüm oranını da açıklar. O zamanlar ve halen bu bana basit ölüm olgusundan ortaya çıkan kaçınılmaz bir sonuç gözüktü. Eğer herhangi bir yaşta, herhangi bir ölüm olasılığı varsa daha geç yaşta hayatta olmanız daha erken bir yaşa göre daha düşük ihtimaldir.

Alfred Emerson'ın başka bir fikri evrimin işbirliğiyle rekabetten daha fazla ilgilendiğiydi. Bana tam da tersi gözüktü, aşırı işbirliğiyle bilinen sosyal böceklerde çok özel bir durum vardı. Bu özel şey akrabalıklarıydı; kolonideki yüksek seviyedeki akrabalık. Bu, 1957'de yayınladığım kuramsal makalenin odak noktasıydı. Aileler arasındaki doğal seçilim modeliydi; şimdi bunu aptalca yaptığımı düşünüyorum, ama o zamanlar birkaç yıl sonra William D. Hamilton'ın geliştirdiği akraba-seçilimi fikrini düşünecek kadar akıllı değildim. Aşırı modellerde bu tür seçilim eğer bunu yaparak, örneğin tam kardeşinizin üremesini iki katına çıkaracaksanız, üremeden vazgeçme gibi şeylere götürebilir. Tam kardeşiniz genetik açıdan –yani, genlerinizi

gelecek nesillere aktarma açısından– sizin yarınız kadar iyidir. Sosyal böceklerde, elbette kız kardeşler dörtte üç (3/4) akrabalığa sahiptir, çünkü eğer ortak babadan geliyorlarsa, babadan aldıkları gen tamamen aynıdır.

Bu erken deneyimim hiç kaybolmayan bir ilgiyi ateşledi ve *Adaptation and Natural Selection*'la [*Uyarlanım ve Doğal Seçilim*] sonuçlandı, bu ve bununla alakalı konulardaki ilk kitap ölçüsündeki yayınımdı. O zamana kadar yaşlanma ve akrabalarda işbirliği problemleri üzerinde çalışmıştım, ama beni ilgilendiren konular uzun bir liste tutmaktaydı.

O zamanlarda grup seçilimi aşikar değildi. V.C. Wynne-Edwards'ın grup seçilimine dair büyük eseri *Animal Dispersion in Relation to Social Behaviour* [*Sosyal Davranışa Göre Hayvan Dağılımı*] 1962 yılında yayınlandı, ama kitabı bulduğumda *Adaptation and Natural Selection* büyük oranda bitmişti. Metni 1963'de teslim ettim, Wynne-Edwards'ı kaynak gösteriyordu, ama onu daha sonraki gözden geçirmelerin birinde dahil ettim.

Bundan önce de bazı grup-seçilimi modelleri ve de Alfred Emerson ve A.H. Sturtevant'ın grup seçilimini belirgin şekilde kullandıkları 1938'de yayınlanan makaleleri vardı. Sewall Wright 1945 yılında George Simpson'ın *Tempo and Mode in Evolution* [*Evrimde Tempo ve Mod*] adlı kitabı için yazdığı eleştiri yazısında bir grup-seçilimi modeli sundu. Ama eğer hali hazırda bilmiyorsanız grup-seçilim modeli bulmak kolay değildi. Çoğunlukla, –bunu hep çok garip bulmuşumdur– fark etmemelerine rağmen grup-seçilim fikri insanların uyarlanıma dair düşünme biçimleri için gerekliydi. Tür için faydalı şey üzerine konuşup duruyorlardı. Eğer bir şey için faydalıysa ve bu doğal seçilimle ortaya çıkacaksa o zaman bu bir şeylerin doğal seçilimiyle ortaya çıkmalıydı. Diğer bir deyişle, bir tür diğerinin soyu tükenirken hayatta kalıyordu. Wynne-Edwards'ın grup seçilimi üzerine çalışmasının temeli grup seviyesinde seçilim yoksa grubun iyiliği için işe yarar şeyler olmaza dayanıyordu. Yaptığı yerel üreme popülasyonu seviyesinde seçilime bakmaktı, ayrı türler sayılıp sayılmayacakları özelikle ilişkili değildi.

Pek çok kişinin arzu ettiği gibi, Wynne-Edwards'ın yanlışlığı kanıtlandı. Bireysel ya da ailesel seviyede seçilim olmadı-

ğı değil, ama onun kişisel formülasyonunun evrimde güçlü bir kuvvet olmasının olası olmadığı. Şimdi genellikle bu düşünce moduyla açıkladığı olgunun diğer süreçlerle; daha alt seviyede seçilimle, bireyler arasındaki seçilimle daha iyi açıklandığı kabul edilmektedir.

Örneğin, herhangi bir üretim kısıtlaması –bireylerin olanaklı maksimum oranda üremediği herhangi bir zaman– basit şekilde, bireysel optimal-kaynak-bölüşüm-modeliyle açıklanabilir. Eğer biraz daha az uğraşmak yarın bir kez daha uğraşmanıza olanak verecekse, bugün onu yaparak kendinizi paralamazsınız. Eğer yarın koşullar çok daha iyi olacaksa, belki bugün hiç uğraşmazsınız. Bu tür düşünme olguyu açıklar, örneğin kuşlar bir çiftleşme döneminde, yapabilecekleri gösterildiği kadar çok sayıda yumurtlamayabilir. Kaynaklarının bölüşümü üreme için yumurtalara daha az seviyede harcamayla daha etkili olacaktır; bu, daha sonra yavruları beslemeye daha fazla harcamalarına olanak verecek ve sonrasında, bir sonraki yıl tekrar üreme mevsimine girebileceklerdir.

İlk dönem çalışmalarımda o sıralarda sahada çalışan neredeyse herkesle paylaştığım büyük bir kavramsal noksan var. Eşeyli üremenin mevcudiyetinin ve yaygınlığının ne kadar büyük bir sorun olduğunu fark edemedim. Bununla yetmişlerin başında ilgilenmeye başladım ve 1975'de *Sex and Evolution* [*Eşey ve Evrim*] adlı kitabı yayınladım. O zamanlar farkına varamadığım pek çok pürüz var, ancak son yirmi yılda John Maynard Smith ve Bill Hamilton ve pek çok diğer kişi anlayışımı büyük oranda ilerlettiler.

Richard Dawkins eşleyici ve araçlar arasında ayrım yaparak doğru tarafa yöneldi. David Hull'un "araç" yerine "etkileşimci" terimini ikame etmesi iyi fikir, ama bu ayrıntı bir terim meselesi. Dawkins bu ayrımı yaparken yeterince ilerlemedi, çünkü bir eşleyiciyi üreme sürecinde kendisinin eşini yapan fiziksel bir varlık şeklinde tanımlıyor. Tamam, ama önemli ayrım daha temel bir seviyede yatıyor. Genlerin daima DNA'yla tanılanması olgusuyla yanlış yönlendirildi.

Evrim biyologları az ya da çok kıyaslanamaz iki farklı tanım alanında çalıştıklarını fark edemediler: bilgi alanı ve madde ala-

nı. Bu sorunu 1992 tarihli *Natural Selection: Domains, Levels, and Challenges* [*Doğal Seçilim: Alanlar, Seviyeler ve Zorluklar*] adlı kitabımda belirttim. Bu iki tanım alanı genellikle "indirgemecilik" terimiyle ima edilen herhangi bir anlamda asla bir araya getirilemeyecek. Gökadalar ve toz tanecikleri üzerine aynı terimlerle konuşabilirsiniz, çünkü her ikisinin de kütlesi, elektrik yükü, uzunluğu ve genişliği var. Bunu bilgi ve maddeyle yapamazsınız. Bilginin kütlesi, yükü ya da milimetrelerle ölçülen uzunluğu yoktur. Aynı şekilde, maddenin biti yoktur. Şu kadar altını şu kadar bit diye ölçemezsiniz. Bilgiye uyguladığımız yedekleme, doğruluk ya da diğer tanımlayıcılar madde için yoktur. Paylaşılan tanımlayıcıların eksikliği madde ve bilgiyi iki farklı alan kılar, bu alanların kendi terimleriyle ayrı ayrı ele alınması gerekir.

Gen bir nesne değil, bilgi paketidir. Bir DNA molekülündeki baz çiftlerinin örüntüsü geni belirler. Ama DNA molekülü mesaj değil, ortamdır. Ortam ve mesaj arasındaki ayrımı korumak evrime dair düşüncelerin netliği için kesinlikle vazgeçilmezdir.

On beş yıl önce bilgisayar kullanmaya başlamamın buradaki fikirlerimle bir ilgisi olabilir. Bir fiziksel ortamdan diğerine sürekli bilgi aktarılması süreci ve sonra özgün ortamdaki aynı bilginin kazanılabilmesi bilgi ve maddenin ayrılığını anlamayı sağlıyor. Biyolojide gen, genotip, gen havuzu gibi şeylerden konuşurken fiziksel nesnel gerçeklikten değil, bilgiden bahsediyorsunuz. Bunlar örüntüler.

Dawkins'in insanların davranışlarını etkileyen kültürel bilgi, "mem" kavramından da etkilendim. Memler genlerin aksine tek, arşiv türü ortama sahip değildir. Mesela *Don Kişot* kitabını düşünelim: sayfaların üzerinde mürekkep izleri bulunan kağıt tomarı, ama bir CD'ye veya körler için ses dalgalarından bir kayda aktarabilirsiniz. Hangi ortamda olduğu fark etmez, her zaman aynı kitaptır, aynı bilgidir. Bu kültür alemindeki diğer her şey için de geçerlidir. Farklı medyalara kaydedilebilir, ama hangi ortamda kaydedilirse kaydedilsin hep aynı memdir.

Kültürel evrimde, açıktır ki, bir kahve fincanı veya masa fikri süreklilik gösterir. Kahve fincanları ve masalar süreklilik göstermez, insanlara nasıl kahve fincanı ve masa yapılacağını anlatan bilginin devamlılığının sonucunda yinelenirler. Biyolojide

de aynı şekildedir: eller, ayaklar, burunlar süreklilik göstermez, el, ayak, burun yapılmasına dair genetik talimatın sonucunda yinelenirler. Açıktır ki, bilgiyi bilmemizin sebebi bilginin fiziksel dışavurumudur. Dawkins insanları ikna etmekte sorun yaşadı, bu geni nesne olarak düşünmesinden –bilginin yayılması yerine kopyalanmasına vurgu yapmasından– kaynaklanıyor.

Bilgi ve madde arasında ayrım yapıncaya kadar, seçilim seviyeleri tartışmaları bulanık kalacaktır. Doğal seçilim tartışmalarında, örneğin bir geni bir bireyle kıyaslamak, eğer "birey"le fiziksel nesne ve "gen"le de bir bilgi paketi kastediyorsanız uygun değildir. "Gen" ve "genotip" olmalıdır. Bu tanım alanlarının her ikisinde de seçilim seviyelerine bakmalı ve ne yaptığınızın farkında olmalısınız. Seçilim seviyelerinin kıyaslanması aynı tanım alanlarında olmalıdır.

Tanım alanı ayrımını yaptıktan sonra seviyelere gidersiniz ve o zaman iki alandaki seviyelerin tam olarak birbirine denk olmadığını görürsünüz. Genel bir kural olarak, eğer dikkatimizi eşeyli üreyen popülasyonlarla sınırlandırırsak, bilgi alanında –veya benim tabirimle kodsal alanda– sadece iki olası seçilim seviyesi vardır: gen ve gen havuzu. Seçilim bir popülasyondaki alternatif genlerde işleyebilir; seçilim bir bölgedeki gen havuzlarına etki edebilir. Bunların her ikisi de ilginç etkiler doğurabilecek evrimsel etmenlerdir.

Öte yandan maddesel tanım alanında, seçilim alternatif bireyler –her zamanki anlamında– veya –böcek kolonileri ya da tafsilatlı koloniler kurmasalar da aileler gibi– birey grupları seviyesinde işleyebilir. Bireylerin bu geçici gruplandırması biyolog David Sloan Wilson'ın "özellik-grup seçilimi" dediği şeye ve de alternatif popülasyonlar arasında seçilime neden olur. Bu gen havuzları arasındaki seçilimin fiziksel temelidir. Ama bu seviyenin altındaki seçilimin fiziksel seviyesinin –örneğin sosyal böceklerde aynı tür kolonilerin rekabeti– kodsal tanım alanında eşleniği yoktur. Böcek kolonilerinin rekabetindeki olaylar gen seviyesinde kaydedilmiştir. Kodsal tanım alanında koloniler arasında etkin seçilim için yeterli kalıcı genetik farklılık yoktur. David Wilson'ın da buna katılacağına inanıyorum. Maddesel tanım alanında etkileşenler arasındaki seçilimle ilgileniyor.

1966 tarihli kitabımın ana mesajı şimdi genelde kabul ediliyor. Ben o kitabı yazsam da yazmasam da böyle olacaktı. Fikirler bu güne kadar ortaya çıkacaktı, çünkü eş zamanlı olarak Dawkins, Robert Trivers ve diğerleri de öyle ya da böyle, çalışıyordu ve eğer altmışların ortasında seçilim seviyesi fikri üzerine bir kitap olmasaydı da bu insanlardan biri muhtemelen o kitabı yazardı. Dawkins'in kitabı *The Selfish Gen* [*Gen Bencildir*] bu noktaya iyi bir örnek. Konuyu benim yaptığımdan çok daha ileri taşıdı.

Benim kalıcı katkım iki tanım alanı ve doğal seçilim seviyeleri sorununu netleştirmem olacaktır. Ayrıca eşeyli üreme diye bir şey var ve neden bu kadar yaygındır sorularının açıklamasıyla ilk kez uğraşan kişilerden biri olarak tanınacağım.

Gelecekte evrim biyolojisindeki atılım fosilbilim alanından gelebilir. Bundan onlarca yıl sonra şimdi devam eden saha çalışmalarının aşırı derecede önemli bilgiler sağladığı fark edilecek. Hiç tanımadığım insanlar dışarıda bir yerlerde kazılar yapıyor ya da Palezoic tortulardaki trilobitlerin tozunu silkeliyor. Diğer önemli bir kavrayış gelenekte birbiriyle ilişkili olmayan alanlardaki kişilerden gelecek; örneğin, genomlar arasındaki çatışmalar üzerine. Şimdi süren en yakın zamanlı aydınlatıcı ve ikna edici çalışmalar genetik damga –yani genin gelişiminin erken safhasında genin etkinliğinin anne ya da babadan gelmesine bağlı olması– gibi şeylerin açıklamasındaki ilerlemelerdir. Biyolog David Haig'in insan hamileliğindeki gen uyuşmazlığı üzerine yakın zamanlı yayınıyla uğraşıyorum. Aslında bu, genetik damgalamanın en net örneği olmayabilir ve elbette en kolay çalışılacak olan da değil, ama bu tür çalışmalar insanları seçilimin seviyeleri ve tanım alanları konusunda ciddi şekilde düşündürmesi olanaklı olan çalışmalardır.

Son çalışmam benim Darwinci tıp dediğim, evrimsel fikirlerin tıbbi araştırmalar, uygulamalar ve eğitime genel uygulanımıyla ilgilidir. Ann Arbor'da tıp doktoru ve profesör olan Randolph Nesse'le konuşmalarımdan ortaya çıktı. Benim için önemli diğer bir etmen Paul Ewald'ın 1980 tarihli makalesiydi.

Ewald çalışmalarına ornitolog olarak başladı ve bir gün hastalanınca tıbba ilgi duydu. Bir bağırsak patojeniydi –Alfred

Russell Wallace'in bir sıtma nöbeti esnasında esinlenmesi kadar dramatik değil. Paul konak ve parazit arasındaki evrimsel etkileşimi düşünmeye başladı. Bu düşünceler enfeksiyon hastalıklarında yapılan gözlemleri –konaktaki semptom ve belirtiler– tercüme etmek için evrimsel fikirlerin nasıl kullanılacağına dair makalesiyle sonuçlandı. Bunların tıpta çok büyük kullanımı olması gereken, aşırı derecede önemli fikirler olduğunu gördüm.

Zaten yaşlanma ve yaşam tarihleri üzerine düşünüyordum, kesinlikle yaşlanma tıbbi bir sorundur. Genel popülasyon genetiğinden kalıtımsal bozukluklar hakkında bilgi sahibiyim. Bunlar tıbbi sorunlardan oldukça farklı, ama hepsi bence tıp uygulamalarına fayda sağlayacak evrimsel tercümelere yatkın. Üstünde düşündükçe ve Randy Nesse'le konuştukça, gitgide, bir hastalığı iyileştirme ya da önlemede, doğal seçilim kuramının alakasız kalacağı tıbbi bir sorun çeşidi olamayacağını fark ediyorum.

Paul'ün en önemli kavrayışlarından biri HIV'in yeni bir patojen olması anlamında, AIDS'in muhtemelen yeni bir hastalık olmadığıdır. Yakın zaman önce, çevresel koşullar sebebiyle çok daha yüksek hastalık yapıcı seviyeye, virülansa erişmiş bir patojenle uğraşıyoruz. Belki yirmi ya da otuz yıl önce ana babadan yavrulara –belki nadiren cinsel ilişki ile– bulaşan bir organizmaydı ve bu nedenle virülansa etki eden evrimsel etmenlerin hastalığa yol açmasını kısıtlaması gerekiyordu. Bu virüsün bulaştığı bireyler üreyebilecek kadar uzun süre hayatta kalmalıydı yoksa virüs başkalarına bulaşamazdı.

Şimdi bu virüsün bulaştığı kişileri alalım ve tamamen farklı bir sosyal duruma koyalım, aileler bozulmuş ve erkekler yılda yüzlerce kişiyle cinsel ilişkiye giren erkek fahişelerle beraber oluyorlar. Artık hastalığın bir başka bireye bulaşma fırsatının bulaştığı bireyin uzun süre hayatta kalmasına bağlı olmadığı bir durumdayız. Bu nedenle virülansı üzerindeki kısıtlamalar kalkar. Bir bireyde virülansı arttıkça daha başarılı olacak, çünkü bu virülansı artmış virüs neslinden bir sonraki bireye geçecek daha fazla virüs olacak. Virüsteki seçilim dengesini bireyler arasından –konaklar arasından– konak içine kaydırdık. Konaklar arasında artan virülans için normal olarak seçilim var. Ani-

den HIV'in virülansı arttı. Bu sadece örneklerden biri. Patojenlerimizdeki virülans evrimini etkileyen inşa etkinliklerine dair çok, pek çok örnek var.

Evrim fikirlerinin tıpta bağlantılar kurabileceği pek çok diğer yol var; örneğin, evrimleşmiş uyarlanımlarımız ve şimdi kendimizi bulduğumuz çevre arasındaki uyuşmazlık. Bu uyuşmazlık muhtemelen bugünkü tıbbi sorunların ana kaynağı.

Yirmi otuz sene içinde, tıp öğrencileri doğal seçilim, olumsuz mutasyonlar ve seçilim gibi şeyleri öğrenecek. Virülansın evrimini, mikroorganizmaların antibiyotiklere direncinin evrimini öğrenecek, insan arkeolojisini, Taş Devrini, Taş Devri hayatını ve insanın şimdi bizim bildiğimiz hale gelmesindeki son dokunuşları yapan Taş Devri koşullarını öğrenecek. O zaman bu fikirler doktorların çalışmalarını ve doktorla hastası arasındaki etkileşimi bilgilendirecek. Tıp araştırma kurumlarını temelden yönlendirecek, şu an böyle değil. İlerleyişe bakılırsa, bu kaçınılmaz. Bu fikirler sorumlu kişilere ulaşmalı ama üniversite öğrencilerine, özellikle geleceğin tıp öğrencilerine ve doktora giden hastalara ulaşması çok daha önemli. Bu hastaların doktora soruları olacak, doktorlar cevapları bilmek zorunda kalacak. Bu fikirlerin tıp camiasında öğrenciler ve hastalar vasıtasıyla dipten gelen bir etki gücü olmasını umuyorum. Ama ayrıca tepeden de –tıp fakültelerindeki öğretim görevlilerine, insan hastalıkları üzerine çalışan araştırmacılara tesir edecek– etki olmasını ümit ediyorum.

STEPHEN JAY GOULD: George Williams çok önemli biri. Bu sessiz, beyefendi adamın 1960'lardan beri evrim kuramı üzerinde, özellikle 1966 tarihli büyük oranda o zamanki grup seçilimciliği biçimlerindeki yanlış mantığın eleştirisi ve bireysel seçilime dayalı oldukça keskin katı Darwinciliğin savunması olan *Adaptation and Natural Selection* [*Uyarlanım ve Doğal Seçilim*] adlı eseriyle muazzam etkisi var. Metodolojik bir savdı; ilkesel olarak grup seçiliminin imkansız olduğunu söylemedi, sadece o ana kadar sunulan savların yanlışlığını ve bu bağlamda (felsefi açıdan ona bu noktada katılmıyorum) indirgenmiş ya da en düşük seviyede –yani organizmalar arasında Darwinci rekabetle–

başlanması, gerekmedikçe seçilimin daha üst seviyede, grup ya da tür gibi, mevcudiyetler arasında işlediğini ileri sürmemek gerektiğini söyledi. Eğer her şey organizma seviyesinde açıklanabiliyorsa, bırakın organizmalarla devam etsin. Çok etkili bir kitap. Bu alanda her zaman kuramsal netliğin ön planındaydı.

RICHARD DAWKINS: George Williams'a çok saygım var; onu alanımda muazzam bilge bir figür olarak görüyorum. Geç de olsa, son derece etkili oldu. 1976'da piyasaya çıkan *The Selfish Gene* [*Gen Bencildir*] kitabımda Williams'ın *Adaptation and Natural Selection* [*Uyarlanım ve Doğal Seçilim*] adlı eseri birkaç paragrafta ifade edilmiştir. Ondan habersiz olarak aynı şeyi fark ettiğimde kitabını okumamıştım. Evrim kuramının gelişmesinde kitabı çok büyük olumlu etki yaptı, şimdi yaygın şekilde böyle görülüyor; başlangıçta böyle görülmedi, ama ağır ağır ilerleyen, etkisi geç ortaya çıkan eserlerden. Ona çok saygım var.

LYNN MARGULIS: Okuduğum tek kitabı *Adaptation and Natural Selection* [*Uyarlanım ve Doğal Seçilim*]. Evrimin temel fikrini anlamayanların aydınlanmasına katkı yaptı. Çoğu kişi basit bir olgunun sonuçlarını anlamıyor: genelde yapısal anlamda yaşam formlarında eşeyle ilişkilendirilen üreme gerekliliği olmamasına rağmen, memelilerde üreme zorunlu olarak eşeylidir. Eşeyli üreme zorunluluklarıyla birlikte görülen insan davranışları evrimsel geçmişin işleviyle anlaşılabilir. Henüz insanlar evrimsel düşünme ile memeli davranışını birleştirmediler. Williams memeli davranışlarında üremenin önemini fark etmesiyle takdir edilir. Direnen kültürel bir çevreye bilimsel bir gerçeği iletiyor. Ondan önce bunu sadece birkaç kişinin ifade etmesi çalışmalarının önemini arttırıyor.

STEVEN PINKER: Benim kafamda George Williams bilim tarihindeki en parlak yazarlardan biri. 1966 tarihli *Adaptation and Natural Selection* zamanının önündeydi. Savının ilk kısmında, Williams çağdaş biyologları görünüşteki faydalı her özelliği açıklamada doğal seçilimi kullanmaları sebebiyle açıklamala-

rının çoğunun değersizliğine işaret ederek kıyasıya eleştiriyordu. Bir organizmada neye bakarlarsa baksınlar; organizmaya, türe, ekosisteme, topluluğa ya da gezegene neden faydalı olduğuna dair bir hikâye bulabiliyorlardı. Williams uygulanması ve uygulanmaması gereken sınırları belirleyerek doğal seçilim kavramını dikkatle kısım kısım inceledi. Uyarlanımsal her şeyin teknik anlamda uyarlanım olmadığını belirtti. Eğer tilkinin ayakları karı sıkıştırarak bir yol oluşturuyorsa ve bu kümese gitmesini kolaylaştırıyorsa, bu tilkinin ayaklarının karı sıkıştırmak için uyarlandığı anlamına gelmez.

Williams'ın savının ikinci kısmı doğal seçilimin her özelliği açıklayamasa da bazı özelliklerin tek bilimsel açıklamasının doğal seçilim olduğuydu. Bunlar karmaşık uyarlanım tasarımı belirtileri gösteren özelliklerdir. El, göz, kalp, deri; maddenin aşırı derece olasılık-dışı düzenlemeleridir. Büyümenin genel yasaları ya da genetik yönelim kazaları kasların, kemiklerin ve tendonların bize kullanılabilir bir el sunan belirli düzenlenişini –veya, hatta elma gibi bir şeyin içinde neden başka bir şey değil de çekirdeği olduğunu– muhtemelen açıklayamaz. Belli bir amaç için tasarlanmış gözüken her biyolojik yapı için doğal seçilim tek bilimsel açıklamadır, çünkü karmaşık sistemlerde olasılık-dışı hedefi gerçekleştirebilecek tek fiziksel süreç odur.

Williams savın her iki yarısını da sundu. Bazı özellikler için doğal seçilimi kullanmamak gerekir ve bazı özellikler için doğal seçilimi kullanmak gerekir. Biyolojideki pek çok çalışma, her gün yapılan çalışmalar organizmaların karmaşık özelliklerini incelemek ve bir başka şeyin yan ürünü mü yoksa belli bir amaç için tasarlanmanın net işaretlerini mi gösterdiğini anlamaya çalışmak. Dawkins'in *The Blind Watchmaker* [*Kör Saatçi*] kitabı büyük oranda Williams'ın özgün fikirlerinin her iki yarısının kolay anlaşılabilir şekilde genişletilmiş ve popülerleştirilmiş halidir. Stephen Jay Gould ve meslektaşı Richard Lewontin'in yazılarının çoğu ilk yarısını vurgular ve ikinci yarısının üstünde durmaz.

NILES ELDREDGE: İngiliz evrim genetikçisi John Maynard Smith'in, George Williams'ın Ulusal Akademimizde olmamasına

şaşırdığını bana belirttiğini hatırlıyorum. Sonunda 1993 yılında seçildi. Onu 1980'lerin ortasında Stony Brook'da ziyaret ettiğimde bana araştırması için fon bulmakta zorlandığını söyledi ve buna inanmakta zorlandım. *Bu iki hatıra zihnimde yer etti, çünkü George 1959'daki Darwin'in* yüzüncü yıldönümünden beri Amerika Birleşik Devletleri'nde evrim biyolojisinde en önemli düşünürdür. Daha fazla itibar ve takdir almaması şaşırtıcı. Utangaç, ama çok iyi biridir ve çok derin ve çok dikkatli bir düşünürdür. Yıllardır tartışıp dursak da onu son derece takdir ederim.

1966 tarihli *Adaptation and Natural Selection* en iyi kitabıdır. *Sex and Evolution*'la [*Eşey ve Evrim*] ilgili daha çok sorunum var. Söylemeye çalıştığımız bir takım şeyleri öyle bir şekilde yanlış anladı ki bazen hayal kırıklığına uğradığımı söyleyebilirim. Şimdi belli konularda George'a ulaşmakta zorlanıyorsam inatçılığından değil. Ama yine de bu alanda George'a duyduğumuz saygı belli. O bu alan için som altın.

DANIEL C. DENNETT: Söylendiği gibi George Williams bu alanın Abraham Lincoln'üdür. Az ve öz konuşur, şaşırtıcı derecede akıllı ve kafası berrak bir düşünürdür. George Williams'ı okurken ilk kez iyi bir evrim düşünürü olmanın ne kadar zor olduğunu ve basit hatalar yapmanın ne kadar kolay olduğunu anladım. Tekrar tekrar Williams yapay şekilde iyi gözüken fikirlere özlü düzeltmelerini ifade ediyor ve sakin sakin, sağlam şekilde onları silip süpürüyor. O zaman anlıyorsunuz ki bu oyunu oynaması bizim fark ettiğimizden çok daha zor ve de George bu oyunu dünyadaki herkesten daha iyi oynuyor.

Elbette ana katkısı "tür için iyi" fikrine karşı hararetle ve açıkça itiraz etmesidir. 1966 tarihli kitabında ders kitaplarının alışıldık konuları Wynne-Edwards –ve diğerlerinin– fikirlerinin ve evrime popüler yaklaşımların yanlış olması gerektiğini gösterdi. Bu bir uyandırma çağrısıydı. Williams "tür için iyi olan organizma için de iyidir" (ya da tam tersi) değil; "Gen için iyi olan gen için iyidir" olduğunu gösterdi. Genellikle, diğer şartlarda değişiklik yoksa, gen için iyi olan organizma için de iyidir, buradan tür için de iyidir diyebiliriz. Ama direksiyonda gen vardır.

2. Bölüm

STEPHEN JAY GOULD
"Canlılığın Tarihinin Örüntüsü"

STUART KAUFFMAN: *Steve son derece parlak ve yaratıcı. Fosilbilimi bütün yönleriyle anlıyor; evrim biyolojisini bütün yönleriyle anlıyor. İnsanların sıçramalı denge üzerinde düşünmelerini sağlamakla büyük hizmette bulundu, çünkü denge/ani değişim süreci bir bulmaca gibi. Uzun zaman dönemleri boyunca değişimin durması. Her zaman mutasyonlar olduğuna göre, neden değişmeye devam etmiyorlar? Ya o belli biçimin son derece uyarlanmış, optimal olduğunu ve istikrarlı bir çevrede bulunduğunu söyleyeceksiniz ya da şaşakalırsınız. Steve bu anlamda çok önemli oldu.*

STEPHEN JAY GOULD *evrim biyoloğu, fosilbilimci ve salyangoz biyoloğudur; Harvard Üniversitesinde zooloji profesörüdür; MacArthur Fellow unvanına sahiptir; başlıca kitapları Ontogeny and Phylogeny [Ontogeni ve Filogeni] (1977), The Mismeasure of Man [İnsanın Yanlış Ölçümü] (1981), The Flamingo's Smile [Flamingonun Gülüşü] (1985), Wonderful Life [Harika Hayat] (1989) ve Bully for Brontosaurus [Brontosaurus'a Aferin] (1992).*

STEPHEN JAY GOULD: Evrimde ilerleme yoktur. Zaman içerisindeki evrimsel değişim olgusu bildiğimiz anlamıyla ilerlemeyi temsil etmez. İlerleme kaçınılmaz değildir. Morfolojik karmaşıklık terimleriyle evrimin çoğu yukarı değil, aşağı doğrudur. Daha muhteşem bir şeye doğru ilerliyor değiliz. Daha harika bir şeye doğru ilerlemiyoruz.

Bizim alışıldık, zaman içerisinde genellikle artan karmaşıklığa doğru tahmin edilebilir gidişat beklentimizin ışığında canlılığın gerçek tarihi son derece ilginçtir. Eğer öyleyse, zaman buna bayağı zaman ayırmış: canlılığın tarihinin altıda beşi sadece tek hücrelilerin hikâyesidir.

Canlılığın şekilsel karmaşıklığının hiç değişmediğini ve değişmeyeceğini ileri sürmek istiyorum; canlılık tarihinin henüz başlangıcından beri ne ise oydu, karmaşıklık görüşümüz bizim canlılık tarihinin sadece küçük bir yönüne odaklanmaya dair çarpık kararımızla biçimlenir; bizim yasalara uygun şekilde ilerleme içeriyor gördüğümüz canlılık tarihinin küçük parçası garip bir yapısal sebepten ortaya çıkar, öngörülebilir böyle bir eğilimle hiçbir alakası yoktur.

Evrim kuramının yapısı üzerine sıkıntılı bir proje üzerinde çalışıyorum; daha uygun bir evrim kuramı kurabilmek için katı Darwinci modelde gereken değişiklikler ve genişletmeleri gösterme girişimi.

Temelde üç tema var. Birincisi doğal seçilimin hiyerarşik kuramı: hem alt, hem üst, pek çok seviyede işleyen seçilim. Hala neredeyse her şeyi gen seçilimi seviyesinde açıklamayı dileyen Richard Dawkins bir konuda haklıdır; gen seçilimi gerçekten işlemektedir. Evrimin kaynağıdır derken yanılmaktadır; evrimin kaynaklarından biridir. Seviyelerin birbirine göre etkinliklerini ve güçlerini bilemiyorum –her durumun kendine özel– ama gen seçilimi kesinlikle baskın seviye değil. Elbette oluyor; örneğin evrimsel soylardaki bazı DNA çeşitlerinin çoklu kopyalarının sayısının artışından sorumlu olabilir, bazı şeylerden sorumlu.

İkinci tema organizmayı doğal seçilimin kuvvetine ters yönde iten bir figür almaya başladığınızda, katı uyarlanımcılığın organizmada çalışan gelişimsel ve genetik kısıtlamaları göz önüne alarak ne dereceye kadar taviz vereceğidir. Bunu açıkla-

manın en iyi yolu bir metafor olacak. Katı Darwincilikte (Darwin katı Darwinci değildir), bir popülasyon bilardo topuna benzer: pek çok çeşitlilik vardır, ama çeşitlilik tüm yönlerde rastlantısaldır. Doğal seçilim istekadır. Doğal seçilim topa vurur ve top doğal seçilim onu nereye gönderirse oraya gider. Dışsalcı, işlevci ve uyarlanımcı bir kuram. On dokuzuncu yüzyılda Darwin'in kuzeni Francis Galton ilginç bir metafor türetti: bir organizma yüzeylerinden biri üzerinde duran çokyüzlüdür dedi. Halen vurmak için doğal seçilim istekasına ihtiyaç vardır –çünkü itici bir kuvvet yoksa hareket etmez– ama çokyüzlüdür, yani biçimini içsel yapısı belirler, değişim güzergahları sınırlıdır. Daha olası güzergahlar vardır, uyarlanım açısından avantajlı olsa bile kabul edilemez belli değişimler vardır. Darwinci ve işlevsel uyarlanım üzerindeki bu yapısal kısıtlamaların etkisini incelememiz gerekir; bunlar çok farklı görüşlerdir.

Üçüncü tema Darwincilikte temel bir savın –yani, nesiller ölçeğinde güvercinlerde olan bitene bakıp bunu jeolojik zamanın büyük ölçeğinde hesaplamak ve anlamlandırmak– gerçekten işlemediğinin derecesidir, jeolojik zamana girdiğinizde kitlesel soy tükenmeleri gibi, başlı başına bambaşka süreç ve ilkeler kümesi vardır. Bu da dışdeğerlemeci modeli evrensellikten çıkartır.

Bu üç temayı –hiyerarşik seçilim, içsel kısıtlamalar ve jeolojik zamanın muazzam büyüklüğü– evrim kuramının daha uygun genel bakışına doğru birleştirmeye girişiyorum.

Şunu söylemeliyim ki, jeolojik zaman konunun içindedir çünkü katı Darwinci kuram için biyo-tekbiçimci dışdeğerleme stratejisini kullanabilmek son derece elzemdir; diğer bir deyişle yerel popülasyonlarda olanları görüp zaman içerisinde bu küçük değişikliklerin birikimiyle daha büyük etkilerini, milyonlarca yılda meydana gelen büyük-ölçek olayları tasvir etmek elzemdir. Eğer milyonlarca yıl bakış açısının uygulanmasıyla şu anda güvercinler ve popülasyonlarda olanları inceleyerek asla anlaşılamayacak yeni nedenler eklenirse o zaman Darwinci araştırma stratejisini kullanamazsınız. Bu nedenle Darwin'in kendisi toplu soy tükenmelerinden çekindi ve bu olguyu inkar etti. Jeolojik aşama gerçekten Darwinci düşüncenin tekbiçimci, dışdeğerlemeci yönünün eleştirisidir.

Richard Lewontin Harvard'da popülasyon genetikçisi bir meslektaşım, muhtemelen beraber çalışma zevkine eriştiğim en parlak kişi. Beraberce "Temel Evrim" dersi veriyoruz. 1978 yılında, Londra Kraliyet Derneği'nin düzenlediği uyarlanım sempozyumu vardı. Çok uyarlanım yanlısı bir sempozyumdu; neticede, İngilizlerin takıntısı bu. Sanırım organizatörlerden biri John Maynard Smith'ti. Dick karşıt fikir sunmak için çağrılmıştı, çünkü –özellikle 1975'de şiddetli bir uyarlanımcı olan E.O. Wilson'ın *Sociobiyology*'si *E.O.*'da basıldıktan sonra– Dick uyarlanıma dair kısımla ilgili şüphelerini yüksek sesle ifade etti.

Açıkça, doğada çok fazla uyarlanım vardır. Kimse elin iyi işlediğini, ayağın iyi işlediğini inkar etmiyor, doğal seçilim haricinde iyi-uyum sağlamış yapıların inşa edileceği başka bir yol bilmiyorum. Bunu tartışmıyorum ve herhangi ciddi bir biyoloğun da tartışacağını düşünmüyorum. Ama –Darwin'den beri İngiliz doğa tarihinin karakteristiği haline gelen– uyarlanımcılık doğadaki her yapının (elbette istisnalar vardır) etkin bir şekilde doğal seçilimin işleyişle açıklanması gerektiği, eğer mutlak optimal bedenler değilsek –çünkü açıktır değiliz– en azından doğal seçilimle en yüksek büyüklüğe çıkartılacağımız, katı bir bakış açısıdır.

Darwinci biyologların stratejilerinde ilk tercih budur. Eğer bir çiçekte ya da güvede bir yapı görürseniz, ilk önce doğal seçilimle belli bir şey için yapıldığını varsayarsınız ve işiniz onun neden orada olduğunu bulmaktır –"neden" demek "ne işe yarar" demektir– çünkü ne işe yaradığını anladıktan sonra onu doğal seçilimin yaptığını bilirsiniz. Bu çoğu zaman işe yarayan bir teknikse de ana sorun doğal seçilimle hiç ilgisi olmayan diğer nedenlerle ortaya çıkmış pek çok yapının mevcudiyetidir. Örneğin, uyarlanım faydası sağlayan diğer özelliklerin sonucunda bir yan unsur olarak ortaya çıkabilirler. Diğer amaçlar için yapılıp faydalı oldukları ortaya çıktığında ikincil olarak kullanıma atanabilirler. Kuşların kanatları uçmak için evrimleşmemiştir. Neden var olduklarını bulmak istiyorsanız bir kuşun uçtuğunu görmek işine yaramaz, çünkü kanatlıların yüzde beşi uçmaz. Özgün halinde başka bir işlev için ortaya çıkmış olmalı.

İnsan beynini ele alalım. İnsan beyninin büyük çoğunluğu –yani bizim onunla yaptıklarımız– bir anlamda işe yaramazdır ama beyin aynı zamanda çok karmaşık bir bilgisayardır, çalışma biçimlerinin çoğu doğal seçilimin belirli atamasının doğrudan sonucu olmak zorunda değildir. Doğal seçilim beyinlerimizi okuyalım, yazalım diye inşa etmedi, bu kesin, çünkü bu tür eylemleri çok uzun yıllardır yapıyor değiliz.

Her neyse, Kraliyet Derneği Dick'ten 1978 sempozyumu için bir makale yazmasını istedi. Benim kendimin uyarlanıma dair bir sürü sebepten kaynaklanan kuşkularım vardı. Bir kısmı yetmişlerin başında Dave Raup, Tom Schopf ve Dan Simberloff'la yaptığımız rastlantısal filogeni modellerinden ve de rastlantısal sistemler içerisinde belirgin örüntülerin ne kadar üretilebileceğini fark etmemden kaynaklanmıştı. Bir kısmı 1977'de ilk kitabım *Ontogeny and Phylogeny*'iyi [*Ontogeni ve Filogeni*] yazarken yapısal ve uyarlanımcı olmayan biyolojideki büyük Alman ve Fransız kıta literatürünü okuduğumda ortaya çıktı. Nasıl uyarlanımcılık İngiliz geleneği ise bu da kıta geleneği. Sosyobiyolojik literatürde uyum sağlamanın aşırı kullanımından da rahatsızdım, yani bu konuda Dick'e katılmak için topyekûn çeşitli nedenlerim vardı.

Dick sempozyumdaki tek uyarlanımcı olmayan konuşmacı olacaktı. Duruma uygun şekilde son konuşmayı yapacaktı ve kendisine geniş yer ayrıldı; İngilizler her şeyden önce, çok adiller.

Dick uçağı sevmez ve oraya gitmek için özel bir arzusu da yoktu, ben zaten İngiltere'ye gitmek istiyordum, ikimizin görüşleri de oldukça uyuştuğundan beraberce bir yazı hazırlamaya karar verdik. Aslında hepsini ben yazdım. Çok meşguldü ve sunumu zaten ben yapacaktım. Yazı büyük çaplı uyarlanımcılığın, diğer bir deyişle tam-uyarlanımcılığın genel bir eleştirisiydi. Meydana geldiği açıkça görülen Darwinci doğal seçilimi karalama girişimi değildi; uyarlanımcılığın ya da organizma formlarındaki her şeyden Darwinci seçilimin sorumlu olduğu fikrinin işe yaramayacağını tartışma girişimiydi.

Bu yazıdan övünç duyma nedenlerimden biri disiplinlerarası bakış açısına inanmam ve –özellikle bir makale yazarı açısından– diğer alanlardan örnekler kullanmamdır. Makale başarılı

oldu, çünkü mimari bir örnekle başlayarak oldukça yakalayıcı sav sunma stratejisi kullandım.

Makalenin ismi "The Spandrels of San Marco and Panglossian Paradigm; A critique of the Adaptationist Program" [San Marco Bingileri ve Panglossçu Paradigma: Uyarlanımcı Programın Eleştirisi]. San Marco katedralinin kubbelerinin altındaki kemer tablalarından bahsederek konuşmama başladım. Birkaç ay öncesinde Venedik'e gitmiş ve San Marco'nun kubbesinin altında durmuştum, bu savı kendi kafamın içinde evirdim çevirdim ve benim için çok aydınlatıcı oldu. Uyarlanımcı paradigmada neyin yanlış olduğunu görmemi sağladı.

Durum şu: dik açıyla kesişen dört yuvarlak kemer üzerine dairesel bir küme koyarak bir kilise inşa ediyorsunuz. Bunu uyarlanım için bir analoji kabul ettim; işleyen bir mühendislik tasarımı. Ama bunu yaptığınızda iki kemerin dik açıyla buluştuğu noktalarda gittikçe incelen üçgen şeklinde dört boşluk ortaya çıkıyor. Bu boşluklara bingi adı veriliyor –ya da pandantif deniyor ama ben daha genel bir terim olan bingiyi tercih ediyorum. Arada boşluklar var.

Kimse kubbenin altındaki bingilerin bir şeye uyarlanım olduğunu ileri süremez. Oraya bir miktar harç koymak iyidir, yoksa yağmur içeri girer ama bu üçgen şeklindeki boşlukları doldurmaları kubbeyi dört kemer üzerine dikmek için alınan uyarlanımsal kararın bir yan sonucudur. Boş kalan yerler vardır. Bu bir yan sonuçtur; kendi içinde bir uyarlanım değildir.

Bu bingilere baktığımda, her bingi kümesinin (San Marco'da altı adet var) kubbeyle bağlantılı çok duyarlı ikonografiye sahip olduğunu fark ettim. Örneğin ana kubbenin altında bingilerde dört İncil yazarı var. Dört bingi, dört İncilin yazarı. Her İncil yazarının altında İncil'de geçen dört nehirden biri var –Fırat, Dicle, Nil ve İndus– ve her biri bir insanla kişileştirilmiş, bu adam bir amfora, testi tutuyor ve alttaki bingide yer alan tek çiçeği suluyor. Güzel bir tasarım. Ama kimse bingilerin İncil yazarları için konduğunu ileri sürmeyecektir. Bingiler uyarlanımsal değildir, yan sonuçlardır. Her koşulda orada olduklarından, onları kullanışlı ve hoş yapılarla doldurabilirsiniz.

Pek çok biyolog diyecektir ki; "Tamam, elbette, bu doğru. Bingileri ya da arta kalan parçaları biliyoruz, ama bunlar sadece köşe bucak, komik küçük köşeler önemleri yok." Ama bu doğru değil; bir şeyin özünde ikincil olması sonuçlarının önemsiz olduğu anlamına gelmez. Bunlar tamamıyla birbirinden ayrı konular.

Bir yapının tarihi açısından bingiler sık sık orada bulunmalarının asıl nedeninden daha önemli olur. Örneğin, San Marco'nun kubbesi çapa göre simetriktir; yapısal nedenlerle kubbeyi dört-kısımlı simetriyle süslemenin bir sebebi yoktur, ama San Marco'daki sadece bir kubbe aşağıdaki bingilerle uyarlanmış şekilde dört-kısımlı simetriyle çok süslü bir şekilde yapılandırılmıştır. Bingiler gelişigüzel değildir; aslında kubbenin ikonografik programını belirler. Aynı insan beyni gibi: beynin yaptığı çoğu şey muhtemelen bingiler gibidir; yani, beyin Afrika savanalarındaki beyinler için iyi olacak küçük bir neden kümesi için doğal seçilimle büyümüştür. Ama bilgisayımsal gücünün sayesinde, beyin doğal seçilimin onu en başta daha büyük hale getirmesiyle hiçbir ilgisi olmayan binlerce şey yapabilir, bunlar onun bingileridir.

Bu makaleye mimari bir örnekle başladığım için kimse çürütmeye kalkışmadı çünkü alışageldikleri düşünmeye tehdit değildi. Eğer organik bir örnekle başlasaydım katı Darwinci olmaya çalışan herkesin tüylerini diken diken edecektim.

Arthur Cain tüm oturumu özetleyecek kişiydi. Durrell'in *İskenderiye Dörtlüsü*'nde anlatıcının, Pursewarden'ın kelimenin sözlük anlamında Protestan olduğunu –yani protestoyu sevdiğini– söylediği bir cümle vardır. Oturum başkanının ılımlı olması gerekir. Sanırım Arthur Cain değildi. Konferansın tüm özetini bu makaleye zehir zemberek saldırıyla, özetle Dick ve benim uyarlanımın doğru olduğunu bildiğimizi çünkü bilmek zorunda olduğumuzu, çünkü açıkça doğru olduğunu söyleyerek geçirdi. Arthur doğru olduğunu bilmemize rağmen, sosyobiyolojinin siyasi çıkarımlarından hoşlanmadığımız için saldırdığımızı, buna dayanarak bilim insanları olarak güvenirliliğimizi ortadan kaldırdığımızı söyledi.

Bu öylesine tuhaftı ki insanı hayrete düşürüyordu. Ben bu yanıta karşı-yanıtımı vermek için ayağa kalktığımda konferan-

sın ikinci düzenleyicisi –üzerinde Kraliyet Derneğinin "*Nullius in verba*" mottosu yazan– podyumun önünde duruyordu, kenara çekilmesini istedim. Sinirlendi: neden çekilmesini istiyordum, bu haksızlıktı. Ama daha sonra neden istediğimi anladı. Bilim insanlarının iyi olması gereken bazı konularda ben aptalım. Özellikle sayısal değilim; matematikten anlarım, ama yaratıcı değilim. Büyük bir deneyci de değilim. Ama kendimi Batı kültürüne kaptırmış olmamla, bazı dilleri ve pek çok bilim insanının merak sarmadığı hümanizmin belli yönlerini bilmekle övünürüm.

Kenara çekilmesini istedim ve Arthur'un tamamen hatalı olduğunu düşündüğümü, konuşmamın altında yatan nedenleri tamamıyla yanlış anladığını ve bu konferansın sponsoru Kraliyet Derneğinin mottosuna savunmaktan başka bir şey yapmadığımı söyledim. Bu etkili bir stratejiydi, çünkü pek çok kişinin, pek çok üyenin "*Nullius in verba*" sözünün ne anlama geldiğini bilmediğini biliyordum. Sanki "Kelimeler önemli değil" ya da "Kelimelere dikkat etmeyin" gibi bir anlamı varmış gibi gözükür çünkü *nullius* "hiç" anlamına gelir ve *verba* "kelime" anlamına gelir. Bu sebepten çoğu kişi kelimeler hiçbir anlama gelmez, deney yapmanız gerekir anlamına geldiğini sanır.

Ama *nullius* tekil tamlayandı; bu anlama gelemez. "Hiç kimsenin", "hiçbir şeyin" anlamındadır. Mottonun ne anlama geldiğini biliyordum. Horace'ın bir deyişinden bir parça olduğunu biliyordum. Bir şiirinden ünlü bir alıntı; "hiçbir efendinin dogmalarına sadakat yemini etmek zorunda değilim." *Nullius addictus jurare in verba magister*. *Nullius in verba*, yani "hiçbir efendinin kelimelerine". Daha uzun bir satırdan bir parça.

"Ben bunu yapıyorum," dedim. "Hiçbir efendinin dogmalarına sadakat yemini etmek zorunda değilim; sizin kendi derneğinizin görüşüyle tutarlı alternatif bakış açısını sunmak için buradayım. Beni nasıl kınayabilirsiniz?"

Makaleden pek çok alıntı yapıldı, ama bunların kaçı gerçekten kullanıldı bilmiyorum. Alıntı analizi oyununda bilinir ki belli bazı alıntılar bir anlamda onursaldır; yani, uyarlanımcı bakış açısını destekleyen bir makale yazacaklarında, adil olmak adına buna karşı literatür olduğunu bildiklerini gösteren en azından bir alıntı yapmaları gerekir. Bingi makalesi klasiktir,

o yüzden bundan alıntı yaparlar. Gerçekten ciddiye alıp almadıklarını bilemiyorum. Ama evrimsel formun nedenlerine daha geniş bir bakışın standart kaynağı oldu.

Makale benim kısıtlamalar üzerine günümüzdeki görüşlerime –katı uyarlanımcı dünya görüşüne karşı geometrik ve tarihi kısıtlamanın önemi– bir bağlam sağlıyor. "İstisna" savı büyük oranda bingi ilkesinde doğdu, bu kelimeyi makaleyi yazdığımda ortaya atmış olmayı dilerdim. Bir sorun var–Darwincilerin çoğu bunu tasdik etmez, çünkü onlar için bir sorun yaratmaz–, uyarlanımın kullanıldığı haliyle birbirinden farklı iki anlamı vardır. Doğal seçilimle bir yapının tasarlandığı süreç anlamında ama aynı zamanda sık sık yapının kendisi için de kullanılır. Burada ayağım var. İşe yarıyor. Salt işe yaradığı için bu bir uyarlanım mı? Katı Darwinciler hem iyi işleyen bir yapı hem de bu yapıya varılmasını sağlayan süreç için aynı kelimeyi kullanmakta bir sorun görmüyor, çünkü sürecin işe yarar bir yapıya gitmekte tek yol olduğunu düşünüyorlar.

Bingi ilkesine göre yerine oturmuş, iyi işleyen, uygun, ancak mevcut faydası için doğal seçilimle meydana gelmemiş bir yapı olabilir. Ortaya çıkışının doğal seçilimle hiçbir ilişkisi olmayabilir. Bingiler mimari yan ürünlerdir. Doğal seçilimle inşa edilmemişlerdir, ama harika bir şekilde kullanılırlar: İncil yazarları bingilerde durur. Ama İncil yazarları dursun diye seçildiklerini söyleyemezsiniz; çünkü edilmediler. Bu nedenle Elisabeth Vrba'yla beraber "eksaptasyon"* terimini geliştirdik. Elisabeth Yale Üniversitesinde fosilbilimci, hem Niles Eldredge hem de benimle işbirliği yapıyor, sıçramalı denge üzerinde en ilginç çalışmayı yapan kişi.

Eksaptasyonlar atandıkları şey için yararlı yapılar, başka şeyler için de oldukları halleriyle uygunlar. Doğal seçilimle halihazırdaki rolleri için inşa edilmemişler. Katı Darwincilik bu ilkeyi inkar edemez. Onların alışıldık tepkisi bunun az, sadece bir ayrıntı olduğunu, eksaptasyonların ender, kıyıda köşede şeyler, önemsiz olduğunu söylemek. Ama bingi savında önemli olmaları elzemdir. Bir şeyin yan sonuç olarak ortaya çıkması onu ikincil bir konuma mahkûm etmez.

* Exaptation (ardıl-uyarlanım) –yn.

Arthur Cain siyasi imaları konusunu açtı. Bir anlamda, kendim buna sebep oldum, ama nasıl meydana geldiği konusunda bir savunmam var. Niles Eldredge ve ben ilk sıçramalı-denge makalesini 1972 yılında yazdık, ben 1977'de bir takip yazısı yazdım, bu yazıda kuramın sosyal ve psikolojik kaynaklarını analiz etmeye çalıştım, çünkü tüm aşamalı kuramlarda yer alıyorlar; ben de aşamacılığın Victoria dönemi liberalizminin tipik fikri olduğunu tartışmaya çalıştım. Aşamacılık, en azından kısmen, doğanın bir gerçeği olarak değil, sosyal bir bağlamda yazılmıştır diye iddia etmenin ve sonra "sıçramalı denge doğrudur; doğanın bir olgusudur" diye tartışmanın saçma ve –İncil terimiyle– kibirli olacağını düşündüm. Elbette sıçramalı denge için de sosyal bir bağlam olmalıydı. Sıçramalı dengenin bazı olası kaynakları hakkında yazmanın adil olacağını düşündüm, Hegelci ve Marksist düşüncenin uzun bir sıçramalı değişim kuramları geleneği vardı, açıktır ki Marksist bir baba tarafından büyütülmem konuyla ilişkisiz değildi, bunları öğrenmiştim.

Sıçramalı-denge kuramının varoluş sebebi bu değil; fikirlerin çoğunu sıfırdan Niles'in geliştirdiğini ve böyle bir artyetişimi olmadığını unutmayalım. Ama başkasının değil, benim bunu düşünmüş olmamın bir alakası var, benim kendi artyetişimimin muhtemelen alakası var. Bunu söylemem gerekiyordu; aşamacılığın siyasetten etkilendiğini ama sıçramalı dengenin doğanın bir gerçeği olduğunu ileri sürmek saçma olacaktı. İnsanlar bu ifadeye, tek bir cümleye atladılar.

Bilim tarihçileri doğrulama bağlamı ve keşif bağlamı dedikleri şeyler arasında ayrım yaparlar ve bu uygundur. Fikirleri geliştiren insanların siyasi ya da sosyal görüşlerinden bağımsız bir doğrulama mantığı vardır. Ama bir fikri başka birinin değil de neden belli bir kişinin geliştirdiğini sorarsanız ve neden o on yılda değil de, şu on yolda gelişti derseniz, o zaman sorularınız doğrulama bağlamında değil keşif bağlamındadır ve kişisel kısımlar konuyla yakından alakalıdır; araştırılmalı ve anlaşılmalıdır. Ama fikrin doğru olup olmadığındaki ağırlığı çok çok azdır. Babamdan Marksizm öğrenmiş olmam beni sıçramalı dengede filizlenen türden fikirlere sıcak bakmaya hazırlamış olabilir, ama bunun sıçramalı dengenin doğru olup olmadığıyla

kesinlikle bir ilgisi yoktur, bu soru geçerliliği doğada gösterilmesi gereken bağımsız bir sorudur.

Bir meslekte, dışarıdan bakıldığında öyle gelmeyen bazı belli konular çok büyük olabilir. Örneğin evrim kuramında dış dünyada tek konu evrimin doğru olup olmadığı olabilir. Bu büyük bir konudur! İçeride ise, elbette, herkes evrimin doğru olduğunu bilir; konu nasıl meydana geldiğidir. Richard Dawkins ile benim aramdaki başlıca fark doğal seçilim vasıtaları, gücü ve ürettiği uyarlanımın dereceleriyle ilgilidir. Alan içerisinde, bu sorular Darwinciliğin özünü belirler; alan dışında küçük görünebilirler. Bu sadece bir algılama meselesi.

Richard doğal seçilimin etkinlik açısından, en azından fenotiplerde –organizmaların formlarıyla ilgili durumlarda– mutlak güçte olmasını istiyor. Bu seçilimin konumunun genler olmasını istiyor. Doğal seçilimin eşzamanlıca hiyerarşik seviyeler üzerinde işlediği, genlerin bir seviye, organizmaların başka bir seviye olduğu ve seçilimin çok etkili işlediği popülasyon ve türler gibi daha yüksek birimler olduğu ve en son sonucun –özellikle sürecin milyonlarca yıllık jeolojik zamanda ortaya çıktığını göz önüne aldığınızda– her ne şekilde olursa olsun, her zaman uyarlanım olmadığı görüşümü sürdürüyorum.

Şu an uyarlanımsal değişimin ne kadar etkili olduğu önemli değil, onu ve diğer süreçleri milyonlarca yıla çevirmeye başlarsanız canlılığın tarihinin uyarlanımsal denetim altında olduğu işe yaramaz, çünkü büyük oranda rastlantısal ve son derece olası kitle-soy tükenmesi olayları ve de sıçramalı dengeyle ortaya çıkan yeni türleri kabul etmelisiniz. Aynı atadan gelen soyların uzun vadeli başarısı doğal seçilimin inşa ettiği morfolojilerle pek az ilişkili türleşme oranının işlevidir. Yani Richard'ın evrim düzenekleri hakkındaki tüm görüşleri ile benimkiler farklıdır, ama sadece evrimin meydana gelip gelmediğiyle ilgilenen alan dışından biri içini muhtemelen oldukça benzer gözükürüz, çünkü her ikimiz de evrimciyiz.

Richard'ın görüşüne hiper-Darwincilik diyorum. Darwin'in savının parlaklığı ve radikal doğası açıklamanın odağını değiştirmesinde yatar. Darwin'den önce insanlar organizmaların iyitasarlandığını çünkü en yüce gücün bunu doğrudan doğruya

yaptığını düşünüyordu. Onları bu şekilde yapan yüce gönüllü, yaratıcı bir Tanrı vardı. Darwin'in parlaklığı organizmanın iyi-tasarımının bireysel üremede başarılılık mücadelesinin bir yan sonucu olduğunu söyleyerek açıklamanın seviyesini daha aşağıya, organizma seviyesine çekmesidir. Çok hoş derecede radikal bir savdır. Her şeyi bilen, yüce gönüllü, amaç sahibi Tanrı yerine kişisel avantaj için mücadele eden organizmalar var –ahlaki açıdan tam tersi gözüküyor, ancak doğada ahlak yok– ve bunun bir yan sonucu olarak iyi-tasarlanmış organizmalara varıyorsunuz.

Richard bu açıklamayı daha alt seviyeye çekmede ileri gitme yönünde bir tavır aldı ve mutlak uca taşıdı: mücadele eden organizmalar bile değil, sadece genler. Organizmalar "araçlar". Bu söz onun küçültücü sözü; meslekte çok kişi daha az aşağılayıcı "etkileşimci" sözünü kullanıyor. Richard'ın dünya görüşünde tek etken özdek temsilci genler. Yanılıyor. Eğer İngiliz felsefeci Helena Cronin'in *The Ant and the Peacock* adlı kitabını okursanız, tüm mesleğin bu fikirle dönüşüme uğradığı savını ileri sürüyor. Benim kişisel görüşüm her ne olursa olsun, savı sosyolojik açıdan salt olgusal ya da istatiksel anlamda yanlış. Çok fazla insan bu görüşe ciddi yaklaşmıyor. Açıklamalarda metafor olarak benimsiyorlar. Ama ben meslekteki çok az kişinin ciddiye aldığını düşünüyorum, çünkü mantıksal ve deneysel açıdan, hem felsefecilerden, hem biyologlardan,–Elliott Sober'den Richard Lewontin'e, Peter Godfrey Smith'e– pek çok kişinin gösterdiği gibi yanlış.

Richard temelde hatalı çünkü dışarıda organizmalar mücadele ediyor. Eğer organizmalar genlerinin yaptıklarının toplam birikimiyle tanımlanabilseydi, o zaman organizmaların genleri temsil ettiğini söyleyebilirdiniz, ama değiller. Organizmalar beliren özellikler grubuna sahipler. Diğer bir deyişle, genler doğrusal olmayan biçimde etkileşirler. Organizmayı tanımlayan etkileşimdir ve bir etkileşim, teknik anlamda, toplanabilir değilse –yani, bu genin yüzdesinin şu genin yüzdesinin toplamıdır demeniz yetmiyorsa– o zaman etkileşimi gen seviyesine indirgeyemezsiniz. Bu felsefi teknik bir nokta. Daha alt-seviye varlıklar arasındaki toplanabilir olmayan etkileşime bağlı özellikler ortaya çıktığı anda, daha alt seviye varlıklara indirgeyemezsi-

niz, çünkü toplanabilir olmayan özellikler ortaya çıkmıştır. Bu özellikler siz daha üst seviyeye çıkıncaya kadar belirmeyecektir. Savı yanlış. Sadece uygun olmamak sorunu değil. Yanlış.

İtiraf etmek gerekir ki –yine, sosyolojik anlamda– son derece cezbedici. Darwin'in ne yaptığının, açıklamayı müşfik Tanrı'dan mücadele eden organizmalara çekmesinin farkına vardığınızda, açıklamayı daha da aşağıya, mücadele eden genlere çekme fikrinin belli bir indirgemeci cazibesi var. Ama eğer meslek içinde bakarsanız, hepsi benimle hiyerarşik seçilim konusunda aynı fikirde değilse de, çoğu Darwin'in haklı olduğunu ve seçilimin, her zaman geleneksel görüş olagelmiş, esasen organizmalar üzerinde işlediğini söyleyecektir.

Gen seçilimciliği asla çok kişiyi çeken bir paradigma olmadı. 1959'larda filizlenen Dawkins'den önceki nesilde Darwinci çok katı uyarlanımcılık biçimi; hiçbir şekilde tamamıyla yanlış olmayan, ama fazlasıyla aşırı kısıtlayıcı, daha klasik, organizmamerkezli Darwincilik yaklaşımı vardı. Evrim kuramında egemen görüş olmuştu, bir ölçüde hala büyük-ölçekte, makro-evrimsel değişimlerde organizmaların ve popülasyonların uyarlanımsal mücadelelerinden tam olarak dışdeğerleme yapılamayacağını konuşurken bu görüşle mücadele ediyoruz.

Ortodoksluğun sınırlarında dolaşıyor olabilirim, ama kesinlikle doğal seçilimin çok güçlü bir kuvvet olduğunu düşünüyorum. Darwin'in standart biçimi –yani, seçilimin üremede başarılı olma mücadelesi vasıtasıyla bireysel bedenler üzerinde işlemesi– canlılığın tarihindeki tüm ana örüntülenmiş kuvvetleri dışdeğerlemeyle açıklamada tek başına yeterli değil. Oysa katı Darwincilik için bu görüşün kabul edilmesi yaşamsal. Elbette başka şeyler için orada burada biraz olacak, ama bedenler üstündeki Darwinci seçilimin dışdeğerleme ile, evrimsel eğilimlerin ve zaman içerisinde grupların azalma ya da çoğalma ana örüntülerinin nedeni olduğunu ileri süremiyorsanız, o zaman canlılığın tarihinin tam Darwinci açıklamasına sahip değilsiniz.

Dawkins'i iki yönlü görüyorum. Bir taraftan hayatta bulunanlar içerisinde Darwinciliğin ne olduğunun özünü en iyi açıklayan kişi. Bu kısım gayet iyi. Bir çeşit eski moda, on dokuzuncu yüzyıl, nerdeyse tanrıtanımaz bilimsel rasyonalist. Diğer

yönü her şeyin uyarlanımsal ve gen mücadelesinin bir işlevi olduğuna inanmış bağnaz bir katı Darwinci. Bu, çeşitli karmaşık nedenlerden dolayı, açıkça yanlış. Gen seviyesinde seçilim var, ama organizma ve tür seviyesinde de seçilim var. Bunlar onun iki yönü: bir taraftan profesyonel imanlı ve diğer taraftan bir dünya görüşünün muhteşem açıklayıcısı.

Richard'a gen-seviyesi konusunda ve neden örgütlenmiş uyarlanımsal karmaşıklık konusunun önemli tek şey olduğunu düşündüğünü sormak isterim. Örgütlenmiş uyarlanımsal karmaşıklık denen şey konusuna gelindiğinde aslında ben oldukça Darwinciyim, ama dışarıda bundan fazlası var. Neden yaşamın tarihindeki her şeyi tercüme etmede bu anlamdaki uyarlanımın sorumlu olduğunu düşünüyor? Neden büyük-ölçek fosilbilimsel örüntüleri sanki sadece devasa Darwinci rekabetlermiş gibi betimlemeye çalışmakta ısrar ediyor? Değiller. Klasik Darwinci uyarlanımsal sorunun evrim kuramının tümüyle bir şekilde aynı yeri kaplar hale geldiği at gözlüklü bakış açısına sahip.

Richard ve ben evrim üzerine en iyi yazan iki kişiyiz. O mikro-evrim kuramı üzerine, benim katılmadığım bir şekilde, yazıyor. Ben yaşamın tarihinin örüntüsüne ve bunun evrim kuramıyla ilişkisine odaklanıyorum. Fosil kayıtlarını inceleyip makro-evrim hakkında yazıyorum, Richard bundan hoşlanmıyor. O adaptasyonun doğası ve geleneksel küçük-ölçekli yakın zamanlılık içerisinde evrim kuramı üzerine yazıyor. Ben canlılığın büyük-ölçekli tarihi hakkında yazıyorum.

Bugün Darwin sağ olsa Darwinci olup olmayacağını, kelimenin kullanıldığı anlamıyla söylemek öylesine zor ki, çünkü zihinsel esnekliğine dayanarak müdahale etmek gerekiyor. Kendisinin yayınladığı fikirler göz önüne alındığında bence olurdu, çünkü savdaki eğilimi her zaman vakaları savunmak için bedenlerdeki doğal seçilimi denemek ve esnetmeye çalışmaktı. Çok az sayıda birkaç sınırlandırılmış istisnaya izin vermekte istekliydi, örneğin insan ahlaki davranışının evrimi için grup seçilimi başlatması gibi; önemli bir istisna, elbette, çünkü insanın ahlaki davranışına önem veriyoruz. Ama öyle bir sınırlandırmıştı ki başka hiçbir türe uygulanamazdı, çünkü sadece yüksek derecede bilişsel, "hemcinslerinin övgü ve suçlamalarına"

–bunlar onun sözleri– duyarlı işleyebilecek bir grup-düzeneğine başvurmuştu ve biz buna uyan tek türüz. Yani istisnayı onu uçlaştıracak şekilde kurmuştu; önemli bir düzenek, çünkü bizim hakkımızda ve önem veriyoruz, ama doğanın tümüne bakıldığında önemli değil.

Diğer yandan, psikolojik açıdan spekülasyon yapmak isterseniz, Darwin son derece esnek, parlak, radikal bir düşünürdü, bundan dolayı göktaşı etkisini ve toplu soy tükenmelerini ve belki de sıçramalı dengeyi öğrenince, açık olabilirdi diyorum. Ölümünden yüzyıl sonra her şeyin aynen bıraktığı gibi kalacağını sandığından şüphe duyarım.

STUART KAUFFMAN: Steve son derece parlak ve yaratıcı. Fosil-bilimi bütün yönleriyle anlıyor; evrim biyolojisini bütün yönleriyle anlıyor. İnsanların sıçramalı denge üzerinde düşünmelerini sağlamakla büyük hizmette bulundu, çünkü denge/ani değişim süreci bir bulmaca gibi. Uzun zaman dönemleri boyunca değişimin durması. Her zaman mutasyonlar olduğuna göre, neden değişmeye devam etmiyorlar? Ya o belli biçimin son derece uyarlanmış, optimal olduğunu ve istikrarlı bir çevrede bulunduğunu söyleyeceksiniz ya da şaşakalırsınız. Steve bu anlamda çok önemli oldu.

Steve'le konuşmak ya da konuşmasını dinlemek biraz, sizden daha iyi biriyle tenis oynamaya benziyor. Her zamankinden daha iyi bir oyun çıkarıyorsunuz. Yıllarca Steve her şeyi açıklamak için seçilime başvurmak zorunda kalmadan, yani evrimin "bu böyledir" açıklamalarına başvurmadan biyolojideki düzenin işleyişteki nedenini bulmak istedi. Baktığınız herhangi bir şeyin bir işe yaradığı için evrim tarafından biçimlendirildiğine dair tuhaf fikirler ortaya atabilirsiniz. Bunları doğrulamanın hiçbir yolu yok. Biz doğal müttefikleriz, çünkü ben seçilime başvurmadan doğal düzenin esaslarını bulmaya çalışıyorum, nihayetinde hepimiz seçilimin önemli olduğunu biliyoruz.

MARVIN MINSKY: Stephen Gould'da sevdiğim şey bazı özel durumlarda gördüklerimize yön vermiş olabilecek olası evrimsel izleri hem araştırma hem açıklamadaki becerisidir. Açıkla-

maları ve hipotezleri hem genel ilkeleri hem de pek çok farklı alandaki belirli ayrıntıları birleştirerek çok çeşitli kanıtlardan kurulmuştur. Bu kadar farklı yönlerin sentezlendiğini görmek başlı başına harikadır; böylesine güzel ve net anlatılması daha da harikadır.

NILES ELDREDGE: Steve ve ben kardeş gibiyiz, bir araya geldiğimizde genellikle aynı fikirde olmadığımız şeylerden konuşuruz, ama elbette dünyanın geri kalanı için bizim bir konuya nasıl olup da birbirimizden farklı yaklaştığımızı anlamak zor. Ama öyle. Bu, bizim için en ilginç kısım. Sıçramalı denge makalesini ilk yazdığımızda, G. Simpson'ın *Tempo and Mode in Evolution* [*Evrimde Usul ve Tempo*] kitabındaki terimlerle, ben daha ziyade usul, o ise tempoyla ilgili olduğunu düşünüyordu. Ne anlama geldiğine dair farklı bakışlarımız vardı. Bir dereceye kadar muhtemelen hala böyle olduğunu düşünüyorum.

Steve müthiştir, bu kadar zeki olup bu kadar çalışan başka kimseye rastlamadım. Muazzam bir akademisyendir. Ayrıca, bir mevzunun özünü bu kadar hızlı kavrayan başka kimseye denk gelmedim. Doktora öğrencisiyken bana ilham verdi, çünkü genç insanların eleştirel düşünmesinin, kuramsal düşünmesinin ve yayın yapmasının olanaklılığını –ve, aslında, gerektiğini– gösterdi. Bize yol gösterdi.

Steve'le ilişkilendirilmenin olumsuz yönü, elbette, bazen gölgesinde kaldığınızı, "müsabakaya katılanlardan biri de" olduğunuzu hissediyorsunuz. Ama Steve'le ilişkilendirilmenin eksileri bundan elde ettiğim faydaların yanında önemsiz kalıyor, şimdi her zamankinden daha da yakın olduğumuzu düşünüyorum.

MURRAY GELL-MANN: Stephen Jay Gould ve ben Yüce Divanda Edwards-Aquillard arasındaki Louisiana yaradılış duruşmasında, bilirkişi raporuna danışmanlık ve imza sağlanması hususunda işbirliği yaptık. Yüce Divana Louisiana'daki fen öğretmenlerini evrim öğretirken yaradılış öğretisine eş zaman ayırmaya zorlamanın anayasaya aykırı olduğunu ilan etmesi çağrısını yaptık, çünkü evrim dünyada yaşamın gelişmesinin bilimsel açıklaması iken yaradılış bugün belli bir köktendinci

dogmadan yola çıkmayan herhangi bir kimsenin inanmayacağı bir fikir. Bizim tarafımız yediye iki mahkemeyi kazandı.

FRANCISCO VARELA: Steve Gould'un ortaya attığı temel fikirlerin pek çoğuna kendimi yakın hissediyorum, Lewontin ile birlikte yazdığı ünlü makalesindeki uyarlanımcılık yaklaşımına eleştirilerinden de çok şey öğrendim.

Uzun yıllardır, beynin işleyişi hususunda beynin bilgi toplayıp dış dünyanın optimal temsilini yaratan bir makine olmadığına dikkat çekmek için mücadele ediyorum. İşin aslı tam tersi. Burada kesinlikle evrimle eş bir analoji var. Geleneksel basit Darwinci görüşte, uyarlanım verili dünya için bir çeşit en optimal uygunluktaki biçim. Gould'un söylediği türlerin uyduğu ideal bir uyarlanımcı dünya fikrinin saçmalığı, aslında nişi ve türlerin formunu aynı derecede şekillendiren evrimin daha içkin, daha özde –ya da şimdi dendiği şekliyle içsel etkenlerin– bir hikâyesi olduğu. Bu, benim bu husus özelinde beyin hakkında –ya da bağışıklık sistemi hakkında– söylediklerimle aynı. Gould'un Post-Darwinci uyarlanımcı görüş eleştirisi benim kendi çalışmamla aynı telden çalıyor.

Bu sözler çok takdir ettiğim başka bir hususa hiç değinmedi: Gould'un halk kitlelerine fikirleri iletme kabiliyeti. Bu onun eşsiz dehası. Örneğin, *Wonderful Life* [*Harika Hayat*], kitabını okuyan herkes anlaşılması güç ve derin bir şeyi alıp bunu büyük halk kitlesinin ilgisini çekmekle kalmadığını, ama aynı zamanda biyolojinin temel bölümlerinden birine yeni bir okuyuş ürettiğini görecektir.

Dawkins-Gould tartışmasına gelince, eğer kaba olmayı göze alsam, Gould'un haklı, Dawkins'in haksız olduğunu söylerdim.

J. DOYNE FARMER: Stephen Jay Gould mükemmel bir yazar, temiz bir düşünür, bilimsel konularda yazmada ve bilimdışı insanların söylediklerinden heyecanlanmasını sağlamaya yetecek kişilik ve dram katmada gerçek bir yeteneği var: belki de günümüzün Herbert Spencer'ı. Karmaşıklık kuramını bilmiyor, bunu da önemsemiyor. Tahminim yapay yaşam gibi bir konuya fazla önem atfetmiyor.

Gould eski ekolden. Biyolog, matematikçi değil. Fiziğin ne olduğuna dair net bir kavramı mevcut olabilir, ama fizikte gelinmiş soyutlama ya da genelleme seviyesine evrim ya da evrim biyolojisinde gelme girişimine hiçbir şekilde kalkışmadığı kesin.

STEVEN PINKER: Ernst Mayr yazdığı biyolojik düşünce tarihinde, doğal seçilime en şüpheyle yaklaşan biyologların fosilbilimciler olduğunu söylüyor. Muhtemelen fosilbilimciler organizmaları taşlaştıktan sonra incelediği için, ilk soruları midenin, gözün ya da beynin görme devresinin nasıl işlediği değil. Evrim genetikçisi John Maynard Smith, Gould'un yazdıklarının çoğunda bu geleneğe uyduğunu, çünkü doğal seçilimin fosilbilimcilerin karşılaştığı ilk sorulara –yani, canlılığın tarihindeki büyük örüntülerin neler olduğu, on milyonlarca yıl içerisinde bir tür hayvanın neden diğerinin yerini aldığı sorularına– cevap vermediğini ileri sürüyor.

Adil olmak gerekirse, doğal seçilimin bu tür olguları açıklayabileceği fikri yaygındı. Memeliler sürüngenlerin yerini aldı, çünkü bir şekilde daha iyi uyarlanım sağlamışlardı, daha uygunlardı. Gould bu uygulamanın bazı sorunlarını ikna edici bir şekilde gösterdi. Ama Maynard Smith, Richard Dawkins, George Williams gibi modern Darwincilerin başlangıç aldıklarını ileri sürmeyecekleri bir şey. Pek çok makro-evrimsel olgunun doğal seçilimle açıklanamayacağını memnuniyetle dile getirirler; dinozorların soylarının muhtemelen dünyaya bir göktaşı ya da kuyrukluyıldız çarpması nedeniyle tükenmesi bunun en açık örneğidir. Ama fosilbilim dışındaki biyologlar bireysel organizmanın karmaşık işleyişini araştırıyor; yani doğal seçilimin gücünü takdir etmeye neden daha meyilli olduklarını araştırıyor.

Pek çok bilimsel tartışma körler ve fil hikâyesi gibi: farklı kişiler konunun farklı yönleriyle ilgileniyor. Bilim insanları sadece belli bir konu üzerinde çalışırken diğer bilim insanlarıyla kesin görüş ayrılıkları yaşadığını düşünür. Gould'un Dawkins, Helena Cronin ve onun sosyobiyolog dediklerine yönelttiği eleştiri biraz böyledir: bunlar doğal seçilimi gerektiren karmaşık form ve davranışlara dair soruları cevaplamak için doğal seçilimi kullanıyor, Gould ise biyolojinin doğal seçimin gerekmedi-

ği kitlesel soy tükenmesi ya da salyangozlarda desen dizgilerinin farklılıkları gibi alanlarına dikkat çekiyor. Dawkins doğal seçilimin belli şeylerde en iyi açıklamayı sunmadığına hemen katılacaktır. Dawkins'in –bana göre oldukça ikna edici şekilde– söylediği fizyolog, anatomist, etolog ya da bilişsel bilimlerden birinin ilgilendiği soruların doğal seçilimi gerektirmediğidir.

Steve Gould'un yazdıklarını beğeniyorum, bu yazılardan biyoloji hakkında pek çok şey öğrendim. Evrimde ilerlemenin olmaması, filogeniyi merdiven değil ağaç gibi algılamanın önemi ve evrimde rastlantısal tarihi olayların önemi gibi temalarda ona katılıyorum. Ama benim için sorun diğerleri. En azından, günlük bilinçsiz zihinsel süreçlerin karmaşıklığını tamamıyla onayladığını düşünmüyorum. Zihnin bilgisayar veya genel-amaçlı öğrenim cihazı gibi olabileceğine dair yanlış yönlendiren analojiler sundu. Bilgisayarların hem oyun oynayıp hem de şirketin muhasebe hesaplarını yapabilmesi gibi beynin belli bir şey için tasarlandığını, ama başka bir şey için kullanıldığını ileri sürüyor. Ama bu pek doğru değil. Bir bilgisayarı kutudan çıkartıp hem oyun oynamasını hem de muhasebe hesapları yapmasını beklemezsiniz. Birinin bilgisayarı özellikle bu işler için programlaması gerekir, bu noktada analoji bilgisayarlar için bile işe yaramaz hale geliyor. Beyin söz konusu olduğunda daha da beter. Beynin yaptığı tüm anlak içeren çeşit çeşit şeyleri yapması için doğanın mühendisliğe denk bir şeyi olmalı. Birkaç trilyon nöronu[1] bir araya getirince mesela kelimeleri anlamlı cümleler halinde dizme, yüzleri tanıma ya da hareket halindeki bir cismin izdüşümünü hesaplama gibi inanılmaz beceriler göstermez.

Monoton psikolojik süreçlerde fazla bir şey olmadığını düşünme eğilimindeyiz, çünkü çok iyi işliyorlar. Aynen sindirimin biyokimyasını araştırıncaya kadar sindirimin karmaşıklığını hafife aldığımız gibi, bizim sağduyulu bakış açımıza göre zihnin karmaşıklığını hafife alma eğilimindeyiz; çünkü tamamen bilinçli farkındalığımız olmadan çalışmak için tasarlanmış. Bazen Gould'un günlük çalışmalarında sıradan algılama ve davranışları açıklamak durumuyla karşı karşıya gelmediğinden,

[1] Sinir hücresi –yn.

bunları azımsama ve bu tarz karmaşıklığı açıklamaya muktedir tek güce, doğal seçilime gerekli önemi vermeme eğiliminde olduğunu düşünüyorum.

NICHOLAS HUMPHREY: Richard Dawkins ve Gould'un tartışa geldiği konuların bazılarının modası geçti, artık bunları bırakmaları lazım. *Gen Bencildir*'den ve Gould'un ilk yazdıklarından beri yeni şeyler çıktı. Yeni bir bölgeye girdik. Evrimleşmenin evrimi değişen koşullarda evrimleşme yeteneği için seçilim olup olmadığının sorusu. Biyolojik sistemlerin evrimleşmeye daha az ya da daha çok yatkın olabileceği yolların mevcudiyetine dair kanıtlar artıyor.

Seks çok basit bir örnek. Eşeyli üreyen organizmalar evrimleşmekte daha iyiler. Belli DNA'ların evrimleşmekte diğerlerinden daha başarılı olduğunu görebildiğimiz biyokimyasal seviyede çok daha ilginç seviyeler, çok daha ilginç düzenekler var. Gould ve Dawkins arasındaki tartışmaların çoğu bu yeni fikirlerle çözülecek.

BRIAN GOODWIN: Stephen Jay Gould etkili bir isim, değil mi? Stephen'ın bana paradoksal gelen bir oryantasyonu var, çünkü son kertede Darwinci. Doğal seçilimin evrimdeki son belirleyici, son neden olduğuna inanıyor. Ama bana göre doğal seçilim çok az şey açıklıyor. Stephen bunun gayet farkında. Biçim-uzayından bahsediyor, biçim-uzayını anlamamız gerektiğine katılıyor. Bana göre form ve taksonomi açıklamaları orada bulunuyor, doğal seçilim çok az açıklıyor.

Stephan'a, fikirlerinin çapına ve niteliğine saygım büyük, ayrıldığımız nokta vurgu meselesi. Stephen biyolojiyi tarihi bir bilim, doğal seçilimi hayatta kalan ve kalmayanın son belirleyicisi görüyor. Ama ilginç husus bu değil, neyin ortaya çıktığı. Bunun gayet farkında. Ortaya çıkma, morfoloji ve morfogenez problemlerini çok zorladığımı düşünüyor.

STEVE JONES: Biraz arsızca ifade edersek, salyangoz genetikçisi Steve Gould kötü yola düşmüştür. Tüm kötü fırtınalar çay

bardaklarında kopmaktadır ve evrim biyolojisinin çay tabakları Steve Gould'un salyangozlar ve başka bazı şeyler üzerine görüşlerinin sonucunda metaforik çayla dolup taşmaktadır.

Bazen mesajı almak zor olsa da, sonunda ona katılmasam da her zaman okumaya değer. Bir açıdan bilimsel makalelerinde çok fazla beysbol var, mecazi beysbol; spekülasyon, kabalık derecesinde açık sözlü olmak gerekirse, yeterince desteklemeyen verilere dayanan çok güzel yazılmış spekülasyonlar. Ancak bu tür daldan dala atlamalar popüler yazılara çok uyuyor. Evrim üzerine yazılarını okumaktan büyük keyif alıyorum, bazıları şaheser, bu konuda hiç şüphe yok, bilim-edebiyat biçiminde özgün sanat yapıtları. Ama yaklaşımı bilimde kullanmak sürekli biçimin içerik üzerinde zafer kazanması tehlikesiyle karşı karşıya kalmak demek.

GEORGE C. WILLIAMS: Gould'un doğal seçilimin, ürettiği uyarlanımsal değişikliklerin ve yaptıklarının önemini en aza indirgemek için ısrarlı çabasını anlamakta sorun yaşıyorum. Bedeller dayatıyor ve uyarlanımsal değişikliklerden pek çok rastlantısal sonucun ortaya çıkmasına izin veriyor. Bunlar dolambaçsız bir şekilde uyarlanımla neden-sonuç mantığıyla ilişkilendirilmeli. Eğer bir şey şans eseri meydana gelirse –mesela genetik yönelim– hemen bu özel durumda yönelimin neden seçilimden güçlü olduğu sorusu belirir.

Evrimde her seviyede rastlantının çok yeri olduğu doğrudur. Genellikle daha yüksek seviyelerde numune ölçüleri daha küçüktür –yani, bir cinsteki tür sayısı bir türdeki birey sayısından daha azdır. Böyle bir durumda birinin soyunun tükenmesi diğerinin hayatta kalması çok daha fazla şansa dayanmaktadır.

Evrimsel süreç elindekilerle işler. Yepyeni başlangıçlar yoktur; yeni bir şey tasarlamaz, sadece halihazırda mevcut olanı kalaylar. Mevcut olanın yaşamda merkezi bir rolü olabilir ve organizmanın hayatı şans eseri başka bir şey için faydalı olmaya başlayabilir. Eğer bu önemliyse, özgün rolüne ilaveten bu rol için değişkelere maruz kalabilir. Steve makro-evrimde tesadüfün rolünü ve tarihi kalıta bağımlılığını açıklamada büyük bir iş yaptı. Steve Gould kadar iyi birkaç bilim insanı olabilir, ama

çok sayıda okur için yazmada onun kadar iyi olanların sayısı çok daha azdır.

O, ya da başka biri, açıkça hareket yeteneği eklemeleri olan kuş kanatlarını örnek veriyor. Yemek aradığı sulara gölge yapmak için bizim ellerimizle yapabileceğimiz gibi, kanatlarıyla gölge yapan bir balıkçıl var. Bu, bir tür uyarlanımın tesadüfen başka bir şey için faydalı olmak üzere mükemmelleşmesine iyi bir örnek. Bunun, görüşe yardımcı olmak üzere, daha iyi hale getirmek için değişkelere uğrayıp uğramayacağı başka bir mevzu. Bazı kemikler kökeninde çene kemiği iken şimdi duymakta kullandığımız kulak kemikçikleri işlevi görüyor. Bu durumda, özgün işlevlerini tamamen kaybetmişler ve bütünüyle ikincil işlevlerine adanmışlar.

Kuş-kanadı örneği Gould'un "eksaptasyon" dediği şeydir ve her zaman olur. Ama balıkçılın kanadına kanat derken bile anlamla ilgili bir sorun vardır. Bu yapı yüzgeç olarak başlamış, tesadüfen karada yürümeye faydalı hale gelmiş ve daha sonra bu tür hareket eklentilerinin uçmada faydalı olduğu ortaya çıkmıştır. Yalnızca işlevsel bakış açınızı belirlemelisiniz. Kanada uçma uyarlanımı diyebilirsiniz, ama eğer yürümede kullanıldığını göz önüne alıyorsanız, aynı zamanda uçma eksaptasyonudur.

DANIEL C. DENNETT: Darwin'den bu yana evrim kuramını çevreleyen tartışmaların tarihine baktığımda tekrarlayan bir örüntü görüyorum, bu dizgede bazen tek başlarına, bazen gruplar halinde yeni dalga kuramcılar beliriyor ve ilk belirdiklerinde ellerindekinin Darwinciliği çürüttüğünü düşünüyorlar: sonunda canavarı öldürdüklerini ya da en azından canavarın söylediklerinin hoş görülmez imaları gördüklerinin önemli bir istisnasını keşfettiklerini. John Maynard Smith'in dikkat çektiği gibi, ilk Mendelciler –20. yüzyılın başında Mendel'i yeniden keşfedenler– ilk başta kendilerini Darwincilik-karşıtı sandılar. Mendelciliğin Darwinciliğin kökünü kazıyacağını düşündüler. Aslında Darwinciliğin kurtuluşu olduğunu göremediler. Modern sentezin aşağı yukarı yarısı. Alman kimyager, Nobel ödülü sahibi Manfred Eigen *Steps Towards Life* [*Yaşama Doğru Adımlar*] adlı son kitabında yaptığının devrimsel nitelikte olduğunu

belirtiyor, ama bundan fazlasını söylüyor: bu nedenle Son Söz'e "Darwin Öldü; Yaşasın Darwin" adını vermiş. Söyleyeceklerinin son kertede o kadar devrimsel değil, sadece yeni bir yöntem olduğunu ifade ediyor. Darwin'i bir gün daha kurtarıyor. Stuart Kauffman da aynı. Kendisinin mutlak Darwincilik-karşıtı olduğunu düşünerek başlıyor ve sonunda Darwinciliğin belli bazı kısımlarında hoş ilerlemeler keşfetmesiyle sonuçlanıyor.

Hepimiz devrimci sayılmak isteriz. Stephen Jay Gould da bu gruba girer. Belli bir tür Darwinciliğe diz çöktürmeyi esinliyor. Ortodoks Darwincilik olarak gördüğü şeye karşı bir dizi devrim için mücadele etti. Ancak toz duman yatıştığında görüldü ki bunlar devrim değiller. Bazı çok ilginç katkıları –bazı çok önemli katkıları– oldu ama halk bunu görmüyor. "Stephen Jay Gould'un bize gösterdiği gibi" Darwinciliği ölüm döşeğinde görme eğilimindeler. Bu sadece bir hata. Halkın önemli bir yanlış algılaması.

Benim iddiama göre, Darwin'in keşfettiği evrimin nihayetinde algoritmik bir süreç olduğu; aşama aşama doğanın tüm harikalarını üreten, kör ama etkin ayıklama süreci. Bu görüş sadece mucizelerin olmadığını söylemesi anlamında indirgemecidir. Uzay kancaları yoktur.[1] Evrimin uzun çağlar boyunca yaptığı taşıma mucizevi olmayan, yerel taşıma araçlarıyla, kaldıraçlarla yapılmış. Steve hala gökten inen kancalar peşinde. Her zaman bunun arayışında –onun ultra-Darwincilik ya da hiper-Darwincilik dediği şey açısından bu açıklanamaz. Yıllar içerisinde en çok vurguladığı temalar "aşamacılık" ve "yaygın uyarlanım." Bunların ilerleme sürecine; evrimin doğanın dünyasını bazı birörnek ölçülerle genel ve yerel ölçekte önlenemez şekilde daha iyiye götüren bir süreç olduğu fikrine bağlı olduğunu düşünüyor.

Şimdi bu üç fikri ele alalım: ilerleme, aşamacılık, uyarlanım. Bunları bu şekilde birleştirmiş hiçbir evrimci aklıma gelmiyor. Bu Steve'in hayal ürünü. Ama bu üç temayı hep bir arada tutuyor. Sizi bunlardan biriyle suçlarsa bir sonraki vuruşunda ve ondan sonrakinde diğer ikisinin gelmesi çok olası. Bu yapıcı değil, çünkü kendisinin de kabul edeceği gibi, birinin aşama-

[1] *Bkz. Darwin'in Tehlikeli Fikri*, Daniel Dennett, Alfa Bilim Dizisi –yn.

cıyken uyarlanımcı olmaması ya da uyarlanımcıyken ilerlemeye inanmaması, vb olanaklı. İşin aslı bu üçüne birden saldırıları ciddi anlamda yanlış yönlendirilmekte.

Steve'in kendisi aşamacı; öyle olmak zorunda. Sıçramacılığın umut veren canavarı gerçek aşamasızcılıkla kısa bir süre oynadı. Denedi, zorladı, ama satmayınca geri çekildi. Aşamacılıkta yanlış bir şey yok.

Steve, Richard Lewontin ile birlikte San Marco bingileri üzerine klasik kabul edilen, meşhur makalesini yazdı. Aslında –sözümona–, "yaygın uyarlanıma ve uyarlanımcı programa bir saldırı. Tamamıyla yanlış yere saldırıyor. Uyarlanımcılık onların anlattığı gibi bir öcü değil, kendileri de ondan sakınmıyorlar. Steve'in kendisi işine geldiğince uyarlanımcı oluyor.

Buradaki soru Richard Dawkins'in Darwinciliğinin –ya da John Maynard Smith'inkinin– gücünü kaybettiğine katılıp katılmadığım. Onlar bugünün baş uyarlanımcıları, ben güçlerini kaybettiklerini görmüyorum. Steve'in yazılarında bunu göstermediği kesin.

Steve'in üçlüsündeki her tema kendi sınırlı yolunda yeterli. (Bana kitlesel soy tükenmelerinin önemine dair son işlerinin geleceği yokmuş gibi geliyor). Ama bu temaların hiçbiri ona özgün değil; Darwin'den beri evrim kuramının sularında dolaşmaktalar. Bazıları bunları ciddiye aldı, bazıları almadı. Hiçbiri devrimsel değil.

3. Bölüm

RICHARD DAWKINS
"Yaşamkalım Makinesi"

W. DANIEL HILLIS: *Bencil gen, memler ve genişletilmiş fenotip gibi kavramlar güçlü ve heyecan verici. Farklı düşünmemi sağlıyorlar. Ne yazık ki, bu fikirleri aşırı yorumlayan kimselerle tartışarak çok zaman harcıyorum. Açıkladıklarından daha fazlasını açıkladıklarının zannedilmesi çok kolay. Gördüğünüz gibi Dawkins tehlikeli bir adam. Marx gibi, Darwin gibi.*

RICHARD DAWKINS *evrim biyoloğudur; Oxford Üniversitesi Zooloji Bölümünde öğretim üyesi; New College akademisyenlerindendir, The Selfish Gen [Gen Bencildir] (1976, 2. Basım 1989), The Extended Phenotype [Genişletilmiş Fenotip] (1982), The Blind Watchmaker [Kör Saatçi] ve River Out of Eden [Cennetten Akan Irmak] (1995) adlı kitapların yazarıdır.*

RICHARD DAWKINS: Bir zaman önce garip şekilde dokunaklı bir deneyim yaşadım. Bir Japon televizyonuyla röportaj yapıyordum, bir İngiliz oyuncu tutmuşlar ve Darwin gibi giydirmişlerdi. Çekim esnasında ben kapıyı açıp içeri giriyorum ve "Merhaba, Darwin" diyorum. Sonrasında onunla zaman dışı bir sohbete dalıyoruz. Ona modern yeni-Darwinci fikirleri anlatıyorum, sözde "Darwin" hayret diyor, memnun oluyor ve şaşırıyor. Gerçekten de, Darwin'in fikirlerine yönelik modern bakıştan memnuniyet duyacağını gösteren belirtiler var, biliyoruz ki hayatı boyunca genetikle ilgili sorularını çözemedi. Darwin'in zamanında Mendel dışında hiç kimse, ama hiç kimse genetiği anlamamıştı, ne yazıktır ki Darwin Mendel'i hiç okumamıştı, işin gerçeği kimse Mendel'i okumamıştı.

Ah, keşke, Darwin Mendel'i okumuş olsaydı! Bulmacanın kilit parçası yerine oturacaktı. Darwin melez kalıtım sorununu çözemiyordu. O zamanlar, aynen siyah ve beyaz boya karıştırıldığında ortaya gri çıkması gibi, bizlerin ve bizim gibi canlıların anne-babalarımızın tam böyle, eşit ağırlıklı bir karışımı olduğumuz düşünülüyordu. Eğer bu doğruysa –o zamanlar Mendel dışında herkes böyle düşünüyordu– doğal seçilim işlemezdi, çünkü bu durumda çeşitlemeler kaybolurdu. Hepimiz birbirine eş grilere dönüşürdük.

Darwin bu sorunun üstesinden gelmek için çok uğraştı. Herkes bunun doğru olmadığını gözlemleyebilirdi. Doğadaki çeşitlemeler, hepimizin gri olmadığı ortadaydı. Torunların nesli büyükbaba-büyükannelerin nesline göre göre birbirine daha benzer değildir. Mendelci genetik ve 1930'ların popülasyon genetiği Darwin'in gereksindiği hayati parçaydı. Darwin popülasyon genetiğine ve 1930'ların yeni-Darwinciliğine hayranlıkla bakar ve eksik parçayı tamamladığı için memnun olurdu. Akraba seçilimi ve bencil genlerin de hoşuna gitmesi olasıydı.

Ben evrime "bir genin" bakış açısından yaklaşıyorum, sebebi genetikçi olmam veya genetiğe özel bir ilgi duymam değil, ama Darwinciliği, özellikle de hayvan davranışlarının evrimini öğretirken çoğu zaman birbirleriyle beraber işliyorlarmış gibi gözüken sosyal davranış, ebeveyn davranışları ve çiftleşme davranışları sorunuyla karşılaştım. Kısa zamanda evrime bakmanın

en imgesel yolunun ve evrimi öğretmenin en esin veren halinin "hepsinin genlere dair" olduğunu söylemekten geçtiğini gördüm. Etrafta gezindikleri bedenleri kendi faydaları için kullanan genlerdir. Bir organizma genlerinin yaşamkalım makinesidir.

Bu söylemi henüz doktora üstümü yaparken, etolog Niko Tinbergen Oxford'da bir ders vermemi rica ettiğinde, 1966'da geliştirmeye başladım. O zamanlar bana ilham veren W. D. Hamilton'un akraba seçilimi henüz yeni basılmıştı. Hamilton'un düşünce biçimini tüm sosyal davranışa uyarlayarak öğrencilerimden hayvanları içlerinde talimatlarını taşıyan makinelermiş gibi düşünmelerini istedim. İşin odağı bu durumda bireysel organizmanın sadece araç, bir tür kaldıraç olmasıydı. Kolları, bacakları, parmakları, ayakları genleri bir sonraki nesle taşıma iktidarının kaldıraçlarıydı.

Yaklaşık on yıl sonra *The Selfish Gen* [*Gen Bencildir*] kitabını yazdım ve bununla tanındım. Pek çok kişi bunu yeni bir fikir zannetti. Ben sadece bu şekilde bakmanın standart Darwinciliği anlatmanın en imgesel ve canlı şekli olduğunu düşündüm. Ona bakmanın yeni ve farklı bir şekliydi.

Bencil gen fikri benim değildir, ama bu fikri kabul ettirmek konusunda en çok ben çalıştım ve söylemi de ben geliştirdim. Yirminci yüzyılın hemen öncesi ve başlarının biyologlarından August Weismann'ın yaklaşımında ve 1930'ların yeni-Darwincilik sentezinde fikir örtük şekilde bulunur. Fikir 1960'larda (o zamanlar Londra'da bulunan, şimdi Oxford'da meslektaşım) W. D. Hamilton ve Stony Brook'tan George C. Williams tarafından ileri götürülmüştür. Bencil gen fikrine benim katkım ona bir söylem kazandırmak ve örtük anlamını telaffuz etmekti.

Bencil gen fikri hayvanların genleri için yaşamkalım makineleri olduğunu savunur. Hayvan beyne, gözlere, ellere ve benzerlerine sahip bir robottur, ama aynı zamanda kendi projesini ve talimatlarını içinde taşır. Bu nokta çok önemli, çünkü eğer hayvan ölürse kendisiyle beraber projesi de ölür. Nesilden nesile aktarılmayı başaran genler sadece robotlarının yenmesini önleyebilmiş ve üreyinceye kadar hayatta kalabilmeyi başarmış olanlardır.

Bunu başka bir şekilde ifade etmek istersek dünya kesintisiz başarılı atalar zincirinden gelen genlerle doludur, çünkü eğer

ataları başarılı olmasaydı, burada olamazlardı. Genlerimizin her biri ebeveynlerimizde, büyükbaba-büyükannelerimizde, büyük büyük atalarımızda, o nesillerin her birinde başarıyla durdu. Yeni değişkeler hariç yeni bir başarılı bedene geçti. Bunu başaramamış pek çok gen gelip geçti ve bunların hiçbiri aramızda değil. Dünya başarılı yaşamkalım makineleriyle dolu, başarının anlamı ise iyi yaşamkalım makineleri yapabilmekte.

Doğal seçilimin gen merkezli bakış açısının indirgemeci yönü bazı kişileri rahatsız ediyor. Belli çevrelerde indirgemecilik çirkin bir kelime diye algılanıyor. Aptallığı açıkça görülen ve aklı başında kimseye uymayacak bir indirgemecilik var, buna Dan Dennett "açgözlü indirgemecilik" diyor. Ben "sekter indirgemecilik" diyorum. Örneğin bilgisayarı ele alalım: bilgisayarın yaptığı her şeyin ilkede teller ya da yarı-iletken ortamda hareket eden elektronlar terminolojisiyle açıklanabileceğini biliyoruz. Ama Word kullanırken olan biteni bu terminolojiyle açıklamaya girişmek deliliktir. Bunu yapmak açgözlü indirgemeciliktir. Bunun benzeri Shakespeare şiirlerini sinirsel tepi terminolojisiyle açıklamaya çalışmaktır. Açıklamanızı bir seviye hiyerarşisiyle yaparsınız. Bilgisayar durumunda en tepedeki yazılımı –mesela Word– daha alt sıradaki yazılım terimleriyle; yordam, alt-program, alt-yordam terimleriyle ve sonra da bunların nasıl çalıştığını daha alt seviyedekiyle açıklarsınız. Makine kodu seviyelerinden yarıiletken çiplere doğru ilerlersiniz ve daha sonra daha da alta iner ve fizik terimleriyle açıklarsınız. Bu sıralı, adım adım yöntem, benim adım adım indirgemecilik ya da hiyerarşik indirgemecilik dediğim şey bilimin ilerlemesi için uygun yoldur.

İndirgemecilik açıklamadır. Her şey indirgemeci bir şekilde açıklanmalı. Ama hiyerarşik sırayla ve adım adım indirgemecilikle. Açgözlü indirgemecilik, ya da "sekter indirgemecilik" bir adımda en tepeden hiyerarşinin en dibine sıçramaktır. Bunu yapamazsınız; kimseyi tatmin edecek bir açıklama üretemezsiniz.

Genin soyutlama olması haklı bir nokta. Bir seviyede gen bir DNA parçasıdır. Caltech'te biyolog Seymour Benzer geni sınıflandırdı –geni parçalara böldü– ve "gen" hakkında konuşmayı kesmek zorunda olduğumuzu söyledi; onları rekombinasyon birimi rekonlara, mutasyon birimi mutonlara; özel bir şekilde

tanımladığı ama yaklaşık olarak bir polipeptit zinciri kodlayan DNA uzunluğu miktarına denk sistronlara böldü.

Geni bir seçilim birimi aldığınızda, şöyle bir eleştiri gelebilir; "İyi ama siz hangi genden bahsediyorsunuz?" Benim *Gen Bencildir*'de söylediğim belli bir birimden bahsetmediğimiz konusunda anlaştığımızdır. Bir süreklilik var. Önemli olmasının tek nedeni seçilim birimi genin sürekli devam eden gen olmasıdır. Gen pek çok, ama pek çok nesiller boyunca devam eder. Bu, çok büyük sayıda nesiller boyunca aktarılan iletişim birimleri başarılı olanlardır. Fenotip üzerindeki etkileri sayesinde başarılı olurlar. Seçilim biriminin sistron olması gerekmez. Herhangi bir sayıda sistron uzunluğunda olabilirler; teknik anlamda tek bir gen değil, ama eğer bir demet haline gelince çok sayıda nesiller boyunca devam etmeye meyleder, bu nedenle doğal seçilimin işlemeye devam etmesi için uygun diye söylersem, benim bağlamımda bu bir gen olacaktır.

Benim temel çabam bir şey olacaksa fenotipler olacaktır. Gen, fenotip etkileri ortaya koyduğundan seçilim birimidir. Başarılı genler beden üzerinde etkiye sahip genlerdir. Örneğin bedenin avını yakalaması için keskin pençeler yaparlar. Eğer olup bitenin mantığını takip ederseniz gen değişiminden fenotip değişikliğine uzanan nedensel bir ok görürsünüz. Bir gen değişir, bunun sonucunda embriyolojide süregiden etkiler dizisi olur. Bu etkiler dizisi sona erdiğinde pençeler keskinleşir ve pençeler keskinleştiğinden bu birey daha çok av yakalar. Bunun sonucunda pençeleri keskinleştiren genler daha çok yavru veren bedenlere geçer. Bu standart Darwinciliktir.

Bu genişlemiş fenotip nedensel ok dizisini beden duvarları dışına taşır. Genişlemiş fenotip kuş yuvaları, çardak kuşunun çardağı gibi şeylerdir. Tavus kuşunun dişileri baştan çıkaran bir kuyruğu vardır. Erkek çardak kuşu kendisine çalılarda otlardan çardak yapıp çevresinde dans eder ve bu dişileri cezbeder. Bu ot çardak tam da bir tavus kuşunun kuyruğuyla aynı rolü yerine getirmektedir. Güzel bir çardak, iyi bir çardak yapmayı sağlayan genler bir sonraki nesle aktarılır. Çardak, genlerin fenotip etkisidir. Genişlemiş fenotiptir.

Farklı biçimlerde çardakların farklı genleri vardır. Şayak böceği larvaları kendilerine taştan yuva yapar. Bazıları çer çöpten,

bazıları solmuş yapraklardan yapabilir. Bu şüphesiz Darwinci bir uyarlanımdır. Bu nedenle taşın şekli, rengi, yuvanın tüm özellikleriyle ilgili genler olmalıdır; Darwinci uyarlanım oldukları derecede genetik etkileri olmalıdır. Fenotiplerden genlere giden nedensel ok kümesinin beden sınırlarında durması gerekmediğini gösteren birkaç örnek. Beden sınırlarının dışına çıkıp taşlara, otlara etki ediyor.

Genişletilmiş fenotip tamamen mantıklıdır. Dışarıdaki, dünyadaki herhangi bir şeyin benim genlerimin fenotip etkisi olabileceğini söyler. Pratikte çoğu değildir, ama ilkede olmaması için bir sebep yoktur. Kunduzların barajları sele yol açabilir, sonucunda bir göl oluşur, bu da kunduzların yararınadır. Bu göl kunduzun uyarlanımıdır. Genişletilmiş fenotiptir. Büyük göller ve derin göller için genler vardır: göl fenotipinin genetik nedenleri vardır. Genlerden çıkıp büyük ölçekteki dünyaya ulaşan ve onu etkileyen nedensel okları gözünüzde canlandırabilirsiniz.

Genlerimiz bir virüs kolonisi gibidir; anarşist virüslerden ziyade sosyalleşmiş virüsler. Bedeni üretmek ve bedeni hepsi için faydalı olanı yapacak hale getirme konusunda hep beraber çalışma anlamında sosyalleşmişlerdir. Bunu yapmalarının tek nedeni hepsinin mevcut bedeni terk edip, yumurta veya sperm fark etmez, aynı rotayla başka bir nesle aktarılmaya yazgılı olmalarıdır. Eğer bu rotadan çıkıp hapşırıkla bir sonraki kurbana bulaşabilselerdi bunu yapacaklardı.

Bunlara anarşist virüs diyoruz. Anarşist virüsler bizi hapşırtanlar, birbirleriyle beraber çalışmayanlardır. Ölüp ölmememiz umurlarında değildir. Yapmak istedikleri tek şey bizi hapşırtmaktır ya da kuduz virüsü ise köpeğe salya salgılatır ve ısırmasına yol açar. Ama genlerimizin çoğu sosyalleşmiş virüslerdir, sosyalleşmiş eşleyicilerdir. Disiplinlidirler ve kesinlikle işbirliği içindedirler çünkü bedenden tek çıkış yolları vardır: sperm ya da yumurta.

Doğal seçilimin gen merkezli görüşü moda olmadan önce insanlar eğer bir şey faydalıysa olacağını söylerlerdi. Bu bazılarını uyarlanımcı görüşün kolay bir oyun olduğuna inanmaya götürdü Bir şey açıklamak için çok kolaylıkla Darwinci bir açıklama ortaya atabileceğiniz söylendi. Buna kıyasla gen seviyesindeki Darwinci

anlayış belli bir tür açıklamayı çok ciddi şekilde sınırlandırır. Bir şeyin sadece fayda sağlayacağı için evrimleşeceğini söylemek yeterli değildir. Bunu yapan genler için faydalı olduğunu söylemelisiniz. Bu olası kolay açıklamalar yığınını kendiliğinden silip atar.

Bilgisayarlar pek çok şey için en iyi metaforlar, çünkü son derece karmaşıklar. Pek çok açıdan canlı varlıkları hatırlatıyorlar. Bir düzeneğin davranışını baştan programlama fikri canlı organizmaları anlamak için hayatidir. Bencil gen bakış açısıyla bizler robot yaşamkalım makineleriyiz, genler kendileri bir şeyleri toplayamayacağı, yakalayamayacağı, yiyemeyeceği, koşamayacağı, seçemeyeceği için bunu bir vekille yaparlar; bunu yapacak makineler inşa etmeleri gerekir. Bu biziz. Bu makineler işin başından programlanmıştır.

Uzak bir gökadaya gitmek isteyen, ama o kadar hızlı yolculuk yapamadıklarından bunu yapamayan ve ışık hızında talimatları ışınlayıp o uzak gezegendeki insanların bu talimatları çalıştıracak bir bilgisayar yapması fikri gibi metaforlar da kullandım. Canlı formlarını yeniden yaratmak için ihtiyacınız sadece talimatlardır. Bu şeyin günbegün çalışmasını programlayamadığına göre programlanmasını baştan denetlemektedir. Uzak gökada çok uzaktadır: emirler gönderemezsiniz, "Şimdi şöyle yap, böyle yap" diyemezsiniz, çünkü her talimatın gidip gelmesi milyonlarca yıl alır. Tüm olanaklı olayları öngören ve böylece talimat gönderilmesi gerekmeyen bir program gönderirsiniz; tüm talimatlar oradadır. Genler bunlardır. Evrimdeki başarı çökmeyen programlar yapmaktır. Çöken programlar kendilerini devam ettiremezler. Bir birey hayvanı en iyi ele alma yolu kendi inşa programını taşıyan robot yaşamkalım makinesi olarak bakmaktır.

Darwinci dünyada her şeyin genler olmadığı olgusunu dramatize etmek için "kültürel mem" fikrini geliştirdim. Çeşitli alanlardan bilim insanlarının bu metaforu kullanması bu fikrin kendisinin iyi bir mem olduğunu gösterir. Kültürel kalıtım birimi mem Darwinciliğin temel birimi olan eşleyici fikrine bağlanır. Eşleyici kendini çoğaltan ve dünyaya çoğaltma olasılığını azaltan ya da arttıran güç uygulayan herhangi bir şey olabilir. DNA bunu göze batar şekilde iyi yapmaktadır, ama ilkede bunu yapabilecek tek şey gen değildir. Diğer gezegenlerdeki hayat

DNA sahibi olmayacaktır ama bir çeşit eşleyici kesinlikle olacaktır. Mem burada, Dünya'da Darwincilik yapan şeye başka bir örnektir. Başka tür bir Darwinciliğin süregittiğini görmek için başka bir gezegene gitmemiz gerekmeyebilir. Belki burada kültürel eşleyiciler biçiminde yüzümüze bakmaktadır.

Eğer ben ultra-Darwinci görüşü temsil ediyorsam, Brian Goodwin'in çok farklı bir yaklaşımı var. Kendisini Darwincilik-karşıtı sanmaktadır, ancak öyle olamaz, çünkü alternatif bir açıklaması yoktur. Başlıca embriyolojiyle –neyi nasıl yaptığınızla– ilgilenir, bense nasıl evrimleştiğiyle ilgilenirim. Canlı formların neredeyse bir tür özel fizik olmasını ilginç bulur. Anafor analojisini kullanır, güzel bir sarmal şekli vardır ve bu şekilde fiziğin kurallarından gelir. Ama fiziğin kuralları iki kararlı duruma izin verir: ya saat yönünde ya da tersi yönde sarmal.

Goodwin'e göre genlerin etkide yapabildikleri sarmalı saat yönünden tersine çevirmektir, ama başka bir şey yapamazlar. Sarmala dair zarif ve güzel her şey fiziğin yasalarından gelir. Genlerin bizde yaptıklarının bu olduğunu düşünür, bir anafora benzeyen salyangoz kabuğunda ya da boynuzda buna inanmak kolaydır ama Goodwin bunun her şey için geçerli olduğunu düşünür. Fiziğin hayatın iş kısmından sorumlu olduğuna ve genlerin yapabileceğinin fiziğin izin verdiği çeşitli istikrarlı haller arasında seçim yapmak olduğuna inanır.

Goodwin için evrim bir çeşit sadece bir istikrarlı durumdan başka birine yolunu seçmedir. Bu doğru olabilir; ayrıntı dışında bu benim görüşümle çelişmez. Aşırı Goodwin görüşüyle benim aşırı görüşüm arasında bir süreklilik vardır. Halihazırdakinden küçük-ölçek, aşamalı, adım-adım değişim yolunda genlerin başaramayacağı fazla bir şey olmadığına inanıyorum. Eğer büyük boynuzlu bir gergedansanız ve eğer doğal seçilim bunu küçük, daha keskin ya da daha kör, daha kalın ya da ince bir boynuza çevirmek isterse bana göre bu çocuk oyuncağıdır. Bunun yapılabileceğine eminim, Goodwin ise sadece belli şekilde boynuzların olanaklı olduğu kanaatine sahip olabilir. Bu ucu açık bir sorudur. Embriyolojinin izin verdikleri hususunda ciddi sınırlamalar olabilir. Bu fikre karşı değilim; bu Darwincilik-karşıtlığı değildir.

Goodwin ve meslektaşlarına uzatabileceğim en güzel zeytin dalı "kaleydoskobik embriyoloji" dediğim şeydir. Bir kaleydoskop düşünün: bir borunun içerisinde bir miktar renkli taşlar var, taşlar rastlantısal doldurulmuşlar ama bir dizi aynadan doğru bakarsanız örneğin bir çiçeğe benzeyen güzel, simetrik desenler görürsünüz. Kaleydoskobun kenarına vurursanız aslında renkli taşlar bir miktar kayar ve konumlarını değiştirirler, ama sizin gördüğünüz desenlerin zarif bir şekilde değişmesidir. Embriyolojiler mutasyonun karmaşık etkiler üretmesi anlamında kaleydoskobiktir. Embriyolojinin kendisi karmaşık bir süreçtir, öyle ki rastlantısal bir değişiklik, bir mutasyon bir kaleydoskoba vurduğunuzda ortaya çıkan imgeler gibi kendini gösterir. Bazı durumlarda, örneğin hepsi birbirinin aynı beş koluyla deniz yıldızındaki gibi karmaşıklık kelimenin gerçek anlamıyla simetridir. Farklı deniz yıldızları açıktır ki sıradan mutasyon süreciyle evrimleşirler. Ama bir mutasyon, diyelim, ki tüm beş kolun birden şeklini değiştirirken hemen beşinde birden aynı zamanda işler. Benzeri şekilde bir toprak solucanı birbirinin aynı bölütlerden meydana gelen uzun bir yapıdır. Bacakları daha uzun, daha kısa, daha siyah ya da kahverengi yapan bir mutasyon hemen tüm bacaklarda birden işlemeye başlar. Bunlar kaleydoskobik embriyolojinin iki örneğidir. Mutasyon embriyolojinin mevcut sürecinden süzülür ve mutasyonun sonuçları karmaşıktır. Kaleydoskobik embriyolojiyle kastetmeye çalıştığım budur.

Doğal seçilim kısa vadede açıktır ki hayatta kalan mutasyonları yeğler. Ama embriyolojilerin lehine daha üst düzey, üretken yönde kaleydoskobik bir çeşit var olabilir. Deniz yıldızları ve denizkestanesinin beş-yönlü simetrisi gibi; evrimleşmekte belki özellikle iyi embriyolojiler. Evrimsel saat ilerledikçe sadece hayatta kalmada ve üremede başarılı bireyleri yeğleyen kısa vadede seçilim değil, ama ara sıra, embriyolojide onu farklı bir şekilde kaleydoskobik yapan ve daha-üst düzey seçilim tarafından yeğlenen temel değişiklikler vardır, çünkü bazı yeni embriyolojiler evrimleşmekte iyidir. Belki özellikle bir kıta kitlesel soy tükenmesiyle temizlendiğinde ve doldurulması gereken bir boşluk meydana geldiğinde hızla yayılma ve yepyeni dallara evrimleşmede iyi bir embriyolojiye sahip hayvan grubuyla doldurulabilir.

Soy tükenmeleri olur ve evrim tarihinde çok büyük önem taşırlar. Eğer dinozorların soyu tükenmeseydi canlılığın tüm tarihi değişirdi. Örneğin muhtemelen memeliler olmazdı. Çok büyük olasılıkla altmış beş milyon yıl önce dinozorlar doğal seçilimle hiçbir ilgisi olmayan bir sebepten ötürü, doğal bir felaket sonucu yok oldular Bu canlılığın tarihinde birkaç kez olmuştur ve doğal seçilimin işlediği evrimsel çerçeveyi sağlar. Ama sadece doğal seçilim kısa-vadeli yararların kısa-vadeli seçilimi, aşamalı değişim karmaşık uyarlanımların birikerek yapılaşmasından sorumludur. Soy tükenmesi etrafı temizler, yeni bir canlı formunun –bu örnek için memelilerin– yeşermesine izin verir.

Benim buna dair görüşüm "evrimleşebilmenin evrimi" tabirimde içerilir. Belli embriyolojiler evrimleşmekte diğerlerinden daha iyi olabilir. Sadece –sıradan Darwincilikteki– hayatta kalmakta değil, ama evrimleşmekte de iyi olan canlı formları için daha-üst düzey bir çeşit seçilim olabilir. Her soy tükenme yaşandığında, yeni bir canlı formu –gerçek anlamda dünyayı miras almak için– yayılmaya ve evrimleşmeye başlar. Memeli embriyolojisinde memeli beden planını aniden evrimleşmekte, tamamen boşaltılmış alandan yararlanmakta başarılı kılan bir şey var olabilir. Eğer bir alanı temizlerseniz, sayısız çeşitli karakteri –et-obur, ot-obur, büyük et-obur, büyük ot-obur, küçük et-obur, küçük ot-obur, vb– doldurmak için aniden evrimleşmeye başlayan formların çılgın hücumu olacaktır. Tüm bu boş alanı doldurmak için yayılmada pek başarılı olmayan bazı embriyolojiler olabilir. Çok esnek, evrimleşmekte, iklimdeki değişikliklerden yararlanmada çok iyi ve geniş çaplı yayılarak evrimleşen diğer bazıları var olabilir.

Yüzeyde bu fikir benim ilişkilendirildiğim görüşten biraz farklı. Buraya bilgisayar biyomorflarımla –kör saatçi bilgisayar programıyla– oynayarak geldim. Bu programdan bazı belli bilgisayar algoritmaların biyomorfik, kör saatçi türü programlarda evrimleşmede diğerlerinden daha iyi olduğunu öğrendim. O zaman evrimleşmede daha iyi olma yararına daha-üst-düzey bir seçilim hayal edebilirdim.

Stephen Jay Gould evrimde ilerleme olduğuna karşı çıkıyor. İlerleme olmadığı konusunda hepimiz hemfikiriz. Kendimize ne-

den bazı ana grupların soyu tükenirken diğerlerinin tükenmediğini, neden Burgess Şeyl faunasının artık olmadığını sorarsak, eminin cevap kötü şanstır. Kim başka türlü düşünür ki? Bunda yeni bir şey yoktur. Öte yandan bir gruptaki gelişmiş uyarlanıma doğru kısa-vadeli evrim; yırtıcıların avlarına, parazitlerin konaklarına karşı güç kazanmaları, işte bu ilerlemecidir, ama sadece kısa bir süre. Bu evrimdeki her şeyin ilerlemeci olmasını gerektirmez, ama yırtıcı bir hayvan soyu ve onun avının soyunun birlikte evrimleştiği milyon yıllık dönemler olacaktır; hepsi hızlanıyor, duyu organları gelişiyor, gözleri keskinleşiyor, pençeleri güçleniyor: bu ilerlemecidir. Av konumundaki hayvanlar evrimleşiyorlar çünkü onları avlayanlar evrimleşiyorlar.

Evrimin uzak bir insanlık hayalini amaçlamasında hiçbir anlam olmadığına katılıyorum. Bu aptalcadır. Hiçbir ciddi evrimci bunu düşünmemiştir. Gould gerçekte olduklarından daha radikal şeyler söylüyor gözüküyor. Öyleymiş gibi yapıyor. Atış yapmak için ciddi hedefler olmayan yel değirmenleri kuruyor.

Evrimin "çoğulcu" yaklaşımı eşleyicilerle vasıtalar arasında yaptığım farkın yanlış anlaşılmasıdır. Doğal seçilim dünyanın başarılı eşleyicilerle dolması ve başarısız eşleyicilerden temizlenmesi anlamında eşleyiciler seviyesinde işler. Bu eşleyicilerin başarılı olup olmama yolu vasıtalar inşa etmekte, fenotip etkisinde iyi olmalarıdır. Bu vasıtalar bireyler, gruplar, türler, vb hiyerarşisinde kendilerini oluştururlar. Vasıtaların farklı başarıları bu hiyerarşideki tüm seviyelerde konuşulabilir. Vasıtalardan konuştuğunuz sürece seçilim seviyelerinde bir hiyerarşi vardır. Ama eşleyicilerden konuştuğunuzda yoktur. Memleri saymazsanız bildiğimiz tek bir eşleyici vardır.

Steve bunu anlamıyor. Hiyerarşilerden sanki gen hiyerarşide en alt seviyeymiş gibi bahsetmeye devam ediyor. Genin hiyerarşideki en alt seviyeyle alakası yoktur. Bu bir kenara.

Gould ve ben sadece popülerleştirici değiliz. Bizim fikirlerimiz gerçekten insanların hayatlarını etkiliyor ve değiştiriyor; diğer bilim adamlarının düşünme biçimlerini değiştiriyor, daha farklı, yapıcı bir şekilde düşündürüyor. Popülerleştirmeyi küçümseme eğilimi var. Ben bu kelimeyi her ikimiz için de kullanmamayı tercih ederim. Yaratıcı olanla popüler olan arasında

bir sınır çizmek zor. Ben kendimin bu alandaki yaratıcı bir güç olduğunu düşünmeyi tercih ederim. Bu bildirmekten, insanların anlaması için mevcut görüşü açıklamak amacıyla kitap yazmaktan farklı. Bunu yapmıyoruz. Yaratıcı bir şey yapıyoruz: insanların zihinlerini değiştiriyoruz.

Öte yandan bizim önde gelen evrim düşünürleri olduğumuzu söylediğinizde bu doğru değildir. Bugün evrimdeki büyük isimler W. D. Hamilton, John Maynard Smith ve George Williams. Hamilton akraba seçiliminin mucididir. Şimdi eşey üzerine yoğunlaşıyor, çünkü evrim kuramında eşey bir sorundur. Ne içindir; neden oradadır? Eşeyin ne olduğuna dair en son ve muhtemelen en umut vadeden kuramı sunmuştur. Eşeyin nedeninin asalaklara karşı bir uyarlanım olduğunu düşünmektedir. Bu evrime bakmanın çok heyecan verici, devrimsel bir şekli: evrim dinamik, sürekli aynı yerde kalmak için koşabildiğin kadar koşma vizyonu. Tüm kariyerinde Hamilton özgün ve uyarıcı oldu, araştırmacı nesillere yeni çabalar için esin verdi.

Bazılarına göre ben bağnazım. Bu biraz, kötülüğe yönlendirdiklerini düşündüğüm saçma dini önyargılara karşı tutkuyla tepki vermekten kaynaklanıyor. Bir bilim insanı kimliğimle, benim bağnazlığım gerçeğe dair derin kaygıma dayanıyor. Her tür gericiliğe, bilinemezciliğe, sahteciliğe son derece karşıyım. Eğer birinin sahte olduğunu düşünürsem, eğer birisi gerçeğin ne olduğuyla aslında ilgilenmiyorsa, ama başka gerekçelerle yapıyorsa, eğer biri entelektüel gibi ya da olduğundan daha bilgili, mistik görünmeye çalışıyorsa buna karşıyım. Bundan dinde bir miktar var. Aslında orada bulunmayan mistik gizemleri eklemeden de evren anlaması çok zor bir yer. Diğer bir husus ise estetik: evren özünde gizemli, büyük, güzel ve şaşkınlık verici. Dindar kişilerin gelenekte benimsediği evren görüşü türü evrenin gerçekteki haline göre cılız, acınası ve cimri. Örgütlenmiş dinlerin sunduğu evren avuç içi kadar küçük ortaçağ evrenidir ve son derece sınırlıdır.

Ben bir Darwinciyim çünkü diğer seçenekler Lamarkçılık ya da Tanrıdır, hiçbiri açıklayıcı ilke olma görevini yerine getirmez. Evrendeki yaşam ya Darwincidir ya da henüz düşünülmemiş başka bir şeydir.

Biyolojide tek bir genel ilke vardır ve elbette bu Darwinciliktir. Evrim kuramının öneminden kimse şüphe duymaz, kimse Darwinci evrimin biyolojinin temel kuramı olduğundan şüphe duymaz. Ama insanların buna büyük oranda katılması için yapılması gereken pek çok şey var. Bildiğiniz gibi Amerikan nüfusunun yüzde ellisi bırakın Darwinciliği, evrime inanmıyor. Cehalet konumundan Darwinciliğe yapılan saldırılar bir tepki oluşturma eğilimindedir. Evrimin geçmişte gerçekleştiği kuşkusuz doğrudur; bunu inkar etmek dünyanın yuvarlaklığını inkar etmek gibidir. Bu nedenle evrim biyologlarının ukala gözükmesi olasıdır. Fizik bunlarla uğraşmak zorunda değildir.

Bilgisayar modelleri ve yapay yaşamla giderek daha fazla ilgileniyorum, çünkü Darwincilikle genel bir olgu olarak ilgileniyorum: ilkesel bazda Darwincilik evrende herhangi bir yerde nasıl olmalı? Yaşam olan başka yerlere gidemeyiz. Evrende başka bir yerlerde büyük olasılıkla yaşam olduğuna inanırım, ama emin değiliz ve neredeyse kesindir ki hiçbir zaman bilemeyeceğiz. Evrende pek çok Darwincilik var ama biz sadece birini araştırabiliyoruz. Araştırabileceğimiz pek çok hayvan, bitki ve hayvan grupları var; ama sadece bir Darwincilik.

Başka bir gezegene gitmenin ikinci iyi yanı yapay bir dünya kurmaktır ve bilgisayar bunu kurmak için en belirgin yerdir. Bir bilgisayarın silikon dünyasında böyle bir yer kurabilirsiniz ve bu dünyada işler devam edebilir. Sizin modelinizin istediğiniz herhangi bir özelliğe sahip olmasını sağlayabilirsiniz ve sonra Darwinciliğinizin bu modelde gidişini kurarsınız ve bir parça şans yardımıyla bu gezegenin Darwinciliğinin esas özelliklerinin hangisinin model dünyada esas hangisinin rastlantısal olduğunu saptarsınız.

GEORGE C. WILLIAMS Eleştirmiş olsam da Dawkins'in *Gen Bencildir*'de sunduğu eşleyici kavramı kesinlikle önemli bir kavramsal gelişme. Dawkins için saygı ve takdir hisleri beslerim.

LYNN MARGULIS: Dawkins bilim insanlarının nasıl akılcılaştırdıklarına dair yorumlarımın somutlaşmış bir örneğidir. Gaia

hipotezine televizyonda şu tepkiyi verdi, aynen aktarıyorum: "Bu fikir gerçeğe değer veren bilim insanları dışında kimse için tehlikeli ya da elem verici değildir." Bu alıntı Dawkins'in kibrini gösterir. Dawkins'i Lovelock ve benimle Gaia fikirlerini tartışması için davet ettim ve o bir telefon görüşmesini bile reddetti. Dawkins'in de bildiği gibi ben memnuniyetle böyle bir yolculuğu ve Jim'le anlamlı bir fikir turnuvasını ayarlardım. Gerçekten Gaia'nın ayrıntılarını tartışmaktansa sağa sola ateş etmeyi tercih ediyor. Gaia "gerçeğe değer veren bilim insanları için tehlikeli ve elem verici" derken kendinden bahsediyor. Gaia onun için tehlikeli ve elem verici çünkü geri kalan bizlerin tam aksine, gerçeğe değer veriyor. Bu önermenin imaları onun tekbenciliğini gözler önüne seriyor.

MARVIN MINSKY: Richard Dawkins'in mem kavramına bayılıyorum; bir zihinden diğerine az ya da çok, kendilerini çoğaltarak üreyebilen yapılandırılmış bilgi birimleri. Birkaç milyon yıl önce atalarımızdan bazıları bilgiyi paralel ve üstü örtük yerine seri ve belirgin temsil etmede uzmanlaşmış bazı beyin makineleri evrimleştirmişlerdir. Bizim bu erken primat atalarımız deneyimlerinin meyvelerini sesli sinyallerle aktarabilmeyi başarmıştır; bu da sonuçta hem halihazırda mevcut öğrenme ve bilgiyi temsil etme yeteneğinde hızlı ilerlemeye ve belki de daha önemlisi yeni fikirlerin sosyal evrimine yol açmıştır. Her beynin seri işlemleme yapma yeteneğini geliştirerek, tüm topluma paralel biçimde bilgi biriktirme sunulmuştur. Bunun sonucunda, evrimin tabiatı değişmiştir. Darwinci şemada sadece genler seviyesinde evrimleşebiliriz; ancak memlerle bir fikir sistemi hiçbir biyolojik değişiklik olmaksızın kendi kendine evrimleşebilir. Aynı olgunun pek çoğunu evrimsel uygunluk mücadelesinde de görüyoruz; bir felsefe rakibin neden yanlış olduğuna dair yeni ve ikna edici bir sava evrimleşirken olduğundaki gibi. Mem yayılımının Darwinci evrimle etkileşimi yeni bir düzeni ortaya çıkardı. Özellikle, daha basit türlerde daha az desteklenen "grup seçilimi" gibi olguları olanaklı kıldı. Diğer bilim insanlarının düşüncelerinin çoğunda bunun takdir edildiğini pek görmüyorum, ama ben ve arkadaşlarım bunun çok önemli bir fikir olduğunu düşünüyoruz.

BRIAN GOODWIN: Richard Dawkins ile ben olayları çok farklı şekilde görüyoruz, çünkü kendisini Darwinciliğin destekçisi yaptı. Onun için Darwin bir esinlemeydi. Dawkins zoologdu, bir etologdu ve sonra birdenbire Darwin'i anladı ve "Tanrım, gerçek bu, herkes gerçeği bilmeli" dedi. Bir tür vaiz gibi bir şey oldu.

Açıktır ki Richard ve ben biyolojiye bakış açılarımızda daha farklı olamazdık. Biyolojik indirgemeciliğin, ta genlere ve eşleyicilere kadar yeni-Darwinci indirgemeciliğin parlak bir taraftarıdır ve Richard'ın yeni-Darwincilikte hayvanların yokluğunu bütünüyle açıklığa kavuşturmuş olmasını harika buluyorum. Genler ve eşleyicilerle biyolojik gerçeklik seviyesine ulaştığını düşünüyor. O söz konusu iken, organizmalar sadece gen ambalajları; ikincil oluşumlar. Benim içinse, Darwin gibi, birinciller. Bu nokta Richard ve benim en tutkulu tartışmaları yaşadığımız yer. Onu biyolojideki bahtsız eğilim diye nitelendirdiğim şeyin en aşırı savunucusu görüyorum.

Gen Bencildir ve *Genişletilmiş Fenotip* kitaplarında sunduğu yeni-Darwinciliğin kısa bir özetini vermek için belirttiği dört noktayı analım: 1) Organizmalar kendilerinin daha fazla sayıda kopyasını bırakmak isteyen gen gruplarından meydana gelirler 2) Bu bencildir 3) Kalıtımsal malzemenin bu içsel bencillik niteliği daha başarılı genler tarafından üretilen daha uygun çeşitlerin hayatta almasıyla sonuçlanan organizmalar arası rekabete dayalı etkileşime yansır 4) Daha sonra organizmaların daha iyi, daha uyarlanmış olmaya çalıştığı ve –matematiksel, geometrik bir metafor anlamında– uygunluk diyarında zirvelere tırmanmaya çalıştığı noktaya geliriz.

Gen Bencildir'in sonunda ortaya çıkan en ilginç nokta Richard'ın tüm diğer türler içerisinde insanların eğitim çabalarıyla bencil kalıtımlarından kaçıp özde özgecil olabileceğini söylediği yerdir. Birden bu dört hususun Hıristiyan muhafazakarlığının dört bilindik ilkesinin dönüştürülmüş halleri olduğunu fark ettim; 1) İnsanlık günah içerisinde doğmuştur 2) Bencil bir kalıtımımız vardır 3) Bu nedenle insanlık çatışma ve ağır çalışma gereken bir hayata mahkum olmuştur 4) Ama kurtuluş vardır.

Richard'ın yaptığı Darwinciliğin bir çeşit Hıristiyan teolojisi dönüşümü olduğunu kesinlikle netleştirmektir. Sapkınlıktır

çünkü Darwin evrimin hayati gücünü maddeye koyar, ama diğer her şey aynı kalır. Bir döneminde Richard'ın çok dindar olduğundan ve sonra bir çeşit Darwinciliğe döndüğünden şüphe duyuyorum, coşkuyla insanların bunu bir yaşam biçimi olarak kucaklaması gerektiğini hissediyor.

Evrim konusunda uzlaştığımız yer küçük-ölçek değişikliklerle ilgili. Uyarlanımın, doğal seçilimin türlerde küçük değişiklikler üretebileceğine tamamen katılıyorum; dört farklı köpek seçebilirsiniz. Ama bunlar halen köpektir. Soru bir köpek olmaktan çıkıp başka bir şey nasıl olunacaktır? Burada yeni bir ilkeye ihtiyaç duyarsınız. Darwincilik sadece küçük ölçek değişiklikleri belirtir. Evrim sırasında ortaya çıkan büyük farklılıkları nasıl elde ettiğiniz sorununu belirtmez.

Darwincilik başka bir anlamda da doğrudur. Doğal seçilim çeşitli habitatlardaki farklı tip yaşam döngülerinin istikrarıyla ilgilidir. Bir türün hayatta kalması, sürebilmesi için belli bir habitatta dinamik istikrara sahip olması gerekir. Bu anlamda Darwincilik özellikle doğru.

Ama önemli nokta dinamiğin nasıl işlediği, evrimin gerçekte bu farklı formları nasıl ürettiği. Richard değişen genlerdeki farklılıkların birikiminin belli farklılıkları ortaya çıkardığına ve böylece türleri, cinsleri, familya ve takımları –tüm taksonomi sorununu– açıklayabileceğinize inanıyor. Ama farklı form kategorileri var, işte bu noktada matematik ve fizik konuya dahil oluyor. Cins ve türün fizikteki hidrojen, oksijen, nitrojen, karbon gibi elementlere benzediği doğal organizma çeşitleri –olası farklı formlar– olduğuna inanıyorum. Sonra tüm izotoplar, pek çok karbon çeşitlemeleri var. İşte türlerde de böyle: türlerin pek çok değişkesi vardır, ama bunlar doğal bir çeşittir. Bunu anlamak için biyolojik formların fizik ve matematik içeren kuramına ihtiyaç var.

STEVE PINKER: Richard Dawkins'in üç kitabı ve makalelerini okumak benim entelektüel gelişimimde doğal bir dönüm noktasıydı. Öğrenciyken Gould ve Lewontin beni ikna etmişti; görüşleri Cambridge, Massachusetts'te akademik açıdan doğruydu –kısmen uzun zamandır sol-kanat politikayla aynı tarafta görülme damgasından kısmen evrimde şık ve bilge bir konum

görülmesinden: özelliklerin kökenine dair sadece işte-böyledir hikâyeleri anlatmayacaksınız. Uyarlanım-karşıtı savlardan her zaman entelektüel bir rahatsızlık duydum, ama sadece evrime cahil kaldığımı anladım. Dawkins'in kitaplarını okuduğumda, özellikle *Genişletişmiş Fenotip*'i, doğal seçilimin güç ve zayıflıklarının titiz ve sağlam yorumundan etkilendim.

Williams-Dawkins görüşünü hemen takdir etmemin bir nedeni biyolojinin benim de uğraştığım bir yönünü; uyarlanımsal karmaşıklığı açıklamaya çalışmalarıydı. İnsanların çok iyi işlediği için kanıksadıkları zihinsel süreçleri araştırıyorum. Zihin üzerinde çalışırken Mozart'ın bir senfoniyi nasıl yarattığıyla, Einstein'ın görelilik kuramına nasıl vardığıyla, zekânın bu şaşalı zirveleriyle ilgilenmiyorum. Bir odada yürümek, basit bir soru sormak, bir yüzü tanımak gibi daha sıradan şeylerle ilgileniyorum.

Bu becerilerin gerisinde ne yattığına bakın. Bir yüzü bizim kadar kolaylıkla tanıyan bir makineyi nasıl yaparsınız? Sıradan cümleleri üretebilecek ve anlayabilecek bir bilgisayarı nasıl programlarsınız? Son derece çapraşık mühendislik içermeli. Görüş veya dil söz konusuyken yazılım mühendisliği, göz küresi veya el durumunda fiziksel mühendislik. Ama halen, bizim kanıksadığımızı yapabilmek için düzinelerce son derece incelikle düzenlenmiş altprogramlar ve algoritmalara ihtiyaç var. Williams ve Dawkins olasılık dışı, iyi-mühendislik ürünü özellikleri açıklamada doğal seçilimin yardımına başvurmanın gerekliliğini vurguluyor, çoğu zihin iyi-mühendislik ürünü, olasılık dışı devrelerden oluşuyor, bunun doğal sonucu zihinle ilgilenen herkesin uyarlanımla uğraşmasıdır: bazı sorunları, atalarımız hominidlerin günlük varoluşlarında karşılaştıkları sorunları çözme yetenekleri sebebiyle yaratılmış karmaşık doğal seçilim ürünleri. Eğer sıradan bir zihni bahşedilmiş alırsanız, eğer sıradan zihinsel etkinlikleri kanıksadıysanız, o zaman bunun büyük bir beyne sahip olmanın rastlantısal yan ürünü, genetik sürüklenmeyle gelen bir şey ya da şanslı bir mutasyon olabileceğini düşünmeyi göze alamazsınız. Ama eğer bir kurbağayı kesip açarsanız, içindeki güzelce dizilmiş organları görürseniz, bunu embriyo gelişimdeki bir parametrenin büyüme oranında-

ki bir değişim gibi, oldukça amaçsız ve nispeten basit sürecine atfetmeniz daha az olasıdır, büyük olasılıkla karmaşık organizmalar yaratan biyolojik kuvvetlerin çeşitlerine bakarsınız.

NILES ELDREDGE: Richard'la sonunda 1994 yılında tanışabildim. Ondan önce bana *Oxford Surveys in Evolutionary Biology*'yi (Evrim Biyolojisinde Oxford İncelemeleri) başlattığını söyleyen ve bir yazıyla katkıda bulunup bulunamayacağımı soran bir mektup göndermesiyle rastlaşmıştık. Tesadüfen Stan Salthe ile birlikte yazdığımız metin *Evolution* dergisi tarafından felsefe ya da kuram değil ama sadece deneysel çalışmaları yayınladıklarını söyleyen bir notla reddedilmişti. Richard'a yazıp "Bu hoşunuza gitmeyecek, bu sadece hiyerarşi hakkında" dedim ve bana cevap yazıp "Size hiyerarşiyi sevmediğimi düşündüren nedir?" dedi, bunu yazması şaşırtıcı ve çok espriliydi, çünkü o çok gen-merkezli, indirgemeci bir kişi. Hiyerarşiler hakkında konuşuyor, ama sadece değişik bir şekilde ele alıyor.

Bu meslek için son derece iyi oldu. Aşırı derecede komik. Bizi mıhladığında bile bazen bize karşı en iyi yorumları yazdığını düşünüyorum. Ama en zekice yorum Richard'dan değil, başka bir genetikçiden, sıçramalı evrime "ahmaklarla evrim" diyen Brian Taylor'dan geldi. Beni zıvanadan çıkarsa da güldüm.

Richard sadece fikirleri iletmiyor, aynı zamanda özgün bir düşünür. Richard Dawkins'e iyi hisler beslerim. Sadece bu değil ama Williams'ın evrim biyolojisinde başlattığı –ultra-Darwincilik– tüm indirgemeci şeyin hoş yönü pek çok kişiye pek çok iş imkanı sağlamasıdır. Özellikle sosyobiyoloji aracılığıyla, ama tüm gen-merkezli şey bir metafor oldu ve hem de bir sanayi oldu, yayılmasında en sorumlu kişi Dawkins'dir.

W. DANIEL HILLIS: Dawkins'ten tek şikayetim fikirlerini aşırı net açıklaması. Kitaplarını okuyan insanlar bir şeylerin gerçektekinden daha basit olduğu yanılsamasına kapılıyor. Marx'ın okurlarını tarih ve ekonomi alanında kazanılmış özel bir bilgiyle uzman hissettirmesi gibi Dawkins de okurlarını biyolojide ayrıcalıklı bir konumda hissettiriyor. Bu biyologları sinirlendi-

riyor, özellikle de Dawkins'in fikirleri çok iyi olduğu için. Bencil gen, mem ve genişletilmiş fenotip gibi fikirler güçlü ve heyecan verici. Beni başka türlü düşündürtüyor. Ne yazık ki bu fikirleri aşırı yorumlayan pek çok kişiyle tartışıyorum. Açıkladıklarından daha fazlasını söyledikleri sanılarak çok kolaylıkla yanlış anlaşılıyor. İşte görüyorsunuz, bu Dawkins tehlikeli bir adam. Marx gibi. Darwin gibi.

STUART KAUFFMAN: Richard ve ben spektrumun oldukça zıt uçlarındayız. Richard saf Darwinci geleneğin varislerinden ama seçilimi her şeyi açıklaması olarak görmek istiyor. Kendiliğinden düzeni görmezden geliveriyor, çünkü Darwinciliğe hiçbir şekilde karşı olmamasına rağmen, Darwinci gelenekte yok. Richard Darwinciliğin en tutucu evrimsel yorumunun çok kolay anlaşılır şekilde sözcülüğünü yapıyor; Darwinci anlamda tutucu derken her şeyin seçilime göre olması anlamında. Darwin'in kendisi çok daha eklektikti.

Richard *The Blind Watchmaker* [*Kör Saatçi*] adlı kitabında anlattığı morfoloji üreten bilgisayar programını geliştiriyor. Nasıl kullandığını izledim, ilginç ve eğlenceli, ancak orada göze görünenden azı var. Hem kabul diyorum ama hem de biraz eleştirel oluyorum. Morfoloji yapan genotip diye bir şeyiniz varsa morfolojilerin çeşitlerini üretebilirsiniz. Bir genotiple oynayarak genotipte mutasyona yol açabilir ve farklı bir morfoloji yaratabilirsiniz. Elbette bir morfolojiler soyu seçebilirsiniz ve bu anlamda iyidir, çünkü bu dallanan filogenlerin neye benzeyebileceğine dair sezgilerinizi ayarlar. Benim yaptıklarında hoşlanmama eğiliminde olduğum kısım Richard'ın gelişim düzenekleri ve morfolojilere dair doğal, öz-örgütlü* ya da sağlam, bir önermesi yok. Sadece rasgele çizgi şekiller çizen bir bilgisayar programı var.

Eğer Richard'ın Kör Saatçi bilgisayar programına bakarsanız, benim anladığım kadarıyla bilgisayar ekranına hayvanlara benzeyen şekiller çizen küçük altyordamları bulunan bir program. Bu şeyde, "Bacak uzunluğu 7 birim yap" ya da "X birim yap"

* Self-organized –yn.

gibi küçük talimatlar olacaktır. Bir mutasyon "X-1 yap" ya da "X+1 yap" diyecektir. Birim her ne ise; diyelim ki uzunluk. Bu Richard'ın bilgisayar programında çalıştığı gelişim düzeneği. Çizgi çizen küçük bir algoritma. Algoritmada mutasyon yaratınca çizdiği morfolojiyi değiştirmiş oluyorsunuz.

Sorun bir ekrana çizgiler çizen bir bilgisayar programı yazmada bütünüyle keyfilik var. Burada keyfilik derken belli bir şeyi kastediyorum. Örneğin, gerçek bir morfoloji durumunda: eğer lesitin ya da kolesterol alıp suya boşaltırsanız, lipit kesecikleri oluşturur; bunlar lipozom denilen bilipit zarlardır. Hücre zarına benzeyen içi boş küresel lipozom elde edersiniz. Bu lipitin suda kendiliğinden yaptığı bir şeydir. Kendiliğinden oluşan, düşük enerji biçimidir. Bir morfoloji var. Rastlantısal değil. Size bilipit zar denilen şeyi veren fizik ve kimyanın beraberce çalışmasına dair bir şey var. Bu bilipit zar sağlamdır. Eğer lipit çeşitlerini, sıcaklığı, çözünen ve çözeni değiştirirseniz, yine de lipit keseleri elde edersiniz. Çok kapsamlı değişiklikler ve koşullarda bunları elde edersiniz. Burada morfolojinin temel parçalarından biri olan doğasından gelen bir sağlamlık var.

Bunu bir bilgisayarda modelleyebilirsiniz, ama bu "morfolojiler çizen" keyfi bir bilgisayar programında doğal olarak bulunmaz. Ben Richard'ın yaklaşımında doğrudan doğruya kendiliğinden ortaya çıkabilecek doğal formlara baktığını gösteren bir şey göremiyorum.

DANIEL C. DENNETT: Richard'ı *Gen Bencildir*'i okuduktan sonra tanıdım. İkimizin bu kadar benzer düşünmemiz bazen komik, bazen ürkütücü. İkimiz o kadar çok mevzuda o kadar benzer şekilde düşünüyoruz ki –ona böyle takılıyorum– birbirimizi çok fazla dinlememek için özen göstermemiz lazım, çünkü sadece birbirimizi gaza getiririz. Zayıflıklarımız her ne ise, bunları paylaşıyoruz ve birbirimizde bunları telafi ediyoruz. Birbirimizin çalışmaları için "Evet, evet, doğru" deme eğilimimiz var. Benim görüşüme göre mükemmel bir şekilde taşı gediğe koyan, farklı bir artyetişimden, farklı bilgiden, farklı ajandası bulunan ve de benim bakış açımdan taşı böylesine gediğe koyan birini bulmak çok memnuniyet verici.

Bazı insanlar onu benim şimdilerde açgözlü indirgemeci dediğim şey olmakla suçluyorlar –yani, onun geniş çapta aşırı basitleştirdiğini, çok az seviyede açıklamayla işi oldubittiye getirmeye çalıştığını söylüyorlar. Bu itirazın bazı çeşitleri doğru olabilirse de, çok önemli değil. Dawkins'in sunduğu algoritmik yaklaşım kasten aşırı basit. Ama Dawkins bunu daha karmaşık hale getirmek için fazlasıyla yer bırakıyor. Size aşırı basit halini sunduğuna dair pek çok uyarı veriyor. "Açgözlü indirgemeci" şikayetleri bir kaşık suda fırtına koparmaktır. Dawkins yanılmıyor, sadece zaman zaman fazla iyimser oluyor.

Eğer Gould-Dawkins anlaşmazlığını özde taktiğe bağlı diye ele alırsanız, bir anlam ifade etmeye başlar. Aralarındaki kan davasına bakmanın yapıcı bir yolu ve aslında Gould bir şekilde haklı. Canlılık ve evrim –özellikle evrimleşebilirlik– Dawkins'in hesaba aldığından çok daha karmaşık. Bu dünyayı sarsacak bir mevzu değil, ama ilginç, bir gün Dawkins'e hoş bir biçimde "Sağ ol Steve buna ihtiyacım vardı" deme şansı bile verebilir.

Maynard Smith doğaya karşı alınan tavırlardaki farklılık üstüne çok zekice bir şey söyledi. Doğaya bir şehir bakışı var, bir de kırsal bakış var. Gould kesinlikle doğaya şehir bakışını, Dawkins ve Maynard Smith ise kırsal bakışı ifade ediyor. Bir düşünce deneyi yapalım. Varsayalım ki Aristoteles'i bir zaman makinesiyle günümüze getirdik ve kalabalık saatte otobanın kenarına bırakıverdik. Elbette şaşıracaktır. Onu en fazla ne şaşırtacaktır? Arabaların, kamyonların varlığı mı? Ya da onların bu kadar çok çeşidi olması mı? Şöyle deme ihtimal var mıdır: "Neden hepsi siyah değiller? Neden şekilleri farklı?" Peki sadece orada bulunmalarından daha fazla etkilenemez mi? Elbette her ikisi de şaşırtıcı ve açıklanmaları gerekiyor. Dawkins ve Maynard Smith tasarımın mükemmelliğinden, böyle bir şeyin olanaklı olabilmesinden –böyle bir mühendisliğin harikalarının ortaya çıkabileceği koşulların mevcudiyetinden– daha fazla etkileniyorlar. Gould ise farklı tasarımların bu kadar farklı olmasından daha fazla etkileniyor.

Her iki olgu da önemli ve elbette birbirinden bağımsız. Eğer tasarımın bu kadar çok çeşidi olmasaydı, fazla bir mükemmelliği de olmayacaktı. Milyarlarca yıl boyunca sadece birkaç canlı

formuna sahip olabilmiş gezegenler düşünebiliriz. Konuşacak çeşitlilik yok, belki birkaç fotosentez yapan canlı. Sonuçta gezegenimizde yaşam bulunan zamanın büyük bölümü böyleydi. Dawkins ve Maynard Smith gibi uyarlanımcı kişilerin çeşitliliğin optimal seviyede çalışan bir makine olduğunu inkar etmeleri akılsızlık olur. Elbette öyle! Çeşitlilik onların silahlanma yarışları dediği tasarım geliştirmeyi yapan makine. Aynı zamanda bu silahlanma yarışları daha fazla çeşitlenme için fırsatlar yaratıyor, yani kendi kendini besleyen bir sistem. Bu iki fikir arasında bir zıtlık bulunduğunu düşünmek yersiz. Beraber işliyorlar, aynı sucuk ve yumurta gibi.

STEVE JONES: Dawkins II. Dünya Savaşı'ndan bu yana yazılmış en iyi popüler bilim kitabını; *Kör Saatçi*'yi yazdı. Basit, bir şeyleri gözden kaçırıyor –bunu kendisi herkesten önce kabul eder– ama size bunu anlatıyor ve konuya diğer kitaplarda olmayan bir tat katılmış. Kitapla çok hoş zaman geçirdim. Dawkins işe başladığında –metaforik anlamda– kollarını yeni sıvamıştı, çünkü tavukların beslenme davranışları üzerine deneyler yapıyordu. Çoğu bilim insanının deney yapmayı bırakıncaya kadar ünlü olmadıkları yönünde bir genel kabul var; Richard bunun mükemmel örneği.

En başarılı popülerleştirici olduğunu söylemeliyim. Konu için çok faydalı oldu ve konuyu başka türlü duymayacak pek çok kişinin –faturaları ödeyenlerin– ulaşımına sundu. Basit fikirleri –bencil gen fikri, öylesine basit ki doğru olmaması gerekir– en beklenmedik alanlara vahşice uygulamaya da istekli ve pek çok zaman doğru çıkıyorlar.

Bazı açılardan Richard Dawkins biyolojinin Martin Luther King'i oldu. Gerçek evrim kilisesi çevresinde büyüyen teolojik mistisizmle tüm bağları koparan ve "Asıl soru nedir?" sorusunu soran kişidir. Asıl sorular cevap verebileceğiniz sorulardır. Cevap veremeyeceğiniz her soru tanım gereği önemsiz ve ilgi dışıdır.

4. Bölüm

BRIAN GOODWIN
"Biyoloji Sadece Bir Dans"

FRANCISCO VARELA: *Brian kuramsal biyolog olarak nitelendirilmemeli. İlk zamanlarından beri biyolojinin içine girdi, ancak daha yakın zamanlarda hayatın bazı ifadelerinde temel kalıplara ulaşarak yapısalcı bir bakış açısı edindi. Bu anlamda, az ya da çok bileşikler ve moleküller üzerine kurulu biyolojiye yeni bir mesaj getirdi.*

BRIAN GOODWIN *biyologdur; Londra dışındaki Open University'de biyoloji profesörü ve How the Leopard Changed Its Spots [Leopar Beneklerini Nasıl Değiştirdi?] adlı 1994 tarihli kitabın yazarıdır.*

BRIAN GOODWIN: "Yeni" biyoloji dinamikler ve ortaya çıkış düzeniyle ilgilenen karmaşık sistemlerin kesin bilimi biçimindeki biyolojidir. Bu biyolojideki her şeyi değiştirir. Çatışma, rekabet, bencil genler, uyarlanımda zirveye tırmanma metaforları yerine evrim bir dansa dönüşür. Hedefi yoktur. Stephen Jay Gould'un söylediği gibi amaç, ilerleme, yön hissi yoktur. Biçim-uzayında, organizma formlarının uzanımında bir danstır.

Biyoloji fizikle birleşecek mi, fiziğin tadını alacak mı, kurallar, düzenlemeler, düzenlilikler, düzen fikrine sahip olacak mı? Yeni hareket biyolojiyi şu anda olduğu tarihsel bilimden dönüştürüyor, Darwincilik Dünya'daki canlılık tarihini inşa etme amacını taşıyor. Bu fiziğin tarzı değil. Fizik yasalar, maddenin örgütlenmesinin ilkeleriyle ilgilenir. Biyolojide de aynı şeyi yapıyoruz; örgütlenmelerin ilkelerine, canlılık süreçlerinin dinamiğine bakıyoruz. Bu anlaşıldıktan sonra "Tarih canlılık hali adını verdiğimiz maddenin örgütlenmesinin bu belli tipindeki şu incelikli düzeni ifade etmek ve ortaya çıkarmada şöyle şöyle bir yol izledi" diyecek konuma gelirsiniz. Böylece, ilk şey canlılık halini anlamaktır.

Canlılık halinin örgütlenmesiyle ilgileniyorum, kuramsal biyoloji bununla ilgilenir. Yaşam halini dinamik bir sistem olarak nasıl tanımlarsınız?

İlk katkım organizmaların özünde biyolojik saatlerin evrenselliğini açıklayan ritmik sistemler olduğunu göstermekti. Ama denetim sistemlerinin salındığını, ritimleri olduğunu, tüm organizmanın pek çok farklı frekans seviyesinde işleyen entegre dinamik sistem olduğunu gösteren frekans spektrumlarıyla ilgileniyordum. Bu özdenge yerine özdinamik fikriyle sonuçlanır. Fizyolojik değişkenler yerine, ritim değişkenleri vardır: beden sıcaklığı, kandaki maddelerin konsantrasyonu, kalp atışları, terleme, gece-gündüz ritimleri, adet dönemi –bunlar kronobiyoloji diye bilinir. Terimi ben icat etmedim, ama organizmaların ritmik biçimde örgütlenmiş olduğu dinamik bakış açısına kuvvetli bir itici güç oldum.

Tıpta kronobiyoloji herhangi bir çeşit hastalığın tedavisinde yeni dalga olarak görülüyor, çünkü sistemi doğru evrede, doğru zamanda ayarlamaya muktedir olmalısınız. Daha sonrasında

dinamik hastalık fikri var. Bu fikirleri kuramsal biyolog Arthur Winfree geliştirdi: örneğin neden son derece sağlıklı kişiler aniden kalp krizinden ölür? Bunun sebebi kalbin alternatif dinamik moda geçmesidir; kalp için tamamıyla doğa, mevcut dinamik modlarından birine ventriküler fibrilasyona geçmesidir. Fibrilasyon salınımsaldır, ritmiktir, ama kanı iyi pompalayamaz. Pat diye düşer ve oksijensizlikten ölürsünüz. Beden dayanıklı bir sistemdir, tüm bileşenleri birbiriyle etkileşir, birbirini pekiştirir. Ama diğer duruma ani geçişler olur. Sistemin dinamikleri terimleriyle son derece doğal olan bunu deneyimleyen kişi için kötü haber olabilir. Bütüncül tedaviler farklı ritmik sistemleri birbirine ayarlı tutarak çalışıyor gözükmektedir.

Biyoloji ritimleri üzerinde birkaç yıl çalıştıktan sonra biyolojik formların araştırmasına geçtim. Formlar üzerindeki çalışmalar evrimin odağını değiştirecek. Genler yerine organizmanın bütünüyle, dönüşümleriyle, şekilleriyle, formlarıyla ilgilenir. Modern biyolojinin Linnaeus ve farklı türlerin sınıflandırma sistemleri, benzerlik ve farklılık ilişkileriyle başladığı yere geri döneceğiz. Tüm organizmaya yeniden evrimsel değişikliğe giren varlıklar diye yaklaşacağız. Sadece o değil; ekosistemler ve diğer seviyeler var. Ama organizma kesinlikle birincil. Kaybettik ve yeniden kazanmak zorundayız. Tıpta, çevrebilimleri çalışmalarında ekosistemler, gezegen dinamikleri, tüm Gaia spektrumunun ilgi alanında yeniden kazanmalıyız. Bana göre hareket burada. Ben pek hoşlanmasam da belli bir geçerliliğe sahip, dillere dolanmış kelimelerden biri "bütüncül". Şimdi biyolojik sistemlerin bütüncül bakış açısını yeniden kazanıyoruz.

Küçük ölçek çeşitlemeler ve organizmaların habitatlarına ayrıntılı uyarlanımı yeni-Darwincilik tarafından çok iyi açıklanmıştır ama bütünsel sorun, büyük-ölçek evrim sorunu çözülmemiştir. Evrimsel yenilikler nasıl ortaya çıkar? Ortaya çıkış düzeni? Mürekkep balıkları, balıklar ve penguenler arasındaki farklar. Karmaşıklık bilimi bunu irdelemeye, karmaşıklıktan ortaya çıkan niteliklerin nasıl gelişebileceğini göstermeye başladı, böylece düzenin ortaya çıkışına varırsınız. Zorluk kuramsal çalışmanın biyolojik kanıtla birleşmesi. Şimdilerde bilgisayarda yapılan modellemelerin çoğu halen çok soyut ve bunun or-

ganizmalarda gerçekte ne olup bittiğini nasıl tercüme edileceği konusunda pek ayrıntılı kanıt yok.

Her zaman genetiğin bana ilgilendiğim problemlerle ilgili cevabı vermeyeceğini hissettim. Dobzhanski, R.A. Fisher ve Ernst Mayr'ı biliyorum. C.H. Waddington'ın düzenlediği İngiliz embriyologların, genetikçilerin ve bilim felsefecilerinin katıldığı toplantılara katıldım, Ernst Mayr da oradaydı, onunla bu konuları tartıştım. Fikirlerine çok saygı duyuyorum. Önemli adımlar attı ve önemli katkılarda bulundu, ama biyolojik formlara dair benim ilgilendiğim problemi açıkladığını düşünmüyorum. Özgün soruya geri dönüyor: Evrim sırasında farklı organizma tipleri nasıl ortaya çıktı? Beni cezbeden soru bu. Bu insanların hiçbirinin buna cevabı olduğunu sanmıyorum. Hepsinin konuştuğu organizmalara gördüğümüz küçük-ölçekli, uyarlanımsal değişiklikler.

Bu Darwin'in başladığı nokta. Domuzları, kedileri, köpekleri, atları ıslah edenleri izledi. Kendiliğinden çeşitlemeler üzerinden seçim yaparak pek çok çeşit form ürettiklerine işaret etti. Köpeklerin çeşitliliğine bakın. Ama halen köpekler. Asla *canine* karakteristiklerinin ötesine gidemezsiniz. Soru farklı bir şeyi nasıl elde edeceğinizdir. Genellikle eğer yeterli genetik farklılık birikimi olursa niteliksel anlamda farklı bir şey elde edeceğiniz varsayılır. Bu son derece makul bir hipotez, ama kimse nasıl işlediğini göstermedi. Temel bir şey eksikmiş gibi gözüküyor. Beni ilgilendiren bu.

Sussex Üniversitesinde, modern sentezin kurucularından J.B.S. Haldane ile birlikte çalışmış John Maynard Smith'le etkileşime geçme şansını yakaladım. John aslında inşaat mühendisiydi. Kariyerine uçak tasarlayarak başlamıştı, ama bunu biraz sıkıcı buldu ve biyolog oldu. Londra'da Haldane ile birlikte çalıştı. John, Haldane'yle yaptığı gündelik konuşmalarda Oxford'dan William Hamilton'a şöhretini sağlayan ve ilk çözümlerinden birini sunduğu problem üzerinde düşündüğünün açık olduğunu söylüyor. Bu hiçbir şekilde Hamilton'ın itibarını sarsmaz, sadece temel fikri Haldane öngörmüştür. Hamilton, Haldane ile birlikte çalışmadı, akraba seçilimi ve kapsayıcı uygunluk fikrini ondan bağımsız buldu ve geliştirdi. Fikir belir-

mişti. Hamilton'ın çalışmaları özellikle yakından takip ettiğim bir alan değil. İlgilendiğim problemlere göre akraba seçilimini özellikle önemli bir kuram olarak görmüyorum. Sosyal böceklerdeki örgütlenmeyle ilgili problemlere ilişkin bile, çok önemli değil bence.

Sıklıkla, sosyal böceklerin –karıncalar, arılar, termitler vb– hepsinin akraba olmasının bu kadar işbirliği yapmalarının sebebi olduğu söylenir. Hepsi aynı genleri paylaşırlar, bu nedenle işbirliği yaparlar. Aynı aileden değilseniz, işbirliği yapmazsınız. Hamilton'ın kapsamlı uygunluk fikrinin arkasındaki temek fikir budur. Bu işbirliği davranışına tatmin edici bir açıklama getirmez, çünkü olgunun nasıl ortaya çıktığını göstermez. Formlardaki genetik savlarla aynı türden bir önermedir.

İnsanlar, genler kendilerini değiştirebildiği için buna sebep olduklarını varsayarlar. Ama aslında formların nasıl ortaya çıktığını açıklamazlar. Sosyal böceklerdeki kalıp da benzerdir: birbirleriyle akrabalardır, bu nedenle işbirliği yaparlar demekten daha fazlası gerekir. Bu Hamilton'ın tezinin biraz önemsizleştirilmesi, ama benim fark edebildiğim kadarıyla Oxford grubundan hiç kimse grup etkileşim dinamiğinden işbirliği olgusunun nasıl ortaya çıktığını gösteremedi.

George Williams eşeyin evrimi üzerine çalışmasıyla çok önemlidir. Yeni-Darwinciler için eşey büyük sorundur, çünkü eşeysiz üreyen organizmalar –mesela sürgünlerinden yeni bitkiler veren çilekler– soylarından üretmek için bir araya gelmesi gereken iki bitki ya da iki organizmaya göre çok daha uygun maliyetlidir. Eğer onsuz olmak daha verimliyse o zaman neden eşey var?

Williams'ın bunun nasıl ortaya çıktığı, çok sayıda farklı tür ve çeşitlilik terimleriyle avantajlarını –popülasyondaki genleri karıştırmayla– ilgili içerikli savları var. Genetik algoritma. Organizmalar farklı genomları karıştırırlarsa genlerin potansiyel alanını keşfetmede daha etkililer. Maynard Smith gibi Dawkins de William'ın savlarından etkilendi. Yeni-Darwincilik terimleri içerisinde Williams makul savlar ileri sürüyor.

Niles Eldredge ve Stephen Jay Gould insanların dikkatini yeniden evrimdeki büyük-ölçekli değişiklikler sorununa çe-

virdiler. Yeni türler nasıl ortaya çıkar? Sıçramalı evrim fikirleri buradaki gerçek bir soruna işaret ediyor. Eldredge ve Gould fosil kayıtlarına baktı. Ne oldu? Kesinlikle irkiltici! Hiçbir türün diğerine döndüğünü görmüyorsunuz. Bir tür ortaya çıkıyor, milyonlarca yıl sürüyor ve sonra ortadan kayboluyor. Türler aniden ortaya çıkıyor, yavaş yavaş değil. Sıçramalı evrim bu ortaya çıkış problemini odakta tutuyor. Elbette Eldredge ve Gould şiddetli saldırılar aldılar; Marksist olmakla suçlandılar. Olmuş büyük değişikliklerden, biyolojik devrimlerden bahsediyorlar. Eldredge Marksist değildir, ama Gould'un bir Marksist yetişimi var. Kolay gelsin! Biyolojiye devrimsel doktrini arka kapıdan sokmakla suçlandı. Tam anlamıyla saçmalık! Yaptığı kanıta bakmaktı.

İngiltere'de *kladistler*, yani türlerdeki karakter dağılımının detaylı bilgisayar çalışmalarıyla taksonomi kuranlar, benzeri bir eleştiri aldı. Şu savı kullandılar: Organizmalar arasındaki benzerlik ve farklılıkların ilişkisini anlamak için, tarihten bağımsız kesin mantık ölçütleri kullanmalısınız. Bu sapkınlık diye nitelendirildi, çünkü taksonominin, sınıflandırmanın bütününün tarihe, değişke ile soya dayandığı düşünülüyordu. *Kladistler* Darwinciliği terk etmekle suçlandılar, aynen Gould ve Eldredge'in küçük uyarlanımların birikimine dayanan Darwinciliğin temel ilkelerini terk etmekle suçlandıkları gibi. Ama Darwinciliğin kendisi evrimsel yenilikleri açıklamayı başaramıyor.

Biyolojide fiziğin rolü konusunda da bir miktar yanlış anlama var. Genlere ve zaman içinde nasıl değiştiklerine odaklanarak, organizmaların mekânsal boyutunu göz ardı etme eğilimi var. Ama organizmalar mekânsal örgütlenmiş sistemlerdir ve onların mekânsal kalıplarını tanımlamak için fizikte uzaysal düzeni açıklayan alan kuramları gibi kuramlara ihtiyacınız var. Gelişen bir organizmada bunlar morfogenetik alanlardır, yani yumurtadan yetişkinliğe embriyo gelişimi esnasında ortaya çıkan alanlardır. Biyologlar bu alan kavramıyla karşılaşırlar, ama gelişmedi. Bunun nedenlerinden biri biyoloji eğitiminin döllenmiş bir yumurta gibi basit başlangıçlarla karmaşık formların nasıl ortaya çıktığını anlamak için gereken fizik ve matematiği çok az içermesidir. Burada yasalar –morfogenetiğin ilkeleri– vardır.

Bu form yasaları ile mühendislik ilkeleri arasında fark vardır. Mühendislik ilkeleri yapısaldır; size bir şeylerin kendiliğinden nasıl değiştiğini ve geliştiğini söylemez. Size belli özelliklere sahip olmaları için bir şeyleri nasıl bir araya getireceğinizi söylerler. Gelişen bir organizmada formun nasıl ortaya çıktığını anlamak için gereken şey az ya da çok kozmosun kökeninin fiziksel kuramı gibi –Hawking'in fikirleri gibi– bir şeydir. Ya da gezegenler kuramı gibi; bir gaz kütlesiyle başlayıp giderek güneşin yörüngelerinde yoğunlaşan gezegenler. Bu gerçek evrimsel form problemidir. Gezegenlerin eliptik yörüngeleri nasıl ortaya çıkar? Gelişen organizmalarda bu tür problemlerle uğraşırsınız, ancak canlı organizmalar gezegen sistemlerinden çok daha karmaşıktır.

Morfogenezi anlamak için uzay ve zamanda süreçler ve yapıların birbiriyle ilişkileriyle uğraşan alan kuramlarına ihtiyacımız var. Bu yüzden fizik benim için kesinlikle temeldir. Ancak ne yapılması gerektiğini anlamam uzun sürdü ve kendim yapmadım. Biyolojiyi bu şekilde yapmanın eski bir geleneği var. Bu yaklaşım şimdi bilgisayarların gücünü arkasına alabilir, çünkü biyolojideki bu alan matematiksel açıdan çok karmaşıktır.

Sorunu şöyle sunayım: Morfogenezi hidrodinamikle karşılaştırıyorum. Varsayalım ki elinizde bir akışkan var ve neden belli şekilleri, biçimleri aldığını anlamak istiyorsunuz: üzerinden rüzgar geçiyor ve dalgalar oluşuyor ya da şelalelerin sonunda anaforlar oluyor. Neden sıvılar bu şekli alırlar? İhtiyacınız fiziksel bir akışkanlar kuramıdır, akışkanlar maddenin örgütlenmesinin bir halidir. Organizmalardakiyle aynı tip sorun. Organizmalar da madde örgütlenmesi durumudur. Organizmalarda, hücrelerde, hücrelerin birbiriyle etkileşiminde belli uzaysal düzen ilkeleri vardır, bunlar kural ya da denklem halinde yazılabilir, bu denklemleri bilgisayarlarda çözersiniz ve ortaya çıkan şekilleri bulursunuz, aynen sıvılardaki gibi.

Buradaki hipotez canlılığın fiziksel ve kimyasal bir sistem, belli bir örgütlenme durumu olduğudur. Sorun canlı sistemlerde örgütlenme durumuna uyan kuralları bulmaktır.

Bu nedenle kendimi bir mühendisten çok fizik ve biyolojinin yeni bir sentezindeki fizikçi görüyorum. Bu daha önce denen-

di, en göze çarpanı İskoçyalı zoolog D'Arcy Thompson'ın 1917 tarihli *On Growth and Form* [*Büyüme ve Biçim üzerine*] adlı kitabındaki şaşırtıcı başarıdır. Tek başına biyolojik form problemini matematiksel terimlerle tanımladı. Şimdi değişti, çünkü yeni matematiksel araçlarımız ve organizmalar hakkında yeni pek çok bilgimiz var.

Kullandığım metaforlar ortaya çıkış, yaratıcılık ve yaratıcı kozmosla ilgili. Evrim bu yaratıcılığın bir yönü. Alfred North Whitehead süreç ve yaratıcılık konusunda muhteşem bir felsefeciydi. Bence yeni biyolojide ortaya çıkan merkezi metafor bütünüyle yaratıcılıkla ilişkili. Genetik indirgemecilikte Whitehead'in yanlış konumlandırılmış somutluk, mükemmellik hatasını görüyorsunuz. Genlerin kendisi yaratıcı değildir ama organizma bağlamındaki işlevleri yaratıcıdır.

Whitehead evrim için "yeniliğe yaratıcı ilerleme" tabirini kullanır. Bu yaratılış dansı hiçbir yere gitmeyen, sadece kendini ifade eden sonu gelmez bir danstır. Post-modern çağda ilerlemeyi bırakarak süreçten yaratıcı bir dans diye konuşabiliriz. Evrim budur. Evrimin bir amacı, anlamı ve yönü yoktur. Sadece ne ise odur. Gould *Wonderful Life* [*Harika Yaşam*] adlı kitabında bunu övüyor. Belli açılardan amaçlanan sınırı aşsa da temel mesajı yaşamın gem vurulmamış yaratıcılığını övmek.

Bana göre, her türün kendi doğası, kendi karakteristikleri var. Organizmaların yaptıkları belli mevcudiyetlerinin derinlerindeki bir düzen ve örgütlenmeyi ifade etmektir. Tüm organizmalar temelde denktir, çünkü hepimiz Darwin'in tanımladığı aynı sürecin parçalarıyız. Darwincilikte net şekilde ortaya çıkmayan fikir evrimde organizmaların kendi doğalarını ifade etmeleri, bu nedenle işlevleri için değil mevcudiyetleri için değerli olmalılar fikridir.

Darwincilik çatışma ve rekabeti vurguluyor; bu kanıtlarla tutmuyor. Hayatta kalan pek çok organizma soyu tükenenlere göre daha üstün değildir. "Daha iyi" olmak değil; kendiniz olabileceğiniz bir yer bulmakla ilgilidir. Evrim bununla ilgilidir. Bunun için bir dans gibi bakabilirsiniz. Bir yöne doğru gitmiyor, olanaklar uzayını keşfediyor.

Darwincilikte ilerleme ve mücadele fikirleri nedeniyle rekabete odak var. Şimdi teolojiye ve daha çok mal biriktiren in-

sanların yaşam yarışında daha üstün olduklarını kanıtladıkları görüşündeki Calvincilik ile Darwinciliği nasıl etkilediğine geliyoruz. Bu bana göre fırlatıp atılması gereken bir çöp yığını. Bundan kurtulduktan sonra, kendi adına yaratıcılık, yenilik, doğallıkla geleni yapmakla ilişkili farklı bir metafor kümesindesiniz. Bir uygunluk coğrafyasında zirveler için mücadele eden organizma imgesi –pek Calvinci bir çalışma etiği– olan "..den daha iyi" yerine, yaratıcı dans imgesi var.

Halen mücadele var, şu anlamda; eğer yaratıcı olacaksanız fikirlerinize inanmanız ve onlar adına mücadele etmeniz lazım. Ama türler arasında rekabet kadar işbirliği de olduğu için, mücadele oluşunuzu, doğanızı ifade etme. Bunlar bilimin sanatla bağ kurmaya başlayabileceği metaforlar: inşalar yaratıcı oluyor ve oynuyor. Oyun azımsanacak bir şey değil. Oyun en temel insan etkinliklerindendir ve kültür de bir oyun görülebilir.

Kültürümüzde çok fazla çalışma ve çok fazla mal biriktirme var. Tüm kapitalist yolculuk son derece yıkıcı bir koşu bandı. Dengelenmeye ihtiyacı var. Bu nedenle yerli kültürlerinin değeri fark edilmeye başlandı; çünkü onlar mal biriktirmiyor, uyum içerisinde yaşıyorlardı. Kendi doğalarını kültür şeklinde ifade ediyorlardı. O zaman doğa ve kültür bir araya gelir. Bu benim nicelikler bilimi; yani bir şeyler biriktirme, genleri biriktirme, gen ürünlerini biriktirme, fayda ve zararlarınızı dengelemek, sürekli daha çok biriktirmeye çalışma değil, nitelikler bilimi tabir ettiğim şey. Bu imgeler yerine estetik, ilişki, yaratıcılık, sağlık, hayat kalitesi içeren niteliklerin imgesi var.

Bu çıkarımlar biyoloji, oyun ve matematiği birleştirme girişimlerinin sonuçları. Bir şeyin doğasını meydana getireni keşfetme aracıdır. Eğer doğayla ilgileniyorsanız, belli bir formdaki şeyin doğasını açığa çıkartmakta matematik son derece iyidir. Ama bu üçüncü şahıs, nesnel bakış açısı; birinci şahıs, öznel bakış, deneyimsel bileşen ise oyuna eşlik eden şey. Matematik jenerik formları, doğal formları keşfetmek için bir araç; istikrarlarına, dinamiklerine ve değişimlerine bakma yoludur. Ama buna yaratıcılığın içsel, deneyimsel yönüyle eşlik etmelisiniz. İşte niteliklerin post-modern bilimi budur.

Bu bağlamda "post-modern" bana rekabet eden paradigmaları değil, sadece farklı paradigmalara sahip olmayı ifade edi-

yor. Post-modern bilimde alternatif paradigmalarınız ve bir değer hissiniz var. Dünyada ne yapmak istediğinize bağlı olarak, ya o ya da bu paradigmayı seçeceksiniz. Bu nedenle paradigma seçimine –hedeflerinize göre belirlenmiş– değerler dahil oluyor.

Post-modernizmle beraber giden pek çok diğer nitelik var. Ben nitelikler bilimiyle daha çok alakalıları vurguluyorum; organizmaların içsel değerlerini fark ettiğiniz biyolojik bir bakış açısı. Bu diğer organizmalara, diğer türlere saygı duymanıza yol açan çevresel etkinlikle bağlanıyor. Bu bizim tarım sistemindeki tek-kültürlü zihniyet yerine biyo-çeşitliliğe değer verme, çevrenin korunması, yerli kültürlerin ve tarım yöntemlerinin onaylanması yönüne gidiyor. Tek-kültür biyo-çeşitliliği koruyan ve oynak bir çevrede yıldan yıla değişmelerle çeşitlilik daha iyi baş edebilen hem de daha verimli yerli tarımıyla çelişir.

Biyolojideki bu değerler kayması yeni-Darwinciliğe karşı bir alternatifi temsil eder. Yeni-Darwinciliği, evrimin rastlantısal genetik çeşitlemelerle ve üstün çeşitlerin doğal seçilimiyle işlediği görüşünü saf dışı etmek istemiyorum. Rekabet, uygunluk coğrafyasında uygunluk zirvelerine tırmanmak, tek-kültür hep en iyinin, en iyi türü tasarımlamanın fikri. İstediğiniz yeni-Darwincilikse, buyurun alın. Siz kullanın. Ben hoşlanmıyorum. Nitelikler biliminde ortaya çıkan alternatifi seçiyorum.

Stuart Kauffman Santa Fe'ye gitti ve beni davet etti. Doyne Farmer'la tanıştım, Los Alamos'da bir sürü kişiyle tanıştım. Bu Santa Fe Enstitüsü kurulmadan hemen önceydi. Konuşuluyordu, ama henüz yeri yoktu. Enstitünün ilk yılında ziyarette bulundum ve bu harika bir fikir diye düşündüm. Stuart beni bilim kurulunda hizmet etmeye çağırdı ve memnuniyetle yaptım. Ondan sonra, yılda bir iki kez Santa Fe'yi ziyaret ettim ve bu girişimde yer aldım. Çok parlak bir vizyondu. Murray Gell-Mann'ın vizyonuydu ve de kimyacı George Cowan bunu yerleştiren kişiydi, ayakları yere basan biri. George harikaydı çünkü vizyoncu bakış açısını pratik oryantasyonla birleştirdi; oraya nasıl varacağını biliyordu. Bu Santa Fe girişiminde bu kadar çok kişinin bir araya gelmesi büyük talih. Hayatımda bu kadar çabuk başarıya ulaşan başka bir şey görmedim.

Yeni paradigmanın hem matematik açısından daha titiz hem de biyoloji olgusuna, gelişimi ve organizmaları dışarda bırakan yeni-Darwincilikten daha fazla uyarlanmış olmasını dikkate değer buluyorum. Şimdi gelişimin nasıl meydana geldiğini göstermemize olanak sağlayan matematik modeller var. Herkes evrimin gelişim evrimini içermesi gerektiğini söylüyor, çünkü gelişimleri olmadan organizmalar olmaz. Bunu evrime koyduğunuzda tüm sahne değişiyor. Bakış açısında bir kayma oluyor, çünkü organizmalar yeniden gerçek varlıklara, kendi uzamlarında yaşayan canlı varlıklara dönüşüyor, böylece aniden kendinize denkliklerini fark ediyorsunuz. Sadece hepimiz aynı evrim sürecinin sonuçları olduğumuz için değil, ama hem de içsel değerler yüzünden. Bunun sonucu doğaya sanata verdiğiniz gibi değer vermek.

MURRAY GELL-MANN: Brian Goodwin özellikle gelişim biyolojisiyle ilgilenir. Fizikokimya yasalarının biyolojik sistemlerin işleyişine dair koyduğu sınırları merak etmektedir. Artık –genetik materyalde büyük oranda rastlantısal çeşitlemelere ve doğal seçilime dayanan– biyolojik evrimin gerçek organizmaların yapılarında işlediğinde, canlı varlıkların nasıl inşa edileceğine dair elzem sınırlar koyan fizik biliminin yasalarına son derece bağlı olduğu açıktır. Ama Brian bu konunun önemini vurgularken evrimin ve diğer karmaşık uyarlanımsal sistemlerin enformasyon yönü üzerine çalışmaların bir şekilde özellikle ilgi çekici olmadığını ima ediyor. Bunu biraz tuhaf buluyorum. Belki söylediğine gerçekten inanmıyor, sadece haylazlık yapıyor.

STEPHEN JAY GOULD: Brian'ın kendini asıl adadığı, yirminci yüzyıl İngiltere'sindeki norma zıt şekilde, Batı düşüncesinin büyük geleneklerinden birini, biyolojide yapısalcılığı temsil etmektir. Temelde form yasalarının ve maddenin yapısının organizmaların nasıl inşa edileceğini çok fazla kısıtladığını ileri sürer, bu nedenle organik tasarımın ana özelliklerinin seçilim tarafından inşa edilmiş özel uyarlanımlar olması (bu karşı görüş, işlevselcilik) gerekmez ve (benim de kendi vakalarımda ile-

ri sürdüğüm gibi) tarihsel olasılıklar değildir ama içsel doğal örüntülerin temsilleridir.

İngiliz yazınında bu düşünce çizgisinin ana bildirimi D'Arcy Thompson'ın *On Growth and Form* [*Büyüme ve Biçim Üzerine*] adlı eseridir. Büyük bir gelenektir. Ben tarihi olasılıklara bağım nedeniyle Brian'ın kabul ettiği ölçüde kabul etmiyorum. Ama yapısalcılıkla çok ilgileniyorum. Forma dair pek çok durumda işe yarayan bir düşünce biçimi. Uyarlanımcı programın saf işlevciliğini eleştirmenin başka bir yolu.

STEVE JONES: Brian Goodwin'in yazdıklarından bir kısmını okudum, takip etmeyi aşırı derecede zor buldum. Bu ben aptal olduğum için olabilir. Ama embriyoloji, gelişim eğitimi aldım, moleküler biyoloji okudum; takip etmesi bu kadar zor değil. Goodwin zorlaştırıyor. Hoşlandığım bir yaklaşım değil. Bence o bir mistik. Santa Fe'ye giden herkes –oranın havasında bir şey var– bunu kapıyor. Karmaşıklık çekici bir şey, sorun burada.

RICHARD DAWKINS: Brian Goodwin Sussex'teydi, John Maynard Smith'e eşlik ediyordu, biraz alışıldık dışı olmasının iyi olduğunu düşündük, çünkü Maynard Smith öylesine mantıklıdır ki. Çatlaklarla dolu Open University'ye geçtiğinde Brian Goodwin'in yeniden mantıklı olacağını düşündük. Bu olmadı. Yazılarla da üzerinde tartıştığım, ilginç bir bakış açısı var. Doğal seçilimin uygun olduğu çeşitleme menzilinin bazı aşırı Darwinci temsillerin bizi inandırdığı gibi olanaklı çeşitlemelerin sürekli çeşitlemesi olmadığı; bir şekilde mevcut morfolojideki neredeyse tüm değişikliklerin, bazı niceliksel değişkenlerde küçük, aşamalı değişim söz konusuyken olanaklı olduğu fikri gerçekten ilginç.

Morfolojinin temel yasalarının sadece belli sınırlı biçim aralığına izin vermesi gerçekten ilginç bir olasılıktır. Bunu destekleyecek pek fazla sağlam kanıtın mevcut olduğunu sanmıyorum, ama Brian Goodwin gibi birisinin böyle bir şey söylemesi önemli, çünkü diğer aşırı ucu sunuyor; muhtemelen hakikat Goodwin aşırı ucu ile varsayımsal aşırı uç arasında yatıyor, mantıklı insanların bu süreklilik içinde bir noktaya kaymaları olanaklı.

NICHOLAS HUMPHREY: Yakın zamanlara kadar Brian'ı tanımazdım. Waddington'da bir konferans verdiğini duydum ve şaşırdım. Bu adam neyle uğraşıyor, diye düşünüyordum. Evrimdeki itici güç olarak doğal seçilimin yerini alacak bir kuram öneriyor. Savı doğal seçilime ihtiyacımız olmadığı. Dünyada gördüğümüz tüm güzel yapılar sadece coşku nedeniyle var: karmaşık dinamik sistemlerden öylece ortaya çıkıyorlar, çünkü dünya çekicilerle* dolu. Ciddi olamaz diye düşündüm. Bunlar matematikte olanaklı olabilir, ama başka hiçbir örgütlenme ilkesi gerekmediğini kastetmiş olamaz. Büyük bir tartışmamız oldu ve tam da bunu kastetti.

Goodwin'in uğraştığı şey beni sadece şaşırtmadı hem de üzdü. Ama sonra gittim, Stuart Kauffman'ın yazdığı şeyleri okudum, konferansta bulunan matematikçi Ian Stewart'la konuştum ve anladım ki benim hakkında hiçbir şey bilmediğim bir devrim oluyor.

Çekiciler fikri bazı durumlarda doğal seçilime göre biyolojik yapıların nasıl oluştuğunun daha basit açıklamasını sağlayabilir. Ama sorunlu yanı eleştirinin çok zor olması. Her zaman bir şey gerçekleştikten sonra olan şey her ne ise bunun bir çekici olması gerektiğini söyleyebilirsiniz; çünkü eğer dünya belli bir konfigürasyon vardıysa, o zaman buraya doğru çekilmiş olmalı.

Ian Stewart ve arkadaşı üreme biyoloğu Jack Cohen'la beyin fırtınası yaparken, kesinlikle her şey için çekici önermeye hazırlar izlenimine kapıldım. Örneğin insan zihni yedi –sihirli sayı 7– birimlik kısa süreli hafıza kapasitesine sahiptir. Ian ve Jack'e beynin çalışmasında bu 7 sayısı bir çekici anlamına gelebilir mi, diye sordum. Onlar da neden olmasın dediler. Başka bir örnek, beş duyumuz var, dünyayı deneyimlemenin beş farklı niteliksel yolu. Bu duyusal yollardan her biri bir çekiciye mı denk düşer? Neden olmasın, dediler. Bu bana biraz kolay geldi. Bulduğumuz herhangi bir istikrarlı örüntü için bir çekici bulabiliriz.

DANIEL C. DENNETT: Kendisiyle tanışmadığım için Brian Goodwin'i tuhaflıkları olmayan bir birey, bir arketip gibi görü-

* Attractor –yn.

yorum. Mantıksal uzayda belli bir konumun standart taşıyıcısı görüyorum. Bana o konumda bulunulması şaşırtıcı gelmiyor, ama bana esasen yanlış geliyor.

Brian Goodwin biyolojinin sonuçta mühendislik olduğunu inkar eden bir romantik. Bir parodiyi düşünerek bu fikri anlayabilirsiniz. (Tüm parodiler gibi, kesinlikle biraz haksız olacağını söyleyebilirim.) Şu konumda kimse olduğunu sanmıyorum, ama olabilir de: Belki mühendislik dünyasından birileri "Siz mühendislerin tüm bu üretilenleri –otomobilleri, televizyonları, vb– dikkatle *tasarladığını* düşünüyorsunuz, ama aslında az sayıdaki olanaklı ürünü *keşfettiler*. Bunlar hiçbir şekilde tasarlanmamıştır; fizik kuralları televizyona, arabalara izin verir, ama düşündüğünüzden çok daha az alternatif olanağı vardır." Goodwin'in konumu bunun biyolojik ürünlere –yani, organizmalara– uyarlanmış halidir.

Otomotiv mühendisliğinin derin, temel yasalarının mevcudiyetini düşündüğünü sanmıyorum, ama Goodwin biyolojide form yasaları olduğunu söylerken, bana göre eş derecede mantıksız bir iddia sunuyor. Biyolojideki düzenlemelerin hepsi bana mühendislik düzenlemeleriyle tamı tamına aynı geliyor. Bu nedenle arabaların direksiyonları sürücünün geriyi değil, ileriyi görebileceği şekilde yerleştirilmiş. Bu otomobillerin derin düzenlemesi. Doğanın yasası değil, başka türlü yapmak aptalca olacağından. Hareketli canlılar da aynı nedenle ön taraflarında göz ve ağız bulundurma eğilimindedir. Doğanın derin bir yasası değildir; kendini korumak zorunda olan bir şey tasarımıdır. Goodwin açıklama tarzından memnun değil ve fiziğin daha derin yasalarının bütün bunları açıklamasını arzu ediyor. Bence gayet iyi anladığım ama hiç inanmadığım bir fikir.

LYNN MARGULIS: Brian Goodwin yeni-Darwinci düşünceyi ve bugünkü biyolojinin moda fikirlerini ciddi ve uygun şekilde eleştiriyor. Kendisi takdir ettiğim, tam yerinde bir eleştirmendir. Ayrıca gelişim biyolojisinde ilginç ve önemli sorunları ortaya koyuyor. Ne yazık ki, muhtemelen cevaplara ulaşamayacak, çünkü cevaplar onun dahil olmadığı bir alanda yatıyor. Bu alan karşılaştırmalı metabolik kimya ve de bakteri ve protistlerden

meydana gelen mikrobik toplulukların bilgisini içeren mikrobiyolojidir. İleri sürdüğü ikna edici soruların cevabının başka yerde olduğunu fark edeceğini sanmam.

FRANCISCO VARELA: Brian kuramsal biyolog olarak nitelendirilmeli. İlk zamanlarından beri biyolojinin içine girdi, ancak daha yakın zamanlarda hayatın bazı ifadelerinde temel kalıplara ulaşarak yapısalcı bir bakış açısı edindi. Bu anlamda, az ya da çok bileşikler ve moleküller üzerine kurulu biyolojiye yeni bir mesaj getirdi.

Brian'la aramızda bazı önemli farklar var, ama arayışta birlikteyiz. Brian'ın ilham aldığı nokta organizmalar hakkında birimsel yapılar şeklinde konuşma yolu arayışı. Daha çok embriyolojik örüntüler –kendi tabiriyle "temel biçimler"– üzerinde çalışıyor. Bu René Thom'un felaket kuramıyla ilişkili, temel örüntü ve formlara bakmada çok soylu bir yaklaşım; bu anlamda çok hoşuma gidiyor-.

5. Bölüm

STEVE JONES
"Neden Bu Kadar Çok Genetik Çeşitlilik Var?"

STEPHEN JAY GOULD: *Steve Jones'un çalışmalarını beğeniyorum. Bilimsel yazılarının çoğunu okudum. Ben akciğerli salyangozlar üzerinde çalışıyorum. O bu küçük alanda en iyilerden biri. Onu pek tanımam. Çok iyi bir bilim insanı. Medyatik yolu takip etti, ama benim profesyonel dünyamda –salyangoz biyolojisi– bilimi çok iyi.*

STEVE JONES *biyologdur; University College London'ın Galton laboratuvarında genetik profesörüdür; 1993 tarihli Language of the Genes: Biology, History, and the Evolutionary Future [Genlerin Dili: Biyoloji, Tarih ve Evrimsel Gelecek] kitabının yazarı ve The Cambridge Encyclopedia of Human Evolution [Cambridge İnsan Evrimi Ansiklopedisi] adlı eserin (Robert Martin ve David Pilbeam ile) editörlerinden biridir.*

STEVE JONES: Salyangozlar üzerinde çalışarak çok zaman geçirdim. Bunu yapmak kulağa tuhaf geliyor, ama bize cevaplanmamış ve pek çok biyoloğun bariz şekilde unuttuğu sorulardan birini hatırlatıyor: Neden bu kadar çeşitlilik var? Bu olmadan genetik olmaz, evrim olmaz ve –muhtemelen– hiçbir şekilde biyoloji olmaz. Bu zaman zaman su yüzüne çıkan bir soru ve sonra yeniden gömülüyor: politik konular gibi, beliriyor, siliniyor ve çözülmeden kalıyor. Neden bazı yerlerde bir salyangoz türü bu kadar çeşitli sorusunun cevabının bazı noktalarda başlangıcındayız, ama herhangi bir yerde herhangi bir türde neden iki bireyin birbirinin eşi olmadığına dair hiçbir fikrimiz yok. Bu evrimin esas sorularındandır. Diğer hepsi bundan çıkar.

Ben evrim biyoloğuyum. Pek çoğumuz için Darwin'den itibaren çalıştığımız organizma ikinci sorudur. İlki evrimde ne olup bittiğidir. Ancak kaçınılmazdır ki, sonunda genelden ziyade özelden konuşulur. Salyangozlar, Victoria dönemindekilerin evrim diye düşündükleri şeyin mikro-kozmosudur, görünüşte birbirlerinden ve genellikle bir türden diğerine son derece farklılar. Sadece bu bile onlar üzerinde çalışmak için iyi bir neden olabilir ve elbette yakalamak da kolaydır.

Herhangi bir bilim insanının dürüstlükle kendi konularına nasıl girdiklerini açıklayabileceğini sanmıyorum. Benim kuramım daha sonra iddia ettiklerinin tersine tesadüfen oluyor. Benim hocam salyangoz genetiğinde çalışan yetkin bilim insanı Bryan Clarke idi. Moleküler genetikten önceki zamanlarda, salyangozlar çeşitliliğini çalışması kolay birkaç canlıdan biriydi, yani o zamanlar şimdilerde gözüktüğü kadar tuhaf gelmiyordu. Soyadımın ilk harfi nedeniyle onun grubuna katıldım ve kaçınılmaz olarak ben de aynı şey üzerinde çalışmaya başladım. Büyük bir talihtir ki (başkaları için değilse bile benim için) büyüleyici geldi, halen de birincil bilimsel ilgi alanımdır; şimdi sümüklüböcekler üzerinde çalıştığıma göre çok dar bir alandan bilim insanı olduğum söylenemez.

Yumuşakçalara geçmek muhtemelen kariyerimdeki en kötü hamleydi, çünkü çevremdekiler –yeni genetikteki merkezi tekniklerden Southern blot yöntemini geliştiren Ed Southern gibi– şimdi biyolojinin temel isimleri. Kolaylıkla bu alana girebi-

lirdim ve muhtemelen şimdi olduğum kadar tuhaf olmazdım. Gitmedim ve pişmanlık da duymuyorum.

Steve Gould üzerinde çalıştığı Bahama salyangozlarının şekil ve biçimlerindeki farklılıklara çok yoğunlaştı; bu daha büyük ve daha zor bir soru. Ben renk ve örüntülerdeki farklılıklar üzerine çalışıyorum ve giderek DNA seviyesindeki çeşitlilik için aynı soruyu soruyorum. Kabuk örüntülerinin çeşitliliği evrim biyolojisinin klasiğidir. İlk kez on dokuzuncu yüzyılda bakılmıştır. Şimdi fiziksel görünüşüne göre değerlendirilmiş bir milyondan fazla bireye dair verimiz –farklılıklar üzerine inanılmaz çok bilgimiz– var.

Uzan lafın kısası, Avrupa boyunca ilerlediğinizde salyangozların genetiği güneş ışığındaki termal ilişkilere bağlı nedenlerle değişiyor. Koyu nesneler –ve genetik açıdan koyu salyangozlar– güneşte daha çok ısınıyor ve bu genler güneyde daha ender. Bu, birkaç millik ölçekler için de geçerli. Bosna ve Hırvatistan sınırında pek çok araştırma yaptım. Birkaç ay önce haberlerde merkezimin bulunduğu kasabanın küle döndüğünü gördüm.

Bu daha zor soruyu getiriyor: farklı yerlerde farklı genotiplere sahip bireyler yeğlendiğine göre, belli bir popülasyondaki salyangozlar neden birbirinin aynı değil?

Sanırım bunu çözdük. Yaptığım salyangozların kendisini ekolojik monitörler olarak kullanmaktı. Güneşe maruz kaldığında belli bir hızda rengi solan bir boya geliştirdim. Bununla farklı genotiplerdeki salyangozların kabuğuna küçük noktalar kondurarak onları doğaya saldım ve bir ay sonra geri geldim: boya emilen güneş enerjisinin göstergesidir. Farklı genetik bünyelerdeki hayvanlar arasında büyük farklar var. Etkinlik göstermek için günün farklı zamanlarını ya da habitatın farklı tarafını seçiyorlar, bu da ekolojik açıdan karmaşık habitatların genetik çeşitliliği desteklediğini gösteriyor.

Bunu sınamak için "Jones topları" diye bilinen başka bir teknik daha geliştirdim. Bunlar plastikten yapılmış salyangoz ölçülerinde küreler, bunları bir habitata fırlatıyorsunuz. Sonra, çocukça ifade edersek, güneşmiş gibi yapıyor ve dünyanın en ucuz uydusunu, yani bir merdiveni alıp habitatı gün doğumundan gün batımına dek tarıyorsunuz. Bu salyangoz ölçüsündeki nesnelerin

güneşe maruz kaldığı ya da günün farklı zamanlarında bitkilerle güneşten kaçındığı örüntüleri ölçüyor. Bir çeşit evrenin salyangoz gözünden görünümü. Sanırım son derece basit bir fikir. Ama işe yarıyor. Salyangozlar tarafından algılandığı şekliyle habitatın çeşitliliğini ölçüyor. Genetik çeşitlilik, ekolojik çeşitlilik ve bireylerin mikro habitat seçimi arasında iyi bir uyum var.

Organizmalarınızın gözüyle ekolojinin görünümünü elde etmek oldukça yeni bir fikir. Aynı şeyi sirke sinekleriyle de yaptık. Eskiden tüm genetik *Drosophila* idi, hâlâ da önemli bir organizmadır, çünkü laboratuvarlarda hakkında çok şey bilinir. Meslektaşlarımdan Linda Partridge, ben ve Chicago Üniversitesi'nden Jerry Coyne genetik yolları kullanarak *Drosophila*nın ekolojik ilişkilerini belirlemekle ilgileniyorduk. Isıya duyarlı bir mutasyon kullandık: göz rengi sineğin gelişimi esnasında maruz kaldığı ısıya bağlıydı. Maryland'de, en sıcak ve nemli zamanlarında deneyler yaptık. Bu mutasyonu taşıyan milyonlarca sineği saldık ve doğada gelişen yavrularını topladık.

Sineklerin kendileri canlı termometreler gibiydi. Göz renklerinden hangi sıcaklıkta yetiştiklerini bulabilirdik. Sıra dışı genişlikte bir yelpazeye yayılıyorlardı. Farklı sıcaklıklarda büyüyen sinekler farlı büyüklüklerde meydana geldikleri için, daha önce genetik sanılan pek çok şekil ve büyüklük çeşitlemesini açıkladı. Buna karşılık, evrimdeki büyük oranda gözden gelinmiş başka önemli bir soruyu açıklamaya yardım ediyor. Pek çok canlı için büyük olmak işe yarar. Sizi çiftleşmede, düşmanlarla mücadelede, sıcak ve soğukla baş etmede daha başarılı kılar. O zaman ölçüde niye çeşitlemeler vardır? Belki bunu sebebi farklılıkların çoğunun –en azından sirke sineklerinde– kesinlikle genetik değil, çevresel olmasındandır.

Ayrıca eşeye temsili bir ilgi duyuyorum. Eninde sonunda, sadece genetik çeşitlilik –anne baba ve yavrular arasındaki fark– için bir makine. Kimse eşeyli üremenin niye orada olduğunu bilmiyor. Bunu çalışmanın neredeyse tek yolu bundan vazgeçmiş birkaç canlıyı incelemek. Sümüklüböceklerin çoğu çift cinsiyetlidir, ama neredeyse hepsi bu konuda ağırbaşlıdır; oğlan-kız kız-oğlanla buluşur ve doğa kendi yolunda ilerler. Ama bazıları daha kolay yolu seçmiştir. Eşeyden tamamen vazgeçerek ken-

dilerini döllerler. Genleri aslında bu türlerin hiçbir çeşitlilik göstermeyen eş yumurta ikizi kitlesi olduğunu gösterir. Bunu neden yaptıklarını bilmiyoruz: tek gerçek örüntü soğukta eşeyden vazgeçmenin işe yaradığı: örneğin İspanya'ya göre Norveç.

Çalışmalarımda en önemli etkiyi Bryan Clarke ve Dick Lewontin yaptı. Doktoramı bitirdiğimde, Chicago'daki Lewontin'e bir mektup yazıp doktora sonrası için bana nereyi önereceğini sordum. Neredeyse anında cevap verip "Başvurunuz için teşekkürler. Kabul edildiniz. Gelecek ayın başında sizi bekliyoruz" dedi. Ben başvurmamıştım bile, ama oraya gittim ve hiçbir şey öğrenmedimse ne kadar az şey bildiğimi öğrendim.

O sıralarda, o zamandan şimdiye dek çalıştığım soruya, genetik çeşitliliğin neden mevcut olduğu sorusuna yaklaşıyordu. Dick son derece canlı ve heveslidir, ne kadar iyi, kötü ya da duyarsız olsalar da insanları fikirleriyle ateşler. Ben kötü fikirlerinden biri hususunda çok coşkuluydum; California çöllerinde yaşayan sirke sineğinin yalıtılmış bir popülasyonunu alıp suni bir laboratuvarmış gibi kullanarak, genetik açıdan farklı çok sayıda sinekle sineklerin genlerini değiştirip birkaç yıl içerisinde evrimlerinde neler olup bittiğini görmek.

Harika bir zamandı. Yalıtılmış popülasyonlar arayarak California, Meksiko çöllerinin her yerine gittim. Üç yıldan ve pek çok harcamadan sonra bulduğumuz bu popülasyonların hiç de yalıtılmış olmadığıydı; her zaman gelip giden sinekler oluyordu. Evrim biyolojisinin rotasını değiştirmeyecekse de kendi dar biçiminde bu *Drosophila* genetiği için ilginçti.

Herkesten çok Lewontin benim bilimden heyecan duymamı sağladı. Bunu pek çok kişi için yaptı. Dünyadaki evrim biyologlarının soyağaçlarına bakarsanız, kuşku duyulacak kadar yüksek bir sayı ona dayanır. Bu branşta çok etkili olmuştur.

Bazen habis bir etkisi olur, ama Marx ya da Aziz Augustine gibi. Her ikisi de yanlıştır, ama onlar olmasaydı hayat çok daha sıkıcı olurdu. En azından insanları fikirleri üzerinde düşünmeye zorladılar. Dick evrimin at sineğidir, günün dogması neyse ona saldırır. Bilimin kanıtlanamayanın sanatı olduğu fikrinin somut halidir. Pek çok fikri mahvetmiştir ve bu yapılması faydalı bir şeydir. Bunu muhteşem yapar, ama bilimin put kıranlardan fazlasına ihtiyacı var.

Salyangoz genetiği hakkında o kadar çok şey biliyorum ki. Benim dar, sınırlı, entelektüellik dışı türden alanım. Pek çok açıdan, her şeye rağmen, en azından evrim biyolojisinin mikro kozmosu. Literatürü evrimin –yeniden inşa ettiğinizde sisi kürekle dağıtmaya çalışmak gibi, anlamsız sözlerle yazılmış– büyük muğlaklıklarıyla doludur. "Birlikte-uyarlanım", "uyarlanımsal manzara", sıçramalı denge" –bazen bu, teolojik popülasyon genetiği diye düşünüyorum. Bir sonraki deneyde ne yapacağınızı düşünürken pek yardımı dokunmayan sözler.

Bu gibi sözler bir genin kendinden önce mevcut genlere uyum sağladığı için orada bulunduğu görüşünü yansıtır. Dünyanın öyle ya da böyle, son derece güzel uyarlanmış yapısı şeklinde bir bakış açısı son derece iyimserdir: her şey birbirine çok güzel uyar ve eğer sadece dış yüze bakarsanız, nasıl meydana geldiği konusunda endişelenmeniz gerekmez; o oradadır.

Bu habis bir fikir. Entelektüellik dışı, işleyen Tanrı planı, hiçbir bilgi içermeyen türden bir fikir. Aşırı bir can sıkıntısı anında Güney Afrikalı general Jan Smuts'un *Holism* [*Bütüncülük*] isimli kitabını okudum. Smuts felsefe takılan tuhaf, ilginç bir adam. Dünyada gördüğünüz her şey daha büyük bir planın parçasıydı ve planın tek tek kısımlarının ne işe yaradığını araştırmanın gereği yoktu, çünkü sadece bütünü gördüğünüzde bir anlam ifade ediyordu. Güçlü bir felsefeci değildi. Ama fikri pek çok biyoloji düşüncesine sinmiş. Evrim kendi içsel güzelliğiyle büyülü bir şey, bunu olanaklı kılan bireysel genlere varmayı ümit edemezsiniz. Bir başka deyişle, indirgemeciliğin bir sınırı vardır.

Evet, belki vardır; ama indirgemeciliğin güzelliği size bir sonraki adımınız için bir şey vermesidir. Bir şeyin açıklanamaz olduğunu söylediğinizde, onu açıklamaya çalışmanın anlamı kalmaz. Steve Gould ve Dick Lewontin'in indirgemeciliğe çok meşhur ve komik bir saldırısı vardır, ama bazı açılardan tahminimce Smuts savı diyebileceğimiz bir zayıflığı gösteriyor. Kraliyet Derneği'ndeki, San Marco bingileri konuşmasıydı. Aşırı-uyarlanımcı görüş – her şeyin basit biyolojik terimlerle açıklanabilecek bir nedenle meydana geldiği şekilde olduğu– konusunda önemli bir noktaya değindi. Aşırı indirgemeci Bingiler Ekolü konusunda –ressamın resmini neden belli şekilde yaptığının ve onları kare yaparak ne

demek istediğinin derin sanatsal nedenleri hakkında– bilgi dolu kitaplar yazabilir. Ama resim resmin kendisiyle hiçbir alakası olmayan nedenlerle bu şekildedir. Gould ve Lewontin Bingiler Ekolüyle her hayvandaki her karakter uyarlanımsal bir nedenle bulunur ve yeteri kadar bakarsanız bunu bulursunuz diyen pek çok evrimci arasında paralellik kurdular.

Savlarının doğru bir tarafı var, ama bunun tek gerçek olduğunu söylemek kısaca vazgeçip şapkanızı alıp gitmektir, ornitologluğu bırakıp kuş gözlemcisi olmaktır. Analiz eden değil gözleyen kişi olursunuz. Biyologların çoğuna söyledikleri şey "ümit etmeyi kesin, eve dönün ve beşeri bilimler mezunu olun!". Lewontin ve Gould'un görüşünü aşırı eleştiriyor olabilirim; her ikisi de zaman zaman keskin tırmıklarıyla insanları dürtmeyi seviyor. Bingi mevzusu özellikle başarılıydı. Ama o meşhur bingi makalesinin ardından ne oldu? Fazla bir şey olmadı.

Kesinlikle San Marco Meleklerinin tarafında olmayan birinin, Richard Dawkins'in görüşüyle karşılaştıralım. Görüşleri –basitleştirirsek– basit yaklaşım içeriyor. Her canlıyı bir birim serisine, genlere kadar parçalara ayırabilirsiniz; ancak Dawkins'in kendisi de organizmaların sadece DNA taşıyan vasıtalar olduğunu ve yaptıkları her şeyi "bencil genlerinin" çıkarı için yaptıklarını söylemenin naifliğini itiraf edecektir. Ama metaforu beklenmediği kadar üretken ve faydalı oldu, çünkü bunu nasıl sınayabileceğiniz dair çeşitli fikirler veriyor. Tekrar söylemeliyim, indirgemecilik bilim insanlarına bingicilikten çok daha fazla ham madde veriyor. Bu bencil gen fikrinin güzelliği. Alır, sınarsınız. Fikre ve genlere bakarsınız. Fikir yanlış çıkabilir. Ama çok ilginç çalışmalar ateşledi. Bugünlerdeki fikir biyolojinin en temel yasalarının –hatta, Mendel yasalarının bile– bencil genler savaşında bir ateşkesin yansımaları olduğudur. Bu dikkat çekecek kadar ilginç bir fikir, bazı sınanabilir tahminlere yol açıyor.

Eğer salyangozlar üzerine çalışmalarımdan bir şey öğrendiysem, gerçeğin kolları sıvamayı gerektirdiğidir. Salyangozlardaki ya da başka herhangi bir şeydeki gerçeğe yaklaşmanın tek yolu dışarı çıkıp çalışmaktır. Ahkam kesmeyi Papa'ya bırakmalı. Bu önemsiz gelebilir, ama önemli. Bilimi veriler yönlendirir, kuramlar değil. Veri toplamadığımı zamanlarda kendimi bilime faydalı

hissetmiyorum. Ne yazık ki, sistem sizi durdurmak için işbirliği yapıyor; veri toplamak yerine bunun gibi röportajlar yapıyorum, *The Daily Telegraph* gazetesinde küçük zarif yazılar yazıyorum. Yaşlılık, aylaklık, bütçesizlik, bunlar da engel oluşturuyor.

Bugün kendime sorduğum sorular otuz yıl önce sorduklarıma aynı. Son otuz yılda genetikte değişen tek şey insanların yeni sirke sinekleri –genler hakkında soru sormaya teknik açıdan müsait organizmalar– olmasıdır. İki insan ne kadar farklıdır? Neden iki insan topluluğu birbirinden farklıdır? İnsan çeşitliliğinin tarihi nedir? Buna kaydım, ama şimdi giderek bilim yapan değil bilim izleyen oluyorum.

Çünkü yazmaya ve radyo-televizyon yayınlarına çok zaman ayırıyorum. Genel kitle beni öteki genetikçi olarak genetikçilerden daha fazla tanıyor. Bu konuda çok yazdıysam da insan genetiğinde kendim ciddi bir çalışma yapmadım, yani konunun katılımcısı değil, izleyicisiyim. Meslektaşlarıma bu konuda hak edilenden fazla iyi niyet gösterdiği için minnettarım. Bilimde muhabirin de bir rolü olduğuna inanıyorlar. Ancak kendimi belki altı kişilik bir alanda, dünyadaki önde gelen altı salyangoz genetikçisinden biri olmakla avutabilirim.

RICHARD DAWKINS: Steve Jones'un son kitabı *The Language of Genes*'i okudum. Genetiğin çirkin tarihi sebebiyle, politik saygısını korumak için geriye doğru eğilmeye biraz fazlaca istekli buldum, genetiğin politik açıdan saygın olmayan yönlerini reddetmek için biraz yolundan sapıyor. Şimdilik bittiğini, olayın kapandığını, unutup yola devam edeceğimizi ve genetik tarihinin kötü yönleriyle arasına mesafe koymak için halen biraz fazla istekli olduğunu hissediyorum. Ama onu çok ciddiye alıyorum; çok saygı duyuyorum.

STEPHEN JAY GOULD: Steve Jones'un çalışmalarını beğeniyorum. Bilimsel yazılarının çoğunu okudum. Ben akciğerli salyangozlar üzerinde çalışıyorum. Ve bu küçük alanda o en iyilerden biri. Onu pek tanımam. Çok iyi bir bilim insanı. Medyatik yolu takip etti, ama benim profesyonel dünyamda –salyangoz biyolojisi– bilimi çok iyi.

6. Bölüm

NILES ELDREDGE
"Sözcüklerin Savaşı"

DANIEL C. DENNETT: *Niles Eldredge'in 1972 tarihli Stephen Jay Gould ile birlikte yazdıkları klasik sıçramalı evrim makalesinde göstermek istediği ve gösterdiği fosilbilimci arkadaşlarının fosil kayıtlarının herhangi bir zaman ölçeğinde yumuşak aşamalı değişim göstereceği yolundaki hakim varsayımının yanlışlığıydı. Buna dikkat çekmeleri çok önemliydi. Bundan daha önemlisi ise Darwin'in verdiği açıklamaya sahip olmamasıydı.*

NILES ELDREDGE *fosilbilimci; New York'taki Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nde Omurgasızlar Bölümü küratörüdür; Time Frames: The Rethinking of Darwinian Evolution and the Theory of Punctuated Equilibria [Zaman Çerçevesi: Darwinci Evrimi Yeniden Düşünmek ve Sıçramalı Evrim Kuramı] ve An Unfinished Synthesis [Bitmemiş Sentez] (1985), The Miner's Canary [Madencilerin Kanaryası] (1991), Fossils [Fosiller] (1991) ve Reinventing Darwin [Darwin'i Yeniden Keşfetmek] (1995) kitaplarının yazarıdır.*

NILES ELDREDGE: Sıçramalı evrim deneysel basit bir iddiaya dayanır; bir tür ortaya çıktıktan sonra genellikle fazla değişmez. Eğer deniz omurgasızlarından bahsediyorsanız, bu beş on milyon yıl demektir. Elbette yine de evrim olur, değişim biçimsel anlamda türleşme olaylarıyla ilişkili görülür. Bunun doğru olması için sezgisel bir neden yoktur, çünkü türleşme yeni üreme topluluklarının kurulmasıdır. Uyarlanımsal değişimle hiçbir ilgisi olmaması gerekir, ama var gözükmekte.

Steve Gould'la sıçramalı denge üzerine yaptığım çalışmalarla ve biyolojik sistemlerde hiyerarşik yapıyı geliştirmekle; ekoloji ve kalıtımsal ikizler hiyerarşisiyle biliniyorum. Bu temel ontolojidir. Sıçramalı denge Teodor Dobzhanski ve Ernst Mayr'ın dikkatini doğal türlere ve türleşme sürecinden ortaya çıkan aralarındaki süreksizliğe ve George Simpson'ın dikkatini fosil kayıtlarındaki evrimsel örüntüye yoğunlaştırmak meselesiydi. Bunun sonucundaki anlamlar –biri büyük ölçekli biyolojik sistemler genelinde doğadır– benim odağımın çoğunu işgal etti.

Sıçramalı denge fikrinin ortaya çıkardığı önemli paradokslar var. Bunlardan biri uzun vadeli evrimsel akımlarla ilgili. Bir grup içerisindeki evrimde uzun vadeli olaylara, mesela insanlarda beyin ölçüsünün dört beş milyon yıl içerisinde artışına, bakarsanız eski modele göre doğal seçilim daha büyük beyni yeğler ve böylece dört milyon yılda giderek daha büyük beyinler olur. Fosil kayıtlarına bakarsanız, zaman içerisinde ilerlediğinizde giderek daha ve daha büyük beyinler görürsünüz, ama bu adım adım bir örüntüdür, aşama aşama değildir. Sıçramalı dengenin ham önermesi eski, işe yarar, fosil kayıtlarındaki uzun-vadeli akımlar için belli bir yön unsurunu kaldırdı. Ama eğer zaman içinde bir yön olduğunu kabul ederseniz, açıklaması nedir?

Söylediğimiz türlerin varlık olduğu. Tarihleri var, kökenleri var, sonları var ve kendilerinden ortaya yeni türler çıkabilir de çıkmayabilir de. İnsanlar gibi bireylerdir, ancak çok farklı bireyler. İçlerinde gerçeklik unsuru taşıyan büyük ölçek sistemlerdir ve bu evrim biyolojisinde büyük bir sıçramadır. Bunu anıştıran şeyler varsa da kesinlikle geleneksel değildir. Bizim fikrimiz –bazen "tür seçilimi" bazen tür sınıflandırması" deniyor,

ikincisini tercih ederim– farklı özellikteki kökenler ve türlerin soyunun tükenmesini canlılığın tarihini biçimlendiren ve uzun vadeli evrimsel akımların üretimini içeren ilave bir unsur görüyor.

Türler uzay-zamanla sınırlı gerçek varlıklardır ve de bilgi varlıklarıdır. Diğer varlık çeşitleri bir şeyler yapar. Örneğin ekolojik popülasyonların nişleri vardır; işlevini yerine getirir. Türler bu şekilde işlemez. Bir şeyler yapmazlar; daha ziyade bilgi depolarıdır. Bir tür hiçbir suretle organizma değildir; ama yine de evrimsel süreçte önemli rol oynayan bir çeşit varlıktır.

Bu ontolojik bir kaymadır. Genetikçiler sadece verilerinin (popülasyonlardaki nesilden nesile değişiklik) bunu talep etmediğini düşündükleri için genetik türlerin gerçek varlıklar olması fikrine kayıtsız kalıyor. Böylece çok saygı duyduğum John Maynard Smith türlerin evrimsel süreçte rol oynayan gerçek varlıklar hamlesine sadece şahsen ilginç bulmadığı için yanıt vermiyor. Richard Dawkins her şeyi gensel açıklamaya tıkmaya çalışıyor. Karanlıktan geçen gemiler gibi. Eğer doğal seçilim algoritmasını işleterek nesil nesil uğraşıyorsanız bu tür bir kavrama ihtiyacınız yok. İlginç bulmayanları kınamıyorum. Türlerin bu şekilde tahlil edilmesinin evrim kuramına bir geçerlilik ve ilginç bir öğe kattığını onlara anlatmak bizim işimiz.

Gen-fikirli ultra-Darwinci meslektaşlarımıza karşılık, kendim ve Steve gibi kişilere "doğacılar" diyorum. Orta alanı ele geçirmeye çalışıyoruz. Ultra-Darwinci kamptaki üç ana karakter Maynard Smith, George Williams ve Richard Dawkins'tir. Hepimiz evrimsel değişikliğin temel bilgilerinde anlaşıyoruz: doğal seçilimle meydana gelen uyarlanımsal değişimler. Bunun üzerine ultra-Darwinciliğin geliştirdiği yorum yaşamsal doğanın tümünün temel dinamiğinin altında genlerin kopyalarını bırakma amaçlı rekabetçi arzu yatmasıdır. Bilgi parçacıklarının –genlerin– birbirleriyle rekabet etmesi evrim biyolojisini daha çok fiziğe benzetir, onlar hakkında söyleyeceğim en burnu havada söz ultra-Darwincileri fiziği kıskanmakla suçlamamdır.

Sıçramalı denge evrimsel rotadaki süreksizliği yeniden ileri sürüyor. İnancın savunuculuğunu yapma rolünde genelde ultra-Darwincilik varsa da ilk olarak evrimsel rotaya süreklilik unsu-

runu enjekte etmeyi başaran, modern sentezin kurucuları Mayr ve Dobzhanski'dir. Böylece biz doğacılar tutucu bir köşeyi savunuyoruz. Dobzhanski'nin dediği gibi Darwin doğal seçilimin geçerliliğini tesis etti ve doğal seçilim sürekli çeşitlemeler spektrumu yaratıyor. Ama doğa süreksizdir. (Dobzhanski'nin 1937'de dediği gibi) gen seviyesinde ve de tür seviyesinde süreksizdir. Evrim biyologlarının çoğu popülasyon genetikçileridir, bu nedenle, daha önce söylediğim gibi, türler-içi süreksizliğin önemini görmezler. Uğraştıkları veriler türler-içi seviyede değildir. Bu sorunları düşünmeye alışık değiller, ayrık üreme toplulukları diye tanımlanmış türler arasındaki farlılıklar hakkındaki bu zorlu savaşılmış ve zorlu kazanılmış ilk söylemler onların dünyasına girmez. Bir anlamda, evet, tamam, siz bilincinizi işgal eden şeylerden ve elinizdeki verilerden konuşursunuz ve bir popülasyonda nesil nesil gen frekanslarını etkileyecek kuvvetler hususunda söylenecek çok şey var. Ama tartışmayı türlerle sınırlandırmak biyolojik örgütlenmelerin diğer unsurlarını göz ardı etmektir, ultra-Darwincilik de kendini tehlikeye atarak bunu yapıyor. Onlarınki canlılık doğasının tamamlanmamış tanımı, kuramlarını basit ve tamamlanmamış kılıyor. George Williams'ın *Natural Selection* [*Doğal Seçilim*] adlı yakın zamanlı kitabında türlerin özel kategoriden canlı varlıklar olmadığını vurgulamak için zahmete girmesi çok cesaret kırıcı.

Ultra-Darwinciler genelde genetik indirgemeci olduklarını inkar ederler, ama herkesin kafasındaki tanıma göre kesinlikle öyleler. Büyük ölçekli sistemlerin yapısını ve tarihini tamamen göreli gen frekansları terimleriyle açıklamaya çalışıyorlar. Sosyal sistemler, ekosistemler ve diğerleri, tümü organizmalar arasındaki –hatta daha da kötüsü genler arasındaki– varsayılan bu rekabetten çıkıyor. Aslında türler gibi, ekosistemler gibi büyük ölçekli sistemlerin mevcut doğasını belirlemede son elli yılda yapılmış pek çok çalışmaya yeterli dikkati göstermiyorlar, çünkü çok gen meyilli bir görüşleri var.

Bir anlamda sahte değil de, entelektüel açıdan eksik diye düşünüyorum. Her zaman birini eleştireceksiniz onların dansını iyi bilmeniz gerektiğini hissederim, ben de bu adamların dansını öğrenmek için bayağı zaman sarf ettim. Ben onların Steve'in,

benim ve Elisabeth Vrba'nın dansını öğrendiğini görmedim. Kendi gen merkezli dünyalarına öylesine gömülmüşler ki biyolojik doğanın tamamlanmamış bir ontolojisine sahipler.

George Williams evrimi edilgen halinden etkin hale dönüştürmeye başladı. Bunun tercümesi organizmalar rekabet etmektedir, her ne kadar yiyecek için rekabet ediyorlarmış gibi görünse de aslında aralarında genlerini bırakabilmek için rekabet etmektedirler. Üreme biyolojisi seviyesinde, doğanın iyi bir tanımı. Ama bir bütün olarak biyolojik doğada ne olduğunu açıklama yönünde, özellikle büyük ölçekli biyolojik sistemlere girdikçe, sürçmeye başlıyor; daha büyük ölçekli sistemlere girdikçe ve özellikle üreme olgusunu değil ekonomik olguya değindikçe daha da fazla sürçüyor.

Dawkins *Gen Bencildir*'de sonunda bu gen rekabeti ilkesine dayanarak ekosistemin tüm iç çalışmasını –birleşme kurallarını ve onları bir arada tutan şeyi– anlamaya muktedir olacağımızı söylüyor. İndirgemeci düşünce için cazip, Darwin'in edilgen bırakmayı yeterli gördüğü ilkeyi etken bir ilkeye çevirme girişimi.

Bu, güç algılanan bir nokta. Ultra-Darwinciler indirgemeci, ama sadece popülasyon içindeki genlere kadar. Daha alt seviyelerden hâlâ korkuyorlar: çoğu popülasyon genetikçisi Gabriel Dover gibi bir moleküler biyoloğun evrim üzerine konuşmasından çılgına dönüyor! Bizim söylediğimiz, popülasyon genetiğinin geleneksel uzmanlık alanının hem altında, hem üstünde daha başka seviyeler var. İşler biraz daha karmaşık ve bir dereceye kadar bu karmaşıklığın ne olduğunu belirleyebiliriz.

Eğer Dawkins'in *Kör Saatçi*'sini okursanız, organizmaların çevrelerine neden bu kadar uyarlanmış göründüklerine dair –başka bir deyişle doğal seçilimin organizmanın uyarlanımını nasıl şekillendirdiğine dair– uygun bir kuram sunuyormuş gibi gözükmektedir. Ama yakından baktığınızda, uyarlanım değişiminin evrimde neden meydana geldiği üzerine hiçbir şey içermediğini görürsünüz. Uyarlanım değişiminin bağlamında gerçekten hiçbir şey yoktur. Belirtilmemiştir, mevzusu bile geçmez. Sadece ilkede bir savdır. Algoritma sevecen ayrıntılarla tanımlanmıştır ve varsayım sadece motorun çalışmasına izin vermekle gördüğümüz her şeyin –üç buçuk milyar yıllık bu tarih, şimdi

Dünya üzerinde bulunan on milyon tuhaf tür– bundan çıkacağıdır. Gerisi sadece ayrıntıdır. Önemli olan düzeneği anlamaktır.

Söylediğim gibi temelde hepimiz Darwin'in yerleştirdiği düzenek üzerinde anlaşıyoruz. Kimse ona karşı çıkmayacaktır. Steve Gould'u uyarlanım karşıtı göstermeye çalışmak saçmalıktır. 1978'de Maynard Smith'in bir sempozyumu oldu, kendisinin de söylediği gibi, bundan ortaya çıkan en elle tutulur şey Steve'in Dick Lewontin ile birlikte yazdığı, bir uyarlanım programı olduğu ve yandaşlarının baktığımız her biyolojik yapının bunun tarafından doğal seçilimle dikkatle seçildiğini varsaydıklarını söyleyen "The Spandrels of San Marco and Panglossian Paradigm" [San Marco Bingileri ve Panglossçu Paradigma] makalesiydi. Sadece bir varsayım ve kesin şekilde ispatlaması zor, bir sürü başka olasılıklar da var. Bu önerme ona uyarlanımcılık karşıtı rolünü biçti.

Maynard Smith, Williams ve Dawkins'in uyarlanımcılıkları şöyle açıklanabilir: doğada tasarım vardır, organizmalar içinde bulundukları çevreye iyi uyuyor gözükmektedir ve bu çevrede iyi işlemektedirler. Bu ilişki durumunun makul tek açıklaması, bir yaratıcının bunları yaptığı yerine –özellikle popülasyondaki en uyarlanmış çeşidin daha az uyarlanmışlara göre ortalamada genlerinin daha çok kopyasını bırakma eğiliminde olduğu doğal seçilim aracılığıyla– evrim süreci. Nesiller süreci sonunda doğa ayıklayacak ve ayıracak, istenen çeşitlemeleri verecektir. Bunlar temel kurallardır; herkes bunu kabul eder. Biz doğacıların bunun tersine söylediği doğal seçilimin uyarlanım değişimini başlıca gerçek türleşme; ata bir üreme topluluğunun ("türler") soyundan gelen iki ya da daha fazla türe ayrılmasıyla birlikte üretir gözüktüğüdür.

Dawkins ve Gould arasındaki tartışmaların çoğu birbirlerine kimin daha zeki olduğunu gösterme çabası. Bazen kasten birbirlerini tersten yorumladıklarını düşünüyorum. Bir sözcük savaşı, doğaya en iyi yaklaşıma kimin sahip olduğu konusunda okur yazar halkı bilgilendirme çabasının irade savaşı.

Steve her zaman ortaya atlayıp bu dünyanın Dawkinsleri, Maynard Smithleri ile polemiğe girmeye hazır, istekli ve muktedirdi. O noktaya gelmek benim daha fazla zamanımı aldı. Önce

fosil kayıtlarında durağanlık ve değişim noktalarının örüntülerini benden hemen öncekilerin –fosilbilimci Simpson, elbette, ama hem de sistematikçi Mayr ve hatta tuhafsa da tamamına ermiş doğacılıktan dönme genetikçi Dobzhanski'nin– görüşleriyle bağdaştırmaya odaklandım. Simpson, Mayr ve Dobzhanski'yi Ödipal anlamda –çalışmalarını düzeltmem gereken baba figürleriymiş gibi– görmeyi aşabilmeliydim. Sıçramalı denge fikrinin aslında bir yanda Simpson öte tarafta Mayr ve Dobzhanski arasında bazı ciddi uyuşmazlıkları uzlaştırdığı anlayışına varmam gerekiyordu. Bunu bir kere hallettikten sonra, sıçramalı dengenin radikal imaları gözüme daha çok çarptı, böylece dikkatimin bütününü modern ultra-Darwinciliğe çevirebilirdim. Ancak şimdi Richard Dawkins, Maynard Smith, George Williams gibi insanlarla boy ölçüşmeye hazırım.

George Williams *Natural Selection* [*Doğal Seçilim*] adlı eserinde eğer karamsar değilse, ilginç bir gözlem yapıyor. İnsanların irdelemekten vazgeçip birbirlerini yeterince iyi çözdüklerine ikna etmeleri yanında pek çok sorunun çözülmesi ikincil kalıyor. Vazgeçtiğimiz sorunlar kadar bilimsel sorun çözmüyoruz. Bu biraz irkiltici, ama olup biteni iyi tarif ediyor. Burada söylediğim mevcut tartışmaların son çözümü diye bir şey olmadığıdır. İnsan popülasyonunun bu bin yıldaki sorunları, büyük ölçekte çevresel yıkım ve yok olan türler muhtemelen dikkatimizi saf evrim kuramının acil olmayan endişelerinden uzaklaştıracak; muhtemelen de öyle olmalı. Bir gün bu konular yeniden ele alınacak, ama entelektüel soyumuz tarafından.

STEPHEN JAY GOULD: Niles Eldredge benim bilimdeki en yakın ve en sevgili arkadaşımdır. Ne zaman iki insan bizim sıçramalı denge sürecinde olduğumuz gibi bu kadar güçlü bir şekilde birbirine bağlansa, insanlar kaçınılmaz şekilde aralarını açmaya çalışıyor, yine de bir takım girişimlere rağmen kimse başaramadı.

Ben daha fazla saldırı alıyorum, genellikle de insanlar arkasında durduğum bir takım başka şeyler için saldırıyor, çünkü benim halk arasındaki şöhretim daha fazla. Ama Niles ve ben her konuda aynı fikirde değiliz. Örneğin, o bir *kladist*tir, ben

değilim. Hiyerarşik seçilim kuramındaki çeşitli teknik konularda kesinlikle aynı fikirde değiliz. Mesela biri kalıtımsal biri de onun ekonomik dediği, doğadaki gerçek ve aleni rekabetle ilgili şey olmak üzere paralel hiyerarşiler nosyonu onda çok merak uyandırmıştır. Bana göre nedenselliğin bulunduğu kalıtımsal hiyerarşi pek çeşitli teknik sebepler nedeniyle üzerine odaklamamız gerekendir. Ama Niles ve ben yirmi beş senedir bu konu üzerinde ber aber çalıştık ve her zamanki gibi yakınız. Beraber doktora yaptık. Dünyanın en iyi Victoria dönemi kornet koleksiyonlarından birini yaptı. Kornet ve trompet çalar. Kornette cazı fena değildir.

DANIEL C. DENNETT: Niles Eldredge'in 1972 tarihli Stephen Jay Gould'la yazdıkları klasik sıçramalı evrim makalesinde göstermek istediği ve gösterdiği fosilbilimci arkadaşlarının fosil kayıtlarının herhangi bir zaman ölçeğinde yumuşak aşamalı değişim göstereceği yolundaki hakim varsayımının yanlış olduğuydu. Buna dikkat çekmeleri çok önemliydi. Bundan daha önemlisi ise Darwin'in verdiği açıklamaya sahip olmamasıydı. Darwin de fosil kayıtlarının fazlaca ara vaka göstermemesi sorunundan endişeliydi. Bunu fosil kayıtlarının eksikliğiyle açıkladı: daha çok bilgiye ulaştıkça, şansımız yaver giderse, tüm ara vakaları bulacağız ve her şey harika olacak.

Eldredge ve Gould, belki de ilk ez, en mükemmel fosil kayıtlarında bile ani bir geçiş beklememiz gerektiğini gösterdi. Darwin'in kendisinin işaret ettiği gibi, pek çok tür –pek çok soy– yine de durgunluk içerisinde olacaktır. Değişim sürekli olmaz; çok değişim içeren kısa dönemler halinde olur. Popülasyonların konumlarını kaydırdığı, atalarının vatanını bırakarak yeni alanlar istila ettiği dönemler de vardır. O zaman yeni denge noktasına ulaşılır ve sonrasında bir başka uzun durgunluk dönemine girersiniz. Neredeyse her yerin hem mekânsal hem zamansal arakesit fosil kayıtlarına baktığınızda eğer bir değişim görürseniz, sanki aniden gelmiş gibi gözükür.

Ama pek çok kişi çok daha fazla anlamlar çıkarmak istedi; onlar sıçramalı dengenin kanıtlanmasının –hadi diyelim ki sıçramalı dengeyi kanıtladılar– Darwinci aşamacılığı çürüteceğini

söylemek istediler. Böyle bir şey değil. Eldredge biliyor ve inkar da etmiyor. Gould o kadar emin değil. Yıllar içerisinde, sıçramada gerçekleşenlerin önemli şekilde Darwinci olmayabileceği çeşitli farklı yollar denedi. Sanırım bu yolların hepsinin yanlışlığını gösterebilirim. Mevzuyu anladığınızda –ve bu gerçek anlamda tartışmalı bir kanaat değil– sıçramalı denge esnasında ne olduğuna dair savunulabilir devrimci bir hipotez yok. Ama bu sıçramalı dengenin yandaşları tarafında sıçramalı dengenin yaygın anlayışı değil.

GEORGE C. WILLIAMS: Eldredge harika bir fosilbilimci ve durgunluğu önemli bir kavramsal sorun diye alması büyük bir ilerlemeydi. Durgunluk hızlı evrime bağlı diye düşünebileceğimiz karakterlerin istikrarlılığının sık sık görülmesi. Marjorie Grene'le yaptıkları son çalışmalardan pek etkilenmedim, bana kalırsa cinsel seçilim ve seçilim sebebi gibi şeylerle kavramsal bir dağınıklık yapmış.

Gould ve Eldredge, sıçramalı dengenin iki babası, elbette sıklıkla birbirine bağlanır. Gould büyük kavramsal mevzulara bakmaya daha yatkındır ve belki de daha iyi bakmaktadır.

LYNN MARGULIS: Niles Eldredge geniş eğitimli bir jeolog ve biyolog, fosil kayıtlarının harika tercümanıdır. Muhteşem resimlenmiş kitabı *Fossils* omurgalı ve deniz hayvanları fosil kayıtlarına müthiş bir giriştir. Dahası, Eldredge modern biyolojinin günlük hayatı, herkesin kesin diye baktığı "ortak mit", "sağduyu bilgisi" ve diğer yerleşik kavramları nasıl ihlal ettiğini ve etkilediğini fark etmektedir. Bizim kültürümüzde insanların kesin gözüyle baktığı bilimin, özellikle biyolojinin bize söylediğinin tam tersidir. Eldredge benim ve onun kanaatine göre büyük yanlış anlamalardan başka bir şey olmayan yaygın benimsenen "gerçekler" ile bilimin aslında bize ne söylediğini bir araya getirmeyi isteyen ve getirebilecek az sayıdaki kişiden biri. Çok iyi iletişim kuran bir yazar ve yazmaya devam etmesini dilerim.

W. DANIEL HILLIS: Bilgisayarların evrimine dair fark ettiğim ilk şeylerden biri aşamalı olmamasıydı. Uzun zaman bir şey olmayacak, dünya kendini yeniden örgütleyecek ve büyük bir değişiklik olacaktır. Açıktır ki tanımlamanın bu seviyesi Eldredge'in liderlerinden biri olduğu biyologlar topluluğuna; sıçramalı dengecilere bağlanır. Ama ayrıntılara baktığınızda biyolojide o kadar farklı seviyede, o kadar çok şey olmaktadır ki benim gördüğüm olgunun tam olarak onun tanımladığı olguya denk düştüğü açık değildir. Tüm ekosistemin devasa ölçeğinde sıçramalı dengeyi tanımlıyor, ama küçük ölçekte de, hatta evrimleşen bir tür içerisinde bile olabilir. Bana göre sıçramalı denge tamamen tartışılmazdır: tüm farklı seviyelerde olur. Birkaç milyon yıllık evrimle oynama şansına kavuşmuş herkes için bu tamamıyla açık şeylerden biridir.

7. Bölüm

LYNN MARGULIS
"Gaia Çetin Ceviz"

RICHARD DAWKINS: *Lynn Margulis'in endosembiyoz kuramına bağlı kalmadaki ve onu onaylanmamışlıktan onaylanmışlığa taşımadaki saf cesaretini ve tahammülünü çok takdir ediyorum. Ökaryotik hücrenin ilkel prokaryotik hücrelerin ortakyaşar birliği olmasına dair kuramdan bahsediyorum. Bu yirminci yüzyıl evrim biyolojisinin büyük başarılarından biridir ve bu nedenle onu çok takdir ediyorum.*

LYNN MARGULIS *biyologdur; Amherst'teki Massachusetts Üniversitesi Biyoloji Bölümünde profesördür; The Origin of Eukaryotic Cells [Ökaryotik Hücrelerin Kökeni] (1970), Early Life [Hayatın İlk Zamanları] (1981), Symbiosis in Cell Evolution [Hücre Evriminde Ortakyaşam] (2. Baskı 1993) kitaplarının yazarıdır. Ayrıca Karlene V. Schwartz'la Five Kingdoms: An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth [Beş Alem: Dünyadaki Canlıların Şubelerine Resimli Rehber] (2. Baskı 1988) ve Dorion Sagan'la Microcosmos [Mikrokozmos] (1986), Origins of Sex [Cinselliğin Kökeni] (1986) ve Mystery Dance [Gizem Dansı] (1991) kitapları vardır.*

LYNN MARGULIS: Nitelikli herhangi bir doğa tarihi müzesinde, diyelim ki New York, Cleveland veya Paris'te, ziyaretçi tarih öncesi hayat salonuna varacaktır; trilobitlerle başlar, dev nautiolidler, dinozorlar, mağara ayıları ve çocuklara büyüleyici gelen diğer soyu tükenmiş hayvanlarla devam eder. Evrimciler son beş yüz milyon yıldaki hayvan yaşamının tarihine çok kafa yormuşlardır. Ama yaşamın bundan çok daha önce evrimleştiğini biliyoruz. 1960'lara kadar bilim insanları canlılığın evrimine dair fosil kanıtlarını görmezden geldiler, çünkü yorumlanamıyordu.

Ben evrim biyolojisi alanında, hücreler ve mikroorganizmalar üzerinde çalışıyorum. Richard Dawkins, John Maynard Smith, George Williams, Richard Lewontin, Niles Eldredge ve Stephen Jay Gould, hepsi zooloji geleneğinden geliyorlar, eğer meslektaşımız Simon Robson'ın sözleriyle söylersem, bana üç milyar yıl zaman aşımına uğramış veriler kümesiyle uğraşıyorlar gibi geliyor. Eldredge ve Gould ve pek çok meslektaşları evrimde gerçek eylemin nerede bulunduğuna dair inanılmaz ölçüdeki bilgisizliği sistemleştirme eğilimindeler, çünkü ilgi alanını –elbette, insanları da dahil ederek– hayvanla sınırlandırıyorlar. Hepsi çok ilginç, ama hayvanlar evrim sahnesine çok geç girmiştir, yani evrimin yaratıcılığının ana kaynakları hakkında bize pek az içgörü sunar. Bu, dünya tarihi hakkında dört kalın cilt kitap yazıp tarihin başlangıcını Chicago'nun kurulduğu 1800 yılı Fort Dearborn'unda başlatmaktır. Fort DearBorn'un on dokuzuncu yüzyılda göl kıyısındaki müreffeh bir metropolise dönüşümüne dair tamamen haklı olursunuz, ama bu dünya tarihi değildir.

"Bilgisizliği sistemleştirme" derken canlılığın beş aleminden dördünü teğet geçmelerinden bahsediyorum. Hayvanlar alemi beş alemden sadece biridir. Bakteri, protista, mantarlar ve bitkileri görmezden geliyorlar. Evrim kitabından kısa ve ilginç bir bölüm alıyorlar ve bundan tüm canlılık ansiklopedisini yazmak istiyorlar. Hatalı ve sınırlı bakış açılarıyla cehaletleri yanlışlarından fazla.

Cehaletleri nereden geliyor? İlk olarak kimyadan geliyor çünkü evrim biyolojisinin dili kimyadır; onların çoğu da kimyayı görmezden gelir. Hepsini bir kefeye koymak istemiyorum,

çünkü her şeyden önce Gould ve Eldredge, Darwin'in beklentisinin aksine, zaman içerisinde evrimsel aşamalı değişimin fosil kayıtlarında belgelenmediğini çok açıkça gösterdiler. Fosil morfolojileri uzun zaman periyotları boyunca devam ediyor ve durgunluktan sonra, süreksizlikler gözleniyor. Bu gözlemlerin tartışılabilirliğinden bile şüpheliyim. Mühendislik eğitiminden gelen John Maynard Smith biyolojinin çoğunu ikinci elden bilir. Çok ender canlı organizmalarla uğraşır. Hesaplar ve okur. Doğrudan doğruya uğraşmadığı herhangi bir organizmaya dair kavrayışı bulunmasının onun için çok zor olacağından şüpheliyim. Biyologlar inceledikleri ve üzerine yazdıkları canlı varlıklarla doğrudan duyusal iletişim kurmaya özellikle gereksinir.

Fosil kayıtlarından evrim tarihini yeniden inşa etmek –fosilbilim– benim kanaatime göre, geçerli bir yaklaşımdır, ama fosilbilimcilerin mukabil modern organizmalarla ve "yeninin bilimcileri" ile, yani, biyologlarla eşzamanlı çalışmalıdır. Gould, Eldredge ve Lewontin çok değerli katkılar yaptılar. Ama Dawkins-Williams-Maynard Smith geleneği İngiliz temelli sosyal bağlamda gördüklerinden şüphelendiğim bir tarihten ortaya çıkıyor. Darwin organizma popülasyonlarının bireyleri ayıklandıkça aşamalı değiştiklerini iddia etti, bu onun temel, doğal seçilim vasıtasıyla evrim fikridir. Genetik bir özelliğin bir nesilden diğerine geçiş kurallarını geliştiren Mendel bu özelliklerin yeni kombinasyonlar yaptıklarını ama zaman içinde değişmediklerini açığa kavuşturmuştur. Beyaz çiçekle kırmızı çiçek çaprazlandığında pembe nesil çıkar, bu pembe nesil başka bir pembe nesille çaprazlanırsa çıkan nesil özgün ebeveyn, ya da büyük-ebeveynleri kadar kırmızı, beyaz veya pembedir. Mendel organizma türlerinin zaman içerisinde değişmediği hususunda ısrar eder. Pembeyi üreten melezleşme ya da çaprazlama yüzeyseldir. Genler farklı kombinasyonlarda bir araya gelmek üzere etrafa dağılmışlardır, ama aynı kombinasyonlar yine aynı tipleri verir. Mendel'in gözlemleri yadsınamaz.

Parlak bir insan olduğu şüphe götürmeyen J.B.S. Haldane ve matematikçi R.A. Fischer iki uzlaşmaz görüşü, Darwin'in evrim görüşüyle Mendel'in pragmatik, evrim-karşıtı görüşünü birleştirmek için yeni-Darwinci popülasyon-genetik analizi-

ni geliştirdiklerinde, tam bir İngilizce konuşan evrimci okulu yarattılar. Bu iki alanı mantıklı hale getirmek için 1920'lerden 1950'lere kadar yeni-Darwinci denilen popülasyon genetiği dilini icat ettiler. Çalışmalarını matematikleştirdiler ve buna inanmaya başladılar; İngiltere, Birleşik Devletler ve ötesine sözü yaymaya başladılar. Fransa ve diğer ülkeler yeni-Darwinciliğe direndi, ama Japonya'dan ve diğer ülkelerden bu açıklama "etkinliğine" katılanlar da oldu.

Birbirlerini pek çok açıdan farklı görseler de hem Dawkins hem Lewontin bu geleneğe aittir. Birkaç yıl önce Lewontin öğrencilere bir konuşma yapmak üzere Massachusetts Üniversitesinde bir ekonomi sınıfına konuk oldu. Bir tür yeni-Darwinci atakla evrimsel değişikliklerin Fischer-Haldane düzeneklerine –mutasyon, göçler, vb– göre işlediğini söyledi. Ders saatinin sonunda analizlerinin ayrıntılarının sonuçlarının deneye dayalı gösteriminin yapılmadığını söyledi. Matematiksel bedel-fayda muamelesi kimya ve biyolojiden yoksundur. Kendisine, eğer hiçbiri deneyle ya da sahada gösterilemiyorsa, neden yapmacık insan sosyal-ekonomi kuramından türetilmiş maliyet-kâr açıklaması sunmak için böylesine kendini adadığını sordum. Temel varsayımlara dair kendisi bile bu kadar ciddi kusurlara işaret ederken, neden bu saçmalığı öğretmek istediğini sordum. Bunun için iki nedeni olduğunu söyledi: "İlki F.K." F.K. ne diye sordum. "F.K. nedir? Popülasyon patlaması, sıçramalı denge, fizik eğitimi?" Hayır, dedi, "fizik kıskançlığı". Fizik kıskançlığı fiziğin matematiksel açıdan net modellerini arzulayan diğer disiplinlerdeki bilim insanlarında görülen bir sendromdur. İkinci nedeni daha da sinsiydi: eğer çalışmalarını yeni-Darwinci düşünce tarzında ifade etmezse, bu tür çalışmaları desteklemek için verilen fon parasını alamayacaktı.

Yeni-Darwinci popülasyon-genetiği geleneğinin frenolojinin, kafatasçı bilimin bir kalıntısı olduğunu düşünüyorum ve bence aynı sona yazgılı olması beklenebilecek türden bilim. Geriye dönüp bakıldığında saçma gelecek, çünkü saçma. Her zaman, Madison, Wisconsin Üniversitesinde James F. Crow gibi süper bir hocanın alana-uygundan-da-öte-bir-aday popülasyon genetiği öğrencisiyken de böyle hissettim. Dönemin sonunda son hafta

modellerle ilgili gözlemsel ve deneysel araştırmaları tartışmaya ayrıldı, ama hiçbir deneyin sonuçları modele uymadı.

Matematiksel yeni-Darwinciliği yıllardır eleştiriyorum; bana hiçbir zaman pek anlamlı gelmedi. Hepimiz –pek çoğunun yıkıcı olduğu bilinen– rastlantısal değişkelerin evrimsel değişikliğin ana sebebi olduğunu öğrendik. Bir gün ani bir esinlemeyle uyandığımı hatırlıyorum: Ben yeni-Darwinci değilim. Bana daha erken dönemden bir deneyimi, hümanist bir Yahudi olmadığımı anladığım zamanı hatırlattı.

Darwin'in katkılarını çok takdir etsem de, kuramsal analizlerinin çoğuna katılsam da, Darwinciyim ama yeni-Darwinci değilim. Darwin'in önemli kavrayışlarından biri tüm organizmaların ortak ata ile birbiriyle akraba olduklarını fark etmesiydi. Bugün ortak ata için doğrudan kanıt, ister genetik, ister kimyasal, herhangi bir kanıt son derece fazla. Organizmaların popülasyonları gerçek dünyada sürdürülemez bir oranda büyür ve ürer, bu nedenle pek çoğu yaşam sürelerini tamamlamadan ölür ya da üremeyi başaramaz. Doğan, yumurtadan çıkan ya da tomurcuklanan her organizmanın hayatta kalmadığı ve muhtemelen kalamayacağı doğal seçilimdir. Gözlemlenebilir kalıtımsal çeşitlemeler doğan, yumurtadan çıkan, tomurcuklanan, bölünen tüm organizmalarda görülür, bazı çeşitlemeler diğerlerinden daha fazla büyür ve ürer. Bunlar Darwinci evrimin ve doğal seçilimin ilkeleridir. Bunun üzerinde düşünen tüm bilim insanları bu temel fikirlerde tamamen anlaşır, çünkü çok büyük miktarlarda kanıtla desteklenmektedir.

Yeni-Darwincilik organizmaların zaman içerisinde değişmediğini söyleyen Mendelci genetiği değiştiğini söyleyen Darwincilikle uzlaştırma girişimidir. Kusurlu iki geleneği matematikle birleştiren bu akılcılaştırma çabası başladığı yerde biter. Yeni-Darwinci yol biyolojiye uymayan aritmetik ve cebir kullanmaktadır. Yaşamın dili sıradan aritmetik ve cebir değildir; yaşamın dili kimyadır. Uygulanan yeni-Darwincilik örneğin, mikrobiyoloji, hücre biyolojisi, biyokimya, moleküler biyoloji, sitoplazmik genetiğe ilişkin bilginin eksikliğinden mustariptir. Biyokimyasal sitoloji ve mikrobik ekolojiyi göz ardı ederler. Buna yapmak, Shakespeare'in Elizabethçi deyimsel ifadeleri ve Çincedeki

deyimsel ifadeler eleştirel analizini, İngilizcenin ilişkisini göz ardı ederek yapmaya benzer.

Yeni-Darwinciler mutasyonu herhangi bir genetik değişiklik diye tanımlayıp çeşitlemelerin rastlantısal mutasyonlardan ortaya çıktığını söyler. Rastlantısallıktan kasıtları seçilime göre yavrularda rastlantısal ortaya çıkan özelliklerdir: eğer bir hayvanın kuyruğa ihtiyacı varsa, ihtiyaçtan kuyruk geliştirmez; daha ziyade hayvan rastlantısal şekilde her türlü değişimi geliştirir, kuyruk geliştiren yavrular hayatta kalır. H.J. Muller 1920'lerde sirke sineklerinde sadece X-ışınlarının mutasyon oranını değiştirmediğini, ama sirke sinekleri X-ışınları, solar radyasyon ve diğer çevresel sarsımlardan yalıtıldığında da belli bir kendiliğinden mutasyon oranının ölçülebildiğini keşfetti. Kalıtımsal çeşitlemeler kendiliğinden belirir; belirdikleri organizma için iyi olup olmadıklarıyla hiçbir ilişkisi yoktur. Daha sonra mutasyonun –doğal seçilimin işlediği– çeşitlemenin kaynağı olduğu duyurulur ve yeni-Darwinciliğin tamamlandığı ilan edilir. Geriye kalan bilim pek az gediği bulunan bir kuramdaki boşlukları doldurmayı gerektirir.

Pek çok deneyden sirke sineklerinin X-ışınları ya da bazı kimyasallar gibi mutajenlere maruz kalmasının hastalıklı ya da ölü sineklerle sonuçlandığını biliniyor. Yeni tür sinekler çıkmaz; bu gerçek bir sorundur. Herkes bu tür mutajenlerin kalıtımsal çeşitlemeler ürettiği konusunda hemfikirdir. Doğal seçilimin bu çeşitlemelerde işlediğinde herkes hemfikirdir. Soru seçilimin işlediği yararlı çeşitlemenin nereden geldiğidir. Bu sorun henüz çözülememiştir. Ama ben en belirgin kalıtımsal çeşitlemenin Rusların, özellikle Konstantin S. Mereşkovski'nin simbiyogenez,* Amerikalı Ivan Emanuel Wallin'inse simbiyontisizim† dediği birleşmeden geldiğini ileri sürüyorum. Wallin bu terimle mikrobiyal genetik sistemlerdeki hayvan ve bitki hücrelerinin ataları-na doğru birleştiğini kastediyor. Yeni genetik sistem –mikrop ve hayvan hücresi ya da mikrop bitki hücresi birleşimi– mikropsuz ata hücreden gerçekten farklıdır. Bilgisayar teknolojisindeki gelişimlere bakarsak, bir modülü yeni baştan yapılandırmak ye-

* Ortakyaşam-oluşumu –yn.

† Ortakyaşamcılık –yn.

rine, ortakyaşam fikri mevcut modüllerin arayüzlemesidir. Birleşmeden ortaya yeni ve daha karmaşık varlıklar ortaya çıkar. Yeni türlerin sadece rastlantısal mutasyonlardan oluşmasından şüphe duyarım.

Ortakyaşam, organizmalar arasındaki fiziksel bir birlikteliktir, farklı türlerden organizmaların aynı yerde ve aynı zamanda beraberce yaşamasıdır. Ortakyaşamdaki çalışmam sitoplazmik genetik sistemlerden gelir. Hepimiz genlerin çekirdekte yer aldığını ve çekirdeğin hücrenin merkezi düzenleyicisi olduğunu öğrendik. Genetik çalışmalarımın ilk yıllarında farklı kalıtım örüntülerine sahip başka genetik sistemlerin mevcudiyetinin farkına vardım. Başından itibaren çekirdekte yer almayan bu kuraldışı genleri merak ettim. Bunların en ünlüsü belli kalıtım kurallarını takip eden *Paramecium aurelia*, protisteki "katil" denilen sitoplazmik gendi. Yirmi yıllık yoğun çalışmanın ve paradigmaya dair fikirlerimi kaydırmamın ardından katil genin ortakyaşar bakterinin içindeki bir virüs olduğu ortaya çıktı. Neredeyse tüm çekirdek-dışı genler bakteri ya da diğer tür mikroplardan türemiştir. Çekirdeğin dışındaki genlerin gerçekte ne olduklarının arayışıyla beraber yaşayan varlıklar, canlı varlıklar olduklarının giderek daha çok farkına vardım. Daha büyük hücrelerin içinde daha küçük hücreler yaşıyor. Bunu anlamak beni ve diğer başka kişileri modern ortakyaşam çalışmalarına yönlendirdi.

Ortakyaşamın maliyet faydayla bir ilgisi yoktur. Fayda/maliyet kişileri bilimi tiksindirici ekonomik analojilerle yoldan çıkardılar. Tartışma modern ortakyaşam, basitçe, iki benzemeyen organizmanın beraber yaşaması üzerine değil, ama sembiyogenez –yeni yaşam formlarına yol açan uzun vadeli ortakyaşam– meydana geldi mi ve geldiyse halen devam etmekte midir, üzerinedir. Sembiyogenez ana evrimsel değişiklik kaynağı olarak önemi tartışılmaktadır. Ben sembiyogenezin uzun vadeli beraber yaşamanın, özellikle mikropları dahil ederek, bir arada kalmanın sonucu ve daha büyük bakteri dışı organizmaların tüm soylarında ana evrimsel yenilikçi olmasını tatmin edici buluyorum.

1966 yılında, "The Origin of Mitosing [Eukaryotic] Cells" [Eşeysiz Üreyen (Ökaryotik) Hücrelerin Kökeni] başlığıyla sem-

biyogenez üzerine, bakteri dışında tüm hücrelerin kökeni olmasıyla ilgili bir makale yazdım. (Bakteri hücrelerinin kökeni canlılığın kökenidir.) Makale yaklaşık on beş bilimsel yayın tarafından kusurlu olduğu gerekçesiyle reddedildi, üstelik çok yeniydi ve kimse değerlendiremezdi. Sonunda *The Journal of Theoretical Biology* yayınının editörü James F. Danielli kabul etti ve beni yüreklendirdi. O zaman ben kimse değildim, adım duyulmamıştı, bu makale sekiz yüz yeniden yayınlanma talebi aldı. Daha sonra Boston Üniversitesinde yılın en iyi akademisyen yayınında ödül aldım. O zamanlar sadece okutmandım, Biyoloji Bölümündeki meslektaşlarım getirdiğim ses nedeniyle bir parti verdi. Ama daha ziyade "Ne hoş değil mi?" ile "Kavramak öylesine zor ki anlayamıyorum, ama başkaları dikkate değer olduğunu söylüyor" tarzıydı. Bugün bile bilim insanlarının çoğu evrimsel düzenek anlamında ciddiye almıyorlar. Eğer alsalardı davranışlarını değiştirmeleri gerekirdi. Bilimde davranışların değişmesinin tek yolu belli insanların ölmesi ve yerlerini farklı davranan kişilerin almasıdır.

Sonrasında makaleyi genişleterek, on yıllık çalışma ve yoğun geçen altı haftalık yazma aşamasının ardından *The Origin of Eukaryotic Cells* [*Ökaryotik Hücrelerin Kökeni*] adlı kitabımı yayınladım. Sözleşmeye rağmen Akademik basın tarafından reddedildi. Sonunda, 1970 yılında gözden geçirilmiş ve genişletilmiş çalışma Yale University Press tarafından *Symbiosis in Cell Evolution* [*Hücre Evriminde Ortakyaşam*] adıyla basıldı. Bildirimin en son hali ikinci –aslında üçüncü– basımdadır. 1993 yılında W.H. Freeman tarafından basılan bu kitap hayatımın çalışmasıdır. Hücrelerin evriminde, doğrudan doğruya eşeysiz hücre bölünmesinin ve mitotik cinselliğin kökenine uzanan ortakyaşamın rolünü ayrıntılandırıyor. Benim zorladığım ana yer farklı bakterilerin ve sıkıca birleşmiş topluluklarının ekolojik baskı altında işbirliği yapan ve daha karmaşık bir seviyede bir bireysellik ortaya çıkaran örgütlenmeyle sonuçlanan metabolik ve genetik değişiklik geçiren konsorsiyumu nasıl oluşturdukları. Buradaki husus çekirdekli hücrelerin (protista, hayvan, mantar, bitki) bakterideki kökenleri.

Gould ve diğerleri türlerin ancak bir diğerinden ortaya çıktığına inanma eğilimindelerse de, ben iddia ediyorum ki –çeşitlemelerin yaratılmasında daha önemlidir– türler birleşme ve kaynaşmayla yeni terkip varlıklar oluştururlar. Sembiyogenez evrimin aşırı derecede önemli bir düzeneğidir. Sembiyogenez gelişim biyolojisindeki, taksonomideki, hücre biyolojisindeki etkileri analiz eder; biyolojinin otuz alt dalına ve hatta jeolojiye ulaşır. Sembiyogenezin pek çok çıkarımı vardır, bu kadar karşı çıkılmasının bir nedeni de budur. Pek çok insan bunca yıldır yaptıklarının yele üfürmek olduğunu kabul etmek istemez.

Benim savım sadece bilim insanına pek çok konuda statükoyu değiştirmeyi esinleyecek kadar radikal. Bizim *Beş Alem* kavramımızı (Karlene Schwartz'la yazdığım Robert H. Whittaker ve Herbert F. Copeland'in çalışmalarına dayanan *Five Kingdom* [*Beş Alem*] kitabı) ciddiye almak için, bir okul ya da yayıncı kataloğunu değiştirmek zorunda kalacaktır. Yayıncı tüm çekmecelerini ve dolaplarını yeniden etiketlemek zorunda kalacaktır. Bölümler bütçelerini yeniden düzenlemeli, NASA, Ulusal Bilim Vakfı ve çeşitli müzeler çalışanlarının unvanlarını ve program planlayıcı komiteleri değiştirmelidir. Hayvan-bitkiden beş aleme (bakteriler, protista, hayvanlar, mantarlar ve bitkiler) geçişin biyolojinin her yönü üzerinde öylesine yoğun etkisi var ki onu kabul etmeye direniş bir sosyal etkinlik halinde bol bol sürdürülüyor. Bilim insanları ve onlara ödeme yapanlar sınırların kaydığını kabul etmek ve yeni ittifaklar hem tuhaf hem maliyetli olduğundan, bu potansiyel yeniden düzenleme tartışmasından el çekmek ya da görmezden gelmek zorundalar. Hükmü geçmiş entelektüel kategorilerle devam etmek çok daha kolay.

Bir milyar yıldan fazla bu gezegendeki tek yaşam prokaryotik denen çekirdeksiz bakteri hücrelerinden meydana geliyordu. Birbirlerine çok benziyorlardı, insan merkezli bakış açısıyla çok sıkıcı. Ancak bakteriler üremenin, fotosentezin, hareketin –aslında belki de konuşma dışında yaşamın tüm ilginç özelliklerinin– kaynağıdır. Halen büyük bir çeşitlilikle son derece büyük sayıda bakteri bizlerledir. Halen dünyayı yönetirler. Bir noktada, sahneye daha karmaşık yeni bir tür hücre, hayvan ve bitki bedenlerinin meydana geldiği ökaryotik hücre girdi. Bu

hücreler çekirdek dahil bazı organellere sahiptir. Bireyleşmiş çekirdeklere sahip ökaryotik hücreler bilindik tüm yaşam biçimlerinin tuğlalarıdır. Bu evrim devrimi nasıl oldu? Ökaryotik hücreler nasıl belirdi? Muhtemelen başlangıçta yırtıcıların işgaliydi. Bir çeşit baskı altındaki bakteri diğerini istila etti; elbette yiyecek ararken. Ama bazı istilalar barış anlaşmalarına dönüştü; bir zamanların acımasız ilişkileri olumluya çevrildi. Geleceğin istilacı yüzen bakteriyelleri durgun konaklarının içine yerleştiğinde kuvvetlerin bu bileşimi gerçekten de parçaların toplamından çok daha büyük yeni bir bütün yarattı: büyük miktarda gen hareket ettirebilen daha hızlı yüzücüler evrimleşti. Bu yeni gelenlerin bazıları evrimsel mücadelede eşsiz derecede ustaydı. Daha ileri aşama bakteri birliktelikleri, modern hücre evrimleştikçe buna eklendi.

Hücrenin kökeninde sembiyogenez lehine başka bir tür kanıt pek çok ökaryotik hücrenin içinde bulunan, kendi ayrık DNA'larına sahip organellerden, mitokondriden gelir. Hepimizde çekirdek DNA'sının yanı sıra, mitokondriyal DNA bulunur. Farklı bir soydan gelen bizim mitokondrimiz bize sadece annelerimizden kalıtımla geçer. Mitokondriyal DNA'mızın hiçbir kısmı babalarımızdan geçmez. Bu nedenle her mantar, hayvan, bitki (ve çoğu protista) en azından iki farklı geneoloji bir arada bulunur. Bu kendi içerisinde bu organellerin bir noktada güçlerini birleştiren ayrı mikroorganizmalar olduğuna dair bir ipucudur.

Rockefeller Üniversitesinden araştırma genetikçileri David Luck ve John Hall yakın zamanda benim yirmi beş yıl önce aşağı yukarı tahmin ettiğim şaşırtıcı bir keşif yaptılar. Son derece gelişmiş tekniklerle aslında aramadıkları bir şey gösterdiler: tuhaf bir DNA; hücrenin çekirdeğinin dışında, kloroplastın dışında, mitokondrinin dışında. Bu çekirdek dışı DNA, bu çekirdek dışındaki genler saldırgan ilişkileri birleşmeyi önceleyen kıpırdanan, işgalci bakterinin eski kalıntıları olarak tercüme edilebilir.

Eğer keşifleri doğruysa –en azından üç araştırma ekibi itiraz ediyor– o zaman Hall ve Luck'ın yeşil alglerde açığa çıkardığı çekirdeksiz genetik sistem hepimizin içindeki bakterinin yalın-

laşmış bakayaları olabilir. Bu hareket eden, müttefiklik kuran bakterinin büyümesi, üremesi ve iletişimi bizim düşüncemizle, mutluluğumuzla, duyarlılığımız ve uyaranlarımızla izomorfik hale gelmiştir. Eğer görüşüm doğruysa, bilginin büyük kısmını yeniden örgütlüyor. Ana noktayı sınamanın daha az hırslı yolları var. Her anlamda, bizim bir parçamız haline gelmiş kadim bir bakteri tipinin son derece hareketli kalıntıları tarafından kelimenin gerçek anlamıyla iskan edilmişiz. Bu kuvvetli kısmi varlıklar bizim *anima*mızın fiziksel kısmını temsil ediyor: can, yaşam, devinim; kelimenin en ruhsuz anlamında materyalizmin desteklenmesi. Şöyle koyalım: beyinden saflaştırılmış bir madde hazırlanıyor ve başka saflaştırılmış bir maddeye ekleniyor. Bu iki kimyasal –iki farklı çeşit hareketli protein– beraberce ilerliyor, hareket ediyor. Kendi başlarına hareket ediyorlar. Biyokimyacılar ve hücre biyologları bize hareketin asgari ortak paydasını gösterebilir. *Anima*. Can. Bu hareketli proteinleri bizleştikçe atamızlaşan varlıklarla birleşen yüzen bakterilerin kalıntısı diye tercüme ediyorum.

Asgari hareket sistemi fiziksel ve kimyasal açıdan öylesine karakterizedir ki "motilite proteinlerinin" tipik karbon-hidrojen bağlarından, vb meydana geldiğine dair tam bir fikir birliği vardır. Ama bence sembiyogenezi içeren evrimsel kökenin hangi dereceye vardığının anlayışı daha fazla kabullenilmeli. Bu tür onaylanmalar düşüncenin fiziksel tabanında yeni bir farkındalığa yönlendirecektir. İnsandaki düşünce ve davranış, seçim ve duyarlılığın bizim atalarımız olan mikrobik hücrelerde halihazırda gelişmiş olduğunu fark ettiğimizde daha az gizemli hale gelecektir. Felsefeciler bile motilite proteinlerini öğrenerek ilham alacaklar. Bilim insanı olsun olmasın herkes ortaya koydukları derin sorularla bu alanların ilişkisini anlamak için yeteri kadar kimya, mikrobiyoloji, evrim biyolojisi ve fosilbilim öğrenmek için heveslenecek.

Benim ana çalışmam her zaman hücre evriminde oldu, yine de uzun zamandır James Lovelock ve Gaia hipoteziyle ilişkilendiriliyorum. Yetmişlerin başında, bakterileri metabolik izleriyle sıralamaya çalışıyordum. Her çeşit bakterinin gaz ürettiğini fark ettim. Oksijen, hidrojen sülfit, karbondioksit, azot, amon-

yak; otuzdan fazla gaz evrim tarihlerini yeniden inşa etmeye heveslendiğim bakterilerce dışarı veriliyordu. Neden konuştuğum bütün bilim insanları atmosferdeki oksijenin biyolojik bir ürün olduğuna inanıyor da diğer atmosfer gazları –azot, metan, sülfür ve diğerleri– için böyle düşünmüyor? En az dört bilim insanı "Git, Lovelock'la konuş" dedi. Lovelock atmosferdeki gazların biyolojik olduğuna inanıyordu. O zamana gelinceye değin sorudaki gazları muhtemelen hangi bakterilerin çıkardığına dair iyi bir fikir edinmişti. Bu gazlar sadece kimyasal ve fiziksel süreçlerle oluşamayacak kadar çok bol miktardaydı. Atmosferin sadece fizyolojik değil hem de kimyasal bir sistem olduğunu ileri sürdü.

Gaia hipotezi gezegenin ısısının, oksidasyon halinin ve aşağı atmosferdeki diğer gazların hepsinin kimyasının (helyum, argon ve diğer soy gazlar haricinde) canlılığın toplamından üretildiğini ve kalıcılaştırıldığını öneriyor. Bunun nasıl olabileceğini inceledik. Gezegenin sıcaklığı canlılar tarafından nasıl denetlenebilirdi? Atmosferdeki gaz kombinasyonu –örneğin yüzde yirmi oksijen, milyonda bir iki metan– canlı madde tarafından etkin şekilde nasıl sürdürülebilirdi?

Lovelock'un düşüncesini anlamaya başlamam için bile günlerce süren sohbetler gerekti. İlk tepkim, tıpkı yeni-Darwinciler gibi, "her zamanki şeyler" tavrıydı. "Yani, organizmaların çevrelerine uyum sağladığını söylüyorsun" diyecektim, o "Hayır, bunu söylemiyorum" diyecekti. Lovelock bana gerçekte ne kastettiğini anlatmaya devam etti, dinlemek bile zordu. Fikri yeni bir fikir olduğundan, uygun sözlüğü henüz geliştirmemişti. Belki ben açıklamalarını geliştirmesine yardımcı olabilmişimdir. Ama diğer konularda çok az katkıda bulundum.

Gaia hipotezi biyolojik bir fikirdir, ama insan-merkezli değildir. Gaia'nın yumuşacık, sıcacık insan çevresinin Dünya Tanrısı olmasını isteyenler onda aradıkları teselliyi bulamıyor. Eleştirmeye meylediyorlar veya yanlış anlıyorlar. Ancak yanlış tercüme ederek benimseyebiliyorlar. Bazı eleştiriler Gaia hipotezinin çevrenin kendisine yapılan her türlü aşağılamaya tepki vereceğini ve doğal sistemlerin sorunları çözeceğini söylemesinden endişeleniyorlar. Savladıkları bu söz sanayiye kirletme izni ve-

rir. Evet, Gaia kendi başının çaresine bakar, çevresel fazlalıklar ıslah edilecektir, ama böyle bir çevre yenilenmesinin insansız bir dünyada meydana gelmesi olasıdır.

Lovelock dünyanın bir organizma olduğunu söyler. Bu deyime katılmıyorum. Hiçbir organizma kendi atığını yemez. Ben Dünyanın sürekli bir sistem, pek çok bileşen ekosisteminden meydana gelen sürekli çok büyük bir ekosistem olduğunu söylemeyi tercih ediyorum. Lovelock, bırak insanlar Dünya'nın bir organizma olduğuna inansın konumunda duruyor, çünkü sadece kaya yığını olduğunu sandıklarında tekmeliyorlar, görmezden geliyorlar ve ona kötü davranıyorlar. Eğer Dünya'nın bir organizma olduğunu düşünürlerse, o zaman ona saygıyla muamele göstermeye meylederler. Bence bu sadece faydalı bir bahane, bilim değil. Evet Lovelock bilim insanlarının yaptıkları pek çok şeyin de bilim olmadığını iddia ettiğinde de ona katılıyorum. Bu duruşu alarak onun Gaiacı fikirleri iletmekte benden daha etkin olduğunu da fark ediyorum.

Eğer bilim kültürel ortama uymuyorsa, insanlar bilimi görmezden geliyor, kültürel ortamlarını asla reddetmiyorlar. Eğer biz bazı yönleri kültürel ortamla uyuşmayan bir bilimle ilgileniyorsak, o zaman bize bilimimizin kusurlu olduğu söyleniyor. Tüm insanlarda bilimin uyuşması gereken kültürel kavramlar bulunduğunu düşünüyorum. Bu önyargıları kendimde fark etmeye çalışmama rağmen, onlardan tamamıyla kurtulmadığıma eminim. Bilimin doğrudan gözlemsel yönüne odaklanmaya çalışıyorum.

Gaia çetin ceviz; üç milyar yıldan fazla insansız işlemiş bir sistem. Bu gezegenin yüzeyi, atmosferi ve çevresi insanlar ve önyargılar gittikten çok sonra da işlemeye devam edecek.

DANIEL C. DENNETT: Hayatımda rastladığım en güzel fikirlerden biri Lynn Margulis'in ökaryotik hücrelerin doğumunun bir hücrenin bir başka hücre tarafından asalakça kuşatılmasının dönüşümüyle olduğunu ileri süren fikridir. İlk önerdiğinde onunla alay ettiler, güldüler; şimdi bunun ana, başlıca kuramsal gelişme kabul edilmesi hoş. Onu yirminci yüzyıl biyolojisinin kahramanlarından biri görüyorum.

Yakın zamanlardaki bazı yazıları beni rahatsız ediyor, çünkü bana göre harika bir fikri alıp işbirliğinin rekabete üstünlüğünü vurgulayarak siyasi fikir olarak kullanıyor. Ama bu bana bir hata gibi gözüküyor. Evet, ökaryotik devrim rekabetle başlayanın temelde işbirliği düzenlemesine evrimleştiği bir andı. Bu onun güzelliği, ama kesinlikle işbirliğinin bir norm ya da işbirliğinin her zaman iyi, hatta olanaklı olduğunu göstermiyor. Çokhücreli hayatın başlamasını olanaklı kılan çok ender ve harika bir şey. Ama bunu doğa temelde işbirliğine dayanırmış, diyen bir mesaj diye okuyamazsınız; değildir.

GEORGE C. WILLIAMS: Muhtemelen haksızlık ediyorum, ama Lynn Margulis bir çeşit "Tanrı-iyidir" sendromuna tutulmuş, bu sendrom nedeniyle, doğaya bakıp iyi huylu, cömert ve son kertede bütünsel ve sahip olmaya değer bir şey görmek istiyor. Ben şair Tennyson'la baktığımda, dişleri ve pençeleri kanlı şeyler görüyorum. Başka bir deyişle dışarıda kanlı, zor bir durum var.

O doğaya bakmayı ve işbirliği görmeyi, varlıkları birbirlerine iyi davranmasını hoş buluyor. Bu, Gaia fikriyle sonuçlanıyor. Bu varlık var; onu tanrı ya da tanrıça yapmayacağız, bu ima sadece bir metafor. Ama bu Margulis'in görmek istediği, bu nedenle de ne olursa olsun göreceği de budur. Benim için de aynısını söyleyebilir: "Tanrı kötüdür" diye düşündüğümü, yarattıklarına bakıp kötülükten başka bir şey göremediğimi söyleyebilir. Zaman söyleyecek; yapacağımız keşifler için öngörü üretmede benim yaklaşımımın daha verimli olduğunu zaman gösterecek.

LEE SMOLIN: Uzun yıllardır Lynn Margulis bilimsel kahramanlarımdan biri. Benim fikrime göre yaşayan en büyük Amerikalı bilim insanlarından biri. Amerikan geleneğinden gelen en iyi bilim insanlarının ortak özelliği diye düşündüğüm doğaya –zemine, de diyebiliriz– çok yakın kalarak son derece kayda değer ve özgün düşünme yeteneğine sahiptir. Richard Feynman benzer başka bir örnektir. Onunla doğadan bahsetmeden fizik konuşamazdınız. Biyologlar üzerindeki etkisini bilemem, sadece çoğunun henüz ona yetişemediğini düşünüyorum, ama bir

fizikçi olarak kesinlikle biyolojiyi düşünme biçimim üzerinde büyük bir etkisi olduğunu söyleyebilirim. Vizyonunun üç yönü; evrimde ortakyaşamın önemi, Gaia hipotezi ve tüm canlı dünya mikrobik hayatın ayrıntılandırılmasıdır görüşü inanıyorum ki canlı dünyanın genel anlamıyla fizik dünyayla ilişkisinin anlaşılması için aşırı derecede önemli.

Yazdıklarından ve onun hakkında söylenenlerden kendisini uzun yıllardır takdir ettim. İki yıl önce onunla tanışma şansına eriştim. Bir akşam yemeğinde, oradaki başka bir biyoloğun yazılarındaki sözlere karşı Gaia hipotezini savunmasını dinledim. Bu şanssız kişiyi köşeye sıkıştırmıştı: hafızasından kelime kelime söylediklerini alıntılayıp yanlışının nedenini görmesini arzu ediyordu. Bu sohbete tanık olmak Galileo için Roma'ya geldiğinde yazılanları anımsattı; oradaki büyük ailelerin evlerindeki akşam yemeklerinde Kopernik'in hipotezini savunuyordu. Vizyonuna aynı güveni duyduğunu gördüm, hem de o kadar açık, o kadar geniş düşünemeyen, bunun yerine yanlış anlamayı seçenlere karşı sabırsızlıkla birlikte. Uzun yıllardır Darwin'in doğal seçilimle evrimleştiğimiz keşfinin imalarını henüz çok az anladığımızı düşünüyorum. Lynn Margulis'in bunun bizim doğal dünyaya bakışımız için ne anlama geldiği ve bununla ilişkimizde pek çok kişiden daha ileriyi gördüğüne eminim.

Benim anlayamadığım bir şey farklı evrim kuramcılarının; Lynn Margulis, Richard Dawkins ve diğerlerinin düşmanlığı. Benim anlayabildiğim kadarıyla dünyanın çeşitleme ve seçilimle evrimleşmesi hem ortakyaşamın evrimin ana düzeneklerinden biri olduğu hem de tüm biyosferin iklim ve döngülerin düzenlenme düzenekleriyle tek bir organizma gibi işlediği fikriyle tamamen tutarlıdır. Bence bunlar çelişkili değil, birbirini bütünleyici. Canlı dünya mevcudiyete gelebilmek için öz-örgütlenmiş tek bir varlık olmalı, bu tür karmaşıklığın ve şaşırtıcı yeniliğin ortaya çıkabilmesinin tek yolu çeşitleme ve doğal seçilim. Bir fizikçi olarak her iki yönün gerekliliği noktasında öz-örgütlenmiş sistemlerin nasıl işlediğine dair çok az gözlemimiz olduğunu hissediyorum. Örneğin biyologlar doğal seçilimin işlediği ölçeği durup dinlenmeden konuşuyor gözüküyorlar. Ekosistemde mi, türlerde mi, bireyde mi, gende mi? Fizikçilerin

öz-örgütlü sistemler hakkında öğrendiği anahtar ders, bunların kritik sistemler olduğudur, bu sistemlerde belli korelasyonlar olanaklı her ölçekte evrimleşir. Evrim eşzamanlı pek çok farklı ölçekte yer alıyor diye düşünüyorum. Elbette, bilgi bir ölçekte; gende depolanmıştır. Ama tek bir hücreden bütün halde biyosfere kadar ifade edilir. Böylece bir genin yeniden üretilmesi olasılığına her ölçekteki etkileri tesir eder; bu, evrimin her ölçekte işleyebileceği anlamına gelir.

Elbette böyle bir tartışmanın –ve aslında biyolojik dünya ve evrimin genel anlayışını geliştirmek için– başlangıç noktası görevini yerine getirecek öz-örgütlenmiş sistemlerin genel kuramı iyi olurdu. Bu uzun yıllardır fizikçilerin hayali olmuştur. Kesinlikle benim de, başka pek çok kişinin de hayalidir. Böyle bir kuramda rol oynayabilecek öz-örgütlenmiş kritiklik gibi bazı kavramları ancak çok yakın zamanda açığa çıkartmaya başladık.

MARVIN MINSKY: Bugün bildiğimiz hayvanlar sıfırdan evrimleşmediler, bakterinin dışında nerdeyse hepsi üç dört ilkel hayvanın birleşimi. Bu halimize böyle geldik.

NILES ELDREDGE: Lynn harika, umarım fazla Polyanacılık yapmıyorum, ama ökaryotik hücrelerin ortakyaşar kökeni fikri muhtemelen modern biyolojideki en büyük fikir. Bu fikri gerçekten çılgınca görüldüğünden küçümsendi ve elbette, bununla ilgilenebiliriz. Şimdi tüm ders kitaplarında apaçık bir gerçek diye anlatılıyor. Harika bir şeydi.

Gaia'yla ilişkisi daha karışık. Dünyanın canlı bir varlık olduğu –en azından güçlü biçiminde– James Lovelock'un fikri. Evrim biyolojisi üzerindeki yorumları bazen hedefi şaşırıyor. Benim gibi o da, pek çok diğer kişi de üreme başarısı için rekabet metaforunun ultra-Darwinci paradigmada aşırı vurgulandığını düşünüyor; ama öte yandan doğada rekabet olduğu kuşku götürmez ve o ise işbirliğini vurgulamaya çalışıyor.

RICHARD DAWKINS: Ben Lynn Margulis'in endoortakyaşam kuramına devam etmekteki ve de alışılmadık bir kuramdan alı-

şıldık bir kurama taşımasındaki yürekten cesaretini ve dayanma gücünü çok takdir ediyorum. Bahsettiğim kuram ökaryotik hücrenin ilkel prokaryotik hücrelerin ortakyaşar birleşimi olduğu kuramı. Bu, yirminci yüzyıl evrim biyolojisinin en büyük başarılarından biri; bu sebeple kendisini çok takdir ediyorum.

Lynn'le yıllar önce Güney Fransa'daki bir konferansta tanıştım ve sanırım iyi anlaştık. O zamandan beri kendisini tartışmalarda aşırı derecede inatçı buluyorum. Haklılığını bilen ve tartışmaları dinlemeyen kişilerden olduğu hissiyatındayım. Ben gerçekten dinliyorum ve eğer birisi ikna edici bir sav sunarsa fikrimi değiştirebiliyorum, onun böyle yapmadığını hissediyorum. Bu haksız olabilir; ökaryotik hücrelerin kökeni kuramı durumunda inatçılık yapmakta haklıydı. Sonuçta, muhtemelen, haklı olduğu ortaya çıktı. Ama her zaman haklı olmadığından şüpheleniyorum.

Gaia hipotezi bunun iyi bir örneği. Lovelock'un –kendi yaklaşımında tüm dünya olarak alınan– uyarlanımsal birimi bir araya getirdiği varsayılan doğal seçilim sürecinin çeşidi hakkında –en azından ilk kitabında– net olduğunu düşünmüyorum. Eğer yaşamın hiyerarşisinde herhangi bir seviyede bir birimin uyarlanımsallığından bahsedecekseniz, o zaman kendini çoğaltan bilgide süregiden bir çeşit seçilim olmak zorunda. Sormamız gerekiyor; DNA'nın eşleniği nedir? Kod birimleri nedir? Çoğaltılan beni-kopyala kodunun birimleri nedir?

Bu soruları sormak Lovelock'un bir an bile aklına gelmemiştir düşüncesindeyim. Bu nedenle atmosferdeki metan miktarını açıklamak gibi ya da bakterinin geniş ölçekte dünya için iyi olan gazı ürettiği ve bakterinin dünyanın iyiliği için bunu üretme sıkıntısına girdiği gibi belli uygulanışları söz konusu olduğunda Gaia hipotezinin retoriğinden şüpheliyim. Bu, doğal seçilimin bireysel bakteri genlerinde sürdüğünü düşündüğümüz sürece, Darwinci bir dünyada olamaz. Çünkü dünyanın iyiliği için bu gazı üretme sıkıntısını üstlenmeyen bakteriler daha başarılı olacaktır. Elbette eğer dünyanın iyiliğine hizmet eden bu gazı üreten bakteriler bunu yaparak daha başarılı oluyorlarsa ve gaz sadece rastlantısal bir sonuçsa, açıktır ki bununla bir sorunum olmaz, ama o zaman bunu açıklamak için Gaia hipotezine gerek

kalmaz. Bunu, bireysel bakteri ve genleri için başarı seviyesinde açıklarsınız.

FRANCISCO VARELA: Lynn Margulis'in 1920'lerdeki genetikçilerden, Thomas H. Morgan ve J.B.S. Haldane hücresel zeminde evrim biyolojisinin temellerini kurmaya katkıda bulunduğundan bu yana en parlak ve en önemli biyolog olduğunu düşünüyorum.

O zamandan bu yana tüm seviyelerde –jeolojiden hücre biyolojisine, moleküler biyolojiden evrime– biyolojiyi bir araya getiren tek ilginç parça Lynn'den geldi. 1970'lerde sunduğu temel fikirlerden biri ortakyaşamla evrimdi. Kimse ona inanmadı. Artık fikir oldukça iyi temellendi ve mikroorganizmalarda gördüğümüz ilişkilere dair yeni bir düşünce yolu açtı. Hem de mikro-dünyanın önemini anlamamıza yardım etti. Çok özgün. *Symbiosis in Cell Evolution* [*Hücre Evriminde Ortakyaşam*] adlı kitabı yirminci yüzyıl biyolojisinin klasiklerinden biri.

Bazı eleştirilerim var. Son yıllarda bazı önemli bilimsel fikirlerini daha kültürel, insan kültürü yorumuna doğru bir alana taşıdı. Bu iyi değil. Dorion Sagan ile birlikte yazdığı *Mystery Dance* [*Gizem Dansı*] kitabında cinselliğin kökeni üzerine hikâyesi naif, klişelerle dolu ve tarihi bakış açısından yoksun. Richard Dawkins'in *Nature*'deki meşhur saldırısını okudum, söylemeliyim ki bu kez Dawkins'le tamamen aynı fikirdeyim. Bazı tuhaf ikinci seviye şeylere kayması şanssızlık.

Onu tanımaya başlamanın nedenlerinden birisi yetmişlerde Humberto Maturana'yla yaptığım kendi kendini var eden sistemlerde [autopoiesis] temel biyolojik hücresel örgütlenme anlayışına dair çalışmayı takdir eden ilk biyologlardan biri olması. Hemen ilgilendi ve çalışmaya dahil oldu. Bu benim için çok önemliydi, İspanyolcada dediğimiz gibi, kazanın dışında kalmadığımı gösteriyordu.

W. DANIEL HILLIS: Yapılan bilimin çoğu katı kurallar dizisi içinde yapılır, emsallerinizin kim olduğunu bilirsiniz ve bir şeyler çok katı ölçütlere göre geliştirilir. Yapıyı değiştirmek iste-

mediğinizde bu işler. Stephen Gould'un çoğaltma bilimi dediği şeyde işler. Ama yapıyı değiştirmek istediğinizde, bu sistem pek iyi işlemez. Bir disipline ya da ölçüt kurama uymayan bir şey yapmak istediğinizde, genellikle düşman edinirsiniz. Lynn Margulis kurallara uymayan ve pek çok kişiyi çığırından çıkartan kişilerin bir örneğidir.

Ortakyaşama popüler kuramlara ve yapıya uymayan bir şekilde bakıyordu. Pek çok kişinin zihninde mevcut güçleri pas geçerek kuramlarını doğrudan doğruya halka sundu, bu da onları sinirlendirdi. Özellikle sonunda haklı olduğu ortaya çıktığı için sinirlendiler. Kuramları halka sunmak bir günahtır, kuramlarınızı halka sunmak ve haklı olmak iki kere günahtır.

İkinci Kısım

YAMALI BOHÇA ÇÖZÜMLER DERLEMESİ

Üçüncü kültürün merkezi metaforlarından biri bilgisayımdır. Bilgisayar bilgisayım yapar, zihin de bilgisayım yapar. Kuşların uçmasını sağlayanı anlamak için uçaklara bakabilirsiniz, çünkü uçmanın uçan her şeye uygulanabilir aerodinamik ilkeleri vardır. Bilim insanlarının karmaşık sistemler üzerine düşünmedeki yeni yollarına bilgisayım bu şekilde dahil olmuştur.

Zihin hakkında bilimsel olmak isteyen kişiler ilk önce fizikteki gibi temellerle bakarak konuyu ele almak istediler. Matematiksel psikolojinin dalgaları vardı, ondan önce psikologlar zihni yeniden inşa edecek yalın bir yapı taşı, bir atom bulmaya çalışıyordu. Bu yaklaşım işe yaramadı. Zihinlerin, yani beyinlerimizin, doğal seçilimin aşırı derecede karmaşık ürünleri olduğu ortaya çıktı, buna bağlı olarak beliren ve en iyi şekilde mühendislik bakış açısıyla kavranabilecek pek çok özellikleri var.

Aynı zamanda dünyanın kendisinin "yamalı bohça" olduğunu keşfediyoruz; hoş numaralar yapan Rube Goldberg düzeneklerinden meydana gelmiş. Bilimin Newton'ın saf matematiği gibi kristal ve kesin olmasını isteyenlere bu pek uymuyor. Doğanın Rube Goldberg makinelerinden meydana gelmesi fikri güçlü estetik güdüleri olanlar, bilimin güzel olması, saf olması gerektiğini, her şeyin simetrik ve ilk ilkeden çıkartılabilir olması gerektiğini söyleyenler için çok üzücü. Bu estetik Platon'dan bu yana bilimin büyük motivasyon güçlerinden biridir. Buna karşı duransa bu kitaptan çıkan estetiktir; doğanın güzelliğinin akıl ötesi karmaşıklıkların etkileşiminden geldiğini ve aslında

başından sonuna işin çoğunun karmaşıklık olduğu söyleyen estetik. Bilgisayım bakış açısı –makinelerden yapılmış makinelerden yapılmış makineler– yükselişe geçmiştir. Bu kitapta makineler hakkında konuşacak çok şey var.

Marvin Minsky yapay zekânın önde gelen ışığıdır. Beyni çok sayıda yapı olarak görür. Minsky gibi bilim insanları güçlü yapay zekâ bakış açısını, beynin bilgisayar modelinin beynin bilişsel becerileri hakkında bildiklerimizi açıklayabileceği bakış açısını seçer. Minsky bilinci üst-seviye, soyut düşünmeyle özdeşleştirir ve ilkede makinelerin bilinçli bir insanın yapabileceği her şeyi yapabileceğine inanır.

Roger Schank yapay zekâ alanında yirmi yıldır çalışan bilgisayar bilimcisi ve bilişsel psikologdur. Minsky gibi güçlü yapay zekâ görüşünü benimser, ama akıllı makine yapmayı denemek yerine insan zihnini yapısını sökerek incelemek ister. Özellikle doğal dilin –anadilin– nasıl işlediğini, hafızanın nasıl çalıştığını ve öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini bilmek ister. Schank insan zihnini bir öğrenme cihazı görür ve yanlış şekilde öğretildiğini düşünür. Bugünkü okullardaki müfredat bazlı, talim merkezli yöntemleri beğenmez, en yakın zamanlı katkıları da eğitim alanında, öğrenme sürecini güçlendirmek için bilgisayar kullanım yollarına bakmada olmuştur.

Felsefeci Daniel C. Dennett bilinçle ilgilenir, bilince bakışı Minsky'ninkine benzer şekilde üst-seviye, soyut düşünmedir. Zihnin bilgisayımsal modelinin önde gelen savunucusudur; bilincin en önemli özelliklerinin –niyetlilik ve nesnellik niteliklerinin– asla bilgisayımsal olamayacağı görüşündeki John Searle gibi felsefecilerle çatışmıştır. Yapay zekâ camiasının seçtiği felsefecidir. En son çalışmasında "Darwin'in tehlikeli fikri" dediği şeye dönmüştür, açıkça Geogre C. Williams ve Richard Dawkins'in ultra-Darwinci kampındadır, büyük bir enerjiyle Stephen Jay Gould'un bilimsel fikirlerine ciddi bir eleştiri için çağrıda bulunmuştur.

Nicholas Humphrey araştırma bazlı psikologdur, "idrakin sosyal işlevi" hakkındaki kuramıyla yeni gelişen evrimsel psikolojiye yirmi yıl önce hayat nefesi üflemiştir, burada olgusal bilincin doğası üzerine daha yakın zamanlı fikirlerini tartış-

maktadır. Felsefecinin rolünü insanları bilincin doğasına dair "ilkel" fikirlerinden kurtarmak gören Dennett'in tersine, Humphrey bu ilkel içgörüyü göründüğü şekliyle kabul etmemiz gerektiğine inanır. Eğer insanlar sorunun "bilinçli" olmanın nasıl hissettirdiği olduğunu söylüyorsa, o zaman sorun gerçekten de "hissi" açıklamaktır. Humphrey ve Dennett bir çift kitap dayanağıdır. Bazıları Humphrey'yi bilimsel olgulara girişmek yerine hikâye anlatmakla uğraşan "romantik bilim insanı" diye niteler. Ama muhtemelen olgularla hikâyeler arasında katı bir çizgi olduğuna inanmamaktadır.

Deneysel ve kuramsal biyolog Francisco Varela "beliren benlikler" ya da "sanal kimlikler" dediği konuda çalışır. Mühendislik ya da bilişim biliminden türetilmiş metaforlar yerine öz-örgütlenme ve Budizm'den esinlenen epistemolojiden türetilmiş metaforlara dayanan içkin gerçeklik görüşüne sahiptir. Dünyanın –eyleme geçmeden önce "danışmak" için– hassas bir modelini yapmakla görevli organizmalardan bağımsız şekilde var olduğunu ileri süren geleneksel yapay zekâ görüşüne kafa tutar. Varela'nın temsilci olmayan dünyası –ya da "deneyimlediği-haliyle-dünyası"– bağımsız varoluşa sahip değildir, kendisi organizmalar ve çevre arasındaki etkileşimin bir ürünüdür. İlk önce bileşenleri sürekli değişirken kimlikleri sabit kalan canlı sistemlerin etkin öz-sürdürmesiyle ilgilenen kendi kendini var eden sistemler [autopoiesis] kuramıyla tanındı. Varela'yı kategorize etmek zor. Kendisi bir sinirbilimci ve bağışıklık uzmanı. Bilişsel bilim ve radikal eleştirisi hakkında çok bilgi sahibi çünkü kendisi "belirmeye" inanır; 1920'lerde ortaya çıkan (daha alt mekanik işlemlerden açıklanamaz şekilde ortaya çıkan sihirli özelliğin) dirimselci fikrine değil ama bütünün kendisini meydana getiren bileşenlerin dinamiğinin sonucunda ortaya çıktığı fikrine inanır. Klasik bilişimci bilişsel bilimin aşırı derecede basite indirger şekilde mekanik olduğunu düşünür. Hem bilgili hem de romantiktir.

Deneysel psikolog Steven Pinker –evrim kuramından bilince, dil içgüdüsüne– pek çok büyük fikri birleştiren biridir. Laboratuvarda görsel biliş ve dil edinimini araştırmıştır, çocukların anadillerinin kelimeleri ve dilbilgisini nasıl öğren-

diklerine dair bilişimsel modeli ilk geliştirenlerden biridir. Dilin içkinliği gibi Chomskyci fikirleri uyarlanım ve doğal seçilim gibi Darwinci açıklamalarla birleştirmiştir. Zihnin sinirsel ağ modelinin en etkin eleştirilerinden birini yazmıştır. İnsanların gerçekleştirdiği bir kalemi seçmek, bir renge tepki vermek, bir arkadaşın yüzünü tanımak gibi en basit işlerin sıra dışı mühendislik becerileri olduğu ve mevcut herhangi bir yazılım tasarımcısının becerilerinin ötesinde bulunduğu duruşunu benimser. Beynin özelleşmiş araçlar takımına sahip olması gerektiğine ve özelliklerinin eşini yapabilecek genel-amaçlı öğrenme makinesi olmadığına inanır.

Matematiksel fizikçi Roger Penrose kuantumu fizikteki klasik dünyayla birleştirme girişimindedir. Beynin yaptığı pek çok şeyin bilgisayarda yapılabilirliğine inanır, ama bilincin eylemlerinin başka bir şey olduğunu varsayar. Beynin kapasitesinin matematiksel gerçekliği bilebilmesine imkan vermek için fiziğin bilgisayımsal olmayan, kuantum kütleçekim kuramıyla ortaya çıkacağını tahmin ettiği bir unsur içermesi gerektiğini düşünür. Bu düşüncesi meslektaşlarının pek çoğunun onun yoldan çıkmış bir fizikçi olup olmadığını düşünmesine yol açmıştır. Aslında uluslararası çok satan kitabı *The Emperor's New Mind* [*Kralın Yeni Usu*] bu bilim insanlarından bazıları tarafından İmparator'un Yeni Kitabı diye görülmüştür. Ama okurların çok farklı tepkisi vardır; kitap *New York Times* çok satanlar listesinde yedi numaraya yükselmiştir. Neden? Fizik aleminde yetenek gösterisidir, sayfalar dolusu matematiksel formüller ve denklemler içerir. İnsan zihninin bir makineye eş olmadığını ileri sürerek Penrose açıkça pek çok kişinin duymak istediği şeyi söylemiştir: gerçek olmasını istedikleri şeyi destekleyen bir muska görerek kitabı almış olabilirler. Meslektaşları arasında pek çok kişinin radikal kuram gördüğü şeyi destekleyen daha azdır. Yine de Penrose kati dürüstlüğü ve sorgulayan zihniyle saygılarını kazanmıştır. *Shadows of the Mind* [*Zihnin Gölgeleri*] adlı kitabında zihin kuramlarına dair bilimsel savları titizlikle ele alır.

8. Bölüm

MARVIN MINSKY
"Akıllı Makineler"

ROGER SCHANK: *Marvin Minsky tanıdığım en zeki insandır. Kafasına pek çok fikir vardır, ne bir nebze yavaşladı, ne de bir nebzecik aptallaştı. Marvin'in harika yanlarından biri hiç yaşlanmamasıdır. Muhteşem şekilde çocuk gibidir. Bence bu, neden iyi bir düşünür olduğunu açıklayan ana etmenlerden biridir. Kendime örnek almak istediğim yönleri var. Çünkü bazı bilim insanları güçleri ve önemlerine kendilerini kaptırıp parlak fikirlerin nasıl düşünüleceğini kaybediyorlar. Marvin'e bu hiç olmadı.*

***

Marvin Minsky matematikçi bilgisayar uzmanı; MIT'de Medya Sanatları ve Bilimlerinde Toshiba profesör, MIT Yapay Zekâ Laboratuvarı, Logo Computer Systems ve Thinking Machines şirketlerinin kurucularından, Japonya'nın bilimsel en önemli ödülü Japan Prize (1990) sahibi, The Society of Mind [Zihin Toplumu] dahil sekiz kitabın yazarı.

MARVIN MINSKY: Diğer herkes gibi, çoğu zaman düşünürüm. Ama çoğunlukla düşünmeyi düşünürüm. İnsanlar bir şeyleri nasıl fark eder? Kararlarımızı nasıl veririz? Yeni fikirlerimiz nerden gelir? Deneyimden nasıl öğreniriz? Elbette sadece psikoloji hakkında düşünmem. Diğer alanlarda –mühendislik, matematik, fizik, biyoloji– problemler çözmeyi severim. Ama bir problem çok zor göründüğünde, bu problemin neden zor gözüktüğünü düşünürüm ve o zaman yeniden psikolojiye dönmüş olurum! Elbette hepimiz öz-yardım teknikleri kullanıyoruz, örneğin "Problemi uygun olmayan bir şekilde mi tasvir ediyorum?", "Uygun olmayan bir yöntem mi kullanıyorum?" Ancak başka bir yaklaşım şunu sormaktır; "Bu tür bir problemi çözecek bir makineyi nasıl yaparım?"

Yüzyıl önce akıllı makineler yapmayı düşünmeye başlamak bile olanaklı değildi. Ancak bugün bu konuda pek çok fikir var. Sorun neredeyse kimsenin tüm bu fikirlerin nasıl bir araya getirileceğini yeteri kadar düşünmemesi. Çoğu zaman bunu düşünüyorum.

Makine zekâsına dair teknik araştırma alanı aslen 1940'larda ilk başta sibernetik adı verilen şeyin ortaya çıkışıyla başladı. Kısa zamanda bilgisayar bilimi, nöro-psikoloji, bilişimsel dilbilim, kontrol kuramı, yapay zekâ gibi pek çok farklı bilim alanında daha yakın zamanlarda bağlılıkçılık, sanal gerçeklik, akıllı üstlenici ve yapay yaşam gibi yeni alanlarda esas ilgi odaklarından oldu.

Neden şimdi pek çok kişi düşünebilen ve öğrenebilen makineler yapmakla uğraşıyor? Bunun işe yarar olduğu açıktır, çünkü halihazırda pek çok önemli ve ilginç sorunu çözen pek çok makinemiz var. Ama olumsuz bir nedenle de harekete geçtiğimizi düşünüyorum: psikolojiye dair geleneksel kavramlarımızın bize artık yeterince hizmet etmediği hissi. Bu yüzyılın ilk yıllarında psikoloji hızla gelişti ve psikoloji sınırlarında –özellikle algı, öğrenme ve dilin belli özelliklerine dair– pek çok iyi kuram üretildi. Ama deneysel psikoloji daha merkezi konulara dair – düşünme, anlam, bilinç, his– asla yeterli şey anlatamadı.

Modern psikolojinin başlangıçtaki tarihi – en azından ilkede– daha fazlasını açıklamayı vaat eden daha üst seviye kav-

ramlar üretti. Bu, örneğin Freud'un, Piaget'nin kuramlarını ve geştalt psikolojisini içeriyordu. Ancak bu fikirler insan deneklerin davranışlarını denetlenen koşullarda gözlemleyerek incelemek için fazla karmaşıktı. Bu tür fikirleri onaylamanın ya da reddetmenin bir yolu olmadığından potansiyel açıdan daha yeterli kuramlar kendilerini pek çok araştırmacının bilimin uygun alanı gördüğü sınırların dışında buldular. Ancak bugün bilgisayarlarımız eğer programcılarımızın programlayabilecekleri kadar açık tanımlayabilirsek bu tür yapay zekâyı benzetimleyecek kadar güçlü.

İlk modern bilgisayarlar 1950'ler civarında çıktı, ancak daha hızlı ve daha büyük hafızalı makinelerin geldiği 1960'lardan sonra yapay zekâ alanı gerçekten gelişmeye başladı. Kullanışlı pek çok sistem icat edildi ve 1970'lerin sonlarına gelindiğinde bunlar pek çok alanda uygulamalarda yer aldı. Bu uygulanan teknolojilerin yayılmasına rağmen, bu alandaki kuramsal ilerleme yavaşlamaya başladı, ben de neyin yanlış gittiğini –ve ne yapmak gerektiğini– düşünmeye başladım. Ana sorun "uzman sistemler" dediğimizin her biri sadece tek, özelleşmiş bir uygulamada kullanılabiliyordu. Hiçbiri genel zekâ dediğimiz şeyi göstermiyordu. Hiçbiri sağduyu dediğimiz şeye dair bir işaret vermiyordu.

Örneğin, bazı kişiler belli bir oyunu, örneğin satrancı oynamakta iyi programlar geliştirdiler. Matematikteki belli tür teoremleri ispatlamak için başka programlar yazıldı. Başkaları çeşitli görsel örüntüleri –örneğin basılı karakterleri– tanımakta iyiydi. Ama bu satranç programlarının hiçbiri bir metni tanıma yetisine sahip değildi, tanıma sistemleri teoremleri ispatlayamıyordu, teoremleri ispatlayanlar satranç oynayamıyordu. Bazı kişiler bu programları bir şekilde daha tümleşik bir bütün halinde birleştirerek makinelerimizi çok yönlü yapabileceğimizi ileri sürdüler, ama kimsenin bunu nasıl yapabileceğimize dair işe yarar bir fikri yoktu. Bugün hâlâ iki farklı yapay zekâ programının birlikte işletilebilmesi neredeyse imkansızdır.

The Society of Mind [*Zihin Toplumu*] adlı kitabımda çözmeye çalıştığım sorun tam da budur. 1960'larda Seymour Papert ve ben görsel-yönelimli uzaktan denetimli aygıt –yani gözlere

ve ellere sahip bir robot– yapma tasarısına başladığımızda bu problemle zaten karşılaşmıştık. "Görebilen" bir makine yapmak için, nesnelerin görünüşünü ve aralarındaki ilişkiyi fark edecek tarafları olması gerekir, ama bir bilgisayarın böyle şeyler yapmasını nasıl sağlarsınız? İlk başta araştırmacılarımızın her biri belli bir yöntem geliştirmeye çalıştı. Bu tür bir tasarı önce bir nesnenin kenarlarını bulmayı, sonra bu parçaları bir bütün haline getirmeyi deneyebilir. Sorun genellikle bazı kenarların saklı, düşük optik kontrasta ya da gerçekten nesneye değil, üzerindeki süslemelere ait olmasındadır. Yani kenarları bulmak asla işe yaramadı. Başka bir araştırmacı ise her nesnenin yüzeylerini –belki doku ve renk/gölge ile– tespit etmeyi deneyebilir. Bu yöntem de bazen çalışır, ama asla güvenilir sonuçlar üretecek kadar işe yaramamıştır. Sonunda herhangi belli bir yöntemin kendi başına işe yaramayacağı sonucuna vardık, bu farklı yöntemleri birleştirecek yollar bulmalıydık.

Aynı bilgisayar sistemi içerisinde farklı yöntemleri birleştirmek neden bu kadar zor? Çünkü, bence, topluluğumuz asla bu şekilde düşünmeyi denemedi. Böyle bir şey yapmak nerdeyse –"iyi programcılığın ruhuna– ihanetti. Kabul edilen örneklem işi yapacak iyi bir yöntem bulmak ve sonra son böceği düzeltinceye kadar üstünde çalışmaktı, halen de böyledir! Mantıklı geliyor, öyle değil mi? Ama en sonunda bunun temelde yanlış bir fikir olduğu sonucuna varmak zorunda kaldık. Bazı belli uygulamalar için bir programı böceklerden tamamen arındırabilseniz de, eninde sonunda biri onu yeni bir ortamda, başka bir amaçla kullanmak isteyecek, o zaman ise kesinlikle yeni böcekler belirecektir.

Bu anlattığım bilgisayar programlarıyla tüm dünyada yaşanan deneyimdir. Aslında programcılar bununla dalga geçer; bir programın yıllarca sorunsuz çalışıp hiçbir şey değişmemesine rağmen hatalar vermeye başlamasına "yazılım çürümesi" derler. Bugün bile programcıların zamanlarının çoğunu hatasız işleyecek programları yapmayı deneyerek geçirirler. Bunun sonucu her şeyi daha kesin hale getirmeye –her şeyi mükemmel mantıki kesinlikle yaparak programlamayı sanat değil bilim haline getirmeye– yönelik yaygın eğilimdir. Benim görüşüme göre bu

yanlış yönelimli bir fikirdir. Bir kere bir şeyin hatasız işlemesi nedir? Bu fikrin kendisi katı, değişmeyen, kuramcıların kendileri için ürettiklerine benzer tamamen kapalı bir dünyada anlamlıdır. Aslında bir kez belirledikten sonra asla değişmeyeceği varsayımına dayanan soyut matematiksel modellerde kusursuz işleyecek programlar yapabiliriz. Sorun gerçek dünyaya dair böyle varsayımlarda bulunamamamızdır, çünkü insanlar sürekli bir şeyleri değiştiriyorlar.

Sonunda çeşitli yöntemleri yerleştirerek bu ilk robotu daha sağlıklı hale getirdik, ama ne onlar ne de daha modern nesilleri gerçekten güvenilirdi. Böyle sistemleri her işin altından kalkabilir ve daha güvenilir –diğer bir deyişle daha hayata yakın– yapmak için insan zihninin nadiren takılma başarısını anlamayı denemenin daha iyi olacağı sonucuna vardık. İnsan düşünme eylemiyle bugün makinelerin yaptığı şey arasındaki fark nedir? Bana göre en çarpıcı farklılık tipik bir bilgisayar programını nerdeyse herhangi bir hata tamamen felç ederken beyin herhangi bir girişimde başarısızsa insanların ilerlemek için başka bir yol denemesidir. Tek bir yönteme bel bağlamamız enderdir. Genellikle bir şeyi yapmanın çeşitli farklı yollarını biliriz, böylece birisi işe yaramazsa, daima başka bir yol vardır. Örneğin arkadaşlarınızı sadece yüz ifadeleriyle tanımazsınız; sesleri, duruşları, yürüyüşleri, saçlarıyla da tanırsınız. Tüm bu çeşitliliği göz önüne aldığımızda tek bir yöntemi tamamen kusursuz hale getirmemiz gerekmiyor. Aslında her birinin genellikle işe yaradığı durumları fark etmeyi öğreniyoruz, hem de bir yöntemin işe yaramayacağı koşulları öğreniyoruz. Eğer hepsi başarısız olursa, her zaman tamamen yeni bir yaklaşım icat edebiliyoruz.

Yüzyıl önce Sigmund Freud "olumsuz uzmanlığın" –ne yapmamak gerektiği bilgisi– önemini belirtmişti, bu konu bilgisayarcılar ve programcılar tarafından tamamen görmezden gelindi. Freud yapmamamız gerektiğini öğrendiğimiz şeylerden kendimizi alıkoymak için sansür ve diğer düzeneklerden bahsetti. Bu tür sistemlerin beynimizde evrimleştiğini, tipik bir beyin merkezinin doğuştan kimisi olumsuz bilgiyi içeren çeşitli farklı öğrenme düzeneğiyle donandığını tahmin ediyorum. Böylece biri belli bir yöntemi ne zaman etkinleştireceğimi-

zi öğrenirken başka biri her yöntemin kullanımına karşı çıkan "baskılayıcılar" ya da "sansür" inşa etmeyi ve başka bir düzenek iki ya da daha fazla yöntem çelişkiye düştüğünde ne yapmak gerektiğini öğrenebilir.

Gerçekten de, zihinlerimizin yaptığı her bir şey için farklı yollar birikimine sahip olması basit bir fikir. Yine de ne olduğumuz ve nasıl işlediğimize dair daha yaygın ve daha eski fikirlere meydan okuyor. Özellikle, hepimiz her insanın içinde bizim için düşünen ve hisseden "kendilik"* denilen başka bir kişinin bulunduğu kanısını paylaşıyoruz: bizim için kararlar veriyor, tasarılar yapıyor, daha sonra onaylıyor ya da pişman oluyor. Yaşayan felsefeciler içerisinde en iyi zihin felsefecisi diyebileceğimiz Daniel Dennett'in Kartezyen Tiyatro dediği şeyle hemen hemen aynı fikirdir; zihnin derinlerinde bir yerlerde tüm zihinsel olayların deneyimlenmek üzere sonunda bir araya geldiği belli özel merkezi yerin varlığına dair genel düşünce. Bu bakış açısında, beyninizin geri kalanının tümü –algı, hafıza, dil, işleme, motor kontrol için bilinen tüm düzenekler– sadece, kendiliğin kendi içsel amaçları için kullanmayı uygun bulduğu ek birimlerdir.

Elbette bu tuhaf bir fikirdir, çünkü hiçbir şeyi açıklamaz. O zaman neden bu kadar popülerdir? Cevap: tam da hiçbir şeyi açıklamadığı için! Bu onu günlük hayatta faydalı kılar. Yaptığınızı neden yapmış bulunduğunuzu, hissettiğinizi neden hissettiğinizi merak etmekten sizi alıkoyar. Sizi kararlarınızı nasıl verdiğinizi anlama arzusundan ve de sorumluluğundan sihirli bir şekilde kurtarır. Sadece "karar verdim" dersiniz ve böylece tüm sorumluluğu hayali iç benliğinize bırakırsınız. Muhtemelen her insan bu fikri, onun kendisinin çevresinde gördüğü diğer insanlar gibi başka bir kişi olduğuna dair muhteşem içgörüyü bebekken edinir. Olumlu tarafından bakıldığında bu içgörü diğerleriyle deneyimlerinize dayanarak sizin, kendinizin ne yapacağını öngörmeye yardımcı olmada çok faydalıdır.

Tek-benlik kavramındaki sorun daha iyi açıklamalara gerçekten gereksindiğimizde daha derin fikirler geliştirmemize engel olmasıdır. O zaman, içsel modellerimiz işe yaramadığında gerçek hayatlarımızda ne yapmamız gerektiğine dair yardım ve

* Self-yn.

tavsiyeler için başka bir yere bakmak zorunda kalırız. O zaman kendimizi ebeveynlerimize, arkadaşlara, psikologlara giderken, kişisel yardım kitaplarına başvururken ya da psişik güçleri olduğunu iddia eden tiplerin ellerine düşmüş halde buluyoruz. Kendimiz dışına bakmaya zorlanıyoruz, çünkü tek-benlik efsanesi bir insan çelişki, karmaşa, karışık hisler deneyimlerken ya da keyif aldığımızda, acı çektiğimizde, güvenli ya da güvensiz hissettiğimizde, bunalım yaşadığımızda ya da mutlu olduğumuzda, isyan ettiğimizde, aşka kapıldığımızda olanlara açıklama getirmiyor. Neden bazen sorunlarımızı çözdüğümüzü ama bazen olan biteni anlamakta zorlandığımıza dair ipucu sağlamıyor. Ne akılcı ne duygusal tepkilerimizin doğasını açıklamıyor; hatta bu ayrımı neden yaptığımızı bile açıklamıyor.

Üstelik, duygular nedir? Duyguların ne olduğuna, nasıl işlediğine, duygularımızı nasıl denetleyeceğimiz ve faydalanabileceğimize dair daha geniş-ölçekli kuramlar geliştiriyorum. Psikologlar hali hazırda zihnin farklı yönleri üzerine daha küçük kuramlar geliştirdiler, ama Freud'dan bu yana kimse tüm bu sistemlerin birbiriyle nasıl etkileşebileceğine dair akla yatkın açıklamalar ileri sürmedi.

Bu yeni kuramın, pek çok diğer girişim duyguları açıklamada başarısız kalmışken neden işe yarayacağını sorabilirsiniz. Cevabım nerdeyse tüm diğer girişimlerin yanlış yöne baktığıdır. Psikolojik camia ciddi bir fizik kıskançlığı vakası yaşamaktadır. Hepsi psikolojinin bazı minimal temel ilkelerini, kendi başına zihnin nasıl işlediğini açıklayabilecek şaşırtıcı derecede güçlü fikirleri arıyorlar. Mekanik sorunların tüm dünyasını çözen üç basit yasayı keşfeden Isaac Newton'ı taklit etme arzusundalar. Benim yöntemim tam tersi.

Beynin işlevleri küçük bir ilkeler kümesine dayanmaz. Aslında yüzlerce, hatta binlercesine dayanır. Diğer bir deyişle, beynin her bir kısmı mühendislerin tabiriyle yamalı bohçadır; yani, genel, büyün bir plan olmaksızın nereye gerekiyorsa bir parça makine, ekipman ekleyerek bir soruna eğreti çözümdür: sonuç insan zihninin –beynin yaptığı şeyin– bir yamalı bohça çözümler birikimi olarak görülmesidir. Bunun kanıtı son derece nettir: Eğer sinirbilimin kalınca herhangi bir ders kitabının dizinine

bakarsanız, insan beyninin farklı şeyler yapan yüzlerce kısmı –yani alt-bilgisayarları– olduğunu görürsünüz. Beynimizin neden bu kadar çok kısma ihtiyacı vardır? Elbette eğer zihinlerimiz birkaç temel ilkeye dayansaydı, bu derece karmaşıklığa gereksinimimiz olmazdı.

Cevap beyinlerimizin birkaç iyi tanımlanmış yasa ve gerekçeyle evrimleşmediğidir. Aslında en azından yarım milyar yıllık çeşitleme ve seçilim sürecinde pek çok farklı çevrenin koşulları ve kısıtlamaları altında hayatta kalmamızı destekleyen değişkeleri seçerek fırsatçı bir şekilde evrimleştik. Peki bu kısımlar tam olarak ne yaparlar? Bunu bulmaya henüz başladık. Öğrenmemiz gereken daha pek çok şey olduğunu tahmin ediyorum. Sonunda bu zihinsel organların eskilerin kusurlarını –yani, biz bu kadar zekileşinceye kadar belirmemiş kusurları– düzeltmek için evrimleştiğini bulmuş olacağız. Pek çok yeni yapı geliştikten sonra, geri dönmek ve hala dayandığımız daha eski sistemlerde pek çok değişiklik yapmak için çok geç olması evrimin belirgin özelliğidir.

Böyle bir durumda *temel* ilkeleri aramaya fazla odaklanmak yanlış olabilir. Daha büyük bir olasılıkla beyin bu türden herhangi bir taslağa dayanmaz, ama aslında farklı şeyler yapan pek çok farklı aygıtın ve bunlara ek olarak onların hatalarını düzelten aygıtların ve üstüne çeşitli ayarsızlıkları ve istenmeyen etkileşimleri engelleyen eklentilerin yamalı bohça çözümler üretmiş harika bir bileşimidir; kısaca, işi zar zor yerine getirebilen çeşitli düzeneklerin harika bir karmaşasıdır.

Çocukken hep bir şeylerin nasıl işlediğini bulma ihtiyacı hissederdim ve ulaşabildiğim tüm makineleri sökerdim. New York şehrinde büyüdüm. Babam göz hastalıkları doktoru, göz cerrahıydı, evimiz her zaman ilginç dostlar ve ziyaretçiler; bilim insanları, sanatçılar, müzisyenler ve yazarlarla doluydu. Her türden kitaplar okurdum, ama en çok matematik, kimya, fizik ve biyoloji hakkındaki kitapları sevdim. Asla spor, siyaset, edebiyat ya da dedikodu beni cezbetmedi, arkadaşlarımın çoğunun da benzeri ilgileri vardı. Özellikle bilimkurgunun erken dönem ustalarından çok etkilendim, Jules Verne, H.G. Wells ve Hugo Gernsback'in tüm hikâyelerini okudum. Daha sonra *As-*

tounding Science Fiction [Şaşırtıcı Bilimkurgu] gibi dergileri keşfettim ve Isaac Asimov, Robert Heinlein, Lester del Rey, Arthur C. Clarke, Harry Harrison, Frederick Pohl, Theodore Sturgeon ve onların büyük editör-yazarı John Campbell'in eserlerini okudum. Başta bu düşünürler ve de Galileo, Darwin, Pasteur ve Freud benim için efsanevi kahramanlar gibiydi. Ama bir fark vardı: bu yazarların hepsi hayattaydı ve ilerleyen yıllarda hepsiyle karşılaştım, onlar ve onların ardıllarıyla, örneğin aynı zamanda bilim insanı da olan Gregory Benford, David Brin, Vernor Vinge'le arkadaş olduk. Böyle muhteşem hayalcilerle birliktelik çok yoğun bir deneyim!

Elbette, çok miktarda teknik okuma da yapıyorum. Ama bilimkurgu dışında, sıradan yazılı metinleri okumayı can sıkıcı buluyorum. Hepsi çok bilindik ve aynı şeyleri yineler görünüyor. Bana göre bilimkurgu yazarları bizim kültürümüzün en önemli özgün düşünürleridir, aynı temaları ve konuları yeniden yazan, Sofokles ya da Aristofanes'in çok önce ortaya attığı fikirleri yeniden ele alan, insan çelişkileri, bağlanma, sevdalanma ve ihanete dair aynı gözlemleri nakleden ana akım yazarlarsa bana "takılıp kalmış" gözüküyor. Ana akım edebiyat aynı eski malzemeyi tekrar tekrar çalıyor, bilimkurgu yazarlarıysa eğer teknolojimiz ve toplumumuz –ve zihinlerimizin kendisi– farklı şekilde oluşsa ne olacağını hayal etmeye çalışıyor.

Bunun dışında, gençliğimin çoğu bir şeyler inşa etmekle geçti. Aygıtlar yapmakla. Müzik bestelemekle. Yeni makineler tasarlamakla. Yeni süreçler hayal etmekle. Harvard'a başladığımda, 1946 yılında bilgisayarla oynamanın çekiciliği yoktu çünkü bilgisayar yoktu. O sıralarda inşa edilen Mark I dışında. Hiç nazarı dikkate almadım, ama Bronx Fen Lisesinden sınıf arkadaşım Anthony Oettinger aldı. Çok geçmeden Harvard'ın ilk bilgisayar bilimi profesörü oldu ve 1952'de bilgisayarın bir şeyler öğrenmesi amaçlı ilk programı yazdı.

Harvard'da ilk ilgi alanlarım fizik, özellikle mekanik ve optik ve soyut matematikti, ama kısa zamanda nörofizyoloji ve öğrenme psikolojisiyle ilgilenmeye başladım. Büyük B.F. Skinner ve sonra da –geleneksel psikoloji ve İkinci Dünya Savaşı esnasında gelişen kontrol mühendisliğinin yeni alanlarının büyük

çarpışması– sibernetiğin ön saflarında yer alan George Miller ve Joseph Licklider'in aralarında yer aldığı genç profesörlerin sıra dışı ekibiyle takıldım. Ama belki de başıma gelen en önemli şey Widener Kütüphanesindeki bilimsel kitaplar yığınını karıştırırken Nicholas Rashevsky'nin *Mathematical Biophysics* [*Matematiksel Biyofizik*] kitabını bulmamdı. Rashevsky bana gerçek şeylerin soyut modellerini nasıl yapacağımı gösterdi. Sonrasında, Rashevsky'nin *Bulletin of Mathematical Biophysics* [*Matematiksel Biyofizik Bülteni*] isimli kendi yayınında Warren McCulloch ve Walter Pitts'in güncel çalışmalarını buldum. İlki idealleştirilmiş nöronların birbirine bağlanmasıyla bilgisayar benzeri makineleri yapma yolları öneren, eşik nöronlar ve sonlu özdevinirler üzerine McCulloch ve Pitts'in 1943 tarihli özgün makalesiydi. Daha sonra Pitts ve McCulloch'un 1947 tarihli görme ve grup kuramı üzerine son derece imgesel makalesi vardı, bu makale Seymour Papert'le yazdığımız 1969 tarihli *Perceptrons* [*Perseptronlar*] adlı kitaptaki grup-değişimsizliği teoreminin öncüsüydü. Bu gibi çalışmaların ve de ilk Macy Konferansı ciltlerindeki fikirlerin heyecanının öğrenebilen makineleri nasıl yapacağımızı düşünmeye devam etmemi sağladığına çok eminim. Norbert Wiener'in devrim yaratan kitabı *Cybernetics* [*Sibernetik*] 1949 basıldığında kitabın çoğu bana bilindik eski şeyler gibi gözüktü, ancak bana önemli miktarda matematik öğretti.

Sinir ağı makinelerine problem çözmenin nasıl öğretilebileceğini düşünürken daha sonra Montrealli psikolog Donald Hebb'e ithafen Hebb sinapsları diye anılacak yapılar üzerine düşündüm. Bu bana bu tür sinapsların rastgele bağlanmış ağlarının etki ve tepki arasındaki ilişkiyi yaklaşık olarak hesaplayacağı bir makine tasarlamayı esinledi. George Miller, Air Force Office of Scientific Research'den biraz para aldı ve Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator [*Stokastik Nöral Analog Güçlendirici Hesaplayıcısı*], kısaca SNARC adını verdiğim bu makineyi yapmam için bana verdi. Makine yaklaşık dört yüz elektron tüpü ve gerilimölçeri otomatik ayarlayacak kırk adet küçük manyetik kavrama düzeneği kullanıyordu, gerilimölçerse her bir sinapsın uyarılan her bir nörondan bir diğerine akta-

racağı olasılıkları denetleyecekti. Makine bir sıçanın labirentte yolunu bulmasını benzetimleyecek kadar iyi çalıştı. 1954 tarihli doktora tezimde bunu anlattım, ama bu tezin diğer araştırmacılar üzerinde ne kadar etkisi oldu bilemiyorum. Şimdiye kadar hiç kullanılmamış öğrenme düzenekleri öneren bölümlerine rağmen alıntılandığını hiç görmedim.

SNARC makinesi belli bir çeşit öğrenmeyi yapabiliyordu, ama pek çok farklı çeşit sınırlamaları var gibi de gözüküyordu. Daha zor problemleri öğrenmesi daha uzun zaman aldı, bazense daha geniş ağ kullanmak işleri kötüye götürdü. Bazı problemlerde hiçbir şey öğrenmiyormuş gibi gözüküyordu. Bu beni problemlerin "tepeden aşağıya" nasıl çözüleceği üzerinde düşünmeye, problem çözme için temsiller ve buluşsallık üzerinde kuramlar formüle etmeye götürdü. Bu dönemde rastlantısal sinir ağları üzerine sadece birkaç kişi düşünüyordu. Caltech'teki John Hopfeld'in 1980'lerin başındaki çalışmasına kadar bu alanda –yani, zamana bağımlı döngü davranışlarını da içeren "genel" sinir ağları alanında– heyecan verici hiçbir şey olmadı. Ancak döngüsüz ya da "ileri beslemeli" ağların kuramında önemli ilerlemeler vardı; özellikle 1950'lerin sonundaki Frank Rosenblatt'ın "perseptronlar" adını verdiği makineler için hatasız öğrenme algoritmaları keşifleri. Rosenblatt'ın şemasının yeni bir özelliği makinesini sadece bir hatayı düzeltirken öğrenir şekilde yapmasıydı; doğruyu yaptığında ödül yoktu. Bu fikir takip eden çalışmalarda yeteri kadar takdir edilmedi.

Araştırmadaki en önemli diğer yön; maksatlı, seri problem çözümü için güçlü buluşsal ilkeler koyma girişimi Allen Newell, J.C. Shaw ve Herbert Simon tarafından halihazırda sürdürülüyordu. 1956 yılında "önermeler matematiği" denilen mantık alanında Russell ve Whitehead'in nerdeyse tüm teoremlerini ispatlayabilen bir sistem geliştirmişlerdi. Ben de Öklit'in teoremlerinin pek çoğunu ispatlayabilen küçük bir kurallar kümesi geliştirmiştim. Aynı dönemde doktoradan okul arkadaşım John McCarthy sağduyulu akıl yürütme kavramları çeşitleri için mantıksal formüller elde etmede ilerleme kaydediyordu.

Kısa zamanda yapay zekâ alanı Larry Roberts'ın bilgisayar görüşü çalışmaları ve Jim Slagle'in sembolik matematik

çalışmalarıyla hızla ilerlemeye başladı, 1963 civarında ARPA –Savunma Bakanlığı İleri Araştırma Projeleri Birimi– oldukça makul bir ölçekte bu tür pek çok laboratuvarı desteklemeye başladı. Rosenblatt'ın sinir-ağları takipçileri de iddialı öneriler de bulunuyordu, bu da belli bir kutuplaşmaya sebep oldu. Bu kısmen sinir ağı heveslilerinin bazılarının makinelerinin yaptıkları şeyi nasıl başardığını gerçekte anlamamaları fikrinden memnun olmaları sebebiyleydi. Seymour ve ben bu makinelerin bazı problemleri çözerken, neden bazılarını çözemediklerine dair bazı sebepleri keşfetmeyi başardık, bu yeni-dirimselcilerin pek çoğu bunu matematiksel bir katkı değil ama çalışmalarına siyasi bir saldırı olarak yorumladı. Bu da bizim çalışmamızın doğasını dair tuhaf bir mitoloji yarattı; ama bu başka hikâye.

Tek bir adımda çözemediğiniz bir problem varsa ne yapabilirsiniz? O zaman onu alt-problemlere parçalamak için ve de bunların her birini çözmek için yollar bulmak zorundasınız. 1960'ların sonuna geldiğimizde, oldukça az sayıda kişi bunun üzerinde düşünüyordu, alanı toparlayıp bir kitap yazmak istedim. Sorun, yazabileceğimizden daha hızlı yeni yöntemler keşfetmemizdi. 1961 yılında toparlayabildiğim kadar toparlayıp "Steps Toward Artificial Intelligence" [*Yapay Zekâya Doğru Adımlar*] başlığıyla uzun bir makale halinde yayınladım. Bu tam anlamıyla bir sentez olmasa da alan için oldukça muntazam bir terminoloji kurdu ve konuyu iyi tanımlanmış bilimsel girişim haline getirdi. Bu makalede ileri sürülen tekniklerden bazıları halen yeterince araştırılmamıştır.

Yapay zekâ yapma sorununa çeşitli farklı yaklaşımları izledikten ve hangi yöntemin en iyisi olduğuna karar vermeye çalıştıktan sonra en sonunda en iyi yöntem diye bir şey olmadığını anladım. Her bir yöntemin belli tür durumlarda avantajları var. Bu, akıllı makineler yapmanın anahtarının çeşitli kaynakları bir arada *işletebilecek* yollar icat edilmesi anlamına gelir; bu da Seymour ve benim zihin toplumu kuramı dediğimiz şeye yol açtı. Eğer beyne bakarsanız orada yüzlerce farklı çeşit sinir ağları, yüzlerce farklı yapı olduğunu görürsünüz. Beynin farklı kısımlarına hasar verdiğimizde farklı semptomlar görürüz. Bu, eğer çeşitli farklı yollardan anlamazsanız hiçbir şey anlayama-

yacağınız fikrine ve tek gerçek –bilgiyi temsil etmenin saf, en iyi yolu– arayışının yanlışlığına götürdü.

Yanlış olmasının sebebi eğer bir şeyi tek bir şekilde anlarsanız, dünya biraz değiştiğinde bu yol işe yaramaz, tıkanıp kalırsınız, gidecek yer yoktur. Ama bir şeyi temsil etmenin üç dört farklı yoluna sahipseniz, bunların hepsini işe yaramaz hale getirecek çevresel değişikliğe rastlamak zordur. İnsanlar daima öncekilerden biraz farklı durumlarla karşılaşırlar. Farklı bakış açıları, bir şeyleri yapmanın farklı yollarını, farklı düzenekleri biriktirmek zorundasınız. Eğer sinir ağlarıyla öğrenme yapmak isterseniz sadece bir çeşit sinir ağı kullanamazsınız; farklı hikâyeleri hatırlamak, geometrik yapıları temsil etmek, nedensel etkileşim, akıl yürütme zincirlerinin basamakları, dil ifadelerinin semantik ilişkileri görme için gereken iki boyutlu temsiller, vb için farklı tipler tasarlamalısınız. Zekânın sırrı sır olmaması; özel, büyülü bir numara yok.

ROGER SCHANK: Marvin Minsky tanıdığım en zeki insandır. Kafasına pek çok fikir vardır, ne bir nebze yavaşladı, ne de bir nebzecik aptallaştı. Marvin'in harika yanlarından biri hiç yaşlanmamasıdır. Muhteşem şekilde çocuk gibidir. Bence bu, neden iyi bir düşünür olduğunu açıklayan ana etmenlerden biridir. Kendime örnek almak istediğim yönleri var. Çünkü bazı bilim insanları güçleri ve önemlerine kendilerini kaptırıp parlak fikirleri nasıl düşünüleceğini kaybediyorlar. Marvin'e bu hiç olmadı.

Marvin benim tez hocam olmalıydı. Öğrencisi olduğumu söylemezdim, ama yaptığı her şeyi çok takdir ediyorum. Bakış açısı benim bakış açım. Fikrilerini beğeniyorum, o da benim fikirlerimi beğeniyor. Birbirlerine benziyor. Özellikle zihnimizin yamalı bohça birikimi olduğu fikriyle aynı dalgadayım. Dünyayı aynı şekilde görüyoruz.

STEVEN PINKER: Marvin parlak biri ve bilişsel bilimi başlattığı için ve de psikoloji sorusunu yazılım mühendisliğinin tersi olarak ileri sürmesiyle takdiri hak ediyor. Soruyu bu hale getirmesini takdir ediyorum. Ama Marvin'in fikirleri kendi sezgile-

rine dayanarak zihin yapısı üzerine görüşlerini yayınladığında daha çok ıskalamaya dönüşüyor. İnsanların nasıl gördüğü, nasıl konuştuğu, dillerin birbirine göre nasıl farklı olduğu, dilin altında yatan mantık gibi zihnin belli özellikleri üzerine laboratuvarda yapılan gerçek deneye dayalı çalışmaları derinlemesine takip etmeyi reddederek guru oldu. Çalışmalarının çoğu, saha ya da laboratuvar çalışmalarından değil, koltuğundan yaptığı önermelerden gelir.

FRANCISCO VARELA: Minsky'nin zihin toplumu fikri gibi çok ilginç kavrayışları var. Bilim insanı olarak, bilişsel sistemdeki çoklu temsilci seviyelerine dair temel kavrayışla ortaya çıkan pek çok kişiden biriydi.

Kişisel olarak kendisini baş belası görüyorum, ama bu ayrı mevzu. Yaptığı şey ilginç. Benim kendisiyle anlaşmazlığım iki noktada. Biri, söylediğim gibi baş belası, kendini beğenmişin teki olması. O kişinin çalışmasını bilmeden o kişi hakkında bir sonuca varması. Bunu kişisel deneyimimden biliyorum; ikimizin de katıldığı bir konferansta oldu. Ben henüz ağzımı açamadan, bana dair bir fikri vardı. Aslında bir noktada bana "Sana sinirlenmemin sebebi Fernando Flores ve Terry Winograd'a sinirlenmiş olmam" dedi. Winograd'ı sevdiği kesin, o zaman Şilili ve Flores'in arkadaşı olan bana sinirlenmişti, çünkü Minsky'ye göre Flores, Winograd'ı Minsky'nin yapay zekâya dair açık yolundan, Minsky'nin saçmalık dediği şeye yönlendirmişti. Bu doğru ya da yanlış olabilir, ama her durumda, kafa karışıklığıyla beni de aynı torbaya soktu. Açıkçası pek ilginç değil.

RICHARD DAWKINS: Beni büyüleyen bir konunun, yapay zekânın babası, kurucusu Minsky'ye saygı duyuyorum. O konunun çevresinde dolandıysam da gerçek anlamda bu konu üzerinde hiç çalışmadım. O konuda bir konferansa katıldım. Onu, sadece sahanın babası olarak tanıyorum.

DANIEL C. DENNETT: Pek çok konuda Minsky'yle benzeri fikirlerimiz var; sadece ben sorunların Marvin'in düşündüğünden

daha zor olduğu fikrindeyim. Marvin hepsini çözdüğünü düşünüyor ve herkesin bunu anlamasını istiyor. Herkesin sandığı kadar zor değil diye düşünüyor, sadece bana dikkatlerini verseler! Temel çözümleri var; sadece ayrıntılar üzerinde çalışması gerekiyor. İlginçtir bu doğru olsa bile –bir parça hayal gücüyle doğru olabilir– Minsky'nin varsayımı yanlış. Minsky haklı bile olsa, sadece Minsky okuyarak ihtiyacınız olan her şeye ulaşamazsınız. Yazdıkları çok sıkıştırılmış. Bu durum Minsky'yi felsefeci yapıyor; muhtemelen bunu söylediğim için benden nefret edecek! Felsefe akademisyenleri arasında gelişmeleri bazı önceki felsefecilerin sıradan bir sözü ya da önemli bir sözünü okuyarak anlam çıkarmaya çalışmaktan daha yaygın bir şey yok. Felsefede yapılan her şey sadece Platon'a eklenmiş dipnotlar, böyle bir şey. Belli bir seviyede soyutlamayla çalışırsanız, heyecanlı olmasa da doğru olabilir. Doğru olabilir çünkü ayrıntıların yeteri kadarını görmezden gelirseniz ve gerçeğin nerede yattığına dair temelde iyi içgörünüz varsa, muhtemelen gerçekten başka bir şey söylemezsiniz. Bir anlamda, doğru anlarsınız, ama yardımcı olacak kadar anlamazsınız.

Marvin harika şeyler yaptı. Ana katkılarından biri yapay zekânın basit yapı taşlarını kullanarak ne kadar çok şey inşa edebileceğimizi tekrar tekrar göstermek oldu. Eğer hayal gücünüz ve zor soruları saklamak yerine irdelemenizi sağlayan belli bir disiplininiz varsa onu ilham verici bulacaksınız çünkü basit fikirlerin ilginç sonuçların büyük aileleri olabileceğini gösteriyor. Yapay zekâ bundan ibaret. Bedeli birkaç çıkmaza girmeniz. Minsky'nin fikirlerinin hepsi iyi değil, ama çoğu iyi.

9. Bölüm

ROGER SCHANK
"Bilgi Sürprizlerdir"

MARVIN MINSKY: *Roger Schank bilginin insan zihninde nasıl temsil edildiğine dair önemli pek çok fikre öncülük etti. 1970'lerin başında "kavramsal bağımlılık" adını verdiği semantik kavramı geliştirdi, bu kavram The Society of Mind [Zihin Toplumu] adlı kitabımda önemli bir rol oynuyor. Çeşitli tip ağlardaki, eylem şeması ve hikâye biçimlerindeki bilginin temsilini içeren diğer paradigmalar da geliştirdi.*

ROGER SCHANK *bilgisayar bilimcisi ve bilişsel psikologdur; Northwestern Üniversitesi, Institute for the Learning Sciences'ın yöneticisidir, Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Biliminde John Evans Profesör ve psikoloji, eğitim ve sosyal politika profesörü; yaratıcılık, öğrenme ve yapay zekâ üzerine on dört kitabın yazarı, eserlerinden bazıları: Peter Childers ile beraber yazdığı The Creative Attitude: Learning to Ask and Answer Right Questions [Yaratıcı Tavır: Doğru Soruları Sormasını ve Cevaplamasını Öğrenmek] (1988), Dynamic Memory [Dinamik Hafıza] (1982), Tell Me A Story [Bana Bir Hikâye Anlat] (1990) ve The Connoisseur's Guide to the Mind [Uzmanın Zihin Rehberi] (1991).*

ROGER SCHANK: İşim insan zihninin doğasını anlamaya çalışmak üzerine. Özellikle bilgisayarda insan zihninin modellerini yapmakla ilgileniyorum, özellikle de öğrenme, hafıza ve doğaldil süreciyle ilgileniyorum. İnsanların cümleleri nasıl anladığı, bir şeyleri nasıl hatırladığı, bir olayın başka bir olayı çağrıştırması, bir deneyimden nasıl öğrendikleri ve başka bir olayda bundan nasıl yararlandıklarıyla ilgileniyorum. Bu alandaki pek çok kimse beni bir dizi olayı anlamanıza yardım eden ve bu olaylardan –aslında bu olaylarda tasarılarınıza ve davranışlarınıza rehberlik eden– çıkarımlar yapmanıza izin veren "eylem şeması" denilen zihinsel yapılarla bağdaştırır.

Bilgi sürprizlerdir. Hepimiz dünyanın belli bir şekilde işlemesini bekleriz, ama öyle işlediğinde sıkılırız. Bir şeyi bilmeye değer kılan şey beklenti yanılgısı kavramı etrafında örgütlenir. Eylem şemaları işlediğinde değil işlemediğinde ilginçtir. Eğer garson yemeğinizle gelmezse neden böyle olduğunu anlamaya çalışırsınız; yemek kötü ya da çok çok iyiyse nedenini anlamak isterseniz. İşler beklediğiniz gibi gitmediğinde bir şeyler öğrenirsiniz.

Zihin hakkında anlaşılması gereken en önemli şey bir öğrenme aygıtı olduğudur. Sürekli bir şeyler öğrenmeye çalışıyoruz. İnsanlar sıkıldıklarını söylediklerinde, aslında öğrenecek bir şey olmadığını kastederler. Öğrenme hakkındaki önemli şey bulunduğunuz yerden sadece az miktarda yüksek bir seviyede öğrenebilmemizdir. Hazırlıklı olmalısınız.

Benim en ilginç icadım muhtemelen MOP (hafıza-örgütlenme paketleri) ve TOP (tema-örgütlenme paketleri) kuramıdır; temelde insan zihninin nasıl örgütlendiği üzerinedir: hayatta yaşadığınız herhangi bir deneyim, bu deneyimin önemli noktalarını karakterize eden bir çeşit kavramsal dizinle örgütlenir. Yapmaya çalıştığım hafızanın sürekli yeniden nasıl örgütlendiğini anlamaktır ve dinamik hafızalar denen şeyleri yapıyorum. En önemli çalışmam bilgisayarların insanlar gibi hatırlatılabilmesi girişimidir.

Doğal-dil işlemlemesi alanına ilk aşamada katkılarda bulundum, özünde doğal dilin söz-dizin modelleri üzerinde çalışan dilbilimcilerle başa baş gittim. Ben doğal dilin kavramsal

modelleriyle ilgilendim. Bir cümleyi anladığınızda dilden bağımsız şekilde bu cümleden nasıl anlam çıkarttığımız sorusuyla ilgilendim.

Dildeki önemli sorunun söz-dizin yapısı, biçimsel özellikler olduğunu düşünen dilbilimcilerle pek çok tartışmaya girdim. Dağınık denilebilecek biriyim: insan zihnindeki karmaşık, düzgün olmayan olguların hepsiyle ilgileniyorum. Zekânın düzenli, biçimsel ilkeleri olduğu görüşünün aksine, zihnimizin zeki olmamıza neden olan tuhaf karmakarışıklık dizisi olduğuna inanıyorum.

Dynamic Memory [*Dinamik Hafıza*] adlı kitabımda kullandığım bir örnek biftek ve saç kesimi durumuydu. Hikâyesi şöyle; arkadaşıma eşimin bifteği istediğim gibi pişirmediğinden, hep fazla pişirdiğinden yakınıyordum. Arkadaşım "Bu bana otuz yıl önce İngiltere'de saçımı istediğim kadar kısa kestiremediğim zamanları hatırlattı" dedi. Sorduğum soru bu hatırlatmanın nasıl ve neden meydana geldiğiydi. "Nasıl" kısmı açık. Biftek ve saç kesimi arasındaki bağ nedir? Eğer kavramsal bir seviyeden bakarsak, dizinsel özdeş bir eşleşme vardır: her ikimizde bize bir hizmet sunmayı kabul etmiş konumdaki bir kişiden bu hizmeti sunmasını istedik ve onlar bunu istediğimiz şekilde yapmadı. Sorabileceğiniz bir takım sorular var. İlki, bu tür dizinleri nasıl kurarız? Açıktır ki arkadaşım zihninde aynı etikete sahip hikâyeyi bulmak için bir dizin oluşturmuştu. İkincisi, neden bunu yaparız? Cevap evreni anlamaya çalıştığımız ve geçmiş deneyimlerle gelen olayları eşleştirmeye gereksindiğimiz için. Bu benim "vaka-tabanlı deneyim" dediğim şey. O zaman açıkça amacı bulunan bir eşleşme yapacağınız fikri. Amacın ne olduğunu anlamak zor değil; amaç öğrenmek. Öteki türlü yeni deneyimlerden nasıl öğrenirsiniz?

Vaka-tabanlı akıl yürütme modeli yeni deneyimi o deneyime dair son derece soyut bir etiket inşa ederek işlemlediğimizi ve bu etiketin hafızanın dizini olduğunu söyler. Hafızadaki pek çok şey bu şekilde etiketlenmiştir; onları bulur, yeni deneyiminizi anlamaya yardımcı olması için eski deneyimden ne öğrenebileceğinizi görmek için tıpkı bir bilim insanı gibi eski ve yeni deneyimi kıyaslarsınız. Bu süreci bitirdiğinizde, yeniden zihninize

dönüp işleri düzeltmeye yaracak yeni bir şey ekleyebilirsiniz. Arkadaşımın şöyle dediğini hayal edebiliyorum: "Sanırım İngiltere'deki deneyim o derece sıra dışı değilmiş; insanların aşırı olacağını düşündükleri için bir şeyleri yapmaktan kaçındığı zamanlar çok." Elbette, ben de eşime gidip nedenini soruyorum, onun bifteğimi çok pişirmesinin sebebi benim çok az pişmiş istemem.

Yapay zekâdaki sorunlardan biri ilk yıllarda –altmışlarda ve yetmişlerde– oldukça heyecan verici programlar yapabiliyorduk. Bir programın bir cümleyi anlamasını ya da tercüme etmesini sağlayabiliyorduk. Yirmi yıl sonra bunlar artık heyecan vermiyor. Gerçek bir şeyler inşa etmelisiniz, gerçek şeyler inşa etmek için gerçek problemlerle çalışmalısınız. İnsanlar birbirlerine hikâyeler anlatırken öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini, bir insanın bir cümleyi nasıl ürettiğini, nasıl çıkarım yaptığını ya da nasıl açıklama ürettiğini anlamak: bu tür şeyler benim ilgimi çekti; yapay zekâdaysa ortalamada daha çok görüşün biçimsel özellikleri, robot sistemleri yapmak, teoremleri ispatlamak, daha mantıksal temelli işler yapmakla ilgileniliyordu.

Yapay zekâ üzerine yirmi yıllık çalışmadan yapay zekânın çok zor olduğunu öğrendik. Bunun söylenmesi tuhaf gelebilir, ama yaşayabileceğimiz belli bir sayıda zaman var ve eğer çok akıllı makineler yapacaksak benim kalan zamanımdan çok daha uzun zaman alabilir. Konu makinelerin inanılmaz miktarda bilgiye, hafızaya sahip olması gerekmesi; yazılım mühendisliği sorunları olgusal. Kuramsal bir girişim haliyle, aynen her zaman bilişsel bilim ve zihinle ilgilendiğim gibi halen yapay zekâyla ilgileniyorum, ama bilgisayar bilimcisi olduğum için işleyen şeyler yapmaktan hoşlanıyorum.

Benim için yapay zekâya dair net bir şey eğer zeki varlıklarla ilgileniyorsanız kestirmelerin olmaması, ilginçtir dünyanın çoğu bunu anlamıyor gözüküyor. Yapay zekâ işindeki herkes ve yapay zekâ işini izleyen herkes kestirmeler olacağını düşünüyor. Buna sihirli-çekirdek kuramı diyorum: birisi garajında sihirli bir çekirdek yapıp bilgisayara koyacak ve Hop! Bilgisayar zeki olacak. Gazeteciler buna inanıyor. Yapay zekâ üzerinde çalışanlar da buna inanıyor, sürekli sihirli çekirdek arıyorlar.

Ama biz bildiklerimizi çok çabalarla öğrenerek, zaman içerisinde sindirerek zeki varlıklar oluyoruz. On yaşında bir çocuğun dünyayı öğrenmesi zahmetli bir iştir. Bir makineyi nasıl zekileştireceğinizi konuşurken yapmanız gereken yavaş yavaş bilgi biriktirmektir ve her yeni bilgi hali hazırda orada olan parçalarla ilişkisinde özenle ele alınmalıdır. Her adım diğer adımı takip etmelidir; her şey önceki bilgiden sonra doğru yerine konmalıdır. Eğer bir makineyi zekileştirmek istiyorsanız gereksineceği tüm olguları ona koymak zorundasınız; ona gerekli bilgiyi vermenin tek yolu bu. Bu tür bilgileri kendi kendine gizemli bir şekilde elde etmeyecek.

Öğrenen makineler yapabilirsiniz, öğrenen makineler de gayretle öğrenmeyi deneyebilir, ama nasıl öğrenecek? Her gün gazete okuması gerek. Sorular sorması gerek. Sohbet etmesi gerek. Makinelerin bunlar olmadan zeki olabileceği kavramı kesinlikle yanlış. İnsanlar sınırsız bilgi birikimi ve dizinlemesine muktedir kurulmuştur: bilgiyi bulmak ve onu bir sonraki bilgiyle ilişkilendirmek, herkesin yaptığı bu.

Bugün benim için en ilginç mevzulardan biri eğitimdir. Okul sistemini yeniden nasıl inşa edeceğimizi bilmek istiyorum. Bir yolu şimdi insanların nasıl öğrendiğine ve şimdi okulların nasıl işlediğine bakmak ve varsa kesişme noktalarını görmek. Bugünkü okullarda, öğrenciler çok fazla şey okumak zorunda ve bunlara dair dersler alıyorlar ya da bir film görüyorlar. Sonra çok sayıda soru çözüyor ve sonra da yüz soruluk çoktan seçmeli sınava giriyorlar. Okullar "Hepsini ezberleyin. Size nasıl ezberleyeceğinizi öğreteceğiz. Alıştırma yapın, size talimler yaptıracağız ve sonra sınava sokacağız," diyor.

Size yiyecek ve şarabı böyle öğrettiğimi hayal edin. Yiyecek ve şaraplar hakkında okuyoruz, sonra size yiyecek ve şarapla ilgili bir film gösteriyorum ve sonra da yiyecek ve şarabın doğasına dair, bir şarap nasıl açılır, Bordo şarabının ideal rengi nedir gibi sorular çözdürüyorum. Sonra da bir sınava giriyorsunuz.

Bu şekilde yiyecek ve şarabı değerlendirmeyi öğrenebilir misiniz? Yiyecek ve şarap hakkında bir şeyler öğrenebilir misiniz? Cevap hayır. Çünkü yiyecek ve şarap hakkında öğrenmeniz gereken yemek ve içmektir. Tüm kuralları ezberlemek ya da yemek

pişirmenin ilkelerini öğrenmek eğer yemez ve içmezseniz size fayda sağlamaz. Aslında tam tersidir. Eğer yer ve içerseniz, sizin bu konularla ilgilenmenizi sağlayabilirim. Diğer türlü yapamam.

Okulda öğrettikleri her şey, insanların yapmak istedikleri şeyi yaparak öğrendiklerini dikkate almadan, bilip bilmediğinizi sınayabilecekleri şekilde düzenlenmiştir. İnsanlar yaptıkça daha iyi şekilde nasıl yapabileceklerini merak ediyorlar; eğer ilk olarak yapmakla ilgileniyorlarsa. Bir çocuğa New York Eyaleti sınav kılavuzunu vererek ona araba sürmeyi öğretemezsiniz. Pek çok okul çocukların hayatı deneyimlemesine izin vermek dışında her şeyi öğretiyor. Eğer çocuklar gerçek dünyada neler olup bittiğini öğrenmek istiyorlarsa dış dünyaya çıkmalı, orada bir rol oynamalı ve bunun öğrenmeyi motive etmesine ulaşabilmelidir. Yaparak öğrendiğinizde hatalar sorular açığa çıkartır ve sorular da cevaplar açığa çıkartır.

Çocukların okullarda, kolejde öğrendikleri karşı-öğrenmedir. Dokuzuncu sınıfta Dickens okuyarak Dickens'tan nefret etmeyi öğrendim. On yıl sonra Dickens'ı elime aldım ve ilginçti, çünkü okumaya hazırdım. Lisede öğrendiğim şey –Dickens'ın berbat olduğu– gereksizdi. Dokuzuncu sınıftaki çocuk buna hazır değildir. Neden öğretiyorlar? Çünkü on dokuzuncu yüzyılda zamanın edebiyatı buydu ve bugün tüm okullarda kullanılan müfredatı o zamanlar tasarladılar.

Bir müfredat olması gerektiğini düşünmüyorum. Çocukların yapması gereken sorularına cevap verebilecek ve onları özgün ilgi alanlarındaki konulara yönlendirebilecek deneyimli bir danışman eşliğinde ilgilerini takip etmek. Nereden başlarsanız başlayın doğallıkla başka bir yere gidebilirsiniz. Okullardaki sorun herkesin kortejde yürümesini istemeleri: herkes o gün şu konuyu öğrenmeli ve şu gün bu konuyu öğrenmeli. Okullar harika çocuk bakıcıları. Ana babaların işe gitmesine olanak veriyor ve çocukların birbirlerini öldürmesine mani oluyor.

Öğrenme okulda değil, okulun dışında gerçekleşir, bir şeyler bilmek isteyen çocuklar sorular sormalı, kaynaklar bulmalı ve okulda öğrendikleri her şeyi alakasız saymalıdır.

Öğretmenlerin çoğu soruları tehdit algılar. Açıktır ki iyi öğretmenler iyi soruları duyunca memnun olur, ama toplumsal

istatistikler tüm sorulara cevap vermelerine izin vermez. Bu noktada bilgisayarlar dahil olur. Birebir dersle öğrenme önemlidir. Eski günlerde zenginler çocuklarına öğretmen tutarlardı. Bu çocuklar birebir dersle öğrendiler ve işe yaradı. Ne yazık ki bu gün piyasadaki her türlü eğitim yazılımı aptalcadır, çünkü aynı eski müfredatı takip etmek üzere hazırlanmıştır.

Northwestern'deki Öğrenme Bilimleri Enstitüsünde biyoloji öğretmek için yeni bir bilgisayar programı tasarladık, bu programda kendi hayvanınızı tasarlamak zorundasınız. National Science Foundation [Ulusal Bilim Vakfı] bu programın müfredata uymayacağını, çünkü biyolojinin programın işlediği seviyede, yani altıncı sınıfta biyoloji öğretilmediğini söyledi. Dahası, her çocuk bilgisayarla farklı bir iletişimde olacağından, ne öğrenildiği üzerine nasıl bir sınav yapılacaktı?

Asıl sorun bilginin olgular kümesiyle temsil edildiği fikridir. Bu olguları bilmek isteyebilirsiniz, ama önemli olan olguları bilmeniz değildir. Bu bilgiyi nasıl edindiğiniz, bilgiye giderken yoldan neler topladığınız, bu bilginin öğrenilmesini neyin motive ettiğidir. Öteki türlü öğrendiğiniz alakasız olgular kümesidir. Öğrenme ilginç bir olgu: her bilgi parçası diğerine dayanıyor. Bunun gerçekleşmesi için okulun tamamen yeniden tasarlanması gerekiyor.

Bu noktada bilgili ve çocuklarla ne konuda konuşmak istiyorlarsa sohbet edebilen bilgisayar programları vasıtasıyla bilgisayarlar dahil oluyor. Çocuklar biyoloji, tarih ya da başka bir konuda sohbet etmeye başlayabilir ve ilgileri desteklenebilir. İhtiyaç duyulan iyi bir öğretmenin bunu yapacak zamanı olduğunda yapabileceği gibi birebir dersle öğretmeyi yapabilen bilgisayar programlarıdır.

Bir konferansa hazırlanırken, çok uzun zaman önce değil, Darwin'i okudum. Bu benim okumamaya dair inancımı onayladı, çünkü eğer Darwin'i hayatımda başka bir zaman okumuş olsaydım onu anlamayacaktım. Sadece onu okuduğum o zamanda Darwin'i anlamlı bir şekilde anlamaya muktedirdim, çünkü benim uğraştığım savlara göre savının ne anlama geldiğine dair bir şeyler anladım. İçselleştirebildim. Darwin çok akıllı. Yirmi yıl önce alakasız göreceğim bir sürü ilginç şey söylemiş.

Mevzu bir şeyi okumaya hazır olduğunuzda okumak. Örneğin şu an bilinçlilik üzerine düşünmüyorum, eğer Dan Dennett'i okursam bana etkisi iki şeyden biri olur. Ya bilinçlilik üzerine düşüncelerine tepki veririm, bu metaforundaki bilinçliliği hep düşüneceğim anlamına gelir. Eğer yaratıcı olmak istiyorsam bu benim için faydasızdır. İkincisi bilinçlilik üzerine fikirlerini hemen reddederim, kitabı ve konuyu düşünmeye değmez bulurum. Bu da kötüdür. Eğer o anda bilinçlilik üzerine düşüncelerim yoksa ve düşündüğünü görmeye hazır değilsem kitabını okumak için bir husus görmüyorum. Bu benim okumaya bakışım. Sorun entelektüellerin birbirine "Aman tanrım, şunu okumadın mı?" demesi. Bu akademik dünyanın üstünlük taslaması.

MIT dilbilimcilerinden Noam Chomsky akademiye dair kötü ne varsa hepsini temsil ediyor. Çok ciddi düşmanımdı. Yirmi yıl önce benim için o kadar duygusal bir konuydu ki bir noktada sinirlenmeden bu konudan konuşmam bile olanaklı değildi. Bunu aştığıma emin değilim. Hoşgörüsüz tavrını, entelektüel kirli numaralar dediğim taktiklerini sevmiyorum. Chomsky dilbilimin büyük kahramanıydı. Onun dil görüşüne göre konunun özü sözdizim. Dilbilim sadece sözdizim araştırması. Chomsky'nin dilin "derin yapısı" fikriyle dile bakılmalı. Chomsky'nin derin yapıdan bahsetmekteki kurnazlığının bir kısmı herkesin onun söylediğinden başka bir anlama geldiğini sandığı bu muhteşem kelimeleri kullanmaktı.

Chomsky "derin yapı" derken cümlenin yüzeydeki yapısına –isim, eylem, vb– bakmak zorunda olmadığınızı kastediyordu. Ama akılcı her insanın "derin yapı" sözünden anladığı şeyi kastetmemişti. Derin yapının cümlenin arkasındaki fikirler olduğunu sanırsınız. Ama Chomsky insanları anlam üzerinde çalışmaktan vazgeçirdi.

Bu dünyanın yeterince dışında olduğumdan söylenebilir, bağırabilir ve anlamın dilin özü olduğunu söyleyebilirdim. Bahsettiği her hususu irdeledim ve hepsiyle dalga geçtim. Olay bir hedefti, ama arkasında ondan başka kimseyi dinlemeyen akademik yobaz kadrosu vardı.

Onunla altmışların sonunda yaşayabileceğimiz tartışmalara bir örnek. "John kitapları sever" cümlesi John'un okumayı sev-

diği anlamına gelir. Ama Chomsky "Oh, yo" diyebilir, "John'un kitaplarla bir sevgi ilişkisi var, ama okumaktan hoşlanmayabilir."

Dilbilim anlayışının ilgilendiği şeyin bir parçası anlamı anlamaktır: mutlak doğru olduğunu varsayabileceğiniz şey, bazen doğru olabileceğini varsaydığınız şey, muhtemelen doğru şey. Buna çıkarım diyorum. Ama Chomsky şöyle diyecektir: "Hayır çıkarımın dille hiçbir ilgisi yok, hafızayla ilgili, hafızanın da dille hiç ilgisi yok."

Bu yorum tamamıyla saçma. Burada dilin psikolojisi söz konusudur. Anlam, çıkarım ve hafıza dilin çok derin bir kısmıdır. Chomsky en önemli kitabı *Aspects of the Theory of Syntax*'da [Sözdizim *Kuram*ının *Hususları*] açık açık hafızanın dilin bir parçası olmadığını, dilin soyutta çalışılması gerektiğini ifade etmektedir. Chomsky için dil şekilsel bir çalışmadır, dilin matematiğinin araştırılması. Matematiksel kuram açısından dil hakkında savlar ileri süren birileri olabilir, ama eğer *Cognitive Psychology* [*Bilişsel Psikoloji*] yayın kurulunun kurucu üyesiyseniz ve bölük bölük psikologlar sizin çalışmalarınıza dayanarak makaleler yazıyor, araştırmalar yapıyorsa olmaz. Chomsky her ikisini de yapmak istedi.

Chomsky'nin görüşüne göre zihin örgütlenmiş belli ilkelere göre hareket etmelidir, yoksa Chomsky üzerinde çalışmak istemeyecektir. Bu görüşü paylaşmıyorum. Zihin üzerinde çalışıyorum ve karşıma ne çıkarsa kabulüm. Hepsi çamur olsun. Tamam, eğer buysa sorun yok. Zihnin bilimsel olmasını isteyen pek çok bilim insanı var. Eğer bilimsel –düzgün ve matematiksel– değilse zihinle uğraşmak istemiyorlar. Chomsky hep fizikçinin bilim felsefesini benimsedi, yani kontrol edebileceğiniz hipotezleriniz olur ve yanlış olabilirsiniz. Bu kesinlikle bir biyoloğun dünyaya bakışına daha çok benzeyen, bilimin yapay zekâ felsefesine aykırıdır. Biyoloğun bilim felsefesi insanların ne ise o olduklarını, ne bulduysanız onu bulduğunuzu söyler, bulduğunuzu anlamaya, kategorize etmeye, isimlendirmeye ve düzenlemeye çalışırsınız. Eğer bir model kurarsanız ve pek iyi çalışmazsa, düzeltmeniz gerekir. Daha ziyade dünyanın "keşifsel" bakış açısıdır, bu nedenle yapay zekâcılar ve dilbilimciler pek iyi anlaşamaz. Yapay zekâ fizik değildir.

MURRAY GELL-MANN: Roger Schank'ı az tanırım, çalışması oldukça cezbedici özelliklere sahip. Eylem şeması kavramıyla çalışarak eğitimde dev bir tasarıya, bilgisayar kullanımına yöneldi. Tasarının arkasında yatan bazı fikirlerini dinlediğimde, pek çoğunu yakınlık duydum.

En ilkel çeşit öğretme makineleri ilk kez icat edildiğinden beri öğrenme makineleri işlevi için zekice programlanmış bilgisayarların eğitim için daha etkin şekilde kullanılabileceğini düşündüm, çünkü öğrencilerin öğretmenin zamanını harcamadan ve öğrenciye sorulara verdiği ilk cevapların başkaları tarafından duyulmasının utancını yaşatmadan öğrenmenin rutin kısımlarını gözden geçirmesine imkan veriyor. Bildiğimiz gibi, aslında eğitim diye bir şey yoktur. Sadece birinin öğrenmesine yardım edebilirsiniz, öğrenme süreci karmaşık uyarlanımsal bir sistemdir: zaman harcamak, hatalar yapmak, gerçek ve doğruyla bir şekilde ilişkide olmak, hataları düzeltmek, istikrar kazanmak, vb. Bir makine sayesinde dalga geçilmeden bu süreçten geçebilirsiniz. Aynı zamanda, eğer gerekirse makine düşünce sürecini takip edebilir. Belli düşünce süreçleri hatalıyken makine size bunu söyleyebilir, böylece onları değiştirirsiniz. Dahası öğrenme makinelerinin rutin işleri yapmasıyla serbest kalan insanlar başka işler, gerçekten bir insanın yapması gereken işler üstlenebilir.

Üzerlerine harika kitaplar yayınlanmış iyi bilinen konuları işleyen kapsamlı dersler dahil üniversite eğitiminin matbaanın icadından beş yüzyıl sonra üniversitelerin bu icada uyum sağlamakta nasıl başarısız kaldığının iyi bir gösterimi olduğunu her zaman düşündüm. Duyarak ve izleyerek öğrenmeyi tercih edenler için, dünyadaki en iyi hocalar tarafından hazırlanmış video dersleri artık –ya da çok yakında– mevcut. Üniversiteler muhtemelen bu tür modern keşiflere de yavaş yavaş uyum sağlayacaklar. Ortaçağda kitaplar kitabı yazan kişinin el yazmalarını bir oda dolusu yazmana okumasıyla basılırdı. Üniversitedeki öğrencilerin çoğu –diyelim ki teoloji öğrencileri– bu pahalı yöntemle üretilen kitapları alamayacak kadar fakirdi, bu nedenle üniversitedeki teoloji profesörü kitabını öğrencilerine okurdu, öğrencileri yazmanı olur, öğretmenin dediklerini yazardı.

Matbaanın icadıyla bu sistem hükümsüz kaldı, ama üniversiteler beş yüz yıl sonra, hala bunu fark etmediler. Elbette, ders veren hoca çok önemli amaçlara hizmet edebilir: yepyeni fikirleri, bu bilginin heyecan veren özelliğiyle birlikte aktarabilir. İyi bir derste konuşmacı dinleyenler için rol modeli olabilir. Zaman zaman verilen derslere itirazım yok. Ama her üniversitede bazı profesörlerin elektromanyetik kuram gibi bir konuyu kapsayan dersler vermesi bana tamamen delilik geliyor. Eğer profesörler gerçekten öğrenmeyi desteklemek istiyorlarsa, öğrenciler takıldığında sorularını yanıtlayabilir, öğrencilere merak uyandıran sorular, ilginç okumalar verebilir ve ara sıra heyecan verici dersler verebilir. Elbette ders kitaplarını ve gerekirse video-kasetleri seçebilirler. Kısaca karmaşık uyarlanımsal öğrenme süreciyle uğraşan öğrencilere bir kaynak olabilirler.

Marvin Minsky: Roger Schank bilginin insan zihninde nasıl temsil edildiğine dair önemli pek çok fikre öncülük etti. 1970'lerin başında "kavramsal bağımlılık" adını verdiği semantik kavramı geliştirdi, bu kavram *The Society of Mind* [*Zihin Toplumu*] adlı kitabımda önemli bir rol oynuyor. Çeşitli tip ağlardaki, eylem şeması ve hikâye biçimlerinde bilginin temsilini içeren diğer paradigmalar da geliştirdi. Bu fikirlerin her biriyse yeni hafıza kuramları önerdi. Bu yolla Schank yapay zekâ alanında çok büyük ölçüde üretken dolu. Yıldan yıla odağını değiştirdi, öyle ki her bir farklı döneminde farklı kuramlarda yeni öğrenci nesilleri yetiştirdi. Sonra onları bu kuramların bilgisayar modellerini kurmaya zorladı, böylece biz geriye kalanlar bu modellerin ne yapıp yapamayacağını görebildik. Modellerin pek çoğu sözlü ifadelerin anlamlarını temsil etmek için yeni yollardı.

Gariptir ki Schank'a kendisi de pek çok yeni fikir aileleri geliştiren dil kuramcısı Noam Chomsky karşı çıktı ve nerdeyse onu yargıladı. Genellikle Chomsky hem Schank'ın yaklaşımıyla –bazen sadece ilgi çekici olmadığını söyleyerek– dalga geçti hem de Schank'ın sonuçlarının önemini tamamen göz ardı etti. Gariptir ki dedim, çünkü Schank ve Chomsky'nin çalışmaları birbirini tamamlar. Chomsky kelimelerin fikirleri temsil etme ve bir insandan diğerine iletme için gerçekte nasıl kullanıldı-

ğını nerdeyse tamamen dışlayarak hemen hemen sadece cümlelerin biçimsel sözdizimiyle ilgileniyor gözüküyor. Böylece sözdizimin bir dilin sadece donatımı olduğunu ima eden tüm modelleri görmezden geliyor. Örneğin "hırsız, dikkatsiz, hapis" sözleri telaffuz edilince hiç sözdizim olmamasına rağmen ima edilen hikâyeyi anlamakta zorluk yaşamıyoruz. Ancak Schank ve öğrencileri bu tür çetrefilli anlamlarla uğraşmanın çeşitli yollarını gösterdi. Meslektaşlarımızı bu çeşit kuramları göz önüne almaya ikna etmek oldukça zor. Bazen onların dikkatlerini çekmenin tek yolu onları şaşırtmakmış gibi gözüküyor, Roger Schank bunda iyi. Kavramsal bağımlılığın kendi özgün tartışmasında "Jack kitabını vermezse Mary'yi boğazını kesmekle tehdit etti" örneğini kullandı. Bu fikrin teknik temsili, eğer Mary kitabın sahipliğini kendisine aktarmazsa, Mary'nin soluk borusunu keseceğini, böylece Mary'nin hayatta kalmasına yetecek kadar hava alamayacağı kavramlaştırmasını Jack'in Mary'nin zihnine aktardığı. Bir kez Roger'a neden örneklerinin bu kadar kana susamış olduğunu sordum. Cevabı şöyleydi: "Bak ne kadar kolay hatırlıyorsun!".

FRANCISCO VARELA: Roger Schank'ı şahsen tanımıyorum, ama ne söylediğini biliyorum. Bir anlamda zihin anlayışı anlamında bana göre Schank çizginin diğer tarafındaki insanlardan biri. Schank'a göre bir tür mantıklı makine –akılcı zihin– halinde temel bir zihin varsayımı var. Benim benimsediğim temel yaklaşım bunun Batı geleneğinden gelen bir artık etki olduğu ve "zihnin" temelde akılcı olmadığı. Bir tür karar-verme yazılım süreci değil. Bu anlamda Schank benim için bir idman arkadaşı.

STEVEN PINKER: Roger Schank bir bilim insanının bir kurama "Benim için son zamanlarda ne yaptın?" tepkisi vermesinin bir başka örneği. Roger bilim insanından ziyade bir mühendis; insanın beyninin nasıl öğrendiği ve dili nasıl kullandığı üzerine çocukların ve yetişkinlerin konuşmalarının ayrıntılı araştırmasına dayanan bir kuramı yok. Amacı anlayabilen bilgisayar programları yapmaktı, bu bambaşka bir girişim. 1970'lerde

onunla Chomsky'nin takipçileri arasında sert tartışmalar yaşandı. Ama bu enerjinin çoğu heba olmuş olabilir, çünkü ayrı tellerden çalıyorlardı.

Chomsky insan dilini anlama probleminin sadece küçük bir kısmına bakıyordu; yani, çocukların anadillerinin dilbilgisini nasıl edindikleri. Cevabına katılıyorum: beyinde, diğer şeylerin yanı sıra dilbilgisi öğrenmeye tahsis edilmiş bazı devreler var ve dilbilgisi tasarımının bazı yönleri yerleşik. Chomsky bunun dil hakkındaki en ilginç sorulardan biri olduğunu ileri sürdü, ama bunun insanların hikâyeleri anlamakta ve sohbet esnasında dili nasıl kullandıklarına dair bilimsel problemin sadece küçük bir kısmı olduğunu da ekledi –bunları yapabilen bilgisayarları yapmanın en iyi yolu sorunu da cabası-. Roger'ın mühendislik çabasından çok daha iddialı hedefleri, yani hikâyeleri anlayabilen bilgisayar programları yazmak hedefi vardı. "Chomsky'ninki gibi bir kuram bana sorunlarımı çözmede fayda sağlamıyor; tüm dillerin dilbilgilerindeki evrensel kısıtlamaları bilmek İngilizce hikâyeleri anlayabilecek bir program tasarlamada bana yardımcı olmayacak. Bu nedenle Chomsky dil hakkında yanılmıştır" dedi.

Bu çok yersizdi. Chomsky ve Schank arasındaki tartışmaların çoğu kör adamlar ve fil durumunun başka bir örneğidir. Farklı sorular soruyorlar, bu yüzden buldukları cevaplar birbiriyle çelişmiyor. Kanaatimce Chomsky dilbilgisi için özerk zihinsel bir organ var ve bir çocuk dilbilgisini eğer sadece dünya dillerinin dilbilgilerinin temel tasarımı bir anlamda yerleşikse edinebilir derken haklıdır. Roger dilin gerçek hayatta kullanımında, sohbet ya da anlama esnasında dilbilgisinden çok daha fazlasını içerdiğini ve bu nedenle sohbetin nasıl işlediği hakkındaki tüm durumu anlamak için sadece dilbilgisi kuramının yetmeyeceği, bu kuramın dünya ve sosyal etkileşime dair bilgi kuramı içine yerleştirilmesi gerektiğini söylerken haklıdır.

W. DANIEL HILLIS: Benim tanıdığım Roger Schank –yapıcı bir biçimde– herkesin baş belasıdır. Roger Schank hakkındaki ilginç şey, Minsky'yle ortak yanı, çok sayıda öğrenciler yetiştirmesidir. Bu derece çok öğrenci silsileleri yetiştiren herkes ya-

pıcı bir şekilde baş belası olmalıdır. Kuramlarında hep muhalif duruş alır. Sadece "benim kuramım bu" demekle yetinmez. "Haklılığımın sebebi bu ve diğer herkes anguttur" der. Çoğunlukla haklıdır.

DANIEL C. DENNETT: Israrcılığı ve uzlaşmazlığı, bilişsel bilimdeki gerilla rolü ile, hep büyük soruları sorması, her zaman daha önceki çabalarını bir kenara atmaya istekliliği ve ilginç nedenlerle onların kökten eksik olduğunu söylemesini her zaman beğendim. Roger'ın görüşünün bir kısmı zihnin ilginç türden balya telleriyle bir araya tutturulmuş şaşırtıcı aygıtların bir birikimi olduğudur. Elbette bu türden bir görüşle sistemli bilimsel araştırma programınız olmaz, o da buna çabalamıyor. Kendi fikirlerinin faydacı bir kaşifi. Yine de ilginç sonuçlar alıyor. Çabalarının çoğu herhangi bir şey hakkındaki son gerçeği dayanışmayla çözmeyi denemek yerine kendisinin doğru yön diye düşündüğüne insanları yönlendirmeye ve o esnada hangi devrimi teşvik ediyorsa onu teşvik etmeye harcanıyor. Tam bir ısrarcı, hem de iyisinden.

En iyi bilinen fikirlerinden biri "eylem şeması"; basmakalıp durum tipleri ya da iddiasına göre bilişsel maharetimizin hepsini değilse, çoğunu inşa ettiğimiz anlatım parçaları. Muhtemelen eylem şemaları yararına çabalarının görünüşte umut vadeden bir fikrin niyetlenilmemiş çürütülmesi görülebileceğine şimdi kendisi de katılacaktır. Doğru bir tarafı vardı, ama herkes fikre saldırmaya başladı, baktıkça eğer işler hale getirmeyi denersek ne içerdiğini daha çok gördük, bunları gördükçe eylem şemalarının kendi başlarına ilk başta yapabileceklerini düşündüğü işi yapamayacaklarını daha fazla anladık. Roger'ın kendisi muhtemelen eylem şemalarının en bilgili eleştirmeniydi. İyi! Açıkça görülmeyen bir şeyi öğrendik. Başlangıçta açık olduğunu söyleyen insanlar bu sorunu ciddiyetle düşünmediklerini açığa vuruyorlar. Roger bizi bu fikre ısrarla bakmaya yönlendirene kadar eylem şemalarının ne yapıp yapamayacağı açık değildi.

10. Bölüm

DANIEL C. DENNETT
"Sezgi Pompaları"

MARVIN MINSKY: *Dan Dennett şu anki en iyi felsefecimiz. Yeni Bertrand Russell. Geleneksel felsefecilerin tersine, Dan sinirbilim, dilbilim, yapay zekâ, bilgisayar bilimi ve psikoloji öğrencisi. Felsefecinin rolünü yeniden tanımlıyor ve biçimlendiriyor. Elbette, Dan benim zihin toplumu kuramımı anlamıyor, ama kimse mükemmel değildir.*

***

DANIEL C. DENNETT *felsefecidir; Center for Cognitive Studies [Bilişsel Araştırmalar Merkezi] yöneticisi, Tufts Üniversitesinde profesör; Content and Consciousness [İçerik ve Bilinç] (1969), Brainstorms [Beyin Fırtınaları] (1978), Elbow Room: The Varieties of Free Will Worth Wanting [Hareket Alanı: İstemeye Değer Özgür İrade Çeşitleri] (1984), The Intentional Stance [Niyetli Tutum] (1987), Consciousness Explained [Açıklanan Bilinç] (1991) The Mind's I [Aklın G'özü] (1981).*

DANIEL C. DENNETT: Eğer felsefe tarihine bakarsanız büyük ve etkili malzemenin teknik açıdan boşluklarla dolu olduğunu ama son derece akılda kalıcı ve canlı olduğunu görürsünüz. Bunlar benim "sezgi pompaları" dediğim şeydir; hoş düşünce deneyleri. Platon'un mağarası gibi, Descartes'in kötü cini, Hobbes'un doğanın durumuna ve sosyal sözleşmeye dair görüşü ve hatta Kant'ın koşulsuz buyruk görüşü gibi. Bunların herhangi birinin mantıksal açıdan sağlam savlar olduğunu düşünen herhangi bir felsefeci bilmiyorum. Ama hepsi imgelemi yakalamakta harikadır, imgelem için yoğun alıştırmalardır. Bir sorunu düşünme yolunuzu yapılandırır. Bunlar felsefe tarihinin gerçek mirasıdır. Pek çok felsefeci bunu unutmuştur, ama ben sezgi pompaları yapmayı seviyorum.

Felsefe eskiden neyse ona doğru geri sürüklendiğimi düşünmekten hoşlanıyorum, felsefenin bazen saçma derecede teknik ve kuru, mantık parçalayan –uygulamalı mantık, uygulamalı matematik– konu haline geldiği son otuz kırk yılda felsefedeki pek çok çevre tarafından bu unutuldu. Her zaman bunun için bir yer var, ama insanların düşündüğü kadar büyük bir yer değil.

"Sezgi pompası" terimini ortaya attım, ilk kullanımı aşağılayıcıydı. John Searle'ın "Çin odası" savına uyarladım ve bunun uygun bir sav değil, sezgi pompası olduğunu söyledim. Sezgi pompalarının eğer doğru kullanılırsa iyi olduğunu ama yanlış da kullanılabileceğini söylemeye devam ettim. Sezgi pompası sav değil, hikâyedir. Bir sonuç yerine, sezgi pompalarlar. Size "A, evet, anlıyorum!" dedirtirler.

Sanal bir makine olarak bilinç fikri güzel bir sezgisel pompadır. Bu fikre uyarlanım sağlamak bir zaman alır, çünkü yapay zekâ ve bilgisayar biliminin jargonunun çoğu, felsefeciler ya da diğer insanlara yabancıdır. Ama bu fikirlerin bir kısmına uyum sağlamak için sabır gösterirseniz, o zaman "Hey! Kafalarımızın içindekinin yazılım olduğu fikrini düşünmeye çalışın. Sanal bir makinedir, aynı kelime işlemcisinin sanal bir makine olması gibi," diyebilirsiniz. Aniden ziller çalmaya başlar ve insanlar farklı bir açıyla görmeye başlar.

Yapay zekânın en çekici fikirleri arasında Oliver Selfridge'in özgün fikrinin çeşitlemeleri yer alır. Yapay zekânın ilk günle-

rinde Pandemonium isimli hoş bir program yazdı, ismi çok uygundu, çünkü bir sürü şeytandan oluşuyordu. Pan-demonium [Tüm-şeytanlar]. Sisteminde yarı bağımsız bir sürü şeytan vardı ve bir sorun çıktığında hepsi atlayıp "Ben! Ben! Ben! Ben yapayım! Yapabilirim!" diyorlardı. Kısa bir mücadeleden sonra biri kazanıp sorunu ele alıyordu. Eğer işe yaramazsa, bu sefer diğer şeytanlar devreye giriyordu.

Bir açıdan bu ilk bağlantıcı programdı. O zamandan beri yapay zekâda son kertede evrimsel modeller olan şeyler için coşku dalgaları oldu. Bağlantıcı programlar son kertede evrimseldir. Bağlantı güçlerinin zaman içerisinde evrimini içerir. Birbirine paralel pek çok şeyin gerçekleşmesini elde edersiniz ve Calvinci bakış açısından, bunlar hakkında önemli olan beyhude gözükmeleridir. Bir şeyi kurmak için çılgınca bir yol gibi gözükür, çünkü hepsi kendi küçük tasarıları üzerinde çalışan tüm bu farklı şeytanlar vardır; bir şeyler inşa etmeye başlarlar ve sonra bunları parçalarlar. Çok beyhude gözükür. Ama aynı zamanda gerçekten iyi bir şey inşa etmek için harika bir yoldur; yarı-denetimli bir şekilde süregiden bir sürü inşa olması ve sonra bunların hangisinin sonuca varacağını görmek için yarış.

Yapay zekâ araştırmacısı Douglas Hoftstader'ın Jumbo mimarisi bu özellikleri sergileyen çok iyi bir modeldir. Fizikçi Stephen Wolfram'ın yapay zekâ görülmeseler de çok iyi modelleri vardır. Bu yapılar komut zinciri ve patron, alt-patron ve bir grup alt-alt-patron, sorumluluk atanması ve ziyansızlık ile bürokratik diyebileceğiniz eski-model iyi yapay zekâ modellerinden çok farklıdır. Hoftstader bir keresinde bu modellerin sorununun, görev tanımının zaman harcamaya imkan vermemesi olduğunu söylemişti. Etrafta fazladan çalışan yok. Bir kenarda oturan ya da sorun çıkartan birileri yok. Doğa Ana işleri bu şekilde tasarlamaz. Doğa Ana bir sistem tasarladığında, "ne kadar çok, o kadar keyifli, hep beraber büyük bir parti yapalım ve bir şekilde bunu inşa ederiz" tarzındadır. Bu çok farklı bir örgütsel yapıdır. Bir açıdan benim görevim eğer pek çok beyhude hareketle sadece kısmen örgütlenmiş şekilde davranan yarı-bağımsız etkenlerin bolluğunun bu fikirlerini beyne empoze ederseniz her şeyin nasıl yerine oturacağını ve nasıl farklı bir bilinç bakışı elde edeceğinizi göstermektir.

Teknoloji değiştikçe biz de değişiyoruz. Bilgisayarla evrimleştikçe beyni düşünmeye dair felsefi yaklaşımız da evrimleşiyor. Her yeni teknoloji ortaya çıktığında beyin üzerine düşünme tarihinde coşkuyla kullanıldı: Descartes'in günlerinde çarklı düzenekler, teller ve makaralar, sonra buhar motorları, dinamolar ve elektrik ve sonra telefon santrali. Daha da eskiye gitmeliyiz. Beyinde olan biteni açıklamak için insanların kullandığı teknolojik metaforların içinde en yaygını yazmadır; beyinde olanları aktarılan sinyaller, mesajlar olarak düşünme fikri. Telgraf ya da telefonları düşünmek zorunda değilsiniz, sadece mesaj yazmayı düşünmelisiniz.

Hafızanın yazılmış şeylerin deposu olduğu fikri zaten bir metafordur ve hatta kötü bir metafordur. Düşüncenin bir dili olması gerektiği fikri eğer düşüncenin yazılı dili diye düşünmezseniz hiçbir anlam ifade etmez. Düşüncenin sözlü dili size pek bir şey vermez. Beni ilgilendiren izleklerden biri konuşmanın ne olduğunu henüz bilmeden konuşmanız fikridir, bunu hepimiz yaparız. Konuşma ve bilinçli konuşma arasında fark vardır, eğer bu nokta kafanızda netleşirse size dil kuramında yardımcı olur.

İnsanlar yazı dilinden önce beyni bir depo olarak düşünemiyordu. Zihin/beden problemi yoktu, antik Yunana, hatta Platon ve Aristoteles'e kadar gitseniz bile zihin kuramları yoktu. Bunu kuramlaştırıyor gözüken pek fazla bir şey bulamazsınız. Söyledikleri oldukça kötüydü.

Bilgisayımın temel fikri matematikçi John von Neumann ve Alan Turing'in formüle ettiği şekliyle, çığır açan bir fikir olarak başlı başına türünün en iyisidir. Aracıyı ortadan kaldırmaya başlayan tek fikirdir. Bilincin telefon santrali fikrindeki yanlışlık göz küresinde olan biteni bir tür kontrol paneline bağlayan kablolar olmasıdır. Ama halen kontrol panelinde oturup bütün işi yapan akıllı küçük adamlar gerekir.

Eğer geriye giderseniz, David Hume izlenim ve fikirleri kuramlaştırmıştır. İzlenimler bir slayt gösterisindeki slaytlar gibidir ve fikirler özgün resmin soluk kopyalarıdır. Bir kimya kuramı, bir fikrin bir sonraki fikrin gelişine nasıl yol açabileceğini ileri süren şeklen bir valans kuramı hayal etmeye çalıştı. Bir gün bu fikri bir öğrenciye açıklıyordum; Hume'un, fikirlerinin

kendileri için düşünmesine varmaya çalıştığını söyledi. Bu tam da Hume'un yaptığı şeydi. Düşünürden kurtulmaya çalışıyordu, çünkü bunun çıkmaz sokak olduğunu fark etmişti. Eğer bütün işi yapan aracı oradaysa hiç ilerleme kaydetmemişsinizdir. Hume'un fikri fikirler arasına küçük valans bağları koymaktı, böylece her biri kendi kendine düşünecek ve bir sonrakini kendisi için düşünmeye götürecekti ve benzeri şekilde... böylece aracıdan kurtulacaktı. Ama işe yaramadı.

Şimdiye kadar aracıdan bariz biçimde kurtulmuş tek fikir bilgisayar fikridir. Küçük adamlar artık sorun değildir, çünkü şimdi onları nasıl tasfiye edeceğimizi biliyoruz. Şimdi bir küçük adamı alıp daha küçük ve daha da küçük, küçük adamlara parçalayıp sonunda yerine kolaylıkla bir makine koyabileceğimiz küçük adama varıyoruz. Tasarım için büyük bir alan açtık, sadece von Neumann tarzı, eski usul bilgisayar tasarımı değil, ama yapay hayatın tasarımları, çok büyük ölçekte paralel tasarımlar.

Tam şimdi en kötü küçük adamlardan birinden, Merkezi Anlamlandırıcıdan kurtulmakla uğraşıyorum. Merkezi Anlamlandırıcı anlamlandırmayı yapandır. Mesela şöyle dediğimi varsayalım, "Lütfen şu cümleyi yüksek sesle tane tane tekrar edin: 'hayatın hiçbir anlamı yok, kendimi öldürmeyi düşünüyorum.'" Bunu söyleyebilirsiniz, ama bunu kastetmezsiniz, çünkü bedeninizi bu kelimeleri telaffuz etse bile, Merkezi Anlamlandırıcınız bunu desteklemiyordu, "Bunlar gerçek sözlerdir. Bunu kast ediyorum" demiyordu.

Son zamanlarda ruh-dilbilim üzerine kaynaklara bakıyorum, kesinlikle konuşmanın üretilmesiyle uğraşırken çok zorlanmışlar. Tüm kuramlar insanların konuşmayı nasıl anladığı, kavradığı, özümlediği üzerine. Ama insanların konuşmayı nasıl ürettiği üzerine hemen hemen hiçbir şey yok. Bu tarihe kadar insanların çıkarttığı en iyi model Danimarkalı ruh-dilbilimci Willem Levelt'in modelidir, bir konuşmacı ozaliti –temel model diyebilirsiniz– var, ozalitin sol üst köşesinde Kavramlaştırıcı diye bir şey var. Kavramlaştırıcı sistemin ne demesi gerektiğini bulup bu işe tablodan birini atıyor, o da kelimeleri bir araya getirip dilbilgisel ilişkiyi çözüyor. Kavramlaştırıcı patron, ne söyleneceğinin ölçütünü belirliyor. Levelt tüm sonuçların, sistemin geri kalanına

konuşma öncesi iletiyi veren baştaki Kavramlaştırıcının bulunduğu bir çerçeveye nasıl oturtulacağını gösteren bir kitap yazmış. Kavramlaştırıcı karar veriyor, "Tamam, yapmamız gereken bu adamı aşağılamak. Bu şapşala ayaklarının çok büyük olduğunu söyle." Bu işi takımın geri kalanına aktarıyor, onlar da kelimeleri bir araya getirip dışarı şöyle diyor: "Ayakların çok büyük!"

Sorun Kavramlaştırıcının dil sistemine ne söylemesi gerektiğini nasıl bulduğu. Dilbilimciler durumu ustalıkla idare etmiş. Merkezi Anlamlandırıcıyı yerinde bırakmış, ellerindeki tek şey iletiyi düşünce dilinden İngilizceye çeviren şey, çok ilginç bir kuram değil. Bundan çıkmanın yolu bir kez daha Merkezi Anlamlandırıcı bulunmayan, onun yerine "Ben yapayım! Ben Yapayım!" diyen küçük dil parçaları* bulunan Pandemonium modellerinden biridir. Çoğu kaybeder, çünkü "Seni huysuz", "Yakınlarda iyi bir kitap okudun mu?" benzeri uygun olmayan şeyler söylemek isterler. Paralel işlemcilerin arka planda mücadeleleri vardır ve biri yener. Bu durumda, "Ayakların çok büyük!" kazanır ve çıkan sonuç o olur.

Peki bunu söyleyen kişi? Bunu kastetmiş midir? Ona sorun. Söyleyen kişi "Evet, bunu kastettim. Söyledim. Sözümü düzeltmedim. Kulaklarım kızarmadı, yüzüme kan hücum etmedi. Bunu kastetmiş olmalıyım" der. Sizin yaptığınız gibi daha derin, çok derin anlamda bunu kast edip etmediğine ulaşımı yoktur. E.M. Forster'ın bir keresinde belirttiği gibi; "Ben ne söylediğimi görünceye kadar ne düşündüğümü nasıl bilirim?" Merkez Anlamlandırıcı yanılsaması hala oradadır, çünkü kendimizi dinler ve kendimizi söyler bulduğumuz şeyi kucaklarız. Şimdi ağzımdan her türden kelimeler çıkıyor ve gidişatından oldukça memnunum; orda burada sözlerimi biraz düzeltiyorum ve eğer bana söylediğimi kast edip etmediğimi sorarsanız, elbette kast ediyorum; ama içimde bir alt-kısım, küçük bir alt-sistem, dudak oynatıcılara bir takım komutlar veren Merkezi Anlamlandırıcı olduğundan değil. Bu, dil için çok kötü bir modeldir.

Pandemonium daha iyi bir modeldir: Şimdi, şu an tüm küçük şeytanlarımı gizlice anlaşmışlar, bir koalisyon kurmuşlar ve "Evet, evet, koca adam doğruyu söylüyor" diyorlar.

* Yazar burada bilgisayar terminolojisindeki "bit" sözcüğünü kullanarak kelime oyunu yapıyor –yn.

Consciousness Explained [*Açıklanan Bilinç*] kitabını yayınladığımdan beri dikkatimi Darwinci düşünmeye yönelttim. Eğer şu ana kadarki en iyi tek bir fikre ödül verecek olsaydım, Newton ve Einstein'dan kafa farkıyla önde yer alan Darwin'e vermem gerekirdi. Sadece muhteşem bilimsel bir fikir değil; tehlikeli bir fikir. İnsan ruhundaki en derin inançları ve özlemleri yıkıyor ya da en azından sarsıyor. Darwin'in fikri konusu ne zaman açılsa, ortam ısınıyor, insanlar dikkatlerini gerçek konulardan uzaklaştırmak için çabalıyor, canhıraş yüzeysel karşıtlıklar üzerine ağız dalaşlarına dalıyor. İnsanlar ne zaman evrimin gürlemesinin yakınlaştığını duysa kaygılanıp alelacele taraf tutmaya girişiyor.

Darwin'in fikrinin tehlikesine örnek olarak, teologların ve felsefecilerin Tanrı'nın mevcudiyetine dair tasarladığı en iyi savın, yani Tasarıma Dayalı Savın altından zeminini kaldırmasını verebiliriz. Doğada bulunan harika ve mahir tasarımı başka ne açıklayabilir? Fevkalade zeki bir tanrının işi olmalı. Cevabı beklenmeyen her soruya dayanan çoğu sav gibi, kaya gibi sağlam değilse de, Darwin cevabı beklenmeyen bu soruya alçakgönüllü bir cevap –doğal seçilim– önerene kadar dikkat değer bir şekilde ikna edici olmuş. Sonrasında din asla eskisi gibi olmamış.

En azından akademisyenlerin gözünde, bilim kazandı ve din kaybetti. Darwin'in fikri Tekvin kitabını antik mitolojinin arafına gönderdi. Tanrı'ya inanan kültürlü kimseler Tanrı'yı daha az insanbiçimci, daha soyut bir varlık, Anlam ve İyiliğin bilinmez Kaynağı olarak yeniden değerlendirdi. Daha az bilgili inanlar bilimin zavallı bir taklidi, öz-yanılsamanın gülünç geçit töreni, sahte sofuların saçmalığı olan yaradılış bilimini uydurarak çaresizce zeminlerini korumaya çalıştı. Stephen Jay Gould ve pek çok diğer bilim insanı yaradılışçılığın hatalarını doğru bir şekilde gözler önüne serdi ve kınadı. Darwin'in fikri muzafferdir ve bunu da hak eder.

Hal böyleyken... Her şey iyi değil. İyi ve kötü Darwinciler var, otoriteleri Darwin'in fikirlerinin suiistimal edilmesinden daha fazla kızdıran bir şey yok. Sis perdesi aralandığında, hepsinin ortak bir teması olduğu görülebiliyor; eğer Darwin haklıysa, evrende hakiki anlam için yer kalmadığı korkusu.

Steve Gould meslektaşı evrimcileri uyarlanımcılık ve aşamacılığı, eksaptasyon ve sıçramalı denge lehine terk etmelerine teşvik ettiğinde, elbette ki mevzu sadece bilimsel değil hem de siyasi, ahlaki ve felsefiydi. Gould hararetle, hatta çaresizce Darwin'in fikrine dair belli bir görüşü korumak için çabalıyor. Ama neden?

Sosyobiyologlar Darwin'in kuramından insan kültürüne, özellikle de en derindeki ahlaki ilkelerimizin kökeni ve konumuna dair genellemeler çıkarttıklarını iddia ediyorlar. Gould ve diğerleri "sosyobiyolojinin kuruntularına" saldırmaya giriştiklerinde mevzu siyasi diye sunuldu: soldaki bilim insanları sağdaki sözde bilimcilere saldırıyor. Yaradılışçıların sözde bilimciler olduğu apaçıktır. Gould ve arkadaşları için sosyobiyologlar daha tehlikelidir, çünkü söylediklerinin saçmalığı o kadar belli değildir. Bunda gerçek payı var, ama bu zıtlaşmanın merkezinde daha derin bir şey yatıyor. Sosyobiyolojiyi eleştirenler neden bu derece tutkuyla sosyobiyolojinin iyi bir bilim olmayacağına inanmak istiyor?

Bazı insanlar Darwin'in fikrinden nefret ediyor, ama sıklıkla biz onu sevenler bile kendimizi onun alanının dışında tutmak istiyor gözüküyoruz: "Darwin'in kuramı evrendeki tüm canlılar için doğrudur; ancak elbette, biz insanlar hariç." Darwin'in kendisi insanın ve özellikle insan zihninin türeyişiyle doğrudan doğruya yüzleşmediği sürece diğer türlerin kökenine dair açıklamalarının risk altında olacağının farkındaydı. Takipçileri, en başından bugünkü tartışmalarda görülene benzer zıtlıklar gösterdiler ve evrim kuramına en önemli katkılarından bazıları bildikleri felsefi ve dini baltalara rağmen gerçekleşti.

Darwin'in kuramının devrimini ya da reformunu ilerletme iddiasında değilim. Darwin'in kuramının ne olduğunu ve neden bu kadar kırıcı geldiğini açıklıyorum

MARVIN MINSKY: Dan Dennett şu anki en iyi felsefecimiz. Yeni Bertrand Russell. Geleneksel felsefecilerin tersine, Dan sinirbilim, dilbilim, yapay zekâ, bilgisayar bilimi ve psikoloji öğrencisi. Felsefecinin rolünü yeniden tanımlıyor ve biçimlendiriyor. Elbette, Dan benim zihin toplumu kuramımı anlamıyor, ama kimse mükemmel değildir.

ROGER PENROSE: Dan Dennett açıktır ki tartışmaları dinleyen biri. Ancak *Consciousness Explained* [*Açıklanan Bilinç*] kitabının ismi aşırı iddialıdır. Kesinlikle bu fikirlerin bilinci açıkladığına inanmıyorum. *Shadows of the Mind* [*Zihnin Gölgeleri*] adlı kitabımda ele aldığım A, B, C ve D dediğim dört bakış açısından "A bakış açısı" dediğim şeyi inceliyor. A güçlü yapay zekâ bakış açısı, yani zihinsellik bilgisayım açısından anlaşılmalı. Bu bilgisayımı neyin yaptığı önemli değil, bir bilgisayar ya da biyolojik yapı aynı derecede uygun.

B bakış açısı –benim anlayışıma göre felsefeci John Searle'ın bakış açısı– beynin faaliyetini benzetimleyebilirsiniz, ama bu benzetim zihinsel özelliklere sahip olmayacaktır, yani bilinç düşüncesinde bilgisayımdan başka bir şeyler daha vardır. Bu, benim şahsen benimsediğim, C bakış açısından farklılık gösterir, C bakış açısı bilinçli faaliyeti bile benzeştiremeyeceğinizi savunur. Bilinçli düşünmede olan biten şey bilgisayarla hiçbir şekilde uygunlukla taklit edemeyeceğiniz bir şeydir.

D bakış açısı zihinselliği bilimsel terimlerle hiç anlayamayacağınızı ileri sürer. Yani diyorum ki; "Evet, bu bilimdir, ama bilgisayımı anlamayan türden bir bilimdir." Dennett A bakış açısına sahiptir ve en iyi savunucularındandır. Bu bakış açısını temsil eden başka bir isim Hans Moravec'tir, bu bakış açısını aşırıya taşıdığı ve otuz otuz beş yıl içerisinde bilgisayarların bizim yaptığımız her şeyi yapmayı başaracağını ve bizim ötemize yelken açacağını ileri süren ilginç bir kitap yazmıştır.

En az iki adet daha farklı çeşitten sav vardır. Biri John Searle'ın savı tipindedir, bir şeyin bilgisayım yapabilmesinin onun farkındalık becerisine sahip olmasını gerektirmediğini söyler. Bu sav oldukça güçlüdür. Ama benim savım farklı, çünkü hem A hem B bakış açısına karşıdır. Daha güçlü bir savdır, çünkü bilinçli faaliyeti hakkıyla benzetimleyemeyeceğinizi de söyler. Eğer bir şey bilinçliymiş gibi davranıyorsa, bilinçlidir der misiniz? İnsanlar bu konuda sonu gelmez tartışmalar yapıyor. Bazıları diyor ki; "İşlevsel bakış açısı benimsenmeli; bilincin ne olduğunu bilmiyoruz. Bir insanın bilinçli olduğunu nasıl değerlendirirsiniz? Sadece eylemleriyle. Aynı ölçütleri bilgisayar ve bilgisayar denetimli robota uygulayın." Başkalarıysa

diyor ki; "Hayır, bir şey sadece hissediyormuş gibi davrandığı için bir şeyler hissettiğini söyleyemezsiniz." Benim görüşüm bu ikisinden de farklı. Bir robot gerçekten bilinçli değilse bilinçli olduğuna ikna edici biçimde bile davranamaz, ben eğer tümüyle bilgisayımsal biçimde denetleniyorsa, gerçekten bilinçli de olamayacağını söylüyorum.

ROGER SCHANK: Dan Dennett yapay zekâcıların hayalindeki felsefeci. Bütün o yıllar boyunca Hubert Dreyfus gibi, anlamaya kalkışmadan kendini yapay zekâya saldırmak zorunda hisseden felsefecilere katlanmak zorunda kaldık. Dan yapay zekâyı ve bilişsel bilimi anlamak için gerçekten çaba gösterdi. Bizim dünyamızdaki dört dörtlük felsefecidir. Her zaman onu dinlemekten zevk aldım, her zaman zekice şeyler söyler, bizim alanımızdaki çok eğlenceli kişilerden biridir.

Felsefecilerin yapmaya çalıştığı diğer insanların düşündüğü şeylere bir bakış açısı getirmek. Dan elbette bundan fazlasını yapıyor. Kendi düşünceleri de var. Ama yapay zekâcıların felsefecilerden yapay zekâda işlerine yarayacak şeyler öğrenebilecekleri anlamına gelmiyor. Felsefeyi okumak ilginç, ama bir şekilde programa koyabileceğiniz bir şeyler vermiyor.

NICHOLAS HUMPHREY: Dan gelenekselci, gereksiz derecede katı. Oxford'da Gilbert Ryle'den öğrendiği şekilde bakmakta ısrar ediyor. Kökleri mantıksal pozitivizm ve davranışçılık. Temelde ne hakkında konuşabileceğinizi ve konuşamayacağınızı belirliyor: ifadelerin anlamları gözlemle kanıtladığınız yolda yatar, eğer gözlemle kanıtlayamıyorsanız, unutun gitsin. Dan bu yaklaşımın güzelliğiyle kapana kısılmış. Eğer önemini bildiğimiz şeylerin –duyular, yoğun hisler, bilinçliliğin nitel özelliklerinin hepsinin– gerçekliğini reddetmek anlamına geliyorsa kötü. Felsefeci olmak için cesur olmak lazım. Savlarınız sizi nereye götürüyorsa yanlışlığı kanıtlanıncaya kadar gidebilmek lazım. Kimse Dan'in yanlışlığını kanıtlamadığı için, o hala orada.

Elbette, Dan'in bir yanı da kuramlarının onu götürdüğü yerden rahatsız. Omuz silkip geçemeyecek kadar duyarlı biri. Bir

şeylerin eksikliğinin farkında. Onu eleştirenler zayıflık gördükleri noktaları işaret ederken canı sıkılıyor, doğrudan doğruya söylemelerini istiyor. Sık sık, sadece söylenme havasında, çünkü Dan'in kuramlarına kendi terimleriyle kusur bulmak gerçekten çok zor. Ama biri sorunların farkındaysa o da Dan'dir diye düşünüyorum. Ama henüz onu anlamamış insanlara teslim olmayacak. Ona zayıf metafizik zeminden meydan okuyan insanlara yol vermeyecek.

Dan'in *Consciousness Explained* kitabı son derece özgün ve şimdiden bilişsel psikolojide büyük bir etki yapıyor. Şimdiye kadar ki en iyi açıklamayı getirdi; düşüncenin altında yatan içsel sürecin parlak, komik, güzel yazılmış tanımı. Ancak düşünce konusunda bu kadar iyiyken, his konusunda o kadar iyi değil.

Eğer bilinci açıklayacaksanız, sıradan insanlara bir anlam ifade eden bilinçlilik çeşidinin üstesinden gelmek zorundasınız. İnsanlar neyin açıklanmasını ister? Bilinçlilikle neyi kasteder? Ya da daha ziyade –farklı zamanlarda farklı şeyler kastettiklerinden– gerçekten önemsedikleri nedir?

Eğer insanların bilinçlilik üzerine sordukları soruları –"Bebekler bilinçli midir?", "Ameliyat sırasında bilinçli olacak mıyım?" "Benim bilinçliliğim sizin bilinçliliğinizle nasıl kıyaslanır?"– gerçekten dinlerseniz tekrar tekrar ana konunun düşünce değil hisler olduğunu görürsünüz. İnsanları ilgilendiren kafalarından geçip giden düşünce zincirlerinden çok ilk önce canlı olmaktan hissettikleridir; canlı, yani kendi beden yüzeylerinde şekillenmiş dış dünyayla etkileşimdeki, duyular spektrumuna –ayaklarındaki ağrı, dillerindeki tat, gözlerindeki renk– maruz varlıklar.

Özellikle önemli olan bu hislerin öznel niteliğidir: bir dikene özel acı, ançüezin tuzluluğu, elmanın kırmızılığı, bu dış nesnelerden bir uyaran bedenimize geldiğinde ve biz tepki verdiğimizde bize göre "nasıl bir şey" olduğu. Düşünceler gelir, düşünceler geçer. Bir insan hiç düşünmeden de bilinçli olabilir. Ama hissetmeden olamaz.

Ancak burada bir paradoks yatar. Sıradan insan için bilinçlilik konusunda neyin önemli olduğunu böylesine güçlü şekilde belirleyen Dan'in açıklamasında çok az yer bulur. *Consciousness*

Explained kitabında duyusal olgular için hemen hemen hiçbir şey yoktur. Bunu basılı halde dile getirdiğimde Dan bana kitabında duyular üzerine konuştuğu pek çok paragrafı es geçtiğimi açık bir dille ifade etti. Tamam, bakarsanız orada. Duyular ve hisler üzerine karmaşık davranışsal eğilimler şeklinde konuştuğu paragraflar var (bu yaklaşımın karmaşıklığın niteliksel açıdan diğer her şeyden farklı bir ligde olmalarına izin verilirse doğru çizgide olduğunu düşünüyorum). Ama benim bahsettiğim nokta benim için temel gizem olan duyusal olguların Dan için ikincil meseleden fazlası olmadığı.

FRANCISCO VARELA: Dan bilişsel seviyeye odaklanırken, benim yaklaşımım tüm seviyelerde düşünmek, belki de geniş kapsamlı temsil-edilmeyen bilgi fikrinden etkilendiğim için. Benim gerçekliğimde bilgi bilenle birlikte evrimleşiyor; hem de dışarıdan, nesnel bir temsil halinde değil.

Dan bilimle bağlantılı deneyim fikrine karşı. Ben insanların psikolojik okumasını yapmaktan çok hoşlanıyorum. Dennett'le yaptığım uzun bir tartışmadan edindiğim izlenimle, Minsky'nin tersine Dennett sohbet edebileceğiniz ve diğer insanın bakış açısını okuyabilecek biri. Onunla tartışmak bir zevk. Halen anlayamadığım sebeplerden bilinci açıklama alanına deneyimi ve öznel unsuru getirmekten mutlak bir panik duyuyor.

Dennett insanların zihni olduğunu reddetmiyor. Zihinlere bir antropoloğun yabancı bir kültüre yaptığı gibi, gözlemlenebilir davranışlar olarak yaklaşıldığında faydalı olacağını söylüyor. Görünen haliyle ele almalısınız. Eğer ağrım var derseniz size inanırım. Bunu defterime not alırım. Daha sonra bunu gözlemlenebilir davranış sayarım. Buna *heterofenomenoloji* diyor, daha klasik şekliyle, kasıtlı duruş. Size niyetlilik yetisi olan bir şey olarak yaklaşıyor.

Bunu, bilinçlilik kuramını desteklemek için fazlasıyla zayıf buluyorum, çünkü tek bacaklı. Diğer bacak, gerçek fenomenoloji deneyimin niteliğinin "olduğu gibi", ilk elden, doğrudan açıklaması indirgenemez. İndirgenemez olduğu ölçüde, Dennett'in tüm girişimi işin özüne varmamıza yetmiyor. Olumlu taraftan bakarsak Kartezyen Tiyatrosunu ortadan kaldırmak için Dennett'in

yaptığı kuramsallaştırma ve yazma anlamında, diğer herkesin yaptığından daha iyi. Bilinci açıklamak için beynin ortaya çıkan özelliklerinin dağıtımlı olgularını ele almanız gerektiğini söylüyor. Bu anlamda, çok parlak.

Onu takdir ettiğim başka bir nokta zihin felsefesine çok zengin bir tartışma sunması: bir felsefeci disipliniyle geliyor, ama deneye dayalı araştırmalardan sonuçları göz önüne alıyor. Zihin felsefesi hakkında kuru, soyut bir dille oturduğu yerden konuşmaya devam eden John Searle gibi kişiler için bunu söyleyemeyiz. Dennett'in kollarını sıvayıp insanlarla laboratuvara gitmesini beğeniyorum. Oldukça devrimsel bir şey yaptı, bilimsel kaynaklara daldı.

W. DANIEL HILLIS: Dan Dennett en gözde felsefecimdir, çünkü bir şeyleri anlama zahmetine girer. Her şeyi halihazırda anlamış olduğunu zanneden, bu yüzden çalışma hakkında hiçbir fikirleri olmaksızın yapay zekâ hakkında ahkam kesen geleneksel felsefe okuluna sinir oluyorum. Dennett, çoğunlukla fikirlerine katılmasam da, teknik kaynağı okuma zahmetine giriyor ve dilbilim, yapay zekâ, biyoloji gibi alanlarda insanların neler yaptığını anlıyor. Felsefi fikirleri bilgiye dayanıyor. Fikirleri bazen yanlış, ama en azından cahil fikirler değil, bilgiye dayanıyor.

Dennett bazen bir şeyleri açıklar gözüken indirgemeci kurama kanıyor. Belki bu hastalığı biyologlardan miras kalmış. Örneğin Dawkins'in genleri ana oyuncu gören bakış açısına bir miktar kandı, çünkü bir şeyleri açıklarmış gibi gözüküyor. İnsanlar zihin hakkında çok fazla şey açıkladığına inanarak yapay zekânın basit kuramlarına kandığını bile söyleyebilir. Temelde indirgemeci; zihinde gördüğümüz olguların temel fiziksel ilkelerin sonucu olduğuna inanıyor. Bu beni rahatsız etmeyen felsefi bir duruş. Belki onu bilim insanları arasında felsefecilere göre daha popüler kılıyor, çünkü eğer haklıysa tüm felsefe sadece henüz yapılmamış bir bilim mevzusu.

Dennett'in fikirleri dışarıda bir gerçek var, anlaşılabilir, altta yatan basit yasalara dayanıyor ve yapmamız gereken bu yasaların ne olduğunu, bu yasalarla gördüklerimiz arasındaki bağlantıyı anlamak diyen bilim düşüncesiyle uyumlu. Felsefeciler her

zaman bu örnekleme uymayan bir şeyler kümesi bulunduğunu hissettiler. İnsanlar "tamam, bu yasalar dünyada işleyebilir, ama göksel cisimler için geçerli değil" derlerdi. Sonra, Galileo'dan sonra, "tamam, bunlar fiziksel cisimler için doğru olabilir, ama biyolojik organizmalar için doğru değil" dediler. Darwin'den sonra "tamam, bu bizim bedenimiz için doğru olabilir, ama zihnimiz için doğru değil" dediler. Ve böyle gidiyor. Felsefecileri köşeye sıkıştırdık ve giderek konuşabilecekleri daha da az şey bırakıyoruz. Bir anlamda Dennett felsefecileri daha da köşeye sıkıştırmamız için yardım ederek düşmanla işbirliği yapıyor, bu da hoşuma gidiyor.

BRIAN GOODWIN: Dennett'in beyne dair ilişkisel düzen kavramı son derece ilginç bulduğum bir şey. Zihnin özelliklerinin maddesel özellikler değil, ilişkisel özellikler olduğunu ileri sürüyor. Bu da güçlü yapay zekâ konumuna götürüyor. Ben de yapay hayata dair benzeri bir görüşe, güçlü yapay zekâ konumuna benzer bir görüşe, moleküller ve hücrelerden oluşmayan sistemlerde gerçekten zekâ elde edebileceğiniz fikrine meyliyorum. Bilgisayarlarda yaşam elde edebilirsiniz.

STEVEN PINKER: Dennett'in çalışmalarıyla her zaman ilgilendim, çünkü benim uğraştığım ana bilimsel soruyla ilgileniyor, yani zihnin nasıl tasarlandığı; bir yüzü tanımak, sağduyuya başvurmak gibi hepimizin kanıksadığı yeteneklerin zihinsel yazılım tarafından nasıl yerine getirildiğiyle. Psikolojiyi tersine tasarım görme bakış açısı benim de günlük deneysel çalışmamda paylaştığım bakış açısı.

İleriye mühendislikte, makinenizin ne yapması gerektiği fikriyle başlarsınız ve sonra gider makineyi tasarlarsınız. Bilişsel bilim dahil biyoloji bir tür tersine mühendisliktir: bir makine, yani insanla başlarsınız ve ne için tasarlandığını çözmeye çalışırsınız. Zekânın karmaşıklığını diğer bilim insanlarının anlamasını sağlamanın ana engeli insanların zihinlerinin çok iyi işlemesinden dolayı, aynen yiyecekleri sindirirken olan bitenin farkında olmamaya yatkın olmaları gibi zihinlerinin yaptığından etkilenmemeye yatkın olmalarındandır.

Dan'in *Consciousness Explained* adlı kitabındaki bilinci anlatışı hoşuma gitti, ama bazı açılardan katılmıyorum. Hoşuma gitti çünkü Dan bir tür yoğun hislerimiz, vasıflarımız, öznel deneyimimiz vardır diye neden inanmamız gerektiğine dair bir sav üretmemiz için bize meydan okuyor. Bu fikrin gerçekliği olmadığını söylüyor: bizim bilinçli dediğimiz kişiyle aynı şekilde davranan bir zombinin bilim söz konusuyken birbirinden ayırt edilemeyeceğini ileri sürüyor.

Nicel deneyimin bir bilim adamının bakış açısından zekâyı anlamak için kilit nokta olmadığına katılıyorum. Bilincin bilimsel şekilde izlenebilir özellikleri öznellikle deneyimleyen hayvan ya da insanın varlığı olgusuyla değil, ama bazı çeşit bilginin karşılıklı şekilde ulaşılabilir, diğerlerinin ulaşılmaz olması ve bu nedenle zihinsel bilgi-işlemenin bir kısmının geri kalanından farklı bir konumu olmasıdır. Bu bilinçliliğin bir anlamıdır: mevcut çevreyle ilişki halindeki bilgi işlemenin belli bir nesnesine ulaşılabilir ve insanlarda sözel aygıtla ara-bağlanabilir bilgi. Böylece bir kişi, örneğin bazı bilgilerin neden bilinç seviyesinin altındayken –diyelim ki deneyimli bir sürücü direksiyonda vites değiştirirken– bilinçle adım adım akıl yürütmeniz gerektiren diğer tür zihinsel süreçlerin –diyelim ki vites kullanmayı öğrenirken– farklı olduğunu inceleyebilir.

Pek çok kişi Dan'in kitabının isminin *Açıklanan Bilinç* yerine *Örtbas Edilen Bilinç* olması gerektiğini söylüyor. (İnsanlar bu nüktedanlıklarından dolayı kendilerini pek beğeniyorlar, ama Dan'in bunu bölümlerinden birine başlık seçtiğinden habersizler!) Kitabın bazı açılardan tatmin edici olmamasının sebebi zihin probleminin şimdiye kadar kimsenin tatmin edici bir açıklama getiremediği başka bir yönü olmasından kaynaklanıyor: neden acı hisseden bir organizmayla acı hissediyormuş gibi yapan, ama hissetmeyen bir organizma arasında ya da önünde kırmızı bir nesne dururken kırmızıyı deneyimleyen bir organizma ya da sistem ile deneyimlemeyen ama aynı biçimde davranan arasında sezgisel net bir fark var. Birisi bunun niçin bu kadar ikna edici bir sezgi olduğu sorusuna cevap vermeden, bilincin tam anlamıyla tatmin edici bir açıklaması olmayacak.

Dan'i okuduğumda burada gerçek bir soru olduğunu düşünmekle aldandığımızı söylüyor. Dan'e göre yok. Katılmadığım nokta bu: Bence gerçek bir soru var ve bu sorunu kavramlaştırmamızdan gelen bir hata değil. Belki de sadece zihinlerimiz cevabı açık ve net bir şekilde ifade edecek ya da kavrayacak şekilde tasarlanmamış –Dan'in Chomsky'ye ait bu savdan nefret ettiğini biliyorum. Ama vasıflarımızın gerçek olduğu sezgisi doğru, şu an için indirgenemez ve açıklanamaz. Bir kere etiğe dair bütün sezgilerimiz duyarlı bir canlıyla uyuşuk bir zombi arasında hayati bir fark öngörüyor. Duyarlı bir varlığın başparmağını prese koymak etik değil, ama bir robotun başparmağını koymak başka bir şey. Üstelik bu sadece bir düşünce deneyi değil: hayvan hakları üzerine tartışmalar, ötanazi ve yeni doğan ameliyatlarında anestezik kullanımı buna dayanıyor.

Dan'e katılmadığım başka bir alan evrimsel bağlamda insan zekâsının açıklanması. Dan Richard Dawkins'in mem kavramını –genlerin kendini çoğaltması, mutasyon geçirmesi ve bedenlerde türevsel yayılması gibi kendini çoğaltan, mutasyon geçiren ve beyin ortamında türevsel yayılan fikirler kavramı– çok yoğun kullanıyor. Bu Dan'in bilişin sihirli bir şekilde belirmesi yerine onu evrim bağlamında ana yerleştirme yolu; düşünceler doğal seçilime benzer bir süreçle yaratılmıştır. Ama insan zekâsının ortaya çıkışını mucizevi olmayan bir şekilde açıklamanın başka pek çok yolu var. Evrimin doğal seçilimin işleyişine benzer olmayan yollarla beyni karmaşık fikirler üretebilen bir tür bilgisayar şeklinde tasarlamış olması çok daha akla yatkın.

Organizmaların tasarımında gen seçilimi ile zihin ve kültür tasarımında mem seçilimi arasında büyük bir fark var. Organizmalar için seçilimin takip ettiği yönlendirilmemiş çeşitleme açıklamadır ve karmaşık tasarım için tek açıklamadır. Bunun tersine beyin seçilimin kendisi tarafından tasarlanan karmaşık bir makine olduğundan, mutasyon ya da fikirler esas itibariyle her zaman yönlendirilmiştir ve mem dinamiğinin kaynak olması gerekmez (ancak fikirlerin demografisinde büyük bir rol oynadığına katılıyorum). Görelilik kuramı gibi memler bazı özgün fikirlerin rastlantısal, yönlendirilmemiş milyonlarca mutasyonlarının eklenerek artan ürünleri değil, ama üretim zincirindeki

her beyin rastlantısal bir şekilde ürüne çok büyük sayıda küçük parçalar eklemiştir.

Bunu başka bir şekilde ifade edebiliriz. Sanırım Dan genetik ve memcilik arasındaki paralelliğin sorunun derinine indiğini düşünüyor: nefret edilen zihnin yoktan geldiği fikrinden kurtulmanın çözümü, havada asılı sihirli, mucizevi bir uzay kancası. Dan'e göre eşleyicilerin seçilimi kuramının gücü organizmaları ve kültürü aynı şekilde açıklaması. Belki öyle (bana göre bu ilginç bir rastlantı olurdu), ama yine belki de öyle değil ve eğer değilse, Dan'in daha büyük savı, yani zihnin evrimin bir ürünü olması için önemli değil. Belki antropolog Dan Sperber'in ileri sürdüğü gibi, kültürel evrimi açıklayan biçimsel düzenek popülasyon genetiğinden değil, salgın hastalıklar biliminden geliyor, fikirler genler gibi değil, salgın hastalıklar gibi yayıldı.

RICHARD DAWKINS: Dan Dennett'in büyük bir fikir kaynağı olduğunu düşünüyorum ve bana göre havai fişek gösterisi gibi. Okuduğunuz her sayfasında, durmadan sayfa kenarına işaretler koyuyorsunuz. Neden bilim insanı yerine felsefeci sayıldığına pek emin değilim; bir şekilde farklı bir alanda benim yaptığım şeyleri yapıyor gözüküyor ve düşünme biçimini, fikirlerini aktarmak için benzetmeler kullanmasını çok takdir ediyorum. Üstelik çok zarif benzetmeler; gerçekten taşı gediğine koyduğunu hissettiriyor. Ondan şikayetim kitaplarının sizi bir sonraki sayfaya geçemeyecek kadar çok düşündürtmesi, önünüzdeki sayfadaki düşünceyle uğraşmakla öylesine meşgul oluyorsunuz.

11. Bölüm

NICHOLAS HUMPHREY
"Yoğun An"

DANIEL C. DENNETT: *Nicholas Humphrey romantik büyük bir bilim insanı, sanki terimlerde bir çelişki varmış gibi geliyor, ama yok. Canlı hayvanlarda, kedilerde bireysel nöronların ateşlemesini kaydettiği öncü çalışması, sinirbilimci David Hubel ve Torsten Wiesel'in çalışmaları için yolu açtı. 1981 yılında kedilerde bu tür tek-hücre kayıtları üzerine çalışmalarıyla fizyoloji veya tıp dalında Nobel kazandılar, ama aslında bu Nick'in geliştirilmesine yardım ettiği bir teknikti. Tipik bir şekilde, tekniği geliştirdikten sonra, "hayatımın geri kalanını bunu yaparak geçirebilirim ya da başka bir şey yapabilirim. Artakalan sorunlar görmüyorum" diye düşündü. Elbette, çok sorun vardı, ama yine de, Nick'e özgü şekilde, bunu yapar yapmaz başka bir şeylerle ilgilenmek istedi.*

***

NICHOLAS HUMPHREY *psikologdur; Cambridge, Darwin College'da kıdemli araştırmacı; Concsiousness Regained [Geri Kazanılan Bilinç] (1983), The Inner Eye [İç Göz] (1986) ve A History of Mind [Zihnin Tarihi] (1992) kitaplarının yazarı.*

NICHOLAS HUMPHREY: Kendimiz olmak nasıl bir şeydir? İnsan denilen bir madde parçası her birimizin kendimiz diye tanımladığı deneyim için nasıl temel olabilir? İnsan bedeni ve insan beyni aynı zamanda nasıl olabilir de insan zihni olur?

Son yıllarda çeşitli cevaplar ileri sürdüm ama şimdi ilk başlardaki cevaplardan memnun değilim. İçgözlemle ve zihnin durumlarının sezgisel bilgisiyle ilgileniyordum. Refleksif* bilinç kuramını geliştirdim ve temelde, refleksif bilincin önemsenmesi gereken tek şey olduğunu düşündüm. Kendi zihin durumunuzun içgözlem bilgisine sahipsinizdir ya da bilinçsizsinizdir. Eğer bu doğru olsaydı, bilinçlilik çok yüksek seviye bir yeti olurdu. Sadece büyük maymunlarda ve insanlarda evrimleşmiş bir şey olabilirdi. Özellikle insanların kendilerinin ve diğer insanların zihinlerini okuması –böylece daha iyi "doğal psikologlar olmaları– için evrimleştiğini ileri sürdüm. Bu fikri pek çok insan iyi karşıladı. *Consciousness Regained* ve *The Inner Eye* kitaplarını yayınladığımda Richard Dawkins gibi meslektaşlarım coşku doluydu: "Sanırım Humphrey konuyu çözdü! Sonunda büyük soruya; insan bilincinin nasıl evrimleştiğine cevabımız var."

İyi bir iş çıkarttığımı düşündüm. Ama sorunlar vardı. Bilincin bu belli bakış açısının, içgözlem ve refleksiflikle tanımlanan bilincin sonuçlarından biri bu seviye refleksiviteye sahip olmayan pek çok hayvanın, bebeklerin ve de primat organizmaların bilinçli varlıklar kulübünden dışlanması anlamına gelmesiydi. Kendimi acı içindeki bir tavşanın ya da annesini isteyerek ağlayan bir bebeğin içgözlem yeteneğine sahip olmadıkları için bilinçli olmadıklarını ikna etmeye çalıştıkça tatminsizliğim daha da arttı. Bırakın felsefeci arkadaşlarımı, bu fikri kendime bile pazarlayamıyordum.

Elbette bilinç daha alt seviyede de mevcut olabilir, ham varoluş deneyimi gibi yansıtılmadan mevcut olabilir; aynı ilkel ışık, soğuk, koku, tat, dokunma ve acı duyumları gibi: var-oluş gibi, duyumsal deneyimin daha fazla analiz gerektirmeyen şimdiki zamanı ya da içgözlemsel farkındalığın bizim için orada bulunmasına rağmen sadece bir mevcudiyet durumu olması.

---

* *Reflexive*: kendine yönelen, kendisini nesne gibi alan, kendinin bilincinde olan (kelime anlamı yansıtma) –yn.

Elbette *bu* ben olmanın, köpek ya da bebek olmanın neye benzediğidir. Bu bilinçli olmanın neye benzediğidir.

Buna bilincin "belirgin anı" diyorum. Önemli olan kendimi canlı hissetmemdir, şimdiki anı yaşamamdır. Önemli olan şu an kulaklarına gelen sesin, gözlerime gelen görüntünün, tenimdeki hissin farkında olmamdır. Bunlar ben olmanın neye benzediğini tanımlar. Beliren duyumların niteliği vardır. Bilincin merkezi olgusu bu niteliktir.

Burada felsefeciler tökezler. Burada zihin/beden sorunu oltaya vurur. Bir insan bedeninin ya da beyninin içinde olan bir şeyin nasıl niteliği olabilir? Nasıl olur da duyumların altında yatan fizyolojik faaliyetler sahip oldukları bilinçli hisse sahiptir, nasıl olur da görsel, işitsel, dokunma, tat gibi bir "duyusal tarza" ait olabilir?

Kendimi, daha üst seviye düşünce süreçleri ve içgözlem kapasitesine dair bu şeyler yeter artık, diye düşünürken yakalıyorum! Bir bakıma bilişsel psikoloji ve yapay zekâdaki yakın zamanlı tüm ilerlemeler yetti! Önermeler söylemi, ikinci-derece inançlar ve benzerleri yetti. Kendi başlarına ilginç konular, ama insanların üzerinde durması gereken duyu problemidir.

Cambridge'te fizyoloji ve psikoloji okudum. Doktora danışmanım Amerikalı psikolog Larry Weiskrantz olduğu için şanslıydım. Ben doktorama başlarken, Weiskrantz maymunlardaki görsel korteksin etkileri üzerine deneylere girişiyordu. Chicago temelli psikolog Heinrich Kluver'ın görsel korteksin yıkımının neredeyse tam körlük yarattığına dair bulgularını onaylamaya ve genişletmeye çalışıyordu.

Benim araştırma projem bu değildi, belki de karışmamam gerekirdi. Ama Weiskrantz bir konferansa gitti, ben de laboratuvarda iki kör maymunla zaman geçirmek durumunda kaldım. Gün be gün onlarla takıldım; ne olup bittiğini anlamaya çalışarak onlarla oturdum, oyun oynadım, etkileşime geçtim. İnsanların düşündüğü kadar kör olup olmadıklarını anlamaya çalıştım. Birkaç gün sonra o kadar da kör olmadıkları açığa çıktı. Ellimi yüzlerinin önünde hareket ettirince gözleriyle takip ediyorlardı. Kısa zamanda sadece elimin bulunduğu noktaya bakmakla kalmayıp elimden bir elma almaları noktasına vardık. Işıklar sö-

nükken bunu yapamamaları, görerek yaptıklarını gösteriyordu. Weiskrantz konferanstan döndüğünde, ona kör maymunlarına görmeyi öğrettiğimi söyledim.

Maymunlarla yoğun şekilde çalışmaya başladım, birkaç ay içerisinde onları hareket eden herhangi bir nesneye uzanıp tutma noktasına getirdim. Weiskrantz ile birlikte hemen *Nature*'de "Vision in a Monkey Without Striate Cortex" [Çizgili Kortekssiz Maymunda Görme] başlıklı bir makale yayınladık. Pek çok kişi şaşırdı. Standart görüşün kesinlikle karşısındaydı.

Maymunlardan biriyle –Helena dediğimiz maymunla– yedi yıl boyunca çalışmaya devam ettim. Bir arkadaş, bir evcil hayvan oldu. Onu kırlarda yürüyüşe götürürdüm. Eğitiminin sonunda o derece ilerledi ki pek çok açıdan normal bir maymun gibiydi. Engellere takılmadan bir odada koşabiliyor, yerde kuruyemiş, kuşüzümü arayabiliyordu. Üç-boyutlu görüşü vardı. Uçan bir sineğe uzanıp yakalayabilirdi. Görmek için gereken aparattan, görsel korteksten mahrum bir maymun vardı ve yine de pek çok açıdan normal gören bir maymundan ayırt edilemezdi.

Weiskrantz dikkate değer yeni bir bulgu elde etti. Helen'le keşfettiğim şeyi takip ederek, görsel korteksi hasara uğramış insan hastalarda –görsel alanın etkilenmiş kısmında tamamen kör varsayılan hastalarda– benzeri bir kapasite aramaya başladı. Kendilerini kör sanmalarına rağmen, gerçekte görsel bilgiyi kullanmada oldukça yetkin oldukları ortaya çıktı. Bir ışığın konumunu, bir nesnenin şeklini tahmin edebiliyor ve nerdeyse her zaman doğru cevap veriyorlardı. Alışıldık görsel duyular olmadan, gözlerine ışık geldiğinden haberdar olmadan, bir tür bilinçsiz görüşe sahiptiler. Weiskrantz buna kör-görüş dedi. Felsefeciler ve bilişsel bilim insanları tarafından geniş çapta tartışılan ünlü bir olgu oldu.

Benim kendi çalışmam başka bir yöne gitti. Beyin sakatlığı bulunan maymunlarla çalışmaktan rahatsızlık hissettim. Etkileyici ve şaşırtıcı olsa da hayvanlara bu derece zarar veren deneyler yapmaya devam etmek istemedim. Tamamen kulvar değiştirip maymunların estetik seçimleri üzerinde çalışmaya karar verdim. Eğer bir maymuna tercih fırsatı verirseniz neyi seçer? Neye bakmaktan ve neyi dinlemekten hoşlanırlar? Maymunların çok güçlü

renk tercihleri olduğunu keşfettim. Spektrumun mavi/yeşil ucundan hoşlanıyorlar; sarı/turuncu/kırmızı ucundan hoşlanmıyorlar. Tepkileri yoğun, insanlarınkinden çok daha güçlü. Kırmızı bir oda onları gerçekten rahatsız ediyor. Mavi sakinleştiriyor.

Maymunların güzel şekiller, biçimler ve diziler tercihleri olduğunu gösteren kanıtlar bulmayı ümit ettim. Ama bu tür daha üst seviye tercihler için çok az şey vardı: maymunlar görsel biçimlerde denge ve uyuma özel bir hoşlanma göstermiyorlar; Mondrians ya da Picasso onları ilgilendirmiyor. Hiçbir tür müzikten hoşlanmıyorlar; aslında her zaman sessizliği tercih ediyorlar. Estetik zevkleri zayıf olduğundan değil; hiçbir ilgi çekici zevkleri yok gibi gözüküyor.

Sonuçta maymunlardaki estetik üzerine deneysel makaleler yazmak yerine insanlarda estetik üzerine kuramsal makaleler yazmaya vardım. Güzellik duyusunun evrimi üzerine *"The Illusion of Beauty"* [Güzellik Yanılsaması] adlı bir makale yazdım. Medyanın çok ilgisini çekti. Televizyonda yayınlandı ve Glaxo Yazar Ödülünü kazandı. Ama somut kanıta dayanmadığını, tamamen spekülatif olduğunu belirtmeliyim.

Cambridge'te geçirdiğim o zamanlarda, bir laboratuvar yönettim, kavram oluşumu ve zaman algısı gibi konularda pek çok deney yaptım. Ama içimde bir şeyler değişti. Deney yapmayı sevsem de, kuramda ilerlemek istediğimi fark etmeye başladım. Böylece deneyi başkalarına bırakabileceğimi düşündüm. Son derece iyi deneyciler var etrafta.

Bir laboratuvarda çalışmaya devem etmekten vazgeçme kararı verdim. Cambridge'teki konumumdan ayrıldım. Kuramsal yazmaya odaklanmak istedim. 1983'de yayınlanan *Consciousness Regained* kitabımı yazdım. Film işine girdim. Dikkatim dağıldı. Yeni ufuklar vardı.

Dan Dennett'le çalışmaya başlamam 1987'de oldu. Garip bir hamleydi. Cambridge'te araştırma müdürüydüm; Dan'in Tufts'daki Bilişsel Çalışmalar Merkezinde araştırma asistanıydım. Bu durumdan çok iyi hissetmedim, ama harika zamanlardı. Takip eden birkaç senede, her ikimizde yeni kitaplar üzerinde çalışmaya başladık; ben *A History of Mind*, o ise *Consciousness Explained* üzerinde çalışıyordu.

Dan'la çalışmaya başladığımda ikimiz pek çok konuda benzer düşünüyorduk. Bilincin ana problemini neyin meydana getirdiğine dair hemen hemen aynı görüşteydik; niyetlilik, refleksif olma ve hepsi buydu. Ama orada biraz zaman geçirdikten sonra Dan'la iletişimde olmak onun –ve de benim– zihin resminde ne kadar eksik bulunduğunun farkına varmamı sağladı. Elbette, Dan benden çok daha akıllı bir felsefeci ve işin aslı benden çok daha fazla bilişsel psikoloji bilir. Belki neyin yanlış olduğunu anlamak için Dan ilk başlardaki fikirlerimi daha net ifade etmeme yardım ettiğinde onların nasıl göründüğünü anlamaya ihtiyacım vardı. Hiçbir şeye benzemeyen bir bilinçlilikle kalakalmıştık.

Üzerinde çalışmam gereken büyük problemin bilinçli duyunun doğası olduğuna karar verdim. Hafta sonları Dan ile birlikte onun Blue Hill, Maine'deki yerine giderken yol buyunca kırmızı duyumu, acı hissi, peynir tadı var mıdır yok mudur diye tartışırdık. Dan "Bak, ne dediğini duydum, ama bunun için referans noktam yok. Senin ham duyuların, eğer varsa, geride iz bırakmıyor. Hiçbir zaman meydana gelmemiş olmaları da olanaklı" derdi, ben de şöyle derdim: "Evet, Dan, biliyorum, ama oradalar işte. Şimdi ben de meydana geliyorlar. Bunları yaşıyorum." Dan'e göre, duyu geçtikten sonra geriye bir iz kalmamışsa –"Kendime not: bir duyum yaşadım" gibi bir şey yoksa– o zaman meydana gelmemiştir.

Dan için, bilincin temel bileşenleri fikirler, yargılar, önermeler ve benzerleridir. Onun sorunsalı insanların sahip oldukları belli bir fikre nasıl ulaştıklarını açıklamaktır: nasıl karar verirler, hafızadan bir şey nasıl çağırırlar, sözlü bildirimleri nasıl inşa ederler ve benzerleri. Karikatürize edersek onun zihin resmi etrafta uçuşan ve çılgın ofis çalışanlarının ilgisini çekmek için yarışan notlar, fakslar ve çalan telefonlarla bir çeşit beyin ofisidir. Tüm bu bilgi işlemenin nihai sonucu kelimelerle ya da onlara denk bir şeyle ifade edilen –bilinç akışıyla eşleşen Dan'in hetero-fenomonolojik-metin dediği– "bilinç metnidir".

Oysa benim için, şimdi bilincin temel bileşenleri ham hisler ve duyulardır. Benim sorunsalım insanların nasıl olup da bu duyuları bu şekilde deneyimlediklerini açıklamaktır: "duyum-

samak faaliyeti" nasıl olur da niteliksel karakterlerine; acillik, şimdiki-zamanlılık, kendimize-aitlik, vb sahip duyumlarla sonuçlanır. Benim zihin resmim bir tür beyinsel sinema orguna yakın, orgcu bedenin yüzeyinde oynayan filmin havasına uyacak müziği yaratıyor. Son çıktı olması gerekmiyor, en azından bir tür mesaj gerekmiyor, çünkü bilinçlilik deneyimi özünde süregiden orgu çalma etkinliğini içeriyor.

İşin özü "anlam" için etkililik ölçütlerini kabul edip etmediğinize varıyor: bir şey sadece başka bir şeyi üretmede etkili oluyorsa bir önemi ve değeri vardır deyip dememenize varıyor. Bu yaklaşım olguculuk ve davranışçılıkla yakından müttefiktir. Aynı zamanda her şeyin sadece gelecek nesillere etkisiyle değerlendirildiği Protestan siyasi ahlakla da bağları var. Sanırım bu ahlak Dan'in kültürel art-yetişiminde mevcut. Her durumda, Dan'in zihne bakışını renklendiriyor. Zihinsel bir olayın anlamı ve değeri ondan daha sonra ne yapılabileceğini içeriyor.

Bu fikre itiraz etmek zorsa da deneyimimizin gerçekliğini, duyumların aciliyetini ve şimdiliğini gizliyor gözüküyor. Dan'e göre zihin bir hikâye üretip geri bildirinceye kadar bilinç meydana gelmez. Bilinç hikâyedir. Ben, bilincin beden yüzeyindeki uyarana ivedi tepki olduğunu söylüyorum. Ben, bilinçli duyumları bir eyleme, duyuyla meşguliyetin eylemine denk hale getiriyorum.

Benim kullanmayı tercih ettiğim analoji sanat tarihinden. Fransız izlenimciler gelinceye kadar, pek çok resim bir durumun zaman içerisinde gelişimiyle ilgiliydi: bir şeyler nereden geldi ve nereye gidiyor. Şimdiki zamanın kendisine değer vermek Monet'ye düştü. "Bu şu anda deneyimlediğim haliyle Rouen katedrali; ona baktığımda yüzüme çarpan şey bu" demek. Onun resmindeki Rouen katedralindeki saatte akreple yelkovan bile yoktur. Zaman boyutu yoktur, öncesi ve sonrası yoktur, sadece şimdiki zaman vardır. Monet şimdiki anı yakalamıştır ve sadece olduğu şeyi kutlamış, öznel deneyiminin yoğun bir anını temsil etmek için evveliyatı ve arkasından gelen sonuçları olmayan pigmentlerle dolu, yoğun bir resim üretmiştir. Duyumun yoğun anı, yaşadığımız an da böyledir. New York'ta bir sokağın köşesinde durun ve gelip geçenlere bakın: şaşırtıcı olan şimdide yaşamalarıdır.

Yapay zekâ ve bilişsel bilimdeki nerdeyse tüm çağdaş araştırmaların odağı hisler yerine düşünceyi açıklamaktır. Kendi açısından dikkate değer başarı göstermiştir. Şimdiden düşünen makinelerimiz var. Daha iyi düşünen makinelerimiz –dördüncü nesil, beşinci nesiller– olacak. Ama "Vay canına! Bunu asla hayal edemezdik" diyemeyeceğiz. Ancak eğer birsi hisseden bir makine yapabilirse, bilinçli duyumlara sahip bir makine, o zaman "Vay canına!" diyeceğiz. Ama kimse bu problem üzerinde çalışmıyor. IBM hisseden makinelerle ilgilenmiyor.

Eğer hisseden makineler tasarlamak için yola çıksak bile muhtemelen bizimkine benzer bilinçli hislere sahip makineler tasarlayamayız. Bunun nedeni çok fazla şeyin bizi bugün geldiğimiz yere getiren belli bir biyolojik tarihe, belli bir rotaya dayanmasıdır. Bizim duyularımız *skeuomorf* (başka bir amaçla ortaya çıkmış, ancak artık zenginleştirme amaçlı) özelliklerdir; atalarımızın yaşayışından türemiş, bugünkü dünyada bir getirisi ya da alakası kalmamış ama zenginlik ve nitelik kazandıran özellikler. Mimariyle ilgili analojiyi düşünün. Pek çok modern bina Yunan, Roma tapınaklarının yapılışından türeyen özellikler içerir, ama bunların binanın işleyişiyle ilgisi yoktur.

Benim gerçeklik modelimin özlü tanımı: ben kendimim. Ben bilinçli şimdinin yoğun anında bedensel bir mevcudiyet yaşıyorum. Nedenini anlamaya çalışıyorum.

e.e. cummings'in sevdiğim bir şiiri var:
his ilk olduğuna göre
kim dikkat eder
şeylerin sözdizimine
asla sizi tümüyle öpmeyecek

DANIEL C. DENNETT: Nicholas Humphrey romantik, büyük bir bilim insanı, sanki terimlerde bir çelişki varmış gibi geliyor, ama yok. Canlı hayvanlarda, kedilerde bireysel nöronların ateşlemesini kaydettiği öncü çalışması, sinirbilimci David Hubel ve Torsten Wiesel'in çalışmaları için yolu açtı. 1981 yılında kedilerde tek-hücre kayıtları üzerine çalışmalarıyla fizyoloji veya tıp dalında Nobel kazandılar, ama aslında bu Nick'in geliştirilmesine yardım ettiği bir teknikti. Tipik bir şekilde, tekniği

geliştirdikten sonra, "Hayatımın geri kalanını bunu yaparak geçirebilirim ya da başka bir şey yapabilirim. Artakalan sorunlar görmüyorum" diye düşündü. Elbette, çok sorun vardı, ama yine de, Nick'e özgü şekilde, bunu yapar yapmaz başka bir şeylerle ilgilenmek istedi.

Birkaç yıl önce *London Observer* için yazdığı kısa yazı kim ve ne olduğunu en iyi şekilde ifade ediyor. Isaac Newton'ın dört yüzüncü doğum günü için Newton'ı Shakespeare'le kıyasladığı bir yazı yazdı, bu yazıda C.P. Snow'un Newton'ın bilimsel Shakespeare olduğu sözlerine dikkat çekti ve yanlışlığını söyledi: eğer Newton yaptığını yapmamış olsaydı, birileri er ya da geç, muhtemelen yakın zaman içerisinde yapacaktı. Ancak eğer Shakespeare yaptığını yapmasaydı, asla kimse yapmayacaktı. Newton Tanrının işlerini yaptı, Shakespeare Shakespeare'in işlerini.

Bu basit paragrafta iki tür yaratıcılık arasındaki çok önemli bir farka parmak basıyor. Nick'in Shakespeare tarzı yaratıcılığı Newton tarzı yaratıcılıktan daha üste koyduğu açık, bir bilim insanının bu yaklaşımı şaşırtıcı. Onun için ünlü bir teoremi ispatlamak insanların "Bunu sadece Humphrey yapabilirdi; bu dünya kültürüne eşsiz ve kişisel bir katkı" diyeceği kendine has ve özgün bir şey yapma hayali kadar cazip değil. Bunu sanatta görürsünüz; bilimde pek değil.

Zihin kuramında benim görüşümün bir şeyleri dışarıda bıraktığına dair güçlü sezgisini desteklemeye çalışıyor. Bu sezgiye sahip pek çok kişiden çok daha zeki ve benim görüşümün savının oldukça güçlü olduğunun farkında. Eğer kökten farklı bir muhalif kuramla çıkagelmezse ben kazandım. Büyük ustalık ve tutkuyla rakip bir kuram arayışında. Halen bulamadı, ama en azından eski düşünme biçimlerine gerileyen eski-moda gerici şeyler değil, özgün bir rakip kuram bulmanın ne olacağını biliyor. Bu eski usul şeylerin işe yaramadığını biliyor. Bunlar hakkında haklıyım ve o da kabul ediyor. Benim dışarıda bıraktığımı göstermenin bütünüyle yeni yollarını arıyor. Onun çabalarına bakmayı benimle aynı fikirde olmayan diğer insanlarınkine bakmaktan çok daha ilginç buluyorum, çünkü bu insanların çoğu çoktan halledilmiş –uzun zaman önce patlamış– eski püskü izleklere geri dönmek için buna karşı çıkıyor.

NILES ELDREDGE: Nick'in insanlardaki öz-bilinçlilik ve özfarkındalığın uyarlanımsal önemine dair fikri çok hoş. Doğru olabilir ya da olmayabilir. Önemli husus bir iç gözünüz var, kamp ateşinin çevresinde beraber oturduğunuz birinin aklından geçenlerin en iyi tahmini için kendinize başvurabilirsiniz. Bu fikir beni hep çekti, hem de kendimin uyarlanım karşıtı olmadığını gösteren iyi bir örnek. Bence evrim bir şeyleri bir sebepten üretiyor.

STEVE JONES: Zamanlarının çoğunu kendine dönük geçiren, neyi araştırmaları gerektiğini düşünen bilim insanlarıyla derdim var. Her iki takımın da hangi kurallarla oynayacaklarını tartışarak etrafta dolaştığı oyunlara benziyor. "Bilinçlilik" oyununun zor kısmı burası. Nasıl oynarsınız, amaç nedir? Bir amaç var mıdır ki; hatta bir oyun var mıdır ki? Bir problemin ne olduğunu sıradan bir insanın anlayacağı dille tanımlayın, bir bilimin başlangıcına varırsınız. Yoksa bir dizi kanaatten fazlası yoktur elinizde.

Bu alandaki pek çok insana dair hislerim işe başladıkları zaman ki şeye –kolları sıvayıp deney yapmaya– devam etseler hayatı daha ilginç bulacaklarıdır.

Orta yaşlı yazınsal adamların Şişmanın Yürekten Yozlaşması[1] denen bir hastalığı var; yaşlandığınızda Büyük Mevzularda esip gürlersiniz. G.K. Chesterton bunun klasik bir örneğidir. Sanırım bilim insanları benzeri bir soruna sahip; Yaşlıların Istıraplı Belirsizliği daha uygun bir terim. Aniden bilimin cevap verebilme sanatı olduğunu unutup bilimin tamamen dışında kalan konularda spekülasyona başlıyorsunuz.

Nick Humphrey'in sadece bunu yaptığını söylemiyorum; elbette öyle değil. Ama bu hepimiz başına gelebilecek bir tehlike. Nick Humphrey benim ilginç bulmadığım alanlara giriyor. Bilinçlilik alanı, yaşamın anlamı alanı; bunlar asla ilgimi çekmedi.

FRANCISCO VARELA: Nick Humphrey fenomonolojik deneyimin bilimde hesaba katılmasını sağlamaya çalışıyor. Bunu, ken-

[1] Kalp Yağlı Dejenerasyonu hastalığından türetilmiş –çn.

disinin İngiliz analitik geleneğinde ayrımlar yaparak; duyumlar ve algılar arasındaki ayrımla sağlıyor. Onun geleneğinden birinin bu çabayı göstermesinden etkilendim. Bu anlamda *The History of Mind* dikkate değer bir kitap.

Kitabın ikinci kısmına doğru, bilinçlilik için bir çeşit açıklama iddiasında bulunuyor; ikna edici bulmadım, hatta anlaşılabilir bulmadım; kaynakları birebir çeviriyor gözüküyor. Anlamadım. Ama kitabın ilk kısmı çok aydınlatıcı: bilimsel beyin sürecini tanımlamak için duyumlama dediği doğrudan deneyimi kullanma fikri. "Yoğun an" fikri, deneyin ve beynin işleyişi arasındaki ilişkinin temel kısmı.

12. Bölüm

FRANCISCO VARELA
"Beliren Benlik Kavramı"

STUART KAUFFMAN: *Francisco Varela şaşırtıcı derecede kaşif ruhlu, serbest ve yaratıcı. Onun ve Humberto Maturana'nın söylediklerinde çok derinlik var. Diğer taraftan, sıkı bir moleküler biyolog için bunların hepsi masal. Bu nedenle tepkiler farklı farklı. Benim duygusuz ve eleştirel tarafım sorguluyor, ama diğer tarafım bağışık ağlardaki benlik temsili üzerine yaptığı yakın zamanlı şeyleri kavrıyor. Onları seviyorum.*

FRANCISCO VARELA *biyologdur, Centre National de Recherce Scientifique'de araştırma direktörü, Paris'teki École Polytechnique'de bilişsel bilim ve epistemoloji profesörü; Principals of Biological Autonomy [Biyolojik Özerkliğin İlkeleri] (1979) kitabının yazarı; Humberto D. Maturana'yla Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living [Kendi Kendini Var Etme ve Biliş: Canlılığın Gerçekleşmesi] (1980) Evan Thompson ve Eleanor Rosch'la The Embodied Mind [Şekillenen Bilinç] (1992) kitaplarını yazmıştır.*

FRANCISCO VARELA: Sanırım hayatımda tek bir sorum oldu. Neden beliren benlikler, sanal kimlikler ister zihin/beden seviyesinde, ister hücre seviyesinde ya da organizma üstü seviyede olsun, dünyalar yaratarak mantar gibi her yerde biter? Bu öylesine üretken bir olgudur ki tamamen yeni alemler yaratmayı sürdürür: hayat; zihin ve toplumlar. Yine de bu beliren benlikler öylesine kaypak, öylesine zeminsiz süreçlere dayanmaktadır ki belirmiş gözükenin sağlamlığı ve zeminsizliği arasında açıkça bir paradoks vardır. Bana göre bu anahtardır ve baki bir sorudur.

Sonucunda, sinir sistemiyle, bilişsel bilimle ve immünolojiyle ilgileniyorum, çünkü bunlar biyolojik kimliğin ne olduğu sorusuna cevap verebilecek süreçle ilgililer. Nasıl hem aynı anda bir şeyi bilmenize, hücrelerinizin kendilerine ilişkin dünyalarında yapılanmalarına, bedenimizin kendi kimliğini üretmesi için bağışıklık sistemine ve beynin zihnin, bilişsel kimliğin temeli olmasına izin veren bir çeşit kimliğiniz olabilir? Bu düzeneklerin hepsi ortak bir izlek paylaşır.

Belki üç tür çalışmam konusunda tanınıyorum, çoğu kişiye apayrı gelse de benim için birleşikler. Bu çalışmalarım hücresel örgütlenmelerde kendi kendini var etme –*autopoiseis*– fikri, sinir sisteminin ve bilişin düzenleme gücü görüşü ve bağışıklık sistemi hakkındaki son fikirlerin gözden geçirilmesi.

Biyolojik kimlik konusunda, ana nokta yerel etkileşimlerden "bütünsel" özelliğin –yani, kendi kendini var etme durumunda hücresel bütünün sanal benliğinin– ortaya çıkışına doğru belirgin geçiş. Moleküllerin benliğin başlangıcı olan birliği ortaya çıkartan çok özel şekilde etkileşimde olduğu açıktır. Ayrıca cansızlıktan canlılığa geçiş vardır. Sinir sistemi de benzeri şekilde işler. Nöronlar duyusal yüzeyler ve motor yüzeylerin döngüsü aracılığıyla özel belli etkileşimlere sahiptir. Bu dinamik ağ bilişsel algılama kümesinin tanımlayıcı halidir. Aynı epistemolojinin bilişsel olgular, bağışıklık sistemi ve beden üzerinde düşünürken de uygulanabileceğini iddia ediyorum: altta yatan dairesel süreç beliren bağdaşımı ortaya çıkarır ve bu beliren bağdaşım bu seviyede benliği meydana getiren şeydir. Benim epistemolojimde, sanal benlik gün gibi bellidir çünkü etkileşim

için bir yüzey sağlar, ama yerini bulmak isterseniz belli değildir. Tamamen konumlanmamıştır.

Organizmalar sanal benlik ağı gibi anlaşılmalıdır. Tek bir kimliğim yok, çeşitli kimliklerin kolajından oluşuyorum. Hücresel kimliğim var, bağışıklık kimliğim var, bilişsel kimliğim var, farklı etkileşimlerde kendilerini gösteren çeşitli kimliklerim var. Bunlar benim çeşitli benliklerim. Bu yerelden genele geçiş fikrini nasıl netleştirebileceğime ve bu çeşitli benliklerin evrim dansında nasıl bir araya gelip nasıl ayrıldığına dair daha fazla kavrayış kazanmakla ilgileniyorum. Bu anlamda örneğin sinir sisteminde renk görüşü ya da bağışıklık öz-düzenlemesinde araştırdığım Dan Dennett'in "sezgi pompaları" dediği şeydir, yerel kurallardan hayatta baş gösteren özelliklere geçişin genel örüntüsünü araştırmaktır. Hem deneye dayalı sonuçlar açısından hem de matematik ve bilgisayar benzetimleri terimleriyle oynamak için elimizde güzel örnekler var. Bağışıklık sistemi çok güzel özel bir durum. Ama tüm resim değil.

Benim kendi kendini var etme çalışmam bu alanlara ilk adımımdı: minimal canlı örgütlenmesinin ne olduğunu tanımlamak ve onun için hücresel-özdevinim modelleri ifade etmek. Ben bunu 1970'lerde, yapay-canlılık dalgası kıyıya vurmadan çok önce yaptım. Lynn Margulis araştırmasında, canlılığın kökeni ile hücresel yaşamın evrimini yazarken ve James Lovelock da Gaia hipotezinde bu çalışmayı seçti. Humberto Maturana ve ben 1970'de kendi kendini var etme fikrini icat ettik. Santiago'da sosyalist yıllarda beraber çalıştık. Fikir, genelde biyolojik bilişin dışarıdaki dünyanın temsili değil yaşama sürecinin kendisiyle süregiden meydana getirilmekteki dünya olarak algılanması düşüncesinin sonucudur.

Kendi kendini var etme temel hücresel biçimde yaşamı üreten belirmenin eşsizliğini tanımlama girişimidir. Hücresel seviyeye özeldir. Bir paradoksa yol açan dairesel bir süreç ya da ağ süreci vardır: kendini örgütleyen biyokimyasal tepkimeler ağı özel ve eşsiz bir şey yapan moleküller üretir: bir sınır, bir zar üretirler; bu zar kendini meydana getirenleri üreten ağı sınırlar. Bu, mantıksal öz-yükleme, bir döngüdür: bir ağ ve bir sınır yaratan varlıklar üretiyor, bu sınır kendini üreten ağı sınırlıyor. Bu öz-

yükleme kesinlikle hücrelere özeldir. Öz-ayırt-eden varlık öz-yükleme tamamlanınca mevcut oluyor. Bu varlık kendi sınırlarını üretmiş. Kendisini fark etmek ya da "Ben buradayım" demek için dış bir temsilciye gerek duymuyor. Kendi içinde öz-ayrım. Bir kimya ve fizik çorbasından kendine öz-yükleme yapıyor.

O zamanlar, kendi kendini var etme yerel kurallarının hücresel öz-devinimle benzetimlenebileceği fikri çıktı. O zamanlar çok az kişi hücresel öz-devinimi duymuştu, John von Neumann'dan aldığım batıni bir terim; bu fikir yapay zekâcılar tarafından popülerleştirildi. Hücresel öz-devinirler hemen yanındaki komşularından girdi alıp kendi iç durumlarını aynı komşulara ileten basit birimler.

Kendi kendini var etme fikrinin dairesel doğasıyla uğraşmak için, öz-yüklenimden –kendi sınırlarını üreten varlıktan– anlam çıkarma girişimiyle bir parça öz-imleme matematiği geliştirdim. Öz-imleme matematiği bir şeyin B'yi üreten A'yı üretmesi ve B'nin A'yı üretmesindeki tuhaf durumu yansıtan biçimcilik yaratmayı içeriyor. Bu, 1974 yılıydı. Bugün pek çok meslektaşımız bu tür fikirleri karmaşıklık* kuramının bir parçası kabul ediyor.

Karmaşıklıktaki daha yakın zamanlı çalışmalar dalgası benim öz-yüklenim fikrimi aydınlatır, şöyle ki yılanın kendi kuyruğunu ısırdığı ve bir başlangıç bulamadığınız tuhaf, garip fikirden konuşmanın hoş bir yoludur. Girdi ve çıktıları olan kara kutuyu unutun. Döngüler terimleriyle düşünün. Öz-imleme ve kendi kendini var etme üzerine erken dönem çalışmalarım bu terimlerle ilk kez düşünen bilim insanları Warren McCulloch ve Norbert Wiener gibi sibernetikçilerin geliştirdiği fikirleri takip etti. Ama ilk dönem sibernetikçiler kimliğin meydana gelişinde daireselliğin önemini fark edemediler. Döngüleri hala girdi/çıktı kutusuydu. Pek çok çağdaş karmaşık sistemlerde girdi ve çıktı tamamıyla sistem içerisindeki etkileşimlere bağlı ve zenginlikleri dahili bağlanmışlıklarından geliyor. Kutu işinden vazgeçin ve şeylerin bütünsel döngüselliğiyle çalışın. Örneğin, net girdi ve çıktılara sahip sinir sistemi inşa etmek imkansızdır.

Önemli ikinci çalışma alanı beliren dairesel yapıların özelliklerinin mantığını sinir sistemine bakmaya uygulamayı içerir.

* Kompleks sistemler –yn.

Sonuçlar beynin kabul edilmiş görüşünde radikal değişikliklerdir. Sinir sistemi bilgi-işleme süreçleri sistemi değildir çünkü, tanım gereği, bilgi-işleme süreçleri net girdilere ihtiyaç duyar. Sinir sistemi içsel ya da işlemsel sonlandırmaya sahiptir. Temel soru süregiden içsel dinamikleri temelinde, beyin nasıl diğer türlü anlamsız etkileşimlerden alakadarlık çıkarttığı ya da meydana getirdiğidir. Beyin çalışmalarındaki klasik yapay zekâ ya da bilgi işleme metaforlarıyla neden ilgilenmediğimi görebilirsiniz. Beyin, bir bilgisayar bakışıyla ilgi uyandıran şekilde anlaşılamaz ve beynin sembolik temsile dayandığını düşünen insanlardan ayrılıyorum.

Aynı kavrayış diğer biyolojik alanların da ötesine geçiyor. Beynin bilgi işleyen ve dünya temsilini üreten fikrini yıkın. Bağışıklık sisteminin savunmaya ilişkin olduğu ve işgalcileri aradığı militarist fikri yıkın. Evrimin bir çeşit nişteki mevcut koşullara göre yaşamak için uyum sağlamayı en-iyilediği fikrini yıkın. Son belirttiğim araştırma alanında doğrudan etkin değilim, ama benim savlarım için çok büyük önem taşıyor. Uyarlanımcılığı yıkmak yeni-Darwinciliği yıkmaktır. Steve Gould, Stuart Kauffman ve Dick Lewontin her biri kendi biçimlerinde bu yeni evrimsel bakışı telaffuz etti. Özellikle Lewontin benim sinir sistemi üzerindeki çalışmamın kendi evrim çalışmalarını yansıttığı olgusunu takdir etti.

Yoğunlaştığım dördüncü alan –en yakın zamanlısı– aynı kavramları bağışıklık sistemi anlayışımızı gözden geçirip yenileştirmede kullanmayı içeriyor. Geleneksel biyoloji sinir sistemini bilgi işleme süreci gördüğü gibi, klasik immünoloji immünolojiyi askeri terimlerle anlar; işgalcilere karşı savunma sistemi.

Ben immünolojiye farklı bir bakış geliştiriyorum, yani bağışıklık sistemi kendi sonlandırmasına, kendi ağ niteliklerine sahiptir. Bu sistemin beliren kimliği bedenimizin kimliğidir; bu kimlikse savunmacı bir kimlik değildir. Bu, olumsuz değil, olumlu bir önermedir ve immünolojide her şeyi değiştirir. İmmünolojiyi bu terimlerle sunarken, kavramsal bir yapı iskelesi kuruyorum. Sistemin gelen bilgiye göre hareket ettiği bilgi-işleme modelinin ötesine gitmek zorundayız. Bağışıklık sistemi mekânsal anlamda sabit değildir, en iyi ortaya çıkan ağlarla anlaşılır.

Bu sezgilere uyan deneysel çalışmalar da yürüttüm. Bu fikirler yeni deneyler ortaya çıkardı ve yeni sonuçlar sağladı. Örneğin klasik immünolojide devamlı işgalciler arayan harici yanıt sistemiyle uğraşıyordunuz. Eğer bu anlamlı olsaydı, işgalci olmadığında sistem hiçe inerdi. Ancak fareler dış saldırganların olmadığı ortamda büyütüldüklerinde de bağışıklık sistemleri normaldir!

Klasik tıp öz-bağışıklık hastalıkları diye bilinen hastalık spektrumundan şaşkına dönmüştür. Neden? Çünkü öz-bağışıklık hastalıkları immünolojinin sorunsalının dışındadır. Aşılanacak bir şey yoktur; dışarıdan gelen bakteri yoktur. Sistemin kendine yaptığı bir şeydir. AIDS, ekolojik işlev bozukluğu gibi, bu bağdaşık beliren özelliğin düzensizleşmesinin iyi bir örneğidir. İnsanlar AIDS'in enfeksiyon olduğunu sanır. Elbette bu doğrudur, ama bir sistem bir kez AIDS'le enfekte olduktan sonra bağışıklık sisteminin öz-yıkımı durumunu tetiklediği anlamında değil. HIV düzensizleşmeyi tetikler, bu da kendini güçlendirir ve sistemin kabusu olur. Bu nedenle AIDS'li bir hastanın idrarına baktığınızda, ölü lenfositlerden yüzde beşinden azı HIV enfektedir.

Bu öz-bağışıklık için tipiktir: sistem kendini yer. Bunun sonucunda AIDS aşısı aramanın tamamıyla zaman kaybı olduğu insanların kafasında belirmeye başladı. Benim bakış açımdan, doğru yaklaşım önce bu bütünsel düzenlemenin doğasını anlamaktır. Bunun nasıl yapılacağına dair bir ipucu sistemi yeniden birbirine bağlama yollarını aramaktır. Bu anlamda, öz-bağışıklık hastalıklarında bir aşıyla tedaviye açık bir durumdan ziyade bir düzensizleşme görülür, daha fazla bağlantılılık talep eden bir durumdur. Örneğin toplumsal bir hastalık terimleriyle uyuşturucu bağımlılığına bakalım. Uyuşturucu bağımlılığı bir anlamda toplumun öz-bağışıklık hastalığıdır, çünkü uyuşturucu bağımlıları sonunda toplumun bazı kesimlerine zarar verir. Bu insanların ihtiyacı olan destek, iş ve aile ilgisidir; onları yeniden topluma bağlamaktır. Üzerinde çalıştığımız yaklaşımlardan biri ağı yeniden yaratmaya yardım eden yeni, normal antikorlar vermek. Bunu yapmanın daha gelişmiş yollarını arıyoruz, ama bize nereye gitmemiz gerektiğini gösteren bir işarete ihtiyacımız var. Aşılar cevap değil.

Uzun zamandır ilgilendiğim Budizm pratiği ve bilimsel çalışma arasında deneye dayalı bağlantılar kurmakla ilgiliyim. Batı geleneği kendini düşünmeyen benlik fikrinden, sanal benlik fikrinden sakınmıştır. Bu egosuzluk ya da kendini düşünmeme gerçekten Budizm'in çekirdeğidir. Geçen iki bin yılda Budistler felsefi, olgusal ve epistemolojik ilerleme sağlamıştır ve bu kavrayışı pratikle yapmıştır. Bu kavrayışı Rönesans'ta Galileo bilimini anlamak için Yunan felsefesinin kullanılması gibi kullanabiliriz.

Budizm bir pratiktir, inanç değildir ve her Budist, bir şekilde sıradan bir rahiptir; arka planda bir bilim insanının her zaman çalışmasıyla meşguliyeti, bir yazarın her zaman yazdıklarıyla meşguliyeti gibi. Bu gün insanlar daha önce sadece rahiplerin uygulayabileceği şeyleri uygulayacak zamana ve bilgiye sahipler. Budizm Batı kültürünü onu uygulayan bireyler, zaman zaman bir kaçış aracı gören kişiler aracılığıyla etkiliyor. Budist fikirler bizim kültürümüzde yaygındır; örneğin fizik ve biyolojide temel fikirler kılık değiştirmiş Budizm'dir.

Benim zihin görüşüm Budist düşünceye ilgimden etkilendi. Budistler bu sanal kişilik, kendini düşünmeyen benlik düşüncesini içerden, yaşanan bir deneyimle anlamada uzmandır. Beni bu gelenekte büyüleyen de budur. Dan Dennett de rastlantıyla kendine göre bu sonuca vardı. Ama Dan bilişsel seviyeye odaklanırken, benim kendi yaklaşımım, daha önce belirttiğim gibi pek çok biyolojik seviyeyi düşünmek; belki temsil-edilmeyen bilgi fikrinden etkilendiğim için. Benim gerçekliğimde bilgi dışsal, nesnel bir temsil değildir ve bilenle beraber evrimleşir.

Zihni beliren bir özellik görüyorum, bu beliren özelliğin çok önemli ve ilginç sonuçları bizim kendilik hissimizdir. Benim "kendilik" hissim mevcuttur çünkü dünyayla etkileşmem için bir ara-yüz verir. Etkileşimler için ben "ben" olurum, ama "Ben" herhangi bir konumda tespit edilebilmesi anlamında aslında mevcut değildir. Elbette bu görüş belirttiğim diğer biyolojik özbenlikler için de yankılanır, ama ince ve önemli farklar vardır. Altta yatan bir ağ tarafından üretilmiş beliren özellik bu seviyede mevcut bulunduğu sistemde aynı tür diğer benliklerle ve kimliklerle ara-yüzleşmesine izin veren birleştirici bir koşul-

dur. Asla "Bu özellik buradadır; bu bileşendedir" diyemezsiniz. Kendi kendini var etme durumunda canlılık –kendi kendini var etme koşulu– bu moleküldedir, DNA'dadır, hücresel zardadır ya da proteindedir diyemezsiniz. Canlılık onu beliren özellik olarak cisimleştiren kurulumdadır ve dinamik örüntüdedir.

Bu aynı analiz çizgisini kendi zihnime, bilişsel alanda uygulamayı çok harika buluyorum. Benim kendi benlik hissim, "ben" aynı ışıkta görülebilir. Kimliğime tutunmak için amansız olmalıyım. Bu fikirler bir kimlik sahibi olmanın ne olduğunu gerçekten takdir etmek için, kendi zihnimiz diye düşündüğümüz şeyi anlamak için bize yardım eder. Zihnimin "burada olma" niteliği var; böylece diğerleriyle etkileşebilirim. Örneğin, etkileşiyorum; ama onu kavramaya çalıştığımda, hiçbir yerde yok, altta yatan ağa dağılmış.

Ayrıca bu belirme ve yerel olmamanın kuantum mekaniği ve beyin hakkındaki mevcut modayla hiçbir ilgisi olmadığını eklemeliyim. Onlar eğlenmek için ilginç bir hipotez olabilir, ama arkasında hiçbir bilimsel kanıt yoktur. Öte yandan, ben bilişsel bilimdeki otuz yıllık sonuçtan konuşuyorum. Bir adım daha ileri giderek temel gerçeklikle ilgilendiğine inanan tipik fizikçiyi de şüpheyle karşılıyorum. Bir fizikçi atomlardan yapıldığımızı söyleyecektir. Bu önermeler doğru olsa da alakasızdır. "Bana bakıyorsun" önermesi hücresel seviyedeki önermelerle aynı ağırlıkta değildir. Yaşam ve ölümün gerçekliği vardır, bizi doğrudan doğruya etkiler ve soyutlamadan başka bir seviyededir. Batı geleneği maddeciliğin devasa ağırlığını terk etmeli ve düşünmenin daha dünyevi şekillerine dönmeliyiz.

STUART KAUFFMAN: Francisco Varela şaşırtıcı derecede kaşif ruhlu, serbest ve yaratıcı. Onun ve Humberto Maturana'nın söylediklerinde çok derinlik var. Diğer taraftan, sıkı bir moleküler biyolog için bunların hepsi masal. Bu nedenle tepkiler farklı farklı. Benim duygusuz ve eleştirel tarafım sorguluyor, ama diğer tarafım bağışık ağlardaki benlik temsili üzerine yaptığı yakın zamanlı şeyleri kavrıyor. Onları seviyorum.

Francisco'nun benliği temsil eden çekirdek bağışıklık ağı ve bir dış dünyaya yanıt veren sınırlandırılmış sistem üzerine

yaptığı çalışma çok merak uyandırıcı. Bağışıklık dağarcığının benlik temsil aracı olarak evrimleştiğine ve evrimsel sonuçlarından birinin kendi olmayanı fark etmek ve önleme kapasitesi olduğuna dair tezinin doğruluğundan emin değilim. Bu tür varoluşsal ve evrimsel savlara katılın ya da katılmayın, yaptığı iş çok hoş. İmgesel, bağlanabileceği yerlerde olgulara bağlanmış. O çok zeki, çok çekici ve zarif, bildiği çok sayıdaki dillerdeki yetkinliği beni şaşkına çeviriyor.

Francisco'yu ilk kez 1983'te Hindistan'da Maturana'yla tanıştığımda gıyaben tanıdım. Pek çok dar kafalı bilim insanı tarafından abuk görülen kendi kendini var etme kuramıyla ortaya çıkmışlardı. Humberto'yu dinledikten sonra, 1971 yılında başladığım öz-katalitik sistemler üzerine çalışmama döndüm. Benim öz-katalitik-polimer-kümesi modelim şeklen tanımlanmış bir model terimleriyle, kendi kendini var etmeyle ne kastettiklerini bildiğimi gösterir bir örnektir.

Muhtemelen ciddi biyologların yüzde doksan dokuzu Francisco'nun adını hiç duymamıştır. Bunun iki sebebi vardır. İlki Amerikalı ya da İngiliz değildir, ciddi moleküler biyolojinin ciddi bir oranı Amerika ve İngiltere'de üretilir, bir kısmı da Fransa, İsviçre ve Almanya'da. Sonuçta Francisco Güney Amerikalıdır. Dünyanın uygun kısmından, yani genelde biyologları üreten yerden değil. İkincisi Francisco iyi bir kuramsal biyologdur, biyolojide kuramın şöhreti düşüktür. Bağışıklık ağları ve gerçekten işleyen –en azından bilgisayarlarda– sinir ağları üzerine ayrıntılı benzetimler yaptı, yani sağlam kuramsal biyoloji. Bizim Santa Fe'deki beliren kolektif olgu üzerine çalışmamızla bağları var.

Francisco'dan daha az gösterişliyim. Kuramsal tarzı biz kuramcıların bir kısmını cezbetse de, dar kafalı meslektaşlarımıza, hatta bir sonraki deneyin ne olduğunu görmeyen daha yüzeysel deneyci meslektaşlarımıza cazip gelmiyor.

Bu, eğer biyolog değilseniz anlaması zor bir mesele. Kavram ve kuramla yönlenen fizik ve kimyanın tersine, biyoloji özünde deney ve pasaklı-olgularla yönlenir. Organizmalar karmaşıktır, geçici tertibatlardır. Darwin'den beri görüşümüz bu olmuştur.

Organizmalar tasarım sorunlarına geçici çözümlerdir. Geçici tertibatların derin anlamına dair derin kuramların yokluğu

standart görüştür. Derinde yatan ilkeler fikri lanet değildir; sadece aptallık varsayılır.

Bir açıdan Francisco felsefecidir. O ve Humberto Maturana kendi kendini var etme fikirlerinde haklıdır. Ama Amerika Birleşik Devletleri'nde büyük bir etkisi olmamıştır. Anımsanmamasının ana sebebi sadece felsefeci görülmesidir. Francisco ile birlikte, bu tür derin ilkelerin bulunduğuna inanlar arasındayım ve onları bulmaya uğraşıyorum. Deneysel meslektaşlarım tarafından duyulmakta zorluk yaşıyorum. Francisco'nun nerdeyse hiç duyulmamış olması beklenir. Biyolog bilim insanları panteonunda muhtemelen tanınmıyordur.

W. DANIEL HILLIS: Francisco Varela'nın mistik olduğunu düşünürdüm, çünkü fikirlerini anlayamazdım. Onu tanıdıkça, aslında benim yakalamaya çalıştığım bazı şeyleri yakalamaya çalıştığını fark ettim. Beliren özelliklerin etkileşimli basit sistemlerde nasıl ortaya çıktığını anlamaya çalışıyor. Bu soruyu kulağa bir mistikmiş gibi gelmeden açıklamak çok zor. Cisco'nun bazı diğer konulardaki gerçek mistikliğinin ve de Dalai Lama'yla takılmasının da pek faydası dokunmuyor, ama benim ilgilendiğim mevzuyla ilgileniyor. Bence bağışıklık sistemi kuramıyla bir iz üzerinde; ağ özelliklerine, sistemin çekicileri gibi şeylere bakmaya ve bağışıklık sisteminin kimyasına bakış seviyesinin üstüne çıkmaya çalışıyor. Bu yaklaşımın herhangi bir şeyi gerçekten açıklayabileceği henüz görülmemiştir, ama arayışını destekliyorum.

Cisco kesinlikle Marvin Minsky için bir semboldür; Minsky'nin sinir olduğu bir sürü şeyin sembolü. Son derece iyi yapay zekâcıları felsefeye dalıp işe yarar bir şey yapmayınca kaybettiğimiz doğrudur. Sanırım Minsky en gözde öğrencilerinden birinin, Terry Winograd'ın çok iyi bilgisayar programları yazarak başlayıp sonra şalteri atarak tefsir bilimi üzerine bir kitap yazmasına sinirlenmiştir. Bu Minsky'nin canını sıkar, çünkü felsefeyi öğrencilerinin yuvarlandığı kara delik görür. Marvin'in kafasında, Cisco bu kara deliğin sembolüdür.

CHRISTOPHER G. LANGTON: Varela konuşurken sizi içine çeken, kolay anlaşılır tarz konuşmacılardan biri, oturup onu dinlediğinizde kendinizi kafa sallarken ve "Evet, evet, bu harika!" derken buluyorsunuz. Sonra odadan çıktığınızda ve onun çok belirgin kişisel albenisinden kurtulduğunuzda, ne söylediğini tam olarak ifade etmek zor. Bu, benim kendi kendini var etmeyle ilgili sorunlarımdan biri. Yaptığı katkı biyolojiden bildiğimiz olgular kümesi hakkında başka çeşit bir dille konuşmamıza imkan veriyor ve bazen sadece dili değiştirmek bazı şeyleri yeni bir şekilde görmenizi sağlayabiliyor.

Öz-örgütlenme gibi bir olguyla ilk kez Varela ve Humberto'nun yazılarıyla karşılaşan bazı kişiler kendi kendini var etmenin gerçek savunucuları haline geliyor, çünkü bu olguyla ilk kez karşılaştıkları dilin bağlamında var. Ben bu olguyla biyoloji dünyasında, biyoloji ve fiziğin diliyle karşılaştım, bu nedenle bu dille düşünmeye alışkınım, kendim gibi birinin kendi kendini var etme diline çevirmekten bir fayda sağlayacağını görmüyorum. Bence fenomenoloji anlayışımıza bir şey katmıyor. Bir kez çeviri kısmını geçtikten sonra, eklenen bir değer yok. Sadece aynı olguyu tanımlamanın başka bir yolu; benim için özellikle faydalı olan bir yol değil.

Varela dilindeki tüm bu olguları dökünce bilimsel tartışmaya bir şey eklediğini iddia edecektir, ama eklediği her neyse ne zaman saptamaya çalışsam elimden kayıp gidiyor gibi gözüküyor. Arkadaşlarımdan biri Varela'nın makalelerinden birini inceleyip "kendi kendini var eden sistemleri" "canlı sistemler" ile değiştirirse hiçbir şeyin değişmeyeceğine işaret ettiğinde rahatsız oldum; aslında önermelerin bir kısmı laf kalabalığı. Başka bir deyişle kendi kendini var etme beni bulunduğum yerden başka bir yere götürmüyor.

Kendi kendini var etmeden çok etkilenen ve bu ilkeyi tanımlamakta çok dikkatli pek çok kişi tanıyorum, özellikle de Avrupa'da. Ancak Varela'nın en coşkulu takipçilerinin çoğunun kendi kendini var etmede indirgemeci ajanda dedikleri şeyin ötesine geçmek için bir yol bulan ateşli dirimselciler olduğunu anladım. Kendi kendini var etme onların deyişiyle katı indirgemeci bilimin izin vermediği daha üst seviye örgütlenme il-

kelerine izin veriyor. Bu bilgi felsefesidir, bilim değildir. Soru bunun iyi bir bilim felsefesi olup olmadığıdır. Bilmiyorum. Pek çok kişi iyi olduğunu düşünüyor, takipçilerinin yaptığı tacizler için Varela'yı da, Maturana'yı da suçlayamam.

DANIEL C. DENNETT: *Post hoc ergo propter hoc!* "Bundan sonra, bu nedenle bundan dolayı." Francisco Varela ruhunun cömertliği nedeniyle fikirlerini Budizm'den aldığını düşünen çok zeki bir adam. Yazılarında Budist bilgi felsefesine referans yapmaktan vazgeçmesini tercih ederim. Bilimsel çalışması çok önemli, çalışmasından çıkartabildiğimiz sonuçlar da. Budist düşüncenin bununla hiçbir alakası yok ve gündeme getirmek asıl mevzuyu gölgeliyor.

Francisco'nun "*Emergent Mind*" kitabı ve benim "*Joycean Machines*" kitabım arasında çarpıcı paralellikler var. Francisco'yla çok ortak noktamız var. Aslında 1990 yılında onunla Paris'te CREA'da üç ay geçirdim ve bu esnada *Consciousness Explained* adlı kitabımın büyük kısmını yazdım. Her ne kadar Francisco ve ben hem arkadaş hem meslektaşsak da, bir anlamda ben onun en kötü düşmanıyım, çünkü o bir devrimci bense reformcuyum. Onda her devrimcinin standart sorunu var: yapı reform edilemezdir; edilemez olmalıdır. Tüm düşünce atılmalı ve her şeye en baştan başlanmalıdır.

Aynı mevzuları konuşuyoruz, ama ben daha öncekilerin büyük çoğunluğunu elde tutmak istiyorum, Francisco ise atmak. Bakışın geleneksel yolunu yanlışlamak için çok geriliyor.

NILES ELDREDGE: Bir keresinde İtalya'da Francisco ile birlikte bir arabada gidiyorduk. Tam kuşları izlemeye başlıyordum; biraz hobi, biraz da evrim biyolojisinin büyük bir bölümünün kuşlarla yapılmasından. Kuşların ötüşlerini duyabilmenin zevkli bir şey olduğunu ve ayrıca bizimle aynı renk spektrumunu gördüklerini, böylece tüylerindeki desenlere bakabildiğimizi ve kuşların da birbirlerini tam olarak böyle ayırdığını söyledim. Çok sinirlendi, hemen ve kesinlikle beni düzeltti, çünkü görmenin fizyolojisi ve kuşların ötüşü üzerine pek çok araştır-

ma yapmıştı. Beni kuşların insan kapasitesinin çok ötesinde ses ve renk spektrumunda duyduklarına ve gördüklerine temin etti. Ben de bunu bildiğimi, ama bunun bir seviye sorunu olduğunu söyledim. Ben daha ziyade sadece kulaklarımızla ötüşleriyle farklı tür kuşları, bazen tek bir kuşu ayırt edebilmemizle ilgiliydim ve kuşlar da birbirlerini eş bulmada ve benzeri şeylerde gerçekten böyle ayırıyor.

Francisco benim ilgilendiğim baştan savma tartışma seviyesine karşı resmi ve sabırsızdı. İlk başta fizyoloji ve morfolojiyle ilgileniyor ve sonra da bunların evrimsel anlamda dönüşümü ile. Bana göre herkes buradan başlamıştır ve ben kendim de bu nedenle otuz yıl önce buradan yürüyüp gittim ve geri dönüşümde sadece teğet geçtim. Uyarlanımı sadece dolaylı çalıştım, genelde uyarlanımsal değişikliğin bağlamıyla ilgilendim. Ben onun düşünce moduyla pek güçlü kesişmiyorum.

BRIAN GOODWIN: Francisco Varela adını ilk kez bana kendi kendini var etme hakkında bir makale gönderdiğinde duydum. O zamanlar hala Şili'deydi; baktım ve aşırı soyut olduğunu düşündüm. Ben de açıkça soyut-karşıtı bir evredeydim, bir kenara koydum ve sonra da hiç ilgilenmedim. Sonra kendisiyle tanıştım.

Francisco düşüncesinin netliğiyle ve araştırmalarının niteliğiyle sıra dışı, çünkü soyut fikirlerini son derece yüksek nitelikli araştırma çalışmalarına yerleştiriyor. Kesin bir düşünürle imgesel bir düşünürün sıra dışı bileşimi. Kuramsal biyolojide olduğu için dünya çapında tanınmıyor. İmmünolojide çalışan herhangi biri bu bağlamdaki önemli katkılarının gayet farkında olacaktır, ama asıl katkıları kuram alanında.

LYNN MARGULIS: Francisco Varela'nın bazı çalışmalarını biliyorum, ama çoğunlukla benim anlamadığım bir dilde konuşuyor. Bilmiyorum sadece benle mi ilgili, yoksa o gerçekten anlaşılmazca konuşanlardan mı. Öğretmeni Humberto Maturana ile beraber çalışmalarından gelen kendi kendini var etmenin önemini fark edişi canlı sistemlerin ve kimyasal öz-sürdürme ve özoluşturmanın aslında canlılığı nasıl tanımladığının derin anla-

yışını içeriyor. Organizmanın bir kısmı diğer bir kısmı üzerinde ayrıcalıklı olamaz. DNA zarlardan daha önemli olamaz, çünkü DNA ya da zar olmadan hücre mevcut olmaz. Canlı sistemlerin tüm bileşenleri bu sistemi yapar ve sürekli olarak tanımlar. İster hücre, ister organizma, ister topluluk olsun kendi kendini var eden sistemler içten işler.

Kimlik ve mevcudiyeti tanımlamada ölçüt dizisi olarak kendi kendini var eden bakteriler yanı sıra protista ve insanlar için de geçerlidir. Bazıları kendi kendini var etmenin toplumsal sistemlere bile uygulanabileceğini söylüyor; toplumlara uygulanması şüpheli de olsa, kendi kendini var etme faydalı bir örgütlenme ilkesi. Canlı sistemlerle tasarlanmış ya da diğer cansız sistemler arasındaki temel farkı fark etmede Francisco'nun rolünü takdir ediyorum, ancak görüşlerini sunma biçimini tuhaf buluyorum. Karışıklık benden mi, ondan mı bilemiyorum. Bu anlamda Francisco dilin harika çocuğu. Onunla her zaman İspanyolca ya da Fransızca konuşuruz, ama başka insanlar varken İngilizceye geçeriz. Benim bu üç dilde olduğumdan çok daha akıcı, tamamıyla anlaşılır ve ifade gücü yüksek. Ama daha derin bir seviyede iletişim zorluğu var. Bazı dinleyiciler onu sahte buluyor. Katılmıyorum. Benim yorumum kavramlarını onların dil tuzaklı açıklamalarına tercüme etmekte zorluk çektiği.

13. Bölüm

STEVEN PINKER
"Dil İnsan İçgüdüsüdür"

GEORGE C. WILLIAMS: *Steven Pinker'dan olumlu anlamda çok etkilendim. Yirmi birinci yüzyılın süper starlarından olacak. Dil yeteneğimizin evrimi üzerine çalışmaları ve bu konu hakkında belli terimlerle konuşması özellikle dikkate değer. Evrimleşegelen ve neden evrimleştiklerine dair yorumlar yapabildiğimiz özellikler var. 1966 tarihli kitabımda insanları özel kılanın ne olduğu üzerine fikir yürütmüştüm. Her türden savlar ileri sürmüştüm; iki ayaklı olmak, alet kullanmak ve benzerleri, ama tek tanımlayıcı yeteneğin dil olduğunu fark ettim.*

STEVEN PINKER *deneysel psikolog; MIT, Beyin ve Bilişsel Bilimler Bölümünde profesör, MIT, McDonnell-Pew Center for Cognitive Neuroscience [Bilişsel Sinirbilim Merkezi] yöneticisi; Language Learnability and Language Development [Dilin Öğrenilebilirliği ve Dil Gelişimi] (1984), Learnability and Cognition [Öğrenilebilirlik ve Biliş] (1989) ve The Language Instinct [Dil İçgüdüsü] (1994) kitaplarının yazarı.*

STEVEN PINKER: Dile bir içgüdü diyorum, diğer bilişsel bilim insanlarının zihinsel organ, yeti ya da düzenek dediği bir şey için itiraf etmek gerekir ki yabansı bir terim. Dil çocukta bilinçli çaba ya da muntazam yönergeler olmaksızın kendiliğinden gelişen karmaşık, özelleşmiş bir yetenektir, altında yatan mantığın farkındalığı olmadan harekete geçer, tüm bireylerde niteliksel açıdan aynıdır ve bilgi işleme ya da akıllıca davranma gibi daha genel yeteneklerden farklıdır. (Bunun doğal sonuçlarından biri dildeki karmaşıklığın okuldan, dilbilgisi kitaplarından değil, çoğunun çocuğun zihninden gelmesidir.) Bütün bunlar insan beyninde evrimleşmiş tahsisli devrelerin dile sebep olduğunu akla getirir. Bu da insan zekâsının başka hangi yönlerinin özelleşmiş sinir devrelerinden gelen içgüdüler olduğu sorusunu ortaya atar.

İnsan dilinin bütün yönleriyle ilgileniyorum. Hayatını dil araştırmalarıyla kazanan deneysel psikoloğum: çocuklar dili nasıl öğrenir, insanlar cümleleri zihinlerinde nasıl bir araya getirir ve sohbet esnasında cümleleri nasıl anlar, dil beyinde nerede yerleşiktir ve tarih esnasında dil nasıl değişir.

Çalışmalarım bilimin 1950'lerden bu yana keşfettikleri üzerine yoğunlaşıyor. Bu sorulara cevap verirken, durmadan başka sorular beliriyor. Neden Toronto hokey takımı "Maple Leafs" [Akçaağaç Yaprakleri] adındadır da, "Maple Leaves" [Akçaağaç Yaprakları] değildir? Neden göçmenler dersler, CD'ler, ödevler ve İngilizce sınıflarına giderken onların dört yaşındaki çocukları bu dili anne-babalarının dilbilgisi hatalarıyla dalga geçebilecek kadar çabuk öğrenir? Bir çocuk kurtlar tarafından yetiştirilse hangi dili konuşur? Ayrıca dilin nasıl işlediği, bir çocuğun dili nasıl edindiği, insanların dili nasıl kullandığı ve beyindeki yaralanma ya da hastalıklar sonucunda dilin bozulmasıyla da ilgileniyorum.

Bu bilgileri üç temel fikirle birleştiriyorum. Biri genelde insanların dil hakkındaki bilgilerin yanlış olmasına dayanıyor. Dilin hem fen hem sosyal bilimlerdeki kişilerce paylaşılan yaygın görüşünde dil tarihte belli bir noktada keşfedilmiş kültürel bir yapıdır ve çocuklara rol modeli örnekleri ya da okuldaki açık yönergelerle aktarılır. Bu görüşün çıkarımı okullar bozulacak,

insanlar dili *rock* yıldızlarından ve sporculardan öğrenecek, dil sürekli yozlaşacak ve eğer mevcut akış devam ederse sonunda hepimiz Tarzan gibi homurdanacağız. Ben tam tersine dilin insan içgüdüsü olduğunu ileri sürüyorum.

İkinci fikir şuradan geliyor: Eğer dil zihinsel bir organsa, nereden gelmiştir? Fiziksel organlarla aynı kaynaktan geldiğine inanıyorum. Dil bir uyarlanım, insan türünün evriminde doğal seçilimin ürünüdür. Nasıl baktığınıza bağlı olarak bu ya inanılmaz derecede sıkıcı ya da son derece muhalif bir çıkarım. Bir taraftan pek çok kişi dilin insanın içkin yetisi olduğunu duyunca insan beyninin ve bedeninin diğer tüm karmaşık içkin yönleriyle aynı kaynaktan, yani doğal seçilimden gelmesine şaşırmaz. Ama çok seçkin iki kişi bu çıkarımı reddediyor, ama bunlar herhangi iki seçkin değil; muhtemelen evrim üzerine yazan en ünlü kişi Stephen Jay Gould ve dil üzerine yazan en ünlü kişi Noam Chomsky. Onlar dilin insan beyninin gelişimi ve biçimlenmesi yasalarının ya da başka bir şeyin doğal seçilimin rastlantısal yan ürünü olduğunu ileri sürüyor Her ikisine de katılmıyorum.

Üçüncü fikir "Her şeyden önce neden dilin ayrıntılarıyla bu kadar ilgilenelim ki?" sorusundan geliyor. Dil ilginçtir, çünkü, elbette, ayırt edici biçimde insana aittir ve hepimiz dile bağımlıyız. Asırlardır dil insan zihni ve insan doğası tartışmalarının ana konusu olagelmiştir. İnsanların örneğin Choctaw'da yan cümleciklerin uygun söz dizimi üzerine teknik tartışmalarla talim yapmaya yatkınlığının sebebi herkesin insan doğasına dair bir fikri olması ve bu tür dil tartışmalarının arkasında dilin insan doğasının ilk anlaşılacak bilimsel yönü olduğu inancı yatmasıdır.

Eğer dil bir içgüdüyse, bu zihnin geri kalanı için ne demektir? Ben zihnin geri kalanın da içgüdüler kümesi olduğu fikrindeyim. Zekâ, öğrenme yetisi ya da rol modellerini taklit etme yeteneği gibi bir şey yok. Beyin daha ziyade İsviçre çakısı gibi: birçok aletin bir araya gelişi, dil de bunlardan biri, atalarımızın Buzul Çağı boyunca yüz yüze kaldıkları işleri başarabilecek doğal seçilimle şekillenmişler.

Neden dilin bir içgüdü olduğunu söylüyorum? Neden kültür edinme ya da sembol kullanma yeteneğinin gösterimi değil? Son yüzyılda toparlanmış dört tür kanıt var.

İlki evrensellik. Evrensellik kendi başına bahsedilen yeteneğin içgüdü olup olmadığını göstermez. Bildiğim kadarıyla VCR ve faks makinelerinin tüm toplumlarda şimdi evrensel olduğudur. Ama evrensellik içgüdü durumunu kurmak için ilk adımdır, yirminci yüzyılın başında antropologlar dünyanın uzak köşelerindeki toplumları araştırmaya başladığında istisnasız her toplumun karmaşık dil bilgisine sahipliğinin keşfedilmesi dikkate değer ve beklenmediktir.

Taş Devri dili diye bir şey yoktur. Sıklıkla maddesel anlamda en ilkel toplumların son derece gelişmiş, karmaşık dilleri olduğunu görürsünüz. Benzeri şekilde bir toplum içinde karmaşık dil bilgisi evrenseldir. Bunu takdir edebilmek için kuralcı dilbilgisini –öğretmenlerin ve düzeltmenlerin dilbilgisini (etmek fiilini bitişik yazma, yalnız kelimesini dikkatli kullan, tamlamaların uyumuna dikkat et, "gelcem" yazma)– bir kenara koymanız gerekmektedir. Bunun konuştuğum şeyle hiçbir ilgisi yoktur: büyük oranda standart yazılı diyalekt için uzlaşımlara riayet etmektir, tüm okur yazarların çok iyi öğrenmesi gerekir, ama sıradan sohbetten farklıdır. Sohbet ederken kelimeleri dizerek ifadeler ve cümlelere dönüştürmemizdeki bilinçdışı kurallar anlamında konuşma dilinin dilbilgisi çok daha inceliklidir. Sokaktaki insanın ya da dört yaşında birinin konuşmasını üretmek için ne tür zihinsel yazılım gerektiğini saptamaya çalışırsanız, her zaman bunun aşırı derecede karmaşık olduğunu ve hem bir toplumda hem de toplumlarda aynı tasarıma sahip olduğunu bulursunuz. Tüm diller isim ve fiil, özne ve nesne, isim halleri ve uyum ve ekler ve binlerce ya da on binlerce kelimelik sözcük dağarcığı kullanır.

Bunlar kanıtların ilk iki parçacığıdır, dilin evrenselliği ve dilin tasarımının evrenselliği; yani insanların konuşma yeteneğinin altında yatan zihinsel algoritma çeşitleri. Üçüncü kanıt benim kendi mesleki uzmanlığımdan, çocuklarda dil gelişiminden gelir. Tüm dünya kültürlerinde dil gelişiminin aynı yolu izlediğini görürüz. Ebeveynlerin de onaylayabileceği gibi dikkate değer ölçüde hızlıdır. Hayatlarının ilk yılında çocuklar agulamaya başlar. On sekiz ay civarında "mama cici", "baba gel" gibi ilk kelime bileşikleri olur. Daha sonra iki yaş civarı yaklaşık altı

ay –bazı çocuklarda daha kısa bir sürede– patlama olur, tüm dilbilgisi gerçekten çiçeklenir: yan cümlecikler, edilgenlik, ne, nasıl, kim soruları görülür, öylesine karmaşık yapılar belirir ki yapay zekâ araştırmacıları bilgisayarla İngilizce konuşmamızı sağlayacak bilgisayar sistemleri için bunu taklit etmeyi başaramamıştır. Sonuçta çocuklar bu yapılarda üç yaşından önce ustalaşırlar ve belli bir noktada kısa zaman önce bir iki kelimeden fazla bebek sözleri söyleyemeyen çocuğunuzla sohbet etmeye başladığınız izlenimini edinirsiniz.

Çocuğun yaptığı kayda değer ölçüde zor bilgisayım problemini çözmektir. Problem bir mühendislik görevi şeklinde ifade edilebilir: dünyadaki beş bin dilden herhangi birinden cümle örneklemlerini ve bağlamlarını alıp bu belli sayıdaki cümlelerle –diyelim birkaç yüz bin cümle ile– cebelleşip o dil için, dilin hangisi olduğuna bakmadan bir dilbilgisi oluşturun. Yani, Japonca cümleler dahil, Japonca dilbilgisi hariç, Svahili cümleler dahil, Svahili dilbilgisi hariç. Bu problem mevcut herhangi bir yapay zekâ sisteminin kapasitesinin çok ötesindedir. Mevcut doğal dil işleme sistemleri tek bir dili kullanmaya bile muktedir değildir, bırakınız bir dili kullanmayı öğrensinler. Yine de bir çocuk bunu dilbilgisi dersleri ya da anne babanın geribildirimleri olmaksızın altı ayda yapar. Dahası eğer bebek konuşmalarına yakından bakarsanız, gezegende dili karakterize eden evrensel sınırlamalara uyduğunu bulursunuz. Benim gündelik işlerimde yaptığım tür deneylerde, bir çocuğu daha önce karşı karşıya kalmadığı yapılarla karşı karşıya getirecek durumlara koyarsınız, çocuk çoğunlukla ilk seferde doğruyu bulur, sanki bütün parçalar hazırdır sadece bir araya getirmesi gerekir.

Çocukların hataları önleme konusunda da dikkate değer yetenekleri vardır. "Oğlusu", "seyret ediyorum" gibi şeyler duyunca kulaklarımız tırmalanır. Ama bilgisayarların yapacağı çok daha büyük hatalar kümesine bakarsak, dilin mantığına dair doğal sonuçlara varmaktan gelen bu hataların pek çoğu bir mantıkçı, şifre çözücü ya da bilgisayar programının ilk tahmini olmalarına rağmen çocukların asla yapmadığı hatalardır.

Dil gelişimi genel iletişimsel faydayla hareket etmez. Çocuklar daha çok kurabiye, daha fazla televizyon izlemek ya da dı-

şarıda daha çok oynayabilmek için giderek daha iyi konuşmaz. Çocuklardaki gelişimde gördüğümüz değişikliklerin pek çoğu konuşmalarının edindikleri dilin dilbilgisine daha uyumlu olmasını sağlar. Örneğin şimdiki zaman ve geçmiş zamanda aynı şekilde kullanılan *cut* (kesmek), hit ve put kelimelerini ele alalım.* Bu seviyedeki bir çocuk "*On Wednesday I cutted the grass*" (Çarşamba otları kestim) diyecektir. Cümlenin doğrusu "*On Wednesday I cut the grass*" hem Çarşamba otları kestim, hem Çarşambaları otları keserim anlamına gelir, çünkü İngilizcede "*cut*" kelimesinin geçmiş ve geniş zamanı birdir. Oysa *cutted* diyen bir çocuk, dilbilgisi hatası yapsa da ikisi arasında ayrım yapabilmektedir. Çocuklar bu "hataları" bırakırlar ve böyle yaparak fikirlerini iletme yetenekleri anlamında dilleri kötüye gider. Çocuğun zihninde olanlar bir tepeye tırmanma süreci gibi değildir, üzerinde sebatla çalışmaya devam ettikçe daha iyi iletişim kurmaz, ama çocuğun dilini topluluğun diliyle eşzamanlılaştıran bilinçdışı bir programdır.

Çocukların dile karmaşıklık zerk ettiğini gösterebileceğiniz yabancıl durumlar vardır. Duyduklarını sadece kusurlu bir şekilde tekrar etmez ya da yeniden üretmezler, ama dili daha karmaşık hale getirirler. Bu durumlara dil melezleştirmesi denir. İlk kez plantasyonlarda ve köle kolonilerindeki çocukların farklı dil gruplarından gelen yetişkinler arasında bir tür iletişim dili görevi üstlenmiş tutarsız dilbilgisiz kelime dizilerinden meydana gelen basit melez dile maruz kaldığı vakalarda belgelenmiştir. Bu basit karma dile maruz kalan çocukların ilk nesli bu melez dili üretmemiş ama onu melez dil denilen sistemli dilbilgisine sahip dile çevirmiştir. Bugün melezleştirmenin meydana geldiği pek çok vaka görülebilir. Bunlar ya sağır

* Yazar burada İngilizcede geçmiş zaman eki *–ed* almayan düzensiz fiillerden bahsetmektedir. Çocukların Türkçe öğreniminde bu türden ortak hatalar mevcut değildir. "(Havighurst İngilizce konuşan) çocukların oldukça iyi mantık yürütme yeteneğine sahip oldukları çağda bile kaçınamadıkları bu hataların İngilizcenin yapısının çok az mantıksal olmasından kaynaklandığını iddia ediyor. Türkçenin oldukça sağlam mantıksal yapısının çocukların çoğu tarafından ortaklaşılan yaygın cümle hatalarını büyük ölçüde önlediğine biz de inanıyoruz." Füsun Altıok, dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/40/488/5728.pdf, 20.10.2014 –çn.

çocukların anne babaları doğru düzgün öğrenmediği için işaret dilinin kusurlu bir haline maruz kaldıklarında ya da Nikaragua işaret dili vakasındaki gibi işaret dili olmadığında ve çocuklar ilk kez okulda bir araya geldiklerinden bizim gözlerimiz önünde sistemli bir dilbilgisi içeren dil keşfettikleri durumlardır.

Son kanıt dilin sinirbilimsel ve hatta belki genetik özgüllüğe sahip gözükmesidir. Yani, beyin bir et yığını değildir, daha az beyniniz oldukça daha kötü konuşmaz, daha aptal olmazsınız, ama alt-sistemlere örgütlenmiş gözükmektedir. Beyin hasarlarını ve genetik kusurları kullanarak beynin alt-bileşenlere nasıl ayrıldığını görebiliriz.

İlk olarak, dilin bozulduğu ama zekânın bozulmadığı vakalar vardır. Örneğin insanların konuşma ve konuşulanı anlama yeteneklerini kaybettikleri, ama zekâlarının geri kalanının korunduğu felcin sebep olduğu afaziler vardır. Daha az aşırı bir durum SLI "specific language impairment" (özgün dil bozukluğu) denilen, çocukların zaman çizelgesine uygun ya da normal şekilde dil geliştiremediği vakalardır: dil geç gelir ve çocuk mücadele etmek zorundadır. Telaffuz uzun terapiler ve alıştırmalar sonucunda yetişkinlikte gelişir, ama mağdur yavaş, şüpheyle ve pek çok dilbilgisi hatası yaparak konuşur. Beş yaşında herhangi bir çocuğun yapabileceği belli dil görevlerini yerine getiremezler. Örneğin gözetmen yaptığı iş için kelime mevcut olmayan bir adamı bu işi yaparken gösterir, örneğin adam başının üzerinde bir ip sallamaktadır ve şöyle der: "Buradaki adam *kümlüyor*. Dün de aynı şeyi yaptı. Dün bu adam ..." Beş yaşında biri *kümleme* kelimesini daha önce hiç duymamasına rağmen "kümledi" diyecektir. Muhtemelen bunu dilbilgisi kuralının zihinsel dengini uygulayarak yaratır: Geçmiş zaman için –di eki getir. Ama bunu dil-bozukluğu çeken mağdura verdiğinizde çoğunlukla "Nereden bileyim? Bu kelimeyi daha önce hiç duymadım" diyecektir. Ya da oturup düşünecek sanki bir matematik problemiymiş gibi akıl yürütecektir; cevap kendiliğinden gelmez.

Bu durum SLI mağdurlarının, tanısal tanımlamayla normal zekâda olmalarına rağmen mevcuttur; yani zekâları normal olmasaydı "özgün dil bozukluğu"yla sınıflandırılmazlardı. Sağır değiller, otistik değiller, sosyal bozuklukları yok. Aslında

sıklıkla zekâları üstün olabilir. Matematikte çok başarılı, ama zorla konuşan SLI mağduru çocuklar vardır. SLI ailevi özellik gösterir; dil terapistleri bunu uzun yıllardır bilmektedir, çünkü Johnny'i tedavi ederler, birkaç yıl sonra Johnny'nin kız kardeşini ve sonra kuzenini. Son birkaç yılda büyük ölçekli aile ve ikiz çalışmaları SLI için yüksek kalıtsallık vermektedir. Önemli çalışma, ayrı büyümüş eş yumurta ikizleri çalışmaları henüz yapılmamıştır, çünkü bu ikiz çiftlerinin tüm dünyada sadece yetmişi araştırılmıştır ve hiçbiri SLI göstermemektedir.

Kötü bir gen ya da hasarlı bir beyin gördüğünüz ve dilin etkilendiği ama beynin geri kalanının sağlıklı çalıştığı vakalarda daima belki de dilin zihinsel açıdan yaptığımız en talepkar şey olduğu itirazı vardır. Eğer işlemleme gücüne bir şekilde gölge düştüyse, en fazla dil etkilenecektir, ama bu dilin bilişin geri kalanından ayrı olduğu anlamına gelmez; belki sadece niceliksel anlamda farklıdır. Düğüm noktası tam tersi bozukluğun görüldüğü, benim alanımdaki kişilerin "çift ayrışma" dedikleri şeydir: bu sendromlarda dil etkilenmemiştir ama zekânın geri kalanı zarara uğramıştır; konuşabilen ve iyi konuşan, ama zekâ özürlü biri. Spina bifida ve Williams sendromu gibi durumlarda bu olabilir. Bu vakalarda terapistlerin konuşma-kutuları ya da zırvacı dediği şey olur; bir çocuk durmaksızın çok güzel cümlelerle gerçeklikle alakası olmayan şeyler anlatır. Bu durum ayakkabısını bağlayamayan, parayla ilişki kuramayan IQ seviyesi 50 olan çocuklarda olabilir. Bu, dilin ayrık zihinsel bir sistem, bir güdü olduğunun kanıtıdır.

Neden dile uyarlanım diyorum? Alternatif ne? Gould ve Chomsky yan ürün diyor. Belki evrimsel tarihte büyük bir beyin geliştirirken, aynı dik duruşa geçtiğimizde omurgamızın S şeklini alması gibi, dil kendiliğinden geldi. Belki dile beyaz kemiklere sahip olmamızla aynı nedenden sahibiz. Kemiklerimizin neden yeşil yerine beyaz olduğuna dair kimse uyarlanımcı açıklama aramıyor. Beyaz olmalarının sebebi kemiklerin sağlamlığı sebebiyle seçilmesinin bir yan sonucu; kalsiyum kemikleri sağlam kılıyor ve kalsiyum beyaz. Beyazlık sadece bir yan tesir, bir rastlantı.

Gould ve Chomsky'nin savı dilin belki başka bir şeyin seçiliminin; belki analitik işleme, yarıküre özelleşmesi, daha bü-

yük bir beyinin önlenemez fiziksel sonucu olabileceğidir. Dil evrimleştiğinde orada olup da bize bunu anlatabilecek kimse yok, kelimeler fosilleşmiyor, dolayısıyla savlar dolaylı. Ancak biyolojide bir şeyin doğal seçilime atfedilmesi, yani uyarlanım denebilmesi ve de Gould ile Lewontin'in bingi dedikleri şey, yan ürün görülebilmesi için standart ölçütler var. İlginçtir, Gould ve Chomsky bu ölçütleri dile uygulamaz. Dilin bir uyarlanım olmayabileceği mantıksal olasılığını belirtmişlerdir, ama "şimdi test setini çıkartalım, diğer biyolojik sistemlere uyguladığımız gibi dile uygulayalım ve cevabı görelim" dememişlerdir.

George Williams ve Richard Dawkins bu testi ifade etmiştir, test karmaşık uyarlanım tasarımıdır. Biyolojideki temel problem biyolojik örgütlenmeyi açıklamaktır: neden hayvanlar olası olmayan ama ilginç şeyler yapan karmaşık madde düzenlemeleridir. Dawkins ve Williams, Darwin'den önce karmaşık tasarımın teologlar tarafından bile yaşamın temel bilmecesi kabul edildiğini belirtir. Aslında onlar için Tanrı'nın mevcudiyetine dair bir savdır. Din adamı William Paley bunu en iyi şekilde ortaya koyar: Bir arazide yürüdüğünüzü hayal edin, bir kayaya rastlıyorsunuz, birilerine kayanın buraya nasıl geldiğini soruyorsunuz, onlar da "Bu kaya hep buradaydı" diyor. Muhtemelen bunu iyi bir açıklama kabul edersiniz. Ama şimdi diyelim ki bir arazide yürüyorsunuz ve bir kol saatine rastladınız ve bu saatin oraya nasıl geldiğini sordunuz ve birileri "Bu saat hep oradaydı" dedi. Bu açıklamayı kabul etmezsiniz, çünkü bir kol saati doğası gereği maddenin olasılık dışı düzenlenmesidir. Rüzgarların esip depremlerin olduğunu, bir grup maddeyi bıraktıklarını ve yayların, çarkların, akreple yelkovanın, sayıların saatteki tam bu düzenekte yer edindiği olasılığını dışlarsınız. Kol saati zeki bir yaratıcıya işaret eden, zamanı tanımlama amaçlı tasarımlandığının tuhaf belirtilerini gösterir.

Paley'in on dokuzuncu yüzyıl savı, göz gibi her hangi bir biyolojik organın bir saatten çok daha karmaşık olmasıydı. Gözün retinası, lensi kesin şekilde hareketini sağlayan kasları, ışığa tepki vererek kapanan irisi ve pek çok diğer incelikli kısımları vardır. Karmaşık tasarımıyla bir saatin saatçiyi ima etmesi gibi, göz de gözü yapan birini –Tanrı'yı– ima eder. Darwin'in yaptı-

ğı bu karmaşık tasarımın bir çözüm gerektiren ciddi bir sorun olduğunu inkar etmek değil, çözümü değiştirmekti. Darwin'in fikrinin parlaklığı, doğal seçilimin karmaşık tasarımların ortaya çıkışını açıklayabilen ileri sürülmüş tek fiziksel süreç olmasındadır. Görme için ustaca tasarlanmış gözleriniz olmasının sebebi uzun eşleyiciler serisinin sonucu olmasında yatar, öyle ki göz daha iyi işledikçe, tasarımın bir sonraki nesillere aktarılma olasılığı artmıştır.

Tüm biyologların doğal seçilimin ürünü gördüğü gözle karmaşık araçlar, tasarlanmış sistem ya da maddenin düşük olasılıklı düzenlenişi gözükmeyen kemiğin beyazlığı ya da omurgamızın S şekli gibi özellikler birbirinden ayrılabilir. Hayvanların kemiklerinin beyazlığıyla seçilime uğradığı bir senaryo üretmek zorunda değiliz. Uyarlanım yerine yan ürün açıklaması son derece akla yatkın.

Test bu. Şimdi bunu dile uygulayalım. Dilin yakın zamanlı çalışmalarında keşfettiğimiz, dilin de olasılık dışı karmaşık biyolojik bir sistem olduğudur. Olasılık dışı olması sadece bir türde bulunmasındandır ve beyine yaptığınız pek çok şey dili kullanma yeteneğinizi bozduğu için olasılık dışıdır. Üstelik kol saati ya da göz gibi, pek çok incelikli kısmı vardır. Tipik bir lise mezununda altmış bin sözcük içeren zihinsel sözlük vardır. Sözcüklerden bir cümle oluşturmamızı sağlayan sözdiziminin bilinç dışı kuralları vardır. Sözcük parçacıklarından, kök ve eklerden sözcük oluşturmamızı sağlayan morfoloji vardır. Sözcükler dizisini telaffuz edilebilir ses dizgileri haline getiren fonetiğin kuralları ve süreçleri vardır. Dilin ve –diğer memelilerin yaptığı gibi nefes alırken yutabilmek gibi– başka biyolojik işlevler pahasına özellikle konuşma üretmek için yapılmış gözüken gırtlağın şekli ve yerleşmesini içeren konuşma üretim düzenekleri vardır. Konuşma algılaması vardır, kulak diğer herhangi bir sinyal türünü yapabildiğinden çok daha yüksek hızda, saniyede 15-45 ses birimi hızıyla konuşmanın kodunu çözer. Bu nerdeyse bir mucizedir, çünkü saniyede 20 birim frekansıyla ses pes bir vızıltıya karışır, yani ağız ve kulak bir tür çok-düzeyleme ya da bilgi sıkıştırma ve açma yapmaktadır. Ve bir çocuğun bütün bunları çok kısa zaman zarfında yapma yeteneği vardır.

Bu olguların dilin anatomisinin, gözün anatomisi gibi, karmaşık olduğunu gösterir. Üstelik dil oldukça açıkça kalıtsal şekilde üreme amaçlarına hizmet etmesi anlamında uyarlanımsaldır. Tüm toplumlar teknoloji ve icatları paylaşmak gibi faydalı şeylerde dili kullanır. Dil insanların yöreleri hakkında öğrendiklerini paylaştıkları ana araçtır. Ayrıca, insan türündeki sosyal ilişkiler büyük oranda dille yürütülür. Dille iktidara gelir, insanları manipüle eder, eş bulur, ilişkimizi sürdürür, arkadaşlar kazanır ve insanları etkileriz. Üstelik biz ve tüm toplumlar kendini iyi ifade eden ve ikna edici kişilere değer verir, bu kesinlikle daha iyi dil kullanımı için baskı yaratır.

Bu iki kanıt çizgisi dilin uyarlanım ve doğal seçilim ürünü ölçütlerini sağladığını söyler. Diğer seçeneği de sınayabiliriz; yani, aynı kemiğin beyazlığının kalsiyumdan yapılmasından gelmesi gibi dilin başka bir rotadan ortaya çıkması için bir yolun var olmasını. Chomsky ve pek çok antropolog büyük bir beynin bize dil vermek için yeterli olduğunu ileri sürdü. Bu fikri sınayabiliriz, çünkü küçük beyinli insanlar vardır. Cüceler vardır, insan türü içerisinde normal çeşitlemeler vardır ve elbette ki daha küçük beyinli insanların dille sorun yaşadığı vaka yoktur. Cüceliğin bazı sendromlarında beyin bir şempanze beyninden büyük değildir. Bu insanlar engellidir, ama dile sahiptir.

Beynin şekli dilin mutlak kaynağı olarak eleyebileceğimiz başka bir olasılıktır. Belli bir nöron paketlemesindeki bütün beynin fiziğinin karmaşık kurallarıyla bir şekilde dili ortaya çıkarması olanaklı mıdır? Yine, normal çeşitleme ve patolojinin sınırları içinde, genelde hidrosefali vakalarında, çok biçimsiz beyinlerin raporları vardır, kimi zaman beynin kafatasında bir hindistancevizinin etli kısmı gibi uzandığı vakalar vardır. Bir insanın bu koşulda olması ve gelişim çizelgesine uygun şekilde dil geliştirmesi olanaklıdır. Raporlanmış bir vaka Oxford'daki bir lisans öğrencisine aittir.

Eğer bu ölçütleri dil kadar tutkun ve muhtemelen peşin hükümlü olmadığımız herhangi bir organa uygulasaydık, göz için vardığımız sonuca ulaşırdık: bu doğal seçilimin ürünüdür.

Peki zihnin geri kalanı? Bu yüzyılda, 1920'lerden başlayarak insan zihnine genel amaçlı öğrenme aygıtı diye yaklaşan ve

karmaşıklığını çevreleyen kültüre atfeden yaygın ve büyük entelektüel hareket oldu. Bu fikrin arkasında açık bir siyasi hareket var, on dokuzuncu yüzyılın bazı ırkçı öğretilerine tepkiydi; insan eşitliği ve mükemmelliği ideallerine uygundu. Bir bebeği alıp doğru toplumla ondan her şey ortaya çıkarabilirsiniz. Bu konuya bu bakış açısıyla yaklaşan kimseler genelde "biyolojik belirlenimciler"le –stereotipe göre, kadınların biyolojik olarak çocuk büyütmek için tasarlandığı ya da yoksulların biyolojik açıdan ikinci sınıf olduğuna inananlar– aynı kefeye kondular. Bu tartışmaların arkasında bu hayalet dolaşıyor; hem akademide hem de kibar entelektüel tartışmalarda, politika gereği doğru olan zihnin balmumu topağı ya da boş bir sayfa olduğudur.

Carl Degler sosyal bilimlerde Darwinciliğin tarihi hakkındaki kitabında bu inancın izlerini akademideki iki kaynağa dek sürüyor. Biri insan kültürlerinin sınırsızca ve bağımsızca değişiklik gösterebileceği ve bu nedenle insan türü hakkında belirli hiçbir şey söylenemeyeceği, çünkü bir yerlerde bunun karşıtının gösteren bir kabilenin olabileceği fikrini ekleyen antropolojidir. Diğeri ise genel her amaca uygun düzenek fikrini ekleyen psikolojidir. Ama şimdi bu her iki fikir de itibardan düşmüştür.

Antropolojinin insanlığın her şeyin bulunabildiği bir karnaval izlenimi kısmen turist zihniyetinden gelir: bir geziden döndüğünüzde gittiğiniz yer hakkındaki farklılıkları hatırlarsınız, yoksa evde de kalabilirdiniz. Yani antropologların pek çoğu hem mesleklerini meşrulaştırmak hem de insan potansiyeli hakkında insanların farkındalığını arttırmak için araştırdıkları kabilelerin egzotikliğinin ve tuhaflığının derecesini abarttılar. Ama iddialarının çoğu ya Margaret Mead'in Samoa hakkındaki iddiası gibi asılsız çıktı ya da ağaçlardan ormanı göremediler: antropologlar farklılıklara bakarak o kadar çok zaman geçirdiler ki her kültürde bulunan mizah, aşk, kıskançlık ve sorumluluk hissi gibi insan deneyimlerinin temel kategorilerini fark edemediler. Dil düpedüz insan tümellerinin en ünlü örneğidir. UC Santa Barbara'dan antropolog Donald Brown *Human Universals* [*İnsan Tümelleri*] adlı bir kitap yazdı, bu kitapta doğrulanmış insan tümellerinin etnografı arşivini didik didik taramış. İnsan deneyiminin her küresini içeren yaklaşık yüz elli mad-

delik bir listeye varmış. Bunlar bana göre antropolojinin temel dersleridir. İlginç keşifler akrabalık sistemleri ya da şamanlık biçimleri değildir. Hepsinin altında –dil için evrensel tasarıma Chomsky'nin evrensel dilbilgisi demesi gibi– kültürün geri kalanında Donald Brown'ın evrensel insanı vardır. İnsan türünü bir biyoloğun diğer bir türü karakterize ettiği gibi karakterize etmiştir.

Ayrıca yapay zekâ tasarlama girişimi de dahil psikoloji ve öğrenme çalışmalarından, gelen her şeyi öğrenebilen sihirli öğrenme düzeneği yanılsaması silindi. Kulağa makul geliyor, ta ki birini yapmaya kalkışıncaya kadar.

Bilişsel bilimin ve yapay zekânın ana keşfi sıradan insanların renkli görme, bir kalemi alma, yürüme, konuşma, bir yüzü fark etme ve sıradan bir sohbette akıl yürütme gibi yakından incelenince dikkate değer tasarımlanmış becerileri umursamama eğilimi. Bundan kendi özel tür yazılımlarını gerektiren şaşırtıcı derecede karmaşık görevlerdir. Bir öğrenme sistemi inşa edildiğinde, her şeyi öğrenecek bir sistem inşa edilmez; geniş bölgeleri öğrenen bir sistem, dilbilgisi öğrenen bir sistem, bitki ve hayvan türlerini öğrenen bir sistem ya da belli bir sosyal etkileşimi öğrenen bir sistem gibi çok özel bir şeyi öğrenebilen bir sistem inşa edilmelidir. Bir beynin çalışabilmesinin tek yolu bilginin ve deneyimin belli yönlerine göre üretilmiş bu geniş öğrenme kümesine sahip olmaktır. Genel amaçlı öğrenme aygıtı genel amaçlı araçlar gibidir: bir kutu çekiç, tornavida, testere yerine bir tek alet edinebilirsiniz. Bu olasılık donanım mühendisliğinde ve de aynı ölçüde zihinsel-yazılım mühendisliği dediğimiz psikolojide olası değildir.

Eğer dil içgüdüyse, o zaman geri kalanlar nedir? Karbüratör tamiri içgüdü müdür? İçgüdü kaygan bir zemin mi? Elbette değil! Diğer tür, boş bir zihindeki genel amaçlı öğrenme aygıtı fikri o kadar derine yerleşmiştir ki pek çok kişi için iki aşırı uçtan başka bir şey olması olanaklı değildir: bir uçta hiçbir şey içgüdüsel değildir; diğer uçta karbüratör onarma becerisi bile içgüdüdür.

Ama psikoloji, dilbilim ve yapay zekâdaki araştırmalar ilginç bir orta durum olabileceğini gösterdi. İnsanların yaptığı

bütün bu harika şeyler –karbüratörleri onarmak, pembe dizilerin kurgularını takip etmek, hastalıklar için tedavi bulmak– az sayıdaki temel modüllerin etkileşiminden ortaya çıkabilir. Zihin diğer şeylerin yanı sıra şunlara sahip olabilir: sezgisel mekanik için bir sistem –yani, fiziksel nesnelerin nasıl davrandığını, nasıl düştüklerini vb kavrayışımız; sezgisel biyoloji –yani, bitki ve hayvanların nasıl işlediğine dair beklentilerimiz; sayı hissi, temel matematik ve aritmetik; zihinsel haritalar, geniş alan bilgisi; içinde rahat ettiğimiz çevrenin çeşidini tespit eden habitat-seçim modülü; korku hissi ve tüm insanlarda bulunan yükseklik korkusu, zehirli, yırtıcı hayvan korkusu gibi fobiler kümesini içeren tehlike hissi; yiyecek, kontaminasyon, hastalıklar, bozulma ve itici ve iğrenç sezgisi. Mevcut iyiliği hissetme: Hayatım yolunda mı? Her şey yolunda mı, yoksa bir şeyler değiştirmem gerekir mi? Sezgisel psikoloji; yani insanların davranışlarını onların inanç ve arzularını bilerek tahmin etme (bu modül otizmde şans eseri hasara uğramış gözükmektedir). Diğer insanlara, yeteneklerine ve becerilerine dair bilgiyi depoladığımız zihinsel fihrist. Ben-kavramı: kendimize dair bilgimiz ve diğerleri için kimliğimizi nasıl paketlediğimiz. Adalet, doğruluk, zorunluluk hissi. Adam kayırma eğilimi içeren akrabalık hissi. Cinsel çekim, aşk, sadakat ve terk etme hislerini içeren bir sistem.

"Neden dille bu kadar çok ilgilenmeliyiz?" sorusuna verilecek cevaplardan biri dilin insan zekâsının içgüdüsü olduğudur ve daha pek çok cevap olabilir.

GEORGE C. WILLIAMS: Steven Pinker'dan olumlu anlamda çok etkilendim. Yirmi birinci yüzyılın süper starlarından olacak. Dil yeteneğimizin evrimi üzerine çalışmaları ve bu konu hakkında belli terimlerle konuşması özellikle dikkate değer. Evrimleşegelen ve neden evrimleştiklerine dair yorumlar yapabildiğimiz özellikler var. 1966 tarihli kitabımda insanları özel kılanın ne olduğu üzerine fikir yürütmüştüm. Her türden savlar ileri sürmüştüm: iki ayaklı olmak, alet kullanmak ve benzerleri, ama tek tanımlayıcı yeteneğin dil olması çarpıcıydı. Ancak ileri dil yeteneğinin seçilim tarafından yeğlendiğine dair kimse bir neden düşünememişti. Shakespeare, Milton ya da Goethe'nin kendi-

lerinden düşük IQ ve dil yeteneğine sahip çağdaşlarından çok daha büyük sayıda torunlar üretmediklerini sanıyorum, bu nedenle evrimin bu avantaja sahip olmaları için olanaklı olduğunca erken çocukları asgari dil kapasitesiyle donatmaya çalıştığını ve rastlantısal bir sonuçla birey geliştikçe sürecin geliştiğini, böylece gereksinenden çok daha gelişmiş dil yeteneğine sahip yetişkinlerin ortaya çıktığı tahmininde bulundum. Pinker bu tarz bir şey kast ediyor olabilir. Dilin evrimi üzerine ilk çalışmalarından bazılarını okudum, ama *The Language Instinct* kitabını okumadım. Kesinlikle yakın zamanda okuyacağım.

DANIEL C. DENNETT: Steve Pinker'ın yetiştiği MIT etosuna sırtını dönmekteki netliği ve azmini özellikle ilginç buluyorum. Bu kişi dilin ve bilişsel bilimin doğası hakkında son derece dar ve yeniliğe karşı tepkili bir görüşle eğitilmiş ve bu eğitim evrimsel kaygılara hiç yer vermiyor. Steve'le ilk tanıştığımda, bana bu tavrın mükemmel avatarı gözüktü, MIT bilişsel biliminin mutlak ürünü. Ama çok zeki; ışığı gördü ve kararlılıkla etkin şekilde zemin değiştirdi. Bunu görmek harikaydı.

Gördüğü ışık evrimdi. Özellikle hoş olan eğitiminin kösteklerini hınca ya da diğer uçta aşırılığa kapılmadan fırlatıp attı. Bir şeylere bakmanın başka bir yolu olduğunu gördü ve bu yolu takip etti. Doktora öğrencilerinden Paul Bloom ile birlikte yazdığı 1990 tarihli "Natural Language and Natural Selection" [Doğal Dil ve Doğal Seçilim] başlıklı makalesinde aldığı duruştan özellikle yararlandım. Chomsky tabiriyle dil organının içgüdü olduğu standart MIT pozisyonuyla başlıyorlardı. Elbette dil becerisinin içgüdüsel ve insana özel yönleri olduğu konusunda artık gerçek tartışmalar yok. Ama daha sonra çok Chomsky dışı bir şekilde devam ediyorlardı: Bu içgüdüsel bileşenin ne kadar çoğunun uyarlanımsal terimlerle anlaşılabileceğine bir bakın. Bunun ne kadarının doğal seçilimle anlaşılabileceğine bir bakın.

Chomskyci görüşlere direnişin güdüleyicilerinden biri elzem bir noktada sihrin yardımına başvuruyor gözükmesiydi. En azından, –dilin genel amaçlı öğrenme düzeneği tarafından öğrenildiği görüşündeki– davranışçılar her insanın bir dili olmasını

açıklayan saçmalık ve mucize içermeyen bir kuram istedikleri konusunda nettiler. Tanrı'nın armağanı değil, gelişmesi gereken bir şey, tasarlanması gereken, bir başka deyişle ayrıntılı AR-GE süreci sonucunda ortaya çıkması gereken bir şey. Chomsky, öğrenilmiş değil, bireyde içgüdüsel, Tanrı'nın verdiği dil organı, der gibiydi. Bu noktada durursanız, bilimsel herkes için bu bir tür lanet gibidir. Böyle olamaz. Pinker bu noktayı olması gereken yere getirdi.

W. DANIEL HILLIS: Minsky Okulunda yetişmiş biri olarak, dilbilimcilere karşı tetikte olmayı öğrendim, çünkü Minsky'nin Chomsky Okuluna kuvvetli bir tepkisi vardı. Bu okulu insanların bir şeyler konuştuğu olgusunu incelemeden dil çalışmak diye nitelerdim. Bu beni donanımdan konuşan herkese karşı tetikte kıldı. Steven Pinker belki de ilk kez bana dilbilimcilerin de sunacağı bir şey olduğunu fark ettirdi, çünkü dilbilimsel fikirlerini bilgisayımsal bir dille ifade edip makul ve anlaşılabilir bir şekilde psikolojiye bağlayabiliyor. Bir insanı dünyaya bırakıp üç yıl sonra doğal dil konuşması inanılmaz. Pek çok açıklama gerektiren bir olgu.

STEPHEN JAY GOULD: Steve Pinker'ı pek tanımam. Elbette Chomskyci dünya görüşünü yorumlayışını takdir ediyorum, ama beynin işleyişini anlamada uyarlanımın bir yol olmadığına kendisini ikna etmeyi arzu ettiğim kesin. Fakat pek amansız gözüküyor.

14. Bölüm

ROGER PENROSE
"Bilinç Hesaplanamaz Malzemeler İçerir"

LEE SMOLIN: *Roger Penrose, Einstein dışında görelilik kuramı üzerinde çalışan en önemli fizikçidir. Çok yaratıcıdır ve yaptığımız şeye pek çok katkıda bulunmuş biridir. Hiç şüphe duymadan deha dediğim az sayıdaki kişiden biridir. Roger açılan hemen hemen her konuda söyleyecek –daha önce hiç duymadığınız– özgün şeylere sahip biridir.*

ROGER PENROSE *matematiksel fizikçidir; Oxford Üniversitesinde matematik dalında Rouse Ball profesörü; Techniques of Differential Topology in Relativity [Görelilikte Diferansiyel Topoloji Teknikleri] (1972), (W. Rindler ile) Spinors and Space-time, [Spinörler ve Uzay-zaman], 2 cilt. (1984, 1986), The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics [Kralın Yeni Usu: Bilgisayarlar, Zihinler ve Fizik Yasaları] (1989), Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness [Zihnin Gölgesi: Kayıp Bilinç Bilimi Arayışı] (1994); (C.J. Isham ile) Quantum Concepts in Space and Time [Uzay ve Zamanda Kuantum Kavramlar] (1986) kitaplarının yazarı ve C.J. Isham ve Dennis W. Sciama'yla Quantum Gravity 2: A Second Oxford Symposium [Kuantum Kütleçekim: İkinci Oxford Sempozyumu] (1981) editörü.*

ROGER PENROSE: Benim teknik ana ilgim –uzay ve zamana radikal bir yaklaşım olan– *twistor* kuramı ve özellikle bu kuramı Einstein'ın genel görelilik kuramına uydurmak. Burada önemli bir sorun var, birkaç yıl önce bir miktar ilerleme kaydedildi ve bu konuda oldukça heyecanlıyım. Mutlak amacı genel görelilik ve kuantum kuramı arasında uygun birleşmeyi bulmak.

Fiziğe girmeyi ciddi şekilde düşünmeye başladığımda, daha çok kuantum kuramı ve kuantum elektrodinamik terimleriyle düşünüyordum. Bu aşamada kuantum kuramında pek ilerleme kaydedemedim, ama fiziğe başlarken yapmaya uğraştığım buydu. Doktora çalışmam saf matematikti. Sanırım bu dönemden en çok alıntılanan çalışmam genelleşmiş ters matrisler makalemdi; fizikçilerin pek az belirttiği matematiksel bir şey. Sonra periyodik olmayan kaplamalar vardı, kuazikristallerle ilgiliydi, yani bir dereceye kadar katı-hal fiziğiydi. Sonra genel görelilik. Bu alanda sanırım en çok Stephen Hawking ile beraber çalıştığım tekillik teoremleriyle biliniyorum. Onu Dennis Sciama'nın öğrencisi olduğu zamanlardan tanıyordum; kendisini uzun zamandır tanıyorum. Ama spinörler ve uzay-zamanların asimptotik yapısı dışında görelilikte yaptığım ana şey kütleçekim ışınımıyla ilgili.

Genel göreliliğin kuantum mekaniğinin yapısını değişikliğe uğratacağına inanıyorum. İnsanlar kuantum kuramını kütleçekim kuramıyla birleştirmek için kuantum mekaniğini değiştirmeden genel göreliliğe uygulamak gerektiğini düşünürken, ben bu birleşimin başarılı olması için kuantum kuramının kurallarının değişikliğe uğraması gerektiğini düşünüyorum.

Fiziğin bu alanıyla bilinç arasında bir bağ var, ama biraz dolambaçlı; savlar negatif. Eğer bilincin etkilerini açıklayacaksak bilgisayımsal olmayan fiziksel süreçler bulmamız gerektiğini ileri sürüyorum. Ama mevcut hiçbir kuramda görmüyorum. Bana bilgisayımsal olmamanın muhtemelen girebileceği tek yer "kuantum ölçüm" denilen şey gözüküyor. Ama kuantum ölçümün yeni bir kuramına ihtiyacımız var. Bu bilgisayımsal olmayan bir kuram olmalı. Eğer yeni kuram, kuantum kuramının yapısında genel görelilikle uygun şekilde birleştirildiğindeki türden değişiklikler içerirse bunun için kapsam var. Ama bu uzak gelecekteki bir şey.

Neden bilincin bilgisayımsal olmayan malzemeler içerdiğini düşünüyorum? Sebebi Gödel teoremi. Cambridge'te araştırma asistanıyken, Gödel teoreminde belli bir önermenin kurala uygun ispatlanamazlığını gösterdiğiniz yolun aynı zamanda önermenin doğruluğunu da sergilediği hususuna dikkat çeken bir mantıkçının dersinde bulundum; yani önceden koyduğunuz hiçbir kural sistemini kullanarak ispatlayamayacağınız önermeler üretebilirsiniz. Ama benim için netleşen, ilk başta kullandığınız kurallara inandığınız sürece, doğruluğu bu kuralların ötesinde yatan bu önermenin doğruluğuna da inanmak zorundaydınız. Bu, matematiksel anlayışın kurallar terimleriyle formüle edilemeyeceğini netleştiriyor. Bu, çok daha sonra *The Emperor's New Mind* kitabımda güçlü bir şekilde ortaya koyduğum görüş.

Gödel teoreminin bu kullanımında insanların eleştirebileceği ve sıklıkla da eleştirdiği olası boşluklar var. Bu karşı savların çoğu yanlış anlama. Ancak Dan Dennett hakiki noktalara parmak basıyor, insanların halen neden Gödel savından kurtulamadıklarını görmek için bunun biraz daha çalışılmasına ihtiyaç var. Dennett'inki düşüncemizde burada matematiksel düşünce, yukarıdan-aşağıya yerine aşağıdan-yukarıya algoritma kullanmamız görüşü üzerinde temelleniyor.

Yukarıdan-aşağıya algoritma belli bir problemin çözümüne özeldir ve bu problemi çözdüğü bilinen belli bir usulü ispatlar. Aşağıdan-yukarı algoritma ise belli bir probleme özel değildir ama deneyimle öğrenecek ve aşama aşama ilerleyecek ve sonunda probleme iyi bir çözüm verecek biçimde gevşeklikle düzenlenmiştir. Pek çok kişi yukarıdan-aşağıya yerine aşağıdan-yukarıya programlanmış algoritmik sistemlerin beynin işleyiş yolu olduğu fikrindedir. Son kitabım *Shadows of Mind*'da Gödel savını aşağıdan-yukarıya sistemlere de uyguluyorum. Aşağıdan-yukarıya sistemlerin de Gödel savından kurtulamayacağı savına güçlü iddialar getiriyorum. Böylece bilinçli anlayışımızda bilgisayımsal olmayan bir şeyler olduğunu, farklı bir şey olduğunu iddia ediyorum.

Beynin yaptığı pek çok şeyi bilgisayarla yapabilirsiniz. Beynin etkinliklerinin bilgisayarda yaptığınızdan tamamıyla farklı olduğunu söylemiyorum. Bilinç etkinliklerinin farklı olduğunu

iddia ediyorum. Bilincin fiziğin ötesinde olduğunu söylemiyorum, ancak bugün bildiğimiz fiziğin ötesinde olduğunu söylüyorum.

Son kitabımdaki savım temelde iki kısma ayrılıyor. İlk kısmı bilinçli düşünmenin ya da bilinçli anlamanın bilgisayımdan farklı olduğunu gösteriyor. Bu konuda elimden geldiğince titiz davranıyorum. İkinci kısım daha keşifçi ve ne olup bittiğini bulmaya çalışıyor. Bu da temelde iki kısma ayrılıyor.

İddiam fizikte henüz anlamadığımız çok önemli ve bilgisayımsal karakterde olmayan bir şeyin mevcut olduğu. Bizim beyinlerimize özel değil; orada, fiziksel dünyada. Ama çoğunlukla tamamen belirsiz, önemsiz bir rol oynuyor. Kuantum ve davranışın klasik seviyeleri arasında bir yerde olmalı: burada kuantum ölçüm dahil oluyor.

Modern fiziksel kuram biraz tuhaf, çünkü iki seviye etkinlik var. Küçük-ölçek olguları ilgilendiren kuantum seviyesi; ilişkin olan şey küçük enerji farkları. Diğeri klasik seviye, büyük-ölçekli olguların olduğu yer, klasik fiziğin rollerinin –Newton, Maxwell, Einstein– işlediği yer. İnsanlar kuantum kuramı klasik fizikten daha modern olduğu için daha kesin olduğunu ve bu nedenle nasıl olduğunu görebilsek klasik fiziği açıklaması gerektiğini düşünme eğilimindeler. Bu doğru gözükmüyor. İki ölçekte olgular var ve kuantum davranıştan klasik fiziği varmanız diğer taraftan varmanızdan daha olanaklı değil.

Elimizde son bir kuantum kuram yok. Bundan çok uzaktayız. Elimizdeki eğreti bir kuram. Sadece parçacıkların minicik ölçeğini değil, büyük-ölçek olguları etkileyecek şekilde eksik.

Şimdiki fizik fikirleri sınır getiren davranış olarak sürmeye devam edecek, aynen Newton mekaniğinin görelilikle sürmesi gibi. Görelilik Newton mekaniğini değişikliğe uğratıyor, ama gerçekten yerini almıyor. Newton mekaniği halen bir sınır olarak orada. Aynı anlamda, bugün kullandığımız şekliyle kuantum mekaniği ve Einstein'ın genel kuramını içeren klasik fizik şu anda sahip olmadığımız bir kuramın sınırları. Benim iddiam elimizde olmayan kuramın bilgisayımsal olmayan malzemeler içereceği. Bir şeyi kuantum seviyesinden "ölçümde" içerilen" klasik seviyeye büyüttüğünüzde bir rol oynamalı.

Bu günlerde buna yaklaşım, standart kuantum kuramına rastlantısallığı katmak. Rastlantısallık gelince kuantum kuramı olasılıkçı bir kuram oluyor. Ama rastlantısallık sadece kuantumdan klasik seviyeye gidince dahil oluyor. Eğer kuantum seviyesinde kalırsanız, rastlantısallık yok. Sadece bir şeyi büyüttüğünüzde ve insanların "ölçüm yapmak" dediği şeyi yaptığınızda ortaya çıkıyor. Bu, küçük-ölçek kuantum etkisini alıp görebileceğiniz bir seviyeye büyütmeyi içeriyor. Sadece bu büyütme sürecinde rastlantısallık katılıyor. Benim iddiam bu büyütme sürecinde gerçekte her ne oluyorsa bizim bugünkü fizik anlayışımızdan farklı ve sadece rastlantısal değil. Bilgisayımsal değil; tamamıyla farklı bir şey.

Bu fikir doktora öğrencisiyken gelişmeye başladı ve düşünce sürecimizde süregiden bilgisayımsal olmayan bir şeylerin var olması gerektiğini düşündüm. Her zaman bilimsel tavrı benimsedim, bu nedenle düşünce sürecimizi bir şekilde bilimsel terimlerle anlamamız gerektiğine inandım. Bugün anladığımız bir bilim olması gerekmiyor. Bugün anladığımız bilimde bilinç için bir yer gözükmüyor. Öte yandan, bugünlerde insanlar bir şeyi bilgisayara koyamıyorsanız bilim olmadığına inanma eğiliminde gözüküyor.

Sanırım bu günlerde bilimin çoğu bu şekilde yapıldığı için; fiziksele etkinliği bilgisayarla benzetimliyorsunuz. İnsanlar bir şeyin bilgisayımsal olmayabileceğini ama yine de son derece bilimsel, matematikle kusursuzca tanımlanabilir olabileceğini fark etmiyor. Benim bütün bunlara matematik art-yetişimiyle varmam bilgisayımsal olmayan ama kusursuzca iyi matematik olan şeylerin mevcudiyetini takdir etmemi kolaylaştırıyor.

Bilgisayımsal değil dediğimde rastlantısalı kastetmiyorum. Anlaşılmaz da demek istemiyorum. Bilgisayımsal olmayan ve matematikte bilinen açık biçimde tanımlanmış şeyler var. En ünlü örneği tam sayıların cebirsel denklemlerinin çözümüyle ilgili Hilbert'in onuncu problemi. Size bir cebir denklemleri ailesi veriliyor ve "Bunları tam sayılarla çözebilir misiniz? Bu denklemlerin tam sayı çözümü var mıdır?" diye soruluyor. Bu soru –belli herhangi bir örnek için evet ya da hayır– bir bilgisayarın sonlu bir zamanda cevaplayabileceği bir soru değil. Yuri

Matiyaseviç sayesinde, bu soruya cevap vermenin bilgisayımsal bir yolu olmadığını ispatlayan ünlü bir teorem var. Özel durumlarda bazı algoritmik yöntemlerle cevap verebilirsiniz. Ancak size yanlış cevap vermeyeceğini bildiğiniz bu tür herhangi bir algoritmik yöntem verildiğinde, bu yöntemi alt edecek bir cebir denklemi bulabilirsiniz, denklemin aslında tam sayı çözümü yoktur.

İnsanların ne çeşit anlayışları varsa –özellikle Hilbert'in onuncu problemine ilişkin– bilgisayımsal biçime konamayacak şeyler var. Hilbert'in onuncu problemine göre evrimleşmiş bir evren hayal edebilirsiniz. Bu evrim tamamıyla belirlenimci* olabilir ancak yine de bilgisayımsal olmayabilir. Bu modelde, matematiksel açıdan gelecek sabit olacaktır; ancak bilgisayar size geleceğin ne olacağını söyleyemez. Bir seviyede fiziğin yasalarının böyle işlediğini söylemiyorum. Ama örnekler bir meselenin varlığını gösteriyor. Gerçek evrenin bundan daha güç algılanır olduğundan eminim.

The Emperor's New Mind birden fazla amaca hizmet ediyor. Kısmen bilgisayımsal olmamanın bizim bilinçli düşüncemizin bir özelliği olduğuna ve bunun yine de kusursuz bir bilimsel bakış açısı olduğuna gidecek bilimsel fikre varmaya çalışıyordum. Ama diğer kısmı bir anlamda eğitimsel. Modern fizik ve modern matematiğin nasıl bir şey olduğunu açıklamaya çalışıyordum.

Böylece bu kitabı yazarken iki farklı dürtüm vardı. Biri felsefi bir görüş ortaya koymaktı ve diğeri bilimsel şeyleri açıklamak istememdi. Uzun bir zaman, bilimin nasıl olduğuna dair beni heyecanlandıran konularda –illa da alışılmadık fikirler hakkında değil– yarı-popüler bir kitap yazmayı gerçekten istediğimi hissettim. Aklımın gerisinde bir yerde bir gün böyle bir şey yapmak vardı.

Marvin Minsky ve bir grup insanın BBC "Horizon" programında oldukça aşırı ve taşkın ifadelerini görünce sonunda kitabı yazmak için harekete geçtim. Temelde benim inandığım, ama hiçbir yerde ifade edildiğini görmediğim ve ileri sürülmesi gereken bir bakış açısının varlığını hissettim. Bunun yapmam gereken şey olduğunu biliyordum. Bu kitabı bilime dair pek çok

* Determinist –yn.

şeyi açıklayarak, ama bu bakış açısını odak alarak yazacaktım. Ayrıca bir kitap olmalıydı, çünkü disiplinler-arasıydı ve belli bir yayında açıklayabileceğiniz bir şey değildi.

Sanırım bu kitapta yaptığım bir tür felsefeydi, ama birisi tek bir felsefeciyi bile atıf yapmamamdan şikayet etti; haklıydı. Bunun sebebi felsefecileri ilgilendiren soruların bilim insanlarını ilgilendiren sorulardan oldukça farklı olmasıydı; felsefeciler kendi içsel tartışmalarıyla ilgilenme eğilimindeler.

Bilinçli beynin eylemlerinin bilgisayımsal olmadığını ileri sürdüğümde kuantum bilgisayarlardan bahsetmiyorum. Kuantum bilgisayarlar fizikte değişim içermeyen, kusursuzca iyi tanımlanmış kavramlardır; bilgisayımsal olmayan etkinlikler bile yapmazlar. Onlar kendi başına beynin bilinçli eylemlerinde ne olup bittiğini açıklamaz. Dan Dennett kuantum bilgisayarın kendisinin mucize için kullandığı terimle, gökten inmiş uzay kancası olduğunu düşünüyor. Ancak tamamen makul bir şeydir. Yine de beynin çalışma şeklini açıklayabileceğini düşünmüyorum. Bu, benim görüşlerim hakkındaki yanlış anlamalardan biridir. Ama beyin etkinliklerinde kuantum bilgisayım unsurları olabilir. Belki bundan biraz bahsetmeliydim.

Kuantum seviyesindeki etkinliğin temel özelliklerinden biri çeşitli farklı alternatif olayların aynı anda mevcut olmasını göz önüne almak zorundasınız. Bu, kuantum mekaniğinde temeldir. Eğer X olabiliyorsa ve Y olabiliyorsa, karmaşık katsayılara bağlı şekilde, X ve Y kombinasyonlarından herhangi biri meydana gelebilir. Kuantum mekaniğine göre, bir parçacık aynı anda çeşitli konumları işgal eden durumlara sahip olabilir. Bir sisteme kuantum mekaniğine göre yaklaştığınızda, alternatiflerin süperpozisyon denen, üst üste binmiş durumuna izin vermelisiniz.

Kuantum bilgisayar fikri, David Deutsch, Richard Feynman ve çeşitli diğer kişilerce ortaya konduğu şekliyle, bilgisayımın üst üste binmiş şeyler olduğudur. Bilgisayarınız bir bilgisayım yapmak yerine, pek çoğunu bir arada bir seferde yapar. Belli durumlarda bu çok verimli olabilir. Sorun bunun sonunda, tüm bu farklı bilgisayımların üst üste binmiş durumdan bir tek bilgi elde edeceğiniz zaman ortaya çıkar. Bunu işe yarar şekilde yapan bir sisteme sahip olmak aşırı derecede zordur.

Beynin bu şekilde çalıştığını söylemek aşırı radikaldir. Benim şimdiki görüşüm beynin tam olarak kuantum bilgisayar olmadığıdır. Beynin çalışmasında kuantum etkinlikler önemlidir, ama beynin bilgisayımsal olmayan etkinlikleri kuantumdan klasik seviyeye uzanan köprüde yer alır ve bu köprü bugünkü kuantum mekanik anlayışımızın ötesindedir.

Bu kuantum-klasik sınır etkinliğine bakmada diğerlerinden çok daha fazla umut vadeden yer Arizona Üniversitesinde Stuart Hameroff ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan yakın zamanlı mikrotübül çalışmasıdır. Ökaryotik hücreler sitoiskelet denen şeye sahiptir ve sitoiskeletlerin bir kısmı mikrotübüller içerir. Mikrotübüller bilhassa beyindeki nöronlarda ikamet eder. Ayrıca terliksi hayvan ve amip gibi, hiç nöron bulunmayan, tek hücreli hayvanları kontrol eder. Bu hayvanlar etrafta yüzebilir ve çok karmaşık şeyler yapabilir. Görünen o ki, deneyimle öğrenebilirler, ama sinir sistemi tarafından kontrol edilmezler; başka bir çeşit yapı tarafından kontrol edilirler, bu muhtemelen sitoiskelet ve onun mikrotübül sistemidir.

Mikrotübüller çapları birkaç nanometre uzunluğundaki uzun küçük tüplerdir. Nöronların içindeki mikrotübüller durumunda, büyük olasılıkla aksonların ve dendritlerin uzunluğunun büyük kısmına uzanırlar. Aksonların ve dendritlerin bir ucundan diğerine uzandıklarını görürsünüz. Farklı nöronlar arasındaki bağlantının gücü denetiminden sorumlu gözükmektedirler. Herhangi bir anda nöronların etkinliği bir bilgisayarınkini andırabilse de, bu bilgisayar daha derin seviyedeki denetim altında, şebekeleşmesinde sürekli değişikliklere maruz kalacaktır. Bu daha derin seviye çok büyük olasılıkla nöronların içindeki mikrotübül sistemidir.

Etkinlikleri aksonlar boyunca nöro-iletici kimyasalların taşınması ve dendrit büyümesiyle çok ilgilidir. Nöro-iletici moleküller mikrotübüller boyunca taşınır ve bu moleküller sinapslarda önemli bir rol oynarlar. Sinapsın gücü mikrotübül etkinlikleriyle değişebilir. Beni mikrotübüllere dair ilgilendiren tüp olmalarıdır, Hameroff ve çalışma arkadaşlarına göre dışarıda, tüplerin kendilerinde süregiden bilgisayımsal etkinlik vardır.

Tubulin denilen bir protein maddesi tüpleri meydana getiren iç içe geçmiş sarmal ağ yapı düzenlemesini oluşturur. Her tubulin molekülü iki tür elektrik polarizasyon halinde bulunabilir. Elektronik bilgisayarlarda olduğu gibi bu halleri 1 ve 0'la etiketleyebiliriz. Bunlar mikrotübüller boyunca çeşitli örüntüler üretirler ve bilgisayımsal etkinliğin bir biçiminde tüpler boyunca ilerlerler. Bu fikri çok ilginç buluyorum.

Kendi başına bir mikrotübül bir bilgisayar olacaktır, ancak nöronlardan daha derin bir seviyede. Hala bilgisayımsal etkinlik vardır, ama insanların şimdi göz önüne aldıkları şeyin çok ötesinde. Mevcut nöronlardan çok, çok daha fazla mikrotübülün vardır. Ayrıca beni ilgilendiren başka bir şey mikrotübüllerin içinde dışarıdan yalıtılmış kuantum-salınım etkinliği için makul yerin mevcudiyetidir. Beynin etkinliğinde kuantum mekaniğini kullanmaya çalışmanın sorunu eğer kuantum sinir sinyalleri meselesi olsaydı, bu sinir sinyallerinin beyindeki geri kalan malzemenin çoğunu kuantum eşevreliliği çok hızlı kaybedilecek derecede aksatacak olmasıdır. Sıradan sinir sinyallerinden kuantum bilgisayar yapma *girişiminde* bile bulunamazsınız, çünkü bunun için çok büyüktürler ve fazlasıyla düzensiz bir çevrede bulunurlar. Sıradan sinir sinyallerini klasik biçimde ele almak gerekir. Ama eğer mikrotübüller seviyesine inerseniz, içlerinde kuantum seviyesinde etkinliğe erişmenizin için çok büyük şans var.

Benim resmimde, mikrotübüllerin içindeki bu kuantum seviyesindeki etkinliğe ihtiyacım var; etkinliğin sadece bir mikrotübülden diğerine gitmekle kalmayıp beynin geniş alanlarında bir nörondan diğerine giden büyük-ölçekli bir şey olması lazım. Hameroff'un mikrotübüller boyunca yer aldığını ileri sürdüğü bilgisayımsal etkinlikle zayıf şekilde eşleşen kuantum doğasının bir tür eşevreli etkinliğine gereksinimimiz var.

Bu işe girişmek için çeşitli yollar var. Biri doğrudan fizikle, kuantum kuramıyla ilgili, insanların yapmaya başladığı belli deneyler ve kuantum mekaniğinin değişkesi için çeşitli taslaklar var Deneylerin bu özel fikirleri sınayacak kadar duyarlı olduğunu sanmıyorum. Bu şeyleri sınayacak deneyler hayal edilebilir, ama bu deneyleri yapmak zor.

Biyolojik tarafta, mikrotübüller üzerinde bu büyük-ölçek kuantum eşevrelilik etkisini desteklemeleri ihtimalinin mevcudiyetini görmek için yapılacak iyi deneyler düşünmek gerekiyor. "Kuantum eşevrelilik etkisi" dediğimde, biraz büyük ölçekte kuantum sistemler bulunan süper-iletkenlik ve süper-akışkanlık gibi bir şey kastediyorum.

NICHOLAS HUMPHREY: Roger Penrose çabaları için tam not alıyor. İyi bir denemeydi. Beynin bir makine için muhtemelen olanaklı olmayan sezgi sıçramaları becerisine sahip olduğunu düşünüyor. İnsan zihninin ilkede bilgisayımsal olmayan önermelerin yanlışlığını ya da doğruluğunu görebildiğini düşünüyor. Örneklerinden etkilenmedim. Elbette insanlar henüz anlamaya bile başlayamadığımız çok akıllıca ve yaratıcı şeyler yapabilir; kimsenin Shakespeare'in oyunlarını nasıl yazdığına, Picasso'nun resimlerini nasıl yaptığına ya da Hawking'in matematiğini nasıl ortaya çıkardığına dair en ufak fikri yok; ama bu şaşkınlık verici başarılarla bilgisayımsal olmayan "Gödel cümleleri" arasında bir paralellik olduğunu düşünmüyorum.

Penrose'un ilginç bir kuramı var, ama bu kendisini uygulayacak bir şey arayışında bir kuram. İnsan zekâsını ve yaratıcılığını açıklamada bu derece radikal yeni bir kurama ihtiyacımız olduğunu sanmıyorum o kadar.

STEVE JONES: Penrose'un Galton laboratuvarıyla tuhaf tarihi bağları var, çünkü babası benden önceki bölüm başkanıydı. Matematikçiler hakkında son derece olumlu konuşuyor, bunu dikkate almaya son derece istekliyim. Fayanslarında çıkan desen hoşuma gidiyor.

Fayans döşeme bir yeri nasıl dolduracağınızla ilgilidir. Aşikar gözüken bir soru: Bir banyonun zemini nasıl fayans döşersiniz? En açık yol kare veya dikdörtgen fayanslarla döşemektir. Bir başka yol baklava dilimleriyle döşemektir. Ama başka hangi yollar var? Olan yukarı çıktıkça en beklenmedik şekillerde fayanslara varmanız ve hiçbiri birbiriyle aynı şekilde olmayan fayanslar üretebilmeniz ama sonunda bu alanı hem bilimsel

hem estetik anlamda tatmin edici biçimde dolduran tamamıyla tutarlı matematiksel bir desen elde etmenizdir. Francis Crick'in özyaşamöyküsü, *What Mad Pursuit*'de komik bir yer var, 1950'lerde Galton'u ziyareti esnasında Penrose ve babasını DNA'nın kendini kopyalamasının işleyiş biçimini bulma umuduyla tahtadan tuhaf biçimli parçalarla oynarken buluyor. Tamamen zaman kaybı olduğunu düşünüyor, DNA söz konusuyken öyleydi; ama yeni bir matematik dalının doğuşuydu.

STEVE PINKER: *The Emperor's New Mind* kitabında Penrose evrimin insan zihnini inşa etmesine dair bir miktar şüphecilik gösteriyor; son derece açık ki bu taraf savunmaya hazırlandığı bir savdan daha ziyade kişisel bir sezgiden geliyor. Bazı tür bilim insanlarının Darwin ve doğal seçilime şüpheyle yaklaşmaları alışılmadık değil. Pek çok fizikçi ve matematikçi için doğal seçilim itici bir açıklama, çünkü çok yamalı bohça. Rastlantısal tahmini çeşitlemeler ve faydacılıkla seçilim güzel bir şeye varmak için çirkin bir yol gibi gözüküyor, bir fizikçi ya da matematikçi ya da çalışmaları genellikle matematiksel olan Noam Chomsky gibi biri için tercih edilen kuram çeşidi bir sonucun zarif tümdengelimli sistemde bir grup öncüllerden çıkarılabildiği kuramlar. Dilbilimcilerin ya da fizikçilerin estetiğiyle doğal seçilim fazlasıyla çirkin ve zayıf.

FRANCISCO VARELA: Roger Penrose her şey ve her durum için bir şey söyleme otoritesi elde eden fizikçilerin mükemmel bir örneği. Bilgisayımsal ideal anlamında Turing ve kuantum mekaniği arasında eksik bir şey var: beden. Penrose için beden kaybolmuş. Hakkıyla ünlü bir fizikçi ve matematikçi olduğundan bunlarla ortaya çıkmasını oldukça şaşırtıcı buluyorum. Diyebilirim ki Penrose çıplak.

Fizikçi olmaktan gelen bir kibir var; özellikle de matematiksel fizikçi; Santa Fe Enstitüsündeki Gell-Mann dahil bazı kalabalıklarda da ortaya çıkıyor. Biyologlar ve insanlar bir tür fizik kıskançlığı yaşıyor.

Eğer Penrose'la bir tartışma fırsatı yakalasaydım, kuantum süreçlerin beyni tanımlamayla alakadar olduğuna dair bir kanıt

parçası göstermesini isterdim. Hiç yok. Bu, psikokinezi savunucuları ve UFO'cularla olanla aynı şey. Orada burada bir şeyler var, ama sofraya koyup ısırabileceğiniz türden değil.

Öte yandan, nörobiyoloji ve nöropsikolojiden gelen, bedeni bilgisayımsal olması gerekmeyen ilginç olanaklı yorumlar kümesi yapacak büyük miktarda kanıt var. Penrose zihnin bilgisayımsal olmadığını keşfetti. Katılıyorum. Daha sonra şu komik sıçramayı yapıyor. "O zaman kuantum olmalı" diyor. Burada beni kaybediyor.

W. DANIEL HILLIS: Matematikte iyi birinin matematikteki güvenilirliğini tahminlerde bulunduğu bir şeyde ahkam kesmek için kullanması sinir bozucu. Penrose iyi bir hikâye anlatıyor. Ama temelde yanlış bir hikâye. Penrose eskiye ait, insanı evrenin merkezine koyma hatasını işledi. Savları özde fiziğin bazı yeni ilkelerinden getirilen sihirli iksir olmaksızın zihnin nasıl bu kadar karmaşık olabileceğini düşünememesi, bu sebeple dahil ediyor. Bu Penrose hayal gücünün eksikliği.

Çok iyi bilgisayımsal bir fikri –bilgisayımsal olmamayı– alıyor ve bir şekilde açıklayamadığı, insanlardaki karmaşık davranışlarla karıştırıyor. Açıklanamaz, bilgisayımsal olmayan şeylerin mevcudiyeti doğrudur, ama insanlarda gördüğümüz karmaşık davranışların bilgisayımsal olmayan, açıklanamaz şeylere ilişkin olduğuna inanmamız için hiçbir neden yoktur. İnsanlardaki akıllı davranışlar açıklanamaz çünkü çok karmaşıktır. Penrose'un savları biraz dirimselcilerin canlılığa dair yaptıkları savlar gibi: canlılık sadece kimyasal olamaz, o zaman bir dirimsel ilke olmalı. Özünde Penrose da zihin için aynı şeyi söylüyor: nöron ateşlemesi ve akıllı davranış arasındaki bağ – düşünme– mevcut anlayışımızın ötesinde bir şey içermelidir. Bu bağlantıyı kuramıyor, o zaman bu dirimsel ilkenin eklenmesi gerektiğini düşünüyor. Savı bundan ibaret.

RICHARD DAWKINS: Roger Penrose açıkça görülüyor ki yoğun bir zekâya sahip. Zihin kuramını eleştirecek kadar kuantum kuramı bilmiyorum, ama bu çeşit kuramlardan kuşku duymamı söyleyen sezgilerim var.

DANIEL C. DENNETT: Roger Penrose.. İyi ki var, çünkü, bir zamanlar birilerinin Voltaire için söylediği gibi, Tanrı'nın onu icat etmesi gerekiyordu. Penrose için de öyle; oynanması gereken bir rolü oynuyor, böylece herkes ne kadar yanlış olduğunu görebilir.

Roger yapay zekâ alanıyla yüz yüze geldiğinde, derin ve tutkulu olumsuz bir tepkiye sahip olduğunu söylüyor. "Bir şekilde, bunun yanlışlığını kanıtlamalıyım" diye düşünmüş. Yaptığını okumanın bir yolu yapay zekâya iltifat gibi gözüken bir eleştiride bulunmuştur, yani gördüğü –ve yapay zekâyı eleştiren kimsenin görmediği– şey, güçlü yapay zekâ fikrinin yanlışlığını göstermenin tek yolu fiziğin tümünü ve biyolojinin çoğunu fırlatıp atmaktır. Doğal seçilimi inkar etmeniz gerekir ve fizikte de bir devrime ihtiyacınız olacaktır. Olgu, yapay zekânın bilimin geri kalanında bildiklerimizin çok tutucu bir kestirimi olmasıdır ve bu olguyu Penrose bunu yapmış herkesten daha açık hale getirmiştir. Yapay zekâ konusunda mutlak devir-kapı-dışarı-et çürütmeye varmanın her şeyden çok hoşuna gideceği hususunda hiç kuşku yoktur ve tüm fiziği fırlatıp atmadan bunu yapmasının olanaklı olmayacağını fark edecek kadar dürüst ve sağlam bilgiye sahip. Elbette, haklı olabilir. Ama herkes kadar iyi biliyor ki henüz bir kuramı yok.

Roger'ın kuantum bilgisayarı gökten inme uzay kancası mıdır ya da vinç midir? Vinç mucizevi değildir; eski mekanik ilkelere gayet güzel uyar. Gökten inme uzay kancası çok belalı başka bir şeydir; ya mucizedir ya fizikte devrim gerektiren bir şeydir. Penrose'un çaresizce ama maharetle gökten inen uzay kancasını keşfetmeye uğraştığını görüyorum. Beynin bir çeşit makine olduğunu söylüyor, ama makine dememelisiniz, çünkü kuantum etkiler içeriyor. Biyologların çoğu kuantum etkilerin beyinde sıfırlandığını söyler, yine de etkilerini gösterdiklerini düşünmek için hiç neden yok. Elbette oradalar; kuantum etkiler arabanızda da, saatinizde ve bilgisayarınızda da var. Ama çoğu şey –makroskobik nesnelerin çoğu– kuantum etkilere –adeta– kayıtsızdır. Onları güçlendirmezler; onlara dayanmazlar. Roger beynin bir şekilde bu kuantum etkileri kullandığını düşünüyor, yani sadece arka planda süregiden kuantum etkiler değiller.

İki sorum var: İlki, neden böyle düşünüyor? Beynin kuantum bilgisayar olduğuna dair deneysel kanıt var mı ve eğer varsa bu kanıt hangi alandan geliyor? Benim anladığım beynin kuantum bilgisayar olmasına dair düşündüğü kanıt matematikten, sadece matematikten geliyor. Şimdi araştırıyor, Arizona Üniversitesindeki nöron mikrotübüllerinde kuantum etkileri güçlendiriciler olduğunu ileri süren Stuart Hameroff gibi insanlardan yardım almaya çalışıyor.

Neden? Fizik buna tamamıyla izin veriyor. Bir çeşit kuantum güçlendirici için bir yer arıyorsanız, mikrotübüller oldukça iyi bir yerdir. Ona bunu teslim edeyim, tamam mı? Roger'ın Hameroff'un kuantum etkileri dönüştüren, güçlendiren yeri tanımladığı iddiasını kabul edelim. İkinci soru: "Bundan ne fayda gelir?" Penrose bu etkileri bir tür kuantum bilgisayar için kullanacak, değerlendirecek, faydalanacak hangi mimariye sahip mi? Bu çok güç bir iş. Bunu yapabilirse, bakmamız gereken bir şey olur.

ALAN GUTH: Roger Penrose en çok klasik, genel görelilik kuramındaki çalışmalarıyla bilinir. Penrose görelilik fizikçisidir. Bu tür fizikçilerin sayıları azdır. MIT'de yoktur, Harvard'da yoktur; Chicago Üniversitesinde Robert Wald, Caltech'de Kip Thorne, Oxford'da Penrose, Pittsburgh Üniversitesinde Rovelli, Penn State Üniversitesinde Ashtekar ve Smolin vardır. Stephen Hawking de klasik genel görelilikçidir, ancak yakın zamanlı çalışmaları diğer alanlara da temas etmiştir. Hawking, Penrose gibi klasik genel görelilik kuramıyla ünlü olmuştur.

İkisi Einstein'ın denklemlerinin genel davranışları hakkında bildiğimiz temel teoremlerin pek çoğunu kurdular. Oradaki sorunların çoğu matematiksel; uğraştıkları kuram Einstein 1916 yılında bulduğundan beri temel seviyede değişmemiş olan Einstein'ın genel görelilik kuramı. Ama yine de genel göreliliğin denklemleri çok karmaşık, genel göreliliğin imalarını çıkarmak kolay değil.

Örneğin Penrose ve Hawking'in ilgilendiği sorulardan biri madde, kütleçekimle çok yüksek yoğunluklara çökerse ne olurdu. 1960'ların ortalarına kadar maddenin kara delikler, ışığın

bile kaçamayacağı kadar güçlü yer-çekim alanı üreten kütle yığınları oluşturmak üzere çökebileceği zaten biliniyordu. Yine de kara delikleri ortaya çıkartan çözüm çok özeldir, yani denklemler sadece çöken maddenin simetrisine dair özel varsayımlar yaparak çözülebilir. Eğer madde kusursuzca küreselse, nasıl çökeceğini tam olarak hesaplayabilir ve kara delik oluşturacağını gösterebilirsiniz. Eğer madde bazı karmaşık düzenlemeler halindeyse, kara delik oluşturup oluşturmayacağını kimse kesinlikle bilmiyor.

Gerçek evrende maddenin kendisini kusursuz küresel simetrik dağılımda bulmasını asla bekleyemeyeceğiniz için, bu soru çok önemli. Küresel olmayan çökme denklemini çözmeden, belli koşullar altında kara deliğin oluşmasının zorunluluğunu kanıtlayabileceğiniz teoremleri geliştirenler Hawking ve Penrose'dur.

Penrose çoğunlukla bu tür problemler üzerinde çalışmasıyla bilinir. Aynı tür teoremler evrenin başlangıç tekilliğiyle ilgili benzer sorularda da geçerlidir. Standart Büyük patlama modelinde, evrenin kusursuzca simetrik, tamamen homojen ve kütlesel yoğunluğunun tamamen aynı olduğu varsayılır. Elbette gerçek evren bu kadar ideal değildir. Bu idealleştirmeler denklemleri çözülebilecek kadar basit hale getirmek için yapılır. Eğer bu idealleştirilmiş denklemleri zamanda geriye doğru sararsanız, tekillik denen şeyi bulursunuz; evrenin kütlesel yoğunluğunun ve sıcaklığının gerçek anlamıyla sonsuz olduğu bir an.

Buna başlangıç tekilliği denir. Yine, salkım halinde toparlanmış gökadalarda kümelenmiş maddenin birbirine benzeşmezliğiyle gerçek evrenin gerçek karmaşıklığını ekleyerek denklemleri karmaşıklaştırdığınızda ne olacağı sorusu vardır. Bunu yaptığınızda, denklemler açıkça çözülemeyecek kadar karmaşık hale gelir, bunun yerine yapılması gereken ayrıntılardan bağımsız şekilde bu denklemlerin nasıl davranması gerektiği hakkındaki teoremleri ispatlamaktır. Bu, Penrose ve Hawking'in güçlü tarafıdır, burada da eğer evren gördüğümüz evrene benziyorsa zamanda geriye doğru takip ettiğinizde bir tekilliğe varacağınızı garanti eden teoremleri ispatlamayı başardılar.

LEE SMOLIN: Roger Penrose, Einstein dışında görelilik kuramı üzerinde çalışan en önemli fizikçidir. Çok yaratıcıdır ve yaptığımız şeye pek çok katkıda bulunmuş biridir. Hiç şüphe duymadan deha dediğim az sayıdaki kişiden biridir. Roger açılan hemen hemen her konuda söyleyecek –daha önce hiç duymadığınız– özgün şeylere sahip biridir.

Roger'ın genel göreliliğe olan ilgisinin bir kısmı en baştan kuantum mekaniğe dair şüphesiydi. Aslında, genel görelilik üzerinde çalışmaya başlamadan önce kuantum mekaniğini anlamaya çalışıyordu; saklı değişkenler gibi fikirler üzerinde düşünüyordu, Bell teoremini ve Einstein-Podolsky-Rosen paradoksunu düşünüyordu. Fizikteki ilk fikirleri dört-renk teoremini ispatlamaya uğraşırken fikirleri anlama çabalarına uygulamasından ortaya çıktı ve Amerikalı kuramsal fizikçi David Finkelstein'a rastlayıncaya kadar genel göreliliğe ilgisi başlamamıştı.

David Finkelstein Londra'ya gitti ve uzay-zaman topolojisinin kara delikler içerisinde nasıl farklı olabileceğine dair bir konuşma yaptı. David topolojik fikirleri uzay-zamana uygulamayı düşünen birkaç kişiden biriydi. Topoloji ilişkilerin uzaklık gibi gerçek ölçüleri dikkate almadan yapılan bilimidir; saf şekilde ilişkiler ve bağlılığın araştırılmasıdır. Roger bir topolojistti; doktorası matematik ve topolojidedir.

David Finkelstein topolojiyi uzay ve zamanın geometrisine uyguluyordu. Roger, spin ağları dediği şeyle, tamamen kuantum mekaniksel küçük ayrık parçacıklardan uzay ve zaman inşa etmeye uğraşıyordu. Her zaman uzay ve zamanın sürekli olmadığı fikrindeydi ki, bu fikir pek çoklarınca da paylaşılır; sürekliliğin şeylere büyük ölçekten bakmamız olgusuyla ilişkili bir yanılsama olduğu fikri.

Roger uzayın geometrisinin küçük geometri atomlarından nasıl türeyebileceğinin modellerini yapmayı denemeye başladı ve bunlara "spin ağları" dedi. Son zamanlarda insanların dikkatle üzerinde çalıştığı, çok derin matematiksel kurgulardır. David'in konuşmasını dinledi ve ona spin ağlarından bahsetti ve bir anlamda yer değiştirdiler. David eve gitti ve ayrık süreçlerle uzay-zamanın modellerini yapmayı denemeye başladı. O zamanda beri de bunla uğraşıyor. Roger topolojik fikirleri uzay ve zaman geometrisine nasıl uygulayacağını düşünmeye başladı.

Spin ağlar denen ayrık uzay modellerini keşfettikten sonra Roger bunlardan uzay ve zaman modelleri yapmayı ve bunları görelilik kuramına birleştirmeyi başaramadı. 1960'ların başından beri üzerinde uğraştığı bunu yapma girişimine *twistor* kuramı denir ve Roger'ın parçacık fiziğinin ana akımdan yalıtılmışlığının sebebi kısmen twistor kuramıyla meşguliyeti, kuantum mekaniği ve görelilik kuramını yeni bir yolla bir araya getirecek fiziğin tam yeni kuramını formüle etme çabasıdır.

Twistor kuramı kısaca şu şekilde tanımlanabilir: Dünyaya bakarken, parçacıkların temel olduğunu, diğer bir deyişle şeylerin uzayda mevcut olduğunu ve zamanın onların başına gelen bir şey olduğunu düşünürüz. Temel şey mevcut olan şeylerdir, ikincil şey zaman içinde değiştikleri süreçlerdir. Twistor kuramında dünyadaki temel şey süreçlerdir. İkincil şeyler mevcut şeylerdir. Sadece süreçlerin kesişimlerinin rastlaşması sayesinde var olurlar. Uzay ve zamanın twistor tanımında, temel varlıklar uzay ve zamandaki olaylar değil, süreçlerdir ve twistor kuramı fikri uzay ve zamanda değil, bu süreç uzayında fizik yasalarını formüle etmektir. Düşündüğümüz haliyle uzay ve zaman sadece ikincil seviyede belirir.

Twistor kuramı çok güzel matematiksel bir şeydir. Roger ve ardılı öğrencileri buna dayanarak fiziğin temel kuramını yapmak için inanılmaz çaba sarfettiler. Derin ve zor bir problemdir; doğru olup olmadığını söylemek imkansızdır ve Roger bir dahi olmasına rağmen, çalışma halen tamamlanmamıştır. Henüz twistor kuramının potansiyelini bilmiyoruz. Kesinlikle sadece Roger gibi birinin yaratabileceği bir şeydir.

Başından beri Roger kuantum kuramı hakkında şüpheci olmuştur ve her zaman sonunda kuantum kuramının doğru kuram olmayacağına ve kuantum mekaniği ve uzay-zamanı birleştiren daha temel bir kuram olduğuna inanmıştır. Bu onu kuantum mekaniğinin özünde doğru olduğuna ve gereksindiğimizin uzay ve zamanın dinamik geometrik kuramı olduğuna, yani genel göreliliğin süper-simetrik kütleçekim ya da sicim kuramı gibi bir şeye doğru değiştirilmesi gerektiğine inanan diğer pek çok kişiden ayırır. Roger kuantum mekaniği bulmacasını anlamada kütleçekimin önemli olduğuna ve tam tersine, kütleçekimin

etkilerine yer açmak için kuantum mekaniğinin değiştirilmesi gerektiğine inanır.

Roger'ın tüm fikirleri bağlantılıdır. Twistor kuramında düşündüğü teknik fikirler, felsefi düşünceleri, kuantum mekaniği hakkındaki fikirleri, beyin ve zihin hakkındaki fikirleri; hepsi bağlantılıdır.

Roger görelilik kuramındaki en etkin yaşayan kişi olmasına rağmen, başardıklarının süregiden tutkularının küçük bir gölgesi, zayıf bir gölgesi olduğunu söyleyebilirsiniz.

MURRAY GELL-MANN: Roger Penrose'u gerçekten tanımıyorum. Sanırım bir zamanlar, aynı zamanlarda ikimiz de Londra'daki Imperial College'daydık, yani karşılaşmış olmamız lazım, ama nasıl göründüğünü hatırlamıyorum. Belli bir matematiksel fizikte, özellikle genel-görelilikçi kütleçekim fiziğinde seçkin bir kariyeri olduğunu anlıyorum. Ama son zamanlarda birkaç kitapta benim çok soğuk baktığım fikirler ileri sürdü.

Öz-farkındalığı –bilinçliliği– zekâ gibi, belli bir karmaşıklık seviyesine ulaşan karmaşık uyarlanımsal sistemlerde sonunda evrimleşebilecek bir özellik olarak görüyorum. Karmaşık uyarlanımsal sistemlerin hem zekâyı hem bilinçliliği evrende çok sayıda gezegende evrimleştirdiğini düşünüyorum. Aslında bizim çok gururlandığımız insan seviyesi zekâmız ve öz-farkındalığımız, dünyadaki diğer maymunlardan belirgin derecede yüksekse de kozmik ölçekte çok etkileyici olmayabilir. Öte yandan ilke bazında biz insanların bir gün makul derece öz-farkındalığı olan bilgisayarlar üretebileceğine de inanıyorum. Penrose öz-farkındalığa bilimin sıradan yasalarıyla ortaya çıkışını ihtimal dışı bırakan özel bazı nitelikler atfediyor. Bu anlamda tek değil; bazı diğer yazarlar da zorlu, bilinci anlama uğraşına bu şekilde tepki veriyor gözüküyor. Ama onun önerisini niteleyen, anlayabildiğim kadarıyla, bilincin bir şekilde kuantum kütleçekimle bağlantılı olduğu fikri; yani, Einstein genel-görelilik kütleçekimle kuantum alan kuramının bir araya gelişi. Böyle bir şey düşünmek için kesinlikle hiçbir neden göremiyorum. Üstelik, tüm temel parçacıkların etkileşimleriyle beraber, kütleçekimi de içeren birleşik kuram için çok parlak bir ada-

yımız; sicim kuramı var. Kuram uygun bir yaklaşık tahminle, Einstein'ın genel-görelilik kütleçekim kuramına gidiyor ve bu kuramı güzel bir şekilde önceki girişimlerde kuantum mekaniğinde genel göreliliğe yaklaşıma sorun olan korkunç sonsuzluk problemlerini önleyen bir şekilde kuantum alan kuramına ekliyor. Bir gün süper-sicim kuramının gözlemle, örneğin yüksek-enerji hızlandırıcılarıyla yapılan deneylerle desteklenip desteklenmediğini göreceğiz. Ama kuantum kütleçekim için mistik spekülasyonlarla uğraşmaya gerek görmüyorum.

Penrose bazı nedenlerden ötürü Gödel'in matematikteki çalışmalarının fiziksel sistemlerde öz-farkındalığı elde etmenin özel bir zorluğunu ima ettiğine dair uzun zaman önce itibardan düşmüş fikri yeniden canlandırıyor. Penrose'un aynen biyolojinin fizik kimyadan ortaya çıkışı gibi, öz-farkındalığın ve zekânın, biyolojiden geldiği fikrine eninde sonunda varacağını ümit ediyorum. Sonunda, nükleer kuvvetlerin kuark-gluon etkileşimlerinden ve atomlar-arası kuvvetin elektromanyetizmadan ortaya çıktığını artık anladık. Biyolojiyi açıklamak için fizik ve kimya dışında özel dirim kuvvetlerinin gerektiğini düşünen pek az kişi kaldı. Özel fizik süreçlerinin öz-farkındalığı anlamak için gerekeceği fikri de yakında ölüp gidecek.

MARVIN MINSKY: Bana, gerçekte Penrose tam da ispatlamayı iddia ettiği yerden başlıyor gibi gözüküyor. İnsanların matematikle bilgisayarların yapamayacağını ispatladığımız belli şeyleri yapabileceğini ileri sürüyor. Özellikle, insanların (Turing makineleri için Alan Turing problemi ya da Kurt Gödel'in rasgele aksiyomlar kümesinde tutarlılığı fark etme problemi gibi) makineler için çözümsüz problemleri sezgisel olarak çözebileceğini öneriyor. Ancak sorun bu problemleri *her zaman hatasız* çözecek bilgisayar programları olmaması anlamında çözümsüz olması ve sezgilerde –yani, tahminde– kesinlikle insan matematikçiler kadar iyi bilgisayar programları olamayacağının hiçbir kanıtı olmaması. Penrose'un yapıyor gözüktüğü gibi, insan zihinlerinin ya da bilgisayar makinelerinin mükemmel ve kusursuz şekilde olması gerektiğini varsaymak için bir sebep yok.; çocuk psikoloğu Jean Piaget'in gösterdiği gibi normal insan

gelişiminde mantıksal akıl yürütme –eğer gelişirse– oldukça geç gelişen sofistike bir beceridir. Belki onlara zaman zaman kusurlu mantık uygulayarak tutarsız aksiyom kümesiyle çalışabilecek bilgisayar programları yazmanın kolaylığı Penrose'un aklına gelmemiştir. Böylece Penrose'un hiçbir bilgisayarın insansı bir şekilde asla düşünemeyeceği iddiası sadece desteksiz bir iddiadır. Duman varsa, zeki bir okur sadece duman olduğu sonucuna varır.

ROGER SCHANK: Roger Penrose yapay zekâ üzerine ölçüsüz bir kitap yazdı. İnsanların anlamadığı konular üzerine kitaplar yazması çok üzücü. Eğer ünlü bir fizikçiyseniz, aslında anlamadığınız konularda yorum yapma hakkınız olduğunu sanıyorsunuz. Pek çok kişinin yapay zekâya Gödel teoremini kullanarak yaptığı meşhur bir saldırı var. Belli bir zamanda ne kadar bilgisayım yapabileceğinizle ilgili. "Kanıt" düşünülmesi gerekeni yapabilmek için bir makinenin belli şekillerde belli problemleri çözmede yapması gereken bilgisayımların ne kadar çok olduğu hakkında. Yaptıkları hata konuştukları tür bilgisayımın düşünmeyi oluşturan türden olduğu varsayımlarında. Bunlar muhtemelen doğru varsayımlar değil; aslında insan düşünmesinden öğrendiğimiz her şey bunların oldukça yanlış varsayımlar olduğunu söylüyor. Bu saldırıların dayanakları genellikle saldırganların zekânın ne olduğu hakkındaki cehaletlerini gösterir. Bu, gerçekte yapay zekâ hakkında ilginç hiçbir şey söylemeyen Penrose'u da içerir.

KÖKEN SORULARI

Denilebilir ki; fizikçiler yanlış kitaba geldiler. Çoğu kısımda bu kitaptaki diğer bilim insanları hakkında söyleyebilecekleri pek az şey olması ve benzeri şekilde diğer insanların onların çalışmaları üzerinde yorum yapmaması ilginçtir. Bunun sebebi fiziğin dilinin matematik olması olabilir; ayrıca karmaşıklık ve evrim hakkındaki fikirlerin evrenbilim ve fizikle, biyoloji ve bilgisayar bilimi kadar alakalı olmaması da olabilir. Gökbilimciler milyarca yıl önce uzak yıldızlardan yayılan ışık spektrumları üzerinde çalıştılar ve şimdiye kadar bu süre boyunca fiziğin yasalarının değiştiğine dair bir gösterge bulamadılar.

Kendi başına bilim kabul edilmesi sadece otuz yıl önceye dayanan evrenbilim kısmen evrenin parametrelerini; genişleme hızını, kütlesinin miktarını, "kara maddenin" doğasını saptamakla ilgilenir. Günümüz evrenbilimcileri evrenin nasıl yaratıldığı ve yapısının nasıl belirlendiği gibi çok daha geniş sorular üzerinde de spekülasyonlarda bulunuyorlar. Bazı evrenbilimciler fizik yasalarının kendisinin evrenin kökenini, yasaların kökenini açıklayabilme olasılığının kavranması son derece imkansız bir problem olduğundan çok ender tartışıldığını söylüyor. Uyarlanımsal karmaşıklığın ilkeleri işliyor olabilir mi? Evrenin kendi kendini örgütlemiş olması için bir yol var mıdır? "İnsancı ilke", bizim gibi akıllı izleyicilerin mevcudiyetinin evrenin mevcudiyetinde bir etmen olduğu fikrinin, evrenbilimde oynayacağı işe yarar bir rol var mıdır?

Diğer yandan parçacık fiziği kendi başarısından mustarip bir alan. 1960'lar ve 1970'lerdeki önemli başarılar standart

modelin, şimdiye kadar yapılan güvenilir parçacık fiziği deneyleriyle tutarlı gözüken kuramın gelişimine yol açtı. Ancak doğanın mutlak kuramı kabul edilmesine engel çok fazla açıklanmamış parametresi var, üstelik kütleçekimin kuantum tanımını içermiyor. Standart modelin ötesine gitme girişimleri parçacık fizikçilerini doğanın tüm kuvvetlerinin birleşik kuramı arayışına götürdü. Böyle bir kuramın amacı doğanın dört temel kuvvetinin –elektromanyetizma, yeğin ve zayıf çekirdek kuvvetler ve kütleçekim– hepsini kapsayan bir kuramda birleştirmek; daha ötesine gitmemizi gerektirmeyecek indirgemeci bir girişim. (İlk üçünün bir ya da "büyük birleşik kuramı" ufukta; kütleçekim daha büyük bir problem ama tam birleşme için ciddi bir aday mevcut; süper-sicim kuramı. Bu geleneksel tarzdaki fizik. Zamanımızın en heybetli fizikçisi, Nobel ödüllü Murray Gell-Mann'ın uyarlanımsal karmaşık sistemler incelemesinde ön saflarda olması ilginç.

Belli bir başarıdan ziyade, temel evrenbilimsel soruların anlayışına dair derin bilgisiyle bilinen astrofizikçi Martin Rees evrenbilimsel tartışmanın ön saflarında kalmaya devam ediyor. Şimdi çoklu evrenlerin olanaklı olup olmadığını ve insancı ilkenin (dinsel aşırı vurgular içeren güçlü biçiminden ziyade) zayıf biçiminin belli evrenbilimsel mevzuları aydınlatmada nasıl kullanılabileceğini düşünüyor. Yıldızların ve gökadaların meydana gelişine, kara deliklerin nasıl bulunabileceğine ve erken evrenin doğasına dair önemli fikirlere sahip. Şimdi gökadalar arası uzayı doldurur gözüken gizemli "kara maddeyi" anlamaya uğraşıyor; bu kara maddenin kütleçekim kuvveti evrenimizin sonsuza kadar genişlemeye devam mı edeceğini ya da en sonunda "büyük çatırtıya" mı çökeceğini belirleyecek. Her zaman evrenbilimin daha geniş felsefi mevzularıyla ilgilendi. Örneğin: Neden evrenimizin hayatın evrimleşmesine imkan veren belli özellikleri vardır? Belki oldukça farklı yasaların yönettiği başka evrenler var mıdır?

Bilimsel hayatına parçacık fizikçi olarak başlayan Alan Guth bazılarının bir nesilde evrenbilime yapılmış en büyük katkı kabul ettikleri şeyi, şişme kuramını yaratmıştır. Guth'un modelinde çok erken dönem evren hızla genişleme döneminden

geçmiştir; bu büyük patlamadaki diğer muammalar yanı sıra bugünkü evrenin homojenliğini de açıklar. Çalışmaları çoğu zaman spekülatif olsa da, Guth kendisinin bilimin ödün vermez görüşünü benimsediğini söylüyor. Şimdilerde zaman yolculuğunu düşünüyor: Uzayın yapısındaki solucan delikleri zamanda geriye doğru yolculuk etmemize imkan verir mi? Guth cevabın olumsuz olduğunu düşünüyor, ama kimsenin zaman yolculuğunun fizik yasalarınca yasaklandığını görmemesinden hayrete düşmüş.

Kuramsal fizikçi Lee Smolin kuantum kütleçekimle, diğer bir ifadeyle uzay zamanın doğru resmini üretmek için kuantum kuramını Einstein'ın kütleçekim kuramıyla birleştirme sorunuyla ilgileniyor. Ayrıca kendisinin tam evren kuramı dediği, evrenin evrimini açıklayacak kuramla de ilgileniyor ve evren ölçüsünde doğal seçilimin işleyebileceği bir yöntem icat etti.

Kuramsal fizikçi Paul Davies temel vurgusu kara delikler ve evrenin kökeni olmak üzere evrenbilim, kütleçekim ve kuantum alan kuramı alanlarında çalışıyor. Kendisi fiziğin üretken ve etkin bir popülerleştiricisi; bir düzineden fazla kitabı var. Burada indirgemeci-karşıtı ajandayı sunuyor ve karmaşık sistemlerin örgütsel ve niteliksel özelliklerinin öneminin farkındalığıyla hem fizik hem biyolojiyi "sentetik yola" götürecek durumla ilgileniyor. Karmaşık sistemlerin ister biyolojik ister evrenbilimsel olsun, parçalarının birikiminden daha fazlası olduğunu, kendi iç yasaları ve mantıklarıyla işlediklerini belirterek fizikçilerin ve biyologların zihinsel buluşmasını savunuyor.

15. Bölüm

MARTIN REES
"Evrenlerin Orkestrası"

ALAN GUTH: *Martin Rees benim en gözde kuramsal astroflzikçim. Astroflzik hakkında kendisine ne sorarsanız sorun, her konuda inanılmaz derecede bilgili ve de yardımcıdır. Eğer kendisine bir soru sorarsanız, konu hakkında bilenenleri ayrıntılarıyla uzun uzun anlatır. Son derece harika biri.*

MARTIN REES *astroflzikçi ve evrenbilimci; Cambridge, King College'da Kraliyet Derneği Araştırma Profesörü. Our Home Universe (basıma hazırlanıyor) ve John Gribbin ile birlikte yazdığı Cosmic Coincidences: Dark Matter, Mankind, and Anthropic Cosmology [Evrensel Rastlantılar: Kara Madde, İnsan Türü ve İnsancı Evrenbilim] (1989) kitaplarının yazarı.*

MARTIN REES: Halk her zaman kökenin temel sorularıyla ilgilenmiştir. Dinozorları sevdikleri gibi, evrenbilimle de ilgilenirler. Halkı böylesine ilgilendiren konuların günlük hayat kaygılarından bu kadar uzak olması oldukça dikkate değer. Çalışmalarımızın insanların ilgisini çekmesi için "alaka kurmamız" gerektiğini söyleyenler kesinlikle yanlış yoldalar, çünkü dinozorlardan ve evrenbilimden daha alakasız bir şey yok.

Evrenbilim halk için heyecan vericidir çünkü açıkça temeldir ve bugünler bu konu için özel zamanlardır. İlk kez, ana-akım bilimin parçası olmuştur ve evrenin kökeni hakkında soruların üzerine eğilebiliriz. Evrenin bir saniye yaşındayken nasıl olduğuna dair ayrıntılar hakkında konuşabiliyoruz. Daha erken evreler hakkında bile konuşabiliyor, temel sorular sorabiliyoruz; bu konu için özel ve heyecan verici bir dönem.

Kendimi sırasıyla astrofizikçi ve evrenbilimci diye tanımlıyorum. Astrofizikçi gökadalar, kuasarlar, yıldızlar gibi bireysel nesneler ve bunların evrimlerini anlamaya çalışır, evrenbilimci ise içerikleriyle değil tüm evrenle ilgilenir. Sonuçta birbirleriyle yakından bağlı bu iki disiplini kapsamaya çalışıyorum. Benim çalışmam eskiden olduğu gibi, çıkarımsal sistem kurma eğiliminde değil, ama olguları açıklama girişimleri.

Başladığımda evrenbilim öncelikle kuramsal bir konuydu, aslında hiçbir veri yoktu. 1960'lardan itibaren evrenin genişlediği olgusunun ötesini bilmeye başladık. Heyecan verici gelişmeler oldu, öyle ki şimdi evrenin ilk evreleri hakkında niceliksel konuşabiliyoruz, hem de ciddiyetle bilimsel tartışmalar yapabileceğimiz evrenbilimsel konuların yelpazesi genişledi. Bu mevzular eskiden tamamen spekülatifti, ama şimdi bunlar gerçek bilim.

Herhangi tek bir temel soruya odaklanmadım; zihnimde büyük resmi korumak istedim ve konu sentetik yaklaşımın ürün verdiği türden olduğu için şanslıydım. Veriler optik teleskoplardan, radyo teleskoplardan ve uzay araçlarından gelir; meslektaşlarım ve ben bunları bir araya getirip bir anlam çıkartmaya uğraşırız. Bir tür bir mühendise belli özelliklerle işleyen bir şey yapmasını söylemek gibi. Doğa bize özellikler veriyor ve bundan "işler" bir şey yapmak ve anlam çıkarmak için fiziğin yasalarını kullanmak zorundayız.

Ama daima şimdi anladığımız şekliyle fizik yasalarının uygun olmadığına dair dırdırcı olasılık var. Bu büyük bir motivasyon. Astronomi ve evrenbilim çalışmaları için ilk neden salt araştırma, dış dünyada olan şeyi keşfetmek. İkinci neden ve astrofizikçileri motive eden bu, dışımızdaki şeyi yorumlamaya çalışmak ve evrenin nasıl evrimleştiğini, mevcut evrenin karmaşıklığının o ilk basitlikten nasıl oluştuğunu anlama çabası. Üçüncü neden evrenin belli kısıtlı bir laboratuvarda asla benzeştiremeyeceğimiz çok aşırı koşullarda doğanın yasalarını soruşturmamıza izin veren bir laboratuvar olması ve böylece doğanın temel yasalarına dair bilgimizi genişletmesi.

Beni ilgilendiren başka bir şey bu konu üzerinde çalışanların ruh hali. Pek çok kişi kuramlarına duygusallıkla bağlanıyor ve olumsuz kanıtlara karşı bir avukat gibi savunuyor. Kuramlarından vazgeçmek zorunda kalmak onlar için gerçek bir travma oluyor. Ben asla böyle olmadım. Her zaman iki çelişen hipotez üzerinde aynı anda çalışmaktan oldukça mutluydum, çünkü bir şeyin gerçek açıklamasını bilmiyorsak ve anlamak istiyorsak, o zaman farklı fikirlerin sonuçlarını araştırmak iyi bir yöntem. Birinin araştırması yeni bir sınamaya götürebilir ya da ortaya yeni bir çelişki çıkarabilir. Bilimsel camia topluca böyle çalışır, ama herkes aynı anda iki farklı kuram üzerinde çalışmaktan benim kadar keyif almıyor.

Çalışmalarımın temalarından biri evrendeki kara delikler, enerjik patlamalar, vb gibi aşırı nesneleri anlamaya çalışmak. Kuasarlar ve gökadaların merkezi üzerine çeşitli fikirlerle meşgulüm. Bu konuya yüksek-enerji astrofiziği deniyor. Son on yılda kozmogoni diyebileceğimiz şeye doğru yöneldim. Şimdi yakın gökadalara bakarak evrenin sadece şimdiki yapısı hakkında öğrenmenin yanı sıra, uzak kısımlarına bakarak erken evren hakkında da öğrenmek olanaklı, böylece gökadalar henüz oluşmaya başladığında evrenin nasıl olduğunu ve hatta gökadalar öncesi evreni örnekleyebiliyoruz.

Benim en etkin şekilde yer aldığım alanlar gökadaların ve gökada salkımlarının nasıl meydana geldiği, kara maddenin ne olduğu ve evrende en sonunda çökmesine yetecek kadar malzeme var mı, yoksa sonsuz dek genişleyecek mi, gibi sorular-

la ilgilidir. Henüz cevaplarımız yok, ama önümüzdeki on yılda bu soruların bazılarına dair üstünde uzlaştığımız bir anlayışa sahip olacağımız beklentisindeyim. Tıpkı şimdi yıldızların nasıl oluştuğunu anladığımız gibi, gökadaların nasıl oluştuğunu daha fazla anlayacağız ve ümit ediyorum kara maddenin ne olduğunu keşfedeceğiz. Şimdiki evren algımızın utanç verici bir yanı meydana geldiği şeyin %90'ının hesaba katılmaması. Kayıp malzeme denen bu şey çok sönük yıldızlardan, egzotik parçacıklara, kara deliklere kadar her şey olabilir. Açıktır ki, kütlelerin yüzde doksanını neyin oluşturduğunu anlayıncaya kadar gökadaları anlayamayız.

Evrende görmediğimiz, ama kütleçekim kuvveti uygulayan pek çok şey bulunduğuna inanmak için haklı nedenlerimiz var. En basit kanıt bizim döner Samanyolumuz gibi, disk gökadalardan geliyor. Eğer disk gökadaların dış kısımlarına bakarsanız gazın yörüngede şaşırtıcı derecede hızlı dolaştığını görürsünüz. Eğer sadece gördüğümüz yıldızların kütleçekimle çekiliyor olsa hareket edeceğinden çok daha hızlı. Bu gökadaları bir arada tutan çok kara madde olması gerektiğini gösteren kanıt çizgilerinden biri bu. Diğer kanıtlar kütleçekimsel mercek etkisi, gökada salkımlarının hareketlerinden geliyor. Kara maddenin kütleçekim için gördüğümüz maddeden on kat daha fazla önemli olduğuna inanıyoruz, doğası ise tamamen belirsiz. Ama açıktır ki kozmogenik süreç, yapının kökeni kütleçekim egemenliğinde, bu nedenle kütleçekimin çoğunu uygulayan şeyin doğasını bilmeden, gökadaların nasıl oluştuğuna dair belli bir cevabımız olamayacak. Kara maddenin doğası şimdiki temel belirsizliklerden biri.

Ne yapmaya çalıştığımı ve kanaatimce tüm evrenbilimcilerin ve kozmogenikçilerin ne yapmaya çalıştığını bir cümleyle söyleyecek olursak; evrenin –on beş milyar yıllık tarihinde– sıcak, sıkışık, biçimsiz bir ateş topundan bugünkü bizimde bir parçası olduğumuz, hepsi son derece geniş bir yelpazede karmaşıklık gösteren gökadalar ve gökada salkımları, yıldızlar ve gezegenler gördüğümüz haline nasıl evrimleştiğini anlamaktır. Bu yapının ortaya çıkışındaki çeşitli evreleri anlamak istiyoruz: Şişen evren gökada ve gökada salkımlarına dönüşen yoğunlaş-

tırmaları nasıl geliştirdi? Bunların içinde yıldızlar nasıl oluştu, nasıl evrimleşti? Kimyasal elementler nasıl yapıldı? Ve en azından bir yıldızın etrafındaki bir gezegende bunları merak edebilen karmaşık yaratıklar nasıl evrimleşti?

Etkileyici olan bu soruların hepsinden bahsedebilmemizdir. Bunu yapabilmemizin bir nedeni bazı açılardan evrenin bekleyebileceğimizden daha fazla basitlik göstermesidir. İki anlamda basitlik gösteriyor. İlki evrenin geniş-ölçekli yapısı oldukça tekbiçimli ve simetrik. Gökadalar ve gökada salkımları ölçeğinde her çeşit düzgün dağılım dışılık var, ama çok büyük ölçekte evren oldukça tekbiçimli. Her parça evrimleşmiş ve diğer her parçayla aynı tarihe sahip; parçadan kastettiğimiz birkaç yüz milyon ışık yılı uzaklıktaki bir "kutu". Çok kabaca bakıldığında evren düzgün ve homojen. Evrenin uzak bir kısmına baktığımızda, bizim civarımızda uzun zaman önceki koşulları gördüğümüze eminiz. Eğer evrenin farklı kısımlarının birbirinden farklı tarihleri olsaydı, bunu varsayamazdık.

Diğer dikkat çekici özellik fiziğin yasalarının evrenin tüm gözlemlenen kısımlarında aynı olması. Uzak kuasarlardan gelen ışık spektrumuna baktığımızda, spektrum bize atomların aynen bizim çevremizdekiler gibi olduğunu gösteriyor ve laboratuvarda tesis edilen yasaların gözlemlenebilir evrendeki her şeyi, bir mikro-saniye olduğu zamana gittiğimizde bile, açıklamak için uygun olduğuna inanıyoruz. Bir mikro-saniyeden önceye gittiğimizde yoğunluklar, enerjiler ve basınçlar öylesine yüksek ki temel fizik yasalarına dair bir belirsizlik var. İlk mikro-saniyeden sonra evren laboratuvarda elde ettiğimiz yoğunluklardan daha yüksek olmayan yere genişledi, bu nedenle alakalı fiziği bilmemiz olası.

İlave bir ilgi sebebi daha var; ultra-erken evrenin –ilk mikro-saniye– hakkında çıkartabileceğimiz sonuçlar vasıtasıyla temel fizik hakkında belki laboratuvarda doğrudan öğrenemeyeceğimiz şeyler öğrenebiliriz. En büyük hızlandırıcılarımızda bile parçacıkların ultra-erken evrende sahip olduğu enerjiyi elde edemiyoruz. Ayrıca, evrenin temel özelliklerinden pek çoğu, örneğin neden genişlediği şekilde genişliyor, –aksi evrenbilimi olanaksız kılsa da– neden bu basitlik ve homojenlikte, neden

gözlenen madde ışınımı oranını içeriyor, ilk mikro-saniye hakkında daha iyi bilgilenmeden anlaşılamaz.

Arno Penzias ve Robert Wilson tarafından 1965 yılında keşfedilen mikrodalga ardalan ışınımı 1920'lerin sonunda Edwin Hubble evrenin genişlediğini keşfettiğinden bu yana evrenbilimdeki en önemli ilerlemeydi. Hubble'ın keşfi evrenin geçmişte sıkıştırılmış faz durumundan ortaya çıktığını akla getiriyordu, ama o zamanlar bunun için hiçbir kanıt yoktu. Aslında fikirlerini ifade etmekten kaçınmayan bazı İngilizlerin geliştirdiği kararlı durum kuramı böyle bir sıkıştırılmış faz durumunun hiç mevcut olmadığı ve evrenin hep aynı olduğu görüşündeydi. Evrenin erken dönem daha yoğun, sıcak fazı konusunu perçinleyen ardalan ışınımının keşfiydi, hemen hemen tüm evrenbilimciler oldukça çabuk ikna oldular. Evrenbilim görüşünde sonuçta ortaya çıkan kayma –daha önce çok spekülatifken doğruluğu gösterilen– kıtaların kayması fikriyle jeofizikte uzlaşılan kayma kadar keskindi. Altmışların ortasından sonra nerdeyse herkes artık mutlak sıfırın 2,7 derece üstüne soğumuş arka planın fosili olduğu sıcak büyük-patlama kuramına inanıyordu.

1965'lerden beri bu ışınımın spektrumunun ve gökyüzündeki açısal dağılımının giderek daha kesin ölçümleri yapıldı, çünkü açıkça evrenbilimin temel irdeleyicilerindendi. İki elzem keşif yapıldı. Yaklaşık yirmi yıl önce, astrofizikçi George Smoot ardalan ışınımının çevremizdeki her yönde aynı sıcaklıkta değil, bir yönde zıt yöne doğru biraz daha sıcak olduğunu bularak evrene göre göreli hızımızı ölçtü. Bunun sebebi bizim ve tüm gökadamızın büyük-ölçek evrenle tanımlanan referans sistemine göre saniyede birkaç yüz kilometre hızla hareket etmemiz. Smoot bu keşfi ekipmanlarıyla U-2 casus uçağında yaptığı uçuşlarda binde birden daha kesinlikle ardalan ışınımını ölçerek yaptı.

Smoot daha sonra 1989'da ışınımı daha fazla inceleyebilmek için atılan COBE uydusundaki önemli kişilerden biri oldu. Gökyüzünün farklı kısımlarındaki ışınım sıcaklığındaki çeşitlemeleri yüz binde birlik bir kesinlikle tarayan bir aletin baş araştırmacısıydı. Sıcaklığın tamamıyla tekbiçimli olmadığını buldu: bazı bölgeler diğerlerinden biraz daha soğuktu. Bunun yorumu erken dönem evrenin tamamen düzgün olmadığıydı.

Okyanusun yüzeyinin düzgün olması anlamında düzgün, üzerine binmiş hafif dairesel dalgalarla ortalama bir eğrilik. Gökada ve salkımlarının meydana geldiği çekirdekler olarak "hafif dalgaların" mevcudiyeti öngörülüyordu. Smoot'un COBE uydusundaki ekipmanları bu salınımları bulabilecek kadar duyarlı ilk ekipmanlardı.

Eğer bu duyarlılık seviyesinde bulamasaydı, benim gibi insanlar derinden telaşlanacaktı, çünkü hepimiz gökadaların, salkımların ve süper-salkımların kütleçekimsel istikrarsızlık –erken dönemin ortalamadan hafifçe yoğun herhangi bir kısmının evren genişlerken geride kalacağı ve sonunda yoğunlaşacağı– süreciyle meydana geldiğine inanıyorduk. Eğer erken dönem evrende mikrodalga ardalan ışınımında yüz binde bir dalgalanma ile mevcut eşit-dağılımsızlık olmasaydı şimdiye kadar gökada salkımları ve süper-salkımlar yoğunlaşamazdı. Bu seviye kuramcıların yapılan deneylerde varılması gereken nokta olduğunu bildikleri yerdi ve Smoot'un COBE'deki ekipmanları bu seviyeyi elde etti.

Evrenimizin karmaşıklık geliştirmek için geçmişte sahip olması gereken genel özelliklerle ilgileniyorum. Aşikar gerekliliklerden biri başlangıçta özelliksiz bir evrende istikrarsızlık vasıtasıyla yapıların yoğunlaşmasına izin veren kütleçekim gibi bir kuvvet. Ancak komiktir, kütleçekim ne kadar zayıfsa karmaşık bir evrenin gelişme şansı da o kadar yüksektir; çünkü eğer kütleçekim karmaşık organizmalar seviyesindeki şeyleri parçalayacak kadar büyük olsaydı, evrim için iç açıcı olmayan bir olasılık olurdu. Aslında eğer kütleçekim çok daha güçlü olsaydı, yıldızların yaşam süresi de çok daha kısa olurdu, bu da evrimsel herhangi bir süreçle karmaşıklığın ortaya çıkması için daha az zaman tanıyacaktı. Eğer kütleçekim kuvveti mevcut olmasaydı, hiçbir evrensel yapı asla yoğunlaşamazdı, ama ne kadar zayıfsa göstergeleri o kadar büyük. Çünkü sıradan olgular ölçeğinde kütleçekim bu kadar zayıf olduğu için yıldızlar ve gökadalar bu kadar büyük. Bunun niceliğini belirlemeye ve kütleçekimin neden bu kadar zayıf olması gerektiğini anlamaya çabalamak ilginç.

Karmaşıklığın belirmesi genel fikri burayla çok alakalı, çünkü kütleçekim başlangıçta özelliksiz olan bir evrenin yapı ge-

liştirmesine izin veren alışılmadık özelliğe sahip. Kütleçekim istikrarsızlığa yol açıyor ve gökada ve yıldızları oluşturmak için maddeyi bir araya çekiyor. Yıldızlar enerji kaybettikçe, merkezleri daha da sıcak ve sıkışık oluyor; sonunda nükleer-füzyon tepkimeleri içlerinde tutuşarak –Prigogine ve diğerlerinin bize öğrettiği gibi– karmaşık moleküller ve yaşamı inşa eden "denge-dışı termodinamik" süreçler için elzem yıldızlarla gezegenler arasındaki sıcaklık zıtlığına ve koyu gece gökyüzüne yol açıyor. Yani kütleçekim şeyleri dengeden daha da uzağa götürüyor ve belli bir biçimi olmayan erken dönem evrenden gelişecek her türlü karmaşıklığın ön koşulu dengesizliğe imkan tanıyor. Niceliksel anlamda anlamaya çalıştığımız süreç bu çeşittendir. Son birkaç yıl içindeki başka bir gelişme yapısız bir evrenin nasıl evrimleştiğini incelemek için kütleçekimsel yığılmanın, gaz dinamiğinin ve benzerlerinin gerçekçi benzetimlerini yapma imkanıdır.

Daha spekülatif konulara da giriştim, mesela fizikçilerin belli tür bir deney yaparak kazara evreni yok edip edemeyeceği. Bu mevzular Alan Guth'un şişen evren kuramından filizlenen fikirlerden ortaya çıkıyor. Şişen evren fikri (fizikçilerin vakum dediği) boş bir uzayın bile çok erken zamanlarda sıra dışı özelliklere sahip olmasını ve –su donduğunda olana benzer– faz dönüşümü denilen süreçten geçmesini gerektiriyor. Bazı kişiler –fizikçi Sidney Coleman bu noktaya parmak basan ilk kişiydi– bugünkü vakumumuzun en düşük olanaklı enerji evresinde olmayabileceğini ileri sürdü. Bu nedenle uzay fizik yasalarının değişeceği daha öte başka tür bir vakum haline dönüşebilirdi. Bildiğimiz haliyle tüm parçacıklar ve çevremizde gördüğümüz her şey ortadan kalkacaktı. Bugünkü vakumumuz suyun buza faz dönüşümü olmadan aşırı soğutulması gibi denebilir ki aşırı soğutulmuş olabilirdi ve aynen bir parça tozun aşırı soğutulmuş suyu aniden dondurması gibi, belki bir tetikleyici tüm uzayı başka bazı farklı hale dönüştürebilirdi. Hızlandırıcılarda yapılan bir deneyle kazara ışık hızıyla genişleyecek ve evreni yutacak yeni vakum kabarcığı üreterek fizikçiler bu etkiyi tetikleyebilir miydi?

Bu saçma gözükebilir, ama ürettiğimiz başka bir yerde doğallıkla mevcut olmamış koşullarda bunun yollarını düşünmek

kolay. Örneğin biz buzdolaplarını yapıncaya kadar –eğer evrende başka akıllı canlılar yoksa– evrende mutlak sıfır sıcaklığından 2,7 dereceden –mikrodalga ardalan ışınımının şimdiki sıcaklığından– daha soğuk bir şey hiç yoktu. "Tehlike" koşullarını yaratacak şeylerden biri büyük bir hızlandırıcıdaki çok yüksek enerji parçacıkları arasındaki çarpışma olabilir; bu tür bir çarpışma bir faz dönüşümünü tetikleyebilecek büyük yerel enerji yoğunluğunu yaratabilir.

Danimarkalı astrofizikçi Piet Hut'la birlikte hızlandırıcıların Büyük Patlamadan bu yana evrende hiçbir yerde asla meydana gelmemiş enerji konsantrasyonları yaratıp yaratamayacakları sorusu hakkında bir makale yazdık. Sonucumuz oldukça güven vericiydi. Çok düşük yoğunluklarda ışık hızına çok yakın bir hızla yıldızlararası hareket eden kozmik-ışın parçacıkları arasındaki çarpışma oranını hesapladık. Evrenin bizim kısmımızdaki en yüksek enerjili çarpışmalar üzerinde çalıştık ve bunların bir hızlandırıcıda meydana gelebilecek herhangi akla yatkın bir olaydan son derece daha enerjik olduklarını keşfettik. Bu güven verici. Kıyamet günü riskinden önce süper-çarpıştırıcılarda beklenen çarpışma enerjilerinin çok ötesine uzun bir yol var anlamına geliyor.

Ayrıca her biri farklı özelliklerde evren toplulukları kavramına bilimsel bağlam getirmeye çalışıyorum. Bu fikirler birçok kişiyle alakalı, ama ben sadece kaotik ve sonsuz şişmeyi, yani yeni evrenlerin eskilerinden tomurcuklanabileceğini ya da kara delikler içerisinde yeni uzay-zaman alanlarına şişebileceği fikrini ileri süren Rus fizikçi Andrei Linde'den bahsedeceğim. O ve diğerleri bizim evrenimizin sonsuz topluluklar içerisinde bir öğe olduğunu savladılar. Bu topluluktaki farklı evrenler tamamen farklı fizik yasaları, sayılar ve boyutlarla yönetiliyor olabilir. Bazısında çok büyük kütleçekim kuvveti varken kimisinde hiç kütleçekim olmayabilir. Eğer bu olanaklıysa, o zaman benim meta-evren dediğim bu topluluk kavramı insancı akıl yürütmeye, kendimizi bir şekilde karmaşıklığın gelişimine ayarlanmış bir evrende bulmamızın rastlantı olmadığı fikrine bilimsel bir temel veriyor. Eğer tüm olanaklı evrenler mevcut tüm olanaklı yasalarla yönetiliyorsa, o zaman açıktır ki bazılarının karma-

şıklığa izin veren doğa yasalarına sahip olması şaşırtıcı değildir, o zaman bu bir rastlantı değildir ve aslında bizimki gibi bir evrenin mevcudiyeti kaçınılmazdır ve elbette içinde bulunduğumuz evren budur. Bu, evrenlerin "gözlemsel seçilimi" fikrini ileri sürer. Bunu ciddiye alıyorum. Bir evrenler topluluğu var. Evrenlerin göreli sayısı üzerine matematiksel anlamda bir "ölçü" konulduğunda çoğu ölü doğmuştur; şu anlamdaki içlerinde evrimleşen hiçbir karmaşıklık olmayacaktır. Buna karşın bazılarında bizimkinden çok daha büyük, geniş çaplı potansiyeller olabilir, ama bunlar açıkça bizim hayal gücümüzün ötesindedir.

Evrenin bir mikro-saniye olduğu zaman hakkında konuşurken sağlam güvenim var; aynen jeofizik ve fosilbilimden dünyanın erken tarihi hakkındaki çıkarımlarla ilgili kuramlara olduğu gibi. Kanıtların seviyesi ve savların doğası benzer; aslında evrenbilimsel kanıtlar biraz daha niceliksel. Ama ilk mikro-saniyeye döndüğümüzde, şişme ve faz dönüşümü gibi dünyanın nihai doğru resminin bir biçimde parçası haline gelecek önemli fikirlerle karşılaşıyoruz. Buradaki sorun aşırı fiziği çok niceliksel öngörüler yapabilecek kadar bilmememiz. Ama elbette yeni kavramlar, farklı özelliklerde diğer evrenler topluluğunun olanaklılığını itiraf ederek bakış açımızı genişletiyor. O zaman "evrenin" farklı tanımlarını ayırt etmeliyiz. "Evren" kelimesiyle gözlemlediğimiz –yaklaşık on beş milyar ışık yılı genişliğindeki– en sonunda ışığın bize varmayı başaracağı bölgeyi kastedebilirsiniz; ya da evren kelimesiyle olanaklı tüm fizik yasalarla yönetilen ve tüm olanaklı evrenleri içeren büyük topluluğu tanımlarsınız. En etkileyici bulduğum son kavram – meta-evren– ve sanırım ciddi bilimsel tartışmaların merceğine girmeye başladı.

"İnsancı ilke" yerine "insancı akıl yürütmeden" bahsetmeyi tercih ederim. Evrenin bazı özellikleri bir gözlemcinin mevcudiyeti için önkoşuldur savının genel hattı budur, böylece bu özellikler için temel açıklama aramayacağız; bunlar sadece burada bulunmamız olgusunun işlevi. Bir anlamda, insancı akıl yürütme çok aşikar ve oldukça banal; evrende güneşe yakın özel bir yerde neden bulunduğumuzu ve neden gökadalar arası uzayda rastgele bir yerde olmadığımızı merak etmiyoruz. Neden evren

birkaç saniye yaşındayken değil de on beş milyar yaşındayken yaşadığımızı da merak etmiyoruz, çünkü bizim var olabilmemiz için evrenin soğuması ve öncel evrimin uzun zincirinin meydana gelmesi gerekiyordu.

Bazı kişiler doğanın temel yasalarının bilinçli gözlemciye elvermesinin bir şekilde zorunlu olduğunu iddia ederek insancı akıl yürütmeyi daha ileri taşımayı denediler. Bu görüşü ciddiye almakta zorlanıyorum. İnsancı akıl yürütmenin durumu temel doğa yasalarına bağlıdır. Eğer bu yasalar; yani kütleçekimin göreli gücü ve diğer temel kuvvetler, kütleler, spinler, temel parçacıkların yükü, vb bir anlamda evrenimizin soğuma biçiminin bir tesadüfüyse, o zaman yasaların farklı olduğu ve hayata elverişli olmayan evrenler hayal edebilirsiniz. Tüm bu evrenler mevcut olabilir ve biz "doğru" koşullara sahip birinde ortaya çıkmışız. Bunda dikkate değer bir şey yok.

Öte yandan, (bu noktada merhum fizikçi Heinz Pagels'in çizgisine daha yakın duracağım), eğer doğanın temel yasaları tekse, eğer fiziğin yasalarının başka bir yerde başka bir biçimde olamayacağı ortaya çıkarsa ve tek bir denklem bize kuvvetlerin gücünü ve taneciklerin kütlesini verirse, o zaman bu tek ve basit yasaların karmaşıklığın evrimleşmesine izin vermesi, bakış açınıza göre salt kaba bir olgu, şans ya da kader olacak. Bu sonuca şaşırırdım, ama tepkim daha çok –teşbihte hata olmaz– sonsuz derinlikteki yapılarıyla Mandelbrot kümesi kadar karmaşık bir şeye basit bir algoritma yazabilme olgusuna şaşırmama benzerdi. Gerçekten şaşırtıcıdır, ama bu sadece matematiktir; benzeri şekilde inanılmaz derecede zengin sonuçlu temel tek fizik yasasının olması da.

Eğer doğanın yasaları tekse o zaman insancı seçilim için yer kalmaz, çünkü yasalar verilidir. Ya yasaları ve belirgin sonuçlarını kaba bir olgu diye kabul edersiniz ya da "güçlü insancı ilkeye" doğru tüm yolu geri dönersiniz. Ama farklı soğuyan evrenler kümesi varsa, o zaman bazıları yaşama elverişli koşullara sahipken, bazıları kısa süreli olacaktır, yani çok soğuk, çok boş, vb O zaman doğrudan doğruya insancı seçilim için yer olur. Mecburen gerekli karmaşıklığa izin verebilecek kadar dost olanda bulunuruz.

İnsancı savları önemsizleştiren bir neden fizikçilerin bu ilkeye çok da fazla inanmamaları. Açıkça evrenin henüz açıklayamadığımız pek çok özelliği doğrudan doğruya fiziksel savlarla açıklanacak. Eğer insanlar bizim meta-evrendeki alanımızın belli bir şekilde soğuması nedeniyle evrenin bazı özelliklerinin temel değil rastlantısal olduğuna inansalardı, bunları açıklamaya çabalamada daha az istekli olurlardı. On yıl kadar önce bir radyo belgeseli için Steven Weinberg'le röportaj yaptığımda, bu noktaya parmak bastı; fizikçilerin insancı ilkeye inanmaması onların lehinedir, çünkü diğer türlü bir birleşik kuram aramakta böylesine istekli olmazlar ve eğer onlar aramazsa, kesinlikle bulamazlar. Bu yeni meta-evren kavramı (ya da evrenler topluluğu) insancı seçilimi ana-akım bilimsel söyleme yakınlaştırıyor.

LEE SMOLIN: Martin Rees'le yakınlarda, Cambridge Üniversitesine bir ziyaretim esnasında tanıştım. Elbette uzun yıllardır ismini duyuyorum, çünkü pek çok kişi tarafından takdir ediliyor. Kesinlikle astrofizik ve evrenbilim kuramı üzerinde çalışan en etkili isimlerden biri ve onunla biraz konuştuktan sonra nedenini anladım: hem yeni fikirlere, önerilere açık, hem de tepkisinde ve eleştirisinde dikkatli ve titiz. Bir de, evrende yapının evrimi ya da gökadaların meydana gelişi üzerine daha önce düşünmediği, kafasında evirip çevirmediği ya da bir süre önce yazı yazmadığı bir fikir önermek zor. Ayrıca onunla konuşmak çok eğlenceli, benim gördüğüm kadarıyla hiç yapmacık değil. Birinin fikirlerini eleştirdiğini duymak hoş değil, çünkü tartışmalar bir yarışmaya dönüşüyor, ama onun benim fikirlerime dair eleştirilerini duymak gerçekten eğlenceliydi. Bunlara inanmıyordu, ama üstünde dikkatlice düşünmüştü ve bana tam da yanlış olma olasılığı en yüksek hususları belirtti.

Bence en çok doğanın yasalarının evrenin yapılaşmasına izin verecek şekilde özel olduğu keşfi diye düşündüğüm şeyin çoğu onun hesabına yazıyor. Bu fikri ilk başta bir önceki nesil –P.A.M. Dirac, Fred Hoyle ve Robert Dicke– düşünmeye başladı. Ama benim anlayışıma göre gerçekte Martin ve daha genç bir meslektaşı Bernard Carr doğanın yasalarının özel oluşuna dair kanıtları bir araya getirdi. Bunun soncu *Nature*'de yayınlanan

ve insancı ilkeyi düşünen herkes üzerinde büyük etki yapan makaleydi. Makaleleri genişletilerek birden fazla kitap yazıldı. Ama bence en önemlisi benim gibi, insancı ilkeye kapılmamış olanların ciddiye alacağı kadar doğanın yasalarının özel oluşuna dair güçlü bir dava meydana getirdiler. O zaman soru kendi mevcudiyetimizi evrenin bu şekilde özel olması için açıklama kabul etmezsek, başka bir açıklama bulabilir miyiz?

Daha genel bir şey söylemek için onun adından faydalanayım, İngiliz gökbilim ve fizik geleneğinde biz Amerika'dakilerin öğrenebileceği gerçekten harika bir şey var. Dünyada evrenbilim ve gökbilim fikirleri çıkaran böylesine yaratıcı bir seçki dünyanın hiçbir ülkesinde yok. Bu yüzyılda Arthur Eddington, Fred Hoyle, Dennis Sciama, Roger Penrose, Stephen Hawking ve Martin Rees var ve bu kadar tanınmayan diğerleri var. Bu insanların en yüksek özen ve dürüstlük ölçütleriyle çalışmak için eğitilmelerinde ve bireysel açıdan, hatta eksantriklik açısından Amerika'ya göre daha özgür ve hoşgörülü bir atmosferde fikirlerini geliştirmelerine izin verilmiş olmasında bir nokta var. Amerikan sahnesi daha büyük, para anlamında daha fazla desteğimiz var, ama National Science Foundation (Ulusal Bilim Vakfı) ya da fon isteğimizi onaylayacak topluluğun nasıl tepki vereceğinden böylesine sık endişelenmemizde sağlıksız bir yön var. Belki safım, ama en azından şimdiye kadar İngilizler bilimin aşırı bürokratikleşmesini önlemiş gözüküyorlar izlenimdeyim.

Ayrıca Jim Lovelock ya da fizikçi ve felsefeci Julian Barbour gibi bir üniversiteye bağlı olmadan evde kalan, ama üniversitedeki daha az cesur meslektaşlarına kıyasla özgün ve önemli işler yapan bilim insanlarını sadece İngiltere üretebilmiştir. Belki buradaki husus İngilizlerin sonuçta bilimdeki ilerlemelerin yaratıcı kişilikler tarafından yapıldığını asla unutmamalarıdır, böylece bilimde ilerlemenin en iyi yolu insanlara entelektüel ve ahlaki açıdan –ahlaki diyorum çünkü bilim insanları dürüstlük ve hoşgörü etiği uyguladıklarında bilim işler– en iyi olası eğitimi vermek ve sonra yaratıcılık gösterenlere olanaklar elverdiğince çok özgürlük vermektir. Amerika Birleşik Devletlerinde bunu düşünmemiz gerektiği fikrindeyim.

NICHOLAS HUMPHREY: Martin ve ben arkadaşız, fizik ve evrenbilimden bir sorum olunca ona sorarım. Bazen fazlasıyla mantıklı oluyor. Örneğin Martin ve ben güçlü insancı ilke konusunda uzlaşamıyoruz. Bence güçlü insancı ilke harika –doğru olmayabilir, ama harika– ama Martin hiç ilgilenmiyor.

ALAN GUTH: Martin Rees benim en gözde kuramsal astrofizikçim. Astrofizik hakkında kendisine ne sorarsanız sorun, her konuda inanılmaz derecede bilgili ve de yardımcıdır. Eğer kendisine bir soru sorarsanız, konu hakkında bilenenleri ayrıntılarıyla uzun uzun anlatır. Son derece harika biri. Martin'in başarılarını parmakla göstermek biraz zor, çünkü çok geniş. Muhtemelen astrofizik literatürüne yüzlerce makale yazmış, konunun her yönünde önemli katkılar sağlamış.

16. Bölüm

ALAN GUTH
"Arka Bahçenizde Bir Evren"

LEE SMOLIN: *Şişen evren fikri muhtemelen evrenbilimde son elli yıldaki en etkili fikirdi ve bu Alan'ın fikridir. Beni tamamıyla ikna eden bir fikir değil ama herkesin düşüncesinde büyük etki yaptı.*

ALAN GUTH *fizikçidir; MIT'de fizik bölümünde Victor F. Weisskopf profesörü; Inflationary Universe [Şişen Evren] (1997) kitabının yazarı.*

ALAN GUTH: Evrenbilim çok fazla gözlemsel bir bilim oldu. Artık insanlar koltuklarında oturup evrenin neye benzeyebileceğine dair yeni kuramlar icat etmiyor. Gözlem her zaman yapılıyor: evrende gökadaların dağılımı gözlemi, mikrodalga ardalan ışınımı ve ışınımdaki tekbiçimlilik gözlemi; evrenin kütlesel yoğunluğunun tahmini hesabı; farklı çeşitli tekniklere dayanarak evrenin yaşının tahmini hesabı.

Bunların hepsi yaşayabilen evren kuramları üzerinde etkili oldu. 1980'de şişen evren fikrini geliştirdim. Büyük Patlamanın nasıl başlamış olabileceğine dair yeni bir kuramdı. Standart Büyük Patlama resmiyle tutarlı bir kuram; bu kadar kabul edilmesinin sebeplerinden biri de bu. İnsanların evrenbilim hakkında önceden bilinenleri fırlatıp atmasını gerektirmiyor. Ama çok şey ekliyor. Evrenin ilk saniyesinin ilk kesitinde, daha önce araştırılmamış zaman diliminde neler olduğunu anlatan tüm bir hikâye. Standart Büyük Patlama modelinin açık bıraktığı bazı soruları cevaplıyor. Şişen evren gerçeklere dair bir kuram. Ben ve muhtemelen çoğu fizikçi gerçeği özgün fiziksel gerçeklik, ulaşabildiğimiz ve geliştirmeye devam ettirebildiğimiz kadar insanlarca etkilenen gerçeklik anlamında alıyoruz. Gerçeklik insanlardan bağımsız şekilde mevcut. Fizikçinin amacı bu gerçekliği anlamak.

Şişen evren modelinin en şaşırtıcı özelliklerinden biri başlangıçta inanılmaz derecede küçük bir şeyden evrenin ortaya çıkmasına olanak vermesidir. On kiloluk madde tarzında bir şey bir evreni başlatmaya yeterli gözükmektedir. Bu standart evrenbilimsel modelden çok farklıdır. Genişlemeden önce, standart model şimdi mevcut bütün maddenin başlangıçta zaten orada olduğunu varsaymanızı gerektiriyordu, model evrenin nasıl genişlediğini ve maddenin nasıl soğuduğunu ve evrimleştiğini tanımladı. İlkesel bazda, insan yapımı süreçlerle laboratuvarda –ya da arka bahçemizde– bir evren yaratılabilir mi, diye sormak çok cazip gelmektedir.

Bakmak gereken ilk soru evrenimizin ortasında nereden geldiğini önemsemeden, bir parçacık şişen evren olsa neler olacağı. Şimdi mevcut gibi davranalım ve nasıl evrimleştiğini soralım. Ortaya çıkıyor ki eğer bu parça yeterli büyüklükteyse yeni bir

evrene doğru büyüyecektir, ama bunu çok tuhaf bir şekilde yapar. Bizim evrenimizin yerini almaz; bu çevresel nedenlerle çok önemlidir. Bunun yerine bu parçacık kendine bir solucan deliği oluşturur ve oradan kayıp gider. Bizim evrenimizden her zaman çok küçük ve az ya da çok sıradan bir karadelik gibi gözükür. Ama içeride yeni evren genişlemekte ve büyüdükçe yeni uzay yaratmaktadır. Kolayca bizim gördüğümüz evren gibi bir evreni kucaklayacak kadar büyük olabilir. Çok kısa bir zaman uzunluğunda, saniyenin çok ufak bir kesitinde, bizim evrenimizden tamamen kopar ve tamamıyla yalıtılmış yeni bir evren olur.

Şişen evrenbilim Büyük Patlama kuramında yeni bir dönemeçtir. Hiçbir şekilde Büyük Patlamasız değil. Büyük patlama modeli terimleriyle konuşulan her şeyle tutarlı. Yaptığı şey Büyük Patlamanın bir saniyesinin küçük bir kesitinin tarihini kavrayışımızı değiştirmek. Yeni kurama göre bu minicik zaman kesitinde evrenimiz bir genişleme dönemine, kısa süreli devasa genişleme çağına giriyor.

Şişen evrenbilimde standart Büyük Patlamadan farklı iki temel özellik var. Biri şişen modelin kısa şişme döneminde evrendeki bütün maddenin yaratılabileceği bir düzenek içerir. Tam tersine, standart Büyük Patlama modelinde bütün maddenin başlangıçtan itibaren orada olduğunu varsaymak her zaman gereklidir ve nasıl yaratılmış olabileceğini tanımlamanın yolu yoktur. Bu arada, neredeyse hiçbir şeyden kelimenin gerçek anlamıyla bir evren üretse de, maddenin şişme üretimi enerji korunumu ilkesiyle tutarlıdır. Enerji halen korunmaktadır; bunların hepsi standart klasik genel görelilik bağlamında hesaplanmıştır. Alışılmadık özellik enerji dengelenmesinde kütleçekimin ana rol oynamasıdır. Herhangi bir kütleçekim alanının enerjisinin negatif olduğu ortaya çıkıyor. Şişme esnasında, evren büyük ve daha büyük hale geldikçe ve daha fazla giderek daha fazla madde yaratıldıkça, maddenin toplam enerjisi devasa miktarda yükseldi. Ancak bu esnada kütleçekimdeki enerji giderek daha fazla negatif oldu. Negatif kütleçekim enerjisi maddedeki enerjiyi sıfırladı, yani sistemin toplam enerjisi şişme başladığında neyse –muhtemelen çok küçük bir değer– orada kaldı. Aslında evren negatif kütleçekim enerjisinin pozitif madde enerjisini ta-

mamen götürmesiyle sıfır toplam enerjiye bile sahip olabilirdi. Evrendeki bu madde üretme kapasitesi şişme modeliyle bir önceki model arasındaki çok önemli farklardan biridir.

Diğer büyük fark şişme kuramının standart Büyük Patlama modelinde açıklanamadan kalan evrenimize dair bazı belirgin özellikleri açıklayabilme yeteneğidir. Örneğin evrenin büyük ölçek tekbiçimliliğini alalım. Çok uzaklara baktığımızda, evren dikkate değer ölçüde tekbiçimlidir. Buna dair en büyük kanıt görebildiğimiz en eski şeyden –kozmik mikrodalga ardalan ışınımından, bir tür Büyük Patlama sonrası ışınımdan– gelir. Bu ardalan ışınımına baktığımızda, ışınım salındığında –Büyük Patlamadan sadece birkaç yıl sonra– evrenin neye benzediğinin bir anlık fotoğrafını alıyoruz ve bize o zamanlarda da evrenin inanılmaz derecede tekbiçimli olduğunu söylüyor.

Standart Büyük Patlama modelinde bu her zaman için bir gizemdi. Erken evren öylesine genişti ki mevcut zamanda ışığın bir uçtan bir uca gitmesi için yetecek zaman yoktu. Örneğin gökyüzündeki iki zıt yönden mikrodalga ışınımını gözlemlediğimizi hayal edelim, sonrasında bu iki mikrodalga ışınını kaynağına dek takip etmek için Büyük Patlama kuramını kullanabiliriz. Işıma salındığında, iki kaynak birbirinden o zamana kadar ışığın kat edebileceği toplam yoldan yüz kat daha büyük bir mesafeyle ayrıydı. Hiçbir şeyin ışıktan daha hızlı hareket edemeyeceğine inandığımız için evrenin bir tarafındaki bir noktanın zıt taraftaki bir noktada olan şeyden etkilenmesinin yolu yoktur, ama bir şekilde aynı zamanda sıra dışı şekilde yüz binde bir ya da ikilik kesinlikle aynı sıcaklıktaydılar. Standart Büyük Patlama kuramı herhangi bir açıklama getirmeden evrenin inanılmaz derecede tekbiçimli başladığını varsayarak bu tekbiçimliliği açıklarlar.

Öte yandan şişen model erken evrende standart evrenbiliminkinden çok çok daha hızlı genişlediği kısa bir dönem ileri sürer. Bu, erken evrenin insanların önceden düşündüğüne göre çok küçük olduğu anlamına gelir. Bu mikroskobik proto-evrenin şişme başlamadan önce tekbiçimli sıcaklığa gelmesi için çok zaman vardı ve sonra şişme bu çok küçük bölgeyi gözlemlenen evreni kucaklayacak kadar büyüttü. Evrenin büyük-ölçek tekbi-

çimliliği bundan dolayı artık gizem değildir, ama artık evrenin evriminin doğal sonucu şeklinde anlaşılabilir. Büyük-ölçek tekbiçimliliğin gözlemlenen derecesini açıklamak için, şişme döneminde evrenin en azından trilyon kere trilyon kez genişlediğini varsaymalıyız. Genişleme katsayısının bu muazzam sayıdan çok daha büyük olması oldukça olasıdır, ama evrenin gerçekte ne kadar genişlediğini bilmemizin yolu yok.

Yakınlarda solucan delikleri ve ilkesel olarak "arka bahçenizde bir evren" yaratmanın olanaklı olup olmadığı sorusu üzerinde çalışıyorum. Birkaç yıl önce Steven Blau ve Eduardo Guendelman ile birlikte evrenimizin ortasında şişen bir evren bölgesi olsaydı neler olacağını anlamaya çalıştık. Davranış genel görelilikle belirlendiğinden soruya çok temiz ve net cevap verileceğini bulduk. Bu problem için gereken tek yeni malzeme, şişmenin arkasındaki itici güç, "sahte vakum" denen belli bir çeşit madde hakkında parçacık fiziğinden gelen fikirdi. Sahte vakumun yeteri kadar geniş bir alanı yeni bir evren yaratacaktı, daha önce belirttiğim gibi bizden hızla ayrılacak ve tamamıyla yalıtılacaktı.

Daha zor olduğu ortaya çıkan ikinci soru bu sahte vakumdan küçük bölgeyi üretmek, her şeyi başlatmak neye mal olurdu? Sahte vakumun kütle yoğunluğu atomik çekirdeğin yoğunluğundan yaklaşık 10^{60} kere büyük olduğundan elbette kolay olmayacaktı. Ne şimdi ne de öngörülen gelecekte böyle bir şey yapmamıza imkan veren teknolojiye sahibiz. Yine de ilkede evrenin yaratılışının fiziğinden konuşabiliriz ve bu soruyu çok ilginç buluyorum.

Şimdi birinin sahte vakum yapabildiğini ve bu sıra dışı enerji yoğunluğunu denetlemeyi öğrendiğini hayal edeceğim. Ama yine bir sorun var. Bu maddeyi toplamaya başladıkça, kendi kütleçekim kuvveti öylesine güçlü ki bir kara deliğe çökmeye meylediyor. Bir kara deliğin oluşması ancak maddeyi yüksek hızda genişlemeyle başlatarak önlenebilir. Eğer bölge yeni bir evren üretmeye yetecek hızda genişlerse teknik terimle başlangıç tekilliği –diğer ismiyle beyaz delik– denilen şeyden başlaması gerektiğini bulduk. Beyaz delik kara deliğin zıddı: madde kara deliğe düşer ve kaçamaz, beyaz delikten madde dışa verilir ama giremez.

Büyük Patlama kuramındaki kozmik yaratılış anı beyaz deliğin bir örneğidir, ama elbette kimse şimdiye dek beyaz delik görmemiştir ve kimse laboratuvarda nasıl üretileceğini de bilmez. Yani eğer ilkede laboratuvarda yeni bir evren yaratılıp yaratılamayacağını sorarsanız klasik genel göreliliğe göre cevap hayırdır, çünkü bu yaratış beyaz delik gerektirir. Ama klasik genel görelilik son sözü söylemez. Kuantum evrende, belirlenimci klasik yasalarla yönetilmeyen bir evrende yaşadığımıza dair fazlasıyla kanıt var. Kuantum kuramının molekülleri, atomları, atom-altı parçacıkları anlamak için mutlaka gerekli olduğunu bulduk, fizikçiler kütleçekimin gerçek doğasını anlamak için de kuantum kuramının gerekliliğine kesinlikle inanıyor. Ancak, ne yazık ki, kütleçekimin kuantum kuramını inşa etmekte çok karmaşık teknik problemler var. Kuantum kütleçekim bilmecesi belki sicim kuramıyla çözülecek, ama bu kuram öylesine az anlaşılmış ki kuantum kütleçekimin cevap vermesi beklenen ana soruların hiçbirine cevap vermede kullanılmamış.

Klasik fizik beyaz deliksiz bir evren yaratılmayacağını söylerken, kuantum etkilerin bunu kolaylaştırması için bir yol var. Edward Farhi, Jemal Guven ve ben süper-sicim kuramından daha kolay takip edilebilen yaklaşık kuantum kütleçekim formülünü kullanarak kuantum sorusuna cevap vermeyi denedik. İki şey keşfettik. İlki, kuantum kütleçekimin standart yuvarlamalarının tutarsızlıklara yol açtığını ve cevap alabilmek için değişiklikler yapılması gerektiğini bulduk. İkincisi, kuantum kütleçekimin değiştirilmiş kurallarına inanırsak, ilkede beyaz delikten başlamadan laboratuvarda evren yaratmanın olanaklı olduğunu bulduk. İşlemin başarısı garanti değil, ama kuantum mekanik bağlamında başarı olasılığı hesaplayabildik. Hesaplamalarımız birebir yuvarlamanın değişikliğe uğratılmış haline dayandığı için ilkin belirsizdi; Willy Fischler, Daniel Morgan ve Joseph Polchinski'nin farklı bir yöntemle aynı sonucu elde etmesini temin edici bulduk. Başarı olasılığı kritik derecede sahte vakumun enerji yoğunluğuna bağımlıydı. Eğer parçacık fizikçilerin "büyük birleşik kuram" dediği şeyin tipik ölçeğindeyse, o zaman olasılık son derece küçük. Öte yandan, sahte vakuma ilişkin enerji seviyesinin büyük birleşik kuramınkinden bin kez

büyük olabileceği akla yatkın, o zaman başarılı evren üretimi olasılığı yüksek olacaktır.

Bizim hesaplarımız bir şekilde kesin değil, çünkü kuantum kütleçekimin belirsizliklerinin üstesinden gelinebilmiş değil. Sentetik evren üretimi deney menzilinin çok ötesinde olduğundan, biz hayattayken bunun olanaklılığının keşfedilmesinin tek yolu ayrıntılı kuantum kütleçekim kuramının ve aşırı derecede yüksek enerjilerde maddenin davranış kuramının gelişimi. Bu iki iş birbiriyle bağlantılı, çünkü temel parçacıkların kütleçekimsel etkileşimleri sadece aşırı derecede yüksek enerjilerde belirgin oluyor.

Evren-yaratma çalışmasının ilginç bir yönü solucan deliklerinin; ilkede bir evreni başka bir evrene ya da bir evrenin bir parçasını o evrenin daha uzak bir köşesine bağlayan sünmüş uzay tüplerinin rolüydü. Evren-yaratma senaryosunda, çocuk evren başlangıçta bir kara delikle annesine bağlıdır, ancak kara delik 10^{-35} saniyede sıkışarak kopar. Aynı tür kara delikler fiziğin yasalarının zaman yolculuğunun olanaklılığına izin verip vermediği sorusuyla da ilgilidir.

Zaman yolculuğu sorusu solucan deliklerinin yaşam süresine dayanır. Zaman yolculuğunun işlemesi için istikrarlı bir solucan deliğine ihtiyaç vardır; içinde yolculuk etmeniz için büyük inşa edilmiş, uzun zaman mevcut kalan bir solucan deliği. Senaryo –teknik açıdan ne zaman olanaklıysa– bizim evrenimizi kendine bağlayan solucan deliğinin inşasıyla başlar. Sonra hevesli zaman yolcusu normal şekilde geleceğe dönüşürken solucan deliğinin yanındaki girişini açık tutar. Girişi ışık hızına yakın hareket ederken tutmalıdır, ama dairesel yolculuk yapabilir, yani periyodik olarak geri gelir. Yıllar ya da bin yıllar sonra, o ya da onun nesli solucan deliğinin inşasıyla solucan deliğiyle yolculuk yaptıkları zamana geri dönebilir.

Ancak fiziğin yasaları solucan-deliği-nakil mühendisliğiyle pek işbirliği yapmamaktadır. Çocuk-evren üretiminde solucan deliğinin hızlı çöküşü karakteristiktir. Aslında, eğer solucan deliği herhangi bir normal maddeden yapılırsa, içinde herhangi bir şey yolculuk etmeden önce çökecektir. Solucan deliğini açık tutmak negatif enerji yoğunluğunda bir malzeme

gerektirir. Ancak umuda yer vardır, çünkü görelilikçi kuantum kuramları negatif enerji yoğunluk bölgelerinin mevcudiyetine izin verir. Bu tür bölgelerin ölçüsü ve süresi sınırlıdır, ancak şimdiye kadar kimse kuramsal anlamda geçilebilir solucan deliği tasarlamamıştır. Öte yandan, kimse olanaksızlığını da ispatlamamıştır.

İnsanlar 10^{-35} saniye gibi rakamlar içeren kuramlarla uğraşmanın anlamı olup olmadığını merak edebilir. "Böyle bir sayıya nasıl bir değer ya da anlam verirsin?" diye sorabilirler, çünkü doğrudan deneyimimizin çok ötesindedir. Ancak bilim hakkındaki şaşırtıcı şeylerden biri matematiksel ilişkilere değerler vermek, tahminler yürütmekteki büyük başarısıdır. Maxwell 1864 yılında elektrik ve manyetizma denklemlerini kurduğunda, örneğin, santimetreden metreye uzanan aralıkta masaüstü deneye dayanıyorlardı. Bugün bu aynı denklemleri atom çekirdeğinden görünebilen evren ölçüsüne değişen olguları tanımlamakta kullanıyoruz. Ancak, açıktır ki, bu tür tahmini hesaplamaların geçerliliğini her zaman iddia edemeyiz. Newton'ın hareket yasaları ışık hızının yarısında kullanıldığında, yanlış olduğu bulundu. Her ne kadar büyük tahmini hesaplamalar illa da güvenilir değilse de ben daima araştırmaya değdiklerini iddia edeceğim. Aslında özel görelilik Einstein Newton'ın yasalarını ışığın hızına yakın hesaplamalar için kullanmaya kalkıştığında keşfedildi. Bir ışık dalgasına yolculuk etmek nasıl olacaktır? Einstein kendine bunu sordu. Bugünün fizikçileri de benzeri şekilde evrenin görünümünün doğumundan 10^{-35} saniye sonra neye benzeyeceğini soruyor. Spekülatif, ama aynı zamanda ilginç ve üretken olduğunu ümit ediyoruz.

Evrenin altta yatan doğasına dair oldukça uzlaşmaz bir görüş benimseme eğilimdeyim. Evren fiziksel bir nesne halinde mevcut, fizikçiler ve diğer bilim insanları işlediği kuralları anlama çabasında çok ilerleme kaydediyor. Bilimde ve hayatta herhangi bir zamanda cevap veremeyeceğiniz sorular olacağını fark etmek önemli. Cevap vermeyi denemeye devam ediyorsunuz, ama eğer cevap vermeye muktedir olmadığınızı bulursanız şaşırmamalısınız.

LEE SMOLIN: Şişen evren fikri muhtemelen evrenbilimde son elli yıldaki en etkili fikirdi ve bu Alan'ın fikridir. Beni tamamıyla ikna eden bir fikir değil, bu konuda yalnız da değilim ama herkesin düşüncesine büyük etki yaptı. Fikir bir bütün halinde evrene dair bazı çok zor soruları anlama girişimlerinden geldi; özellikle de neden bu kadar simetrik olduğu, neden çok daha düzensiz olmadığı soruları. Eğer evrenbilimin standart kuramına inanırsak ve Büyük Patlamanın zamanın ilk anı olduğunu kabul edersek, bu başlangıç zamanından bizim kozmik ardalan ışınımında gördüğümüz ana kadar evrenin diğer kısımlarının birbirleriyle etkileşerek aynı duruma gelecekleri kadar vakit yok. Evrenin görebildiğimiz her kısmı yüz binde bir ikilik farkla aynı sıcaklığa sahip. Şişme fikri bunu ve bazı başka soruları açıklamak için icat edildi.

Şişmeden konuşmanın iki yolu var. Evrenin çok, çok erken zamanında bir anda on üssü çok büyük sayılarla katlanarak artan bir hızla genişlediğini ya da bu şişme döneminde zamanın sıra dışı biçimde yavaşladığını söyleyebilirsiniz. İkisi de aynı etkiye sahip; dönem evrenin gördüğümüz tüm kısımlarının iletişimde olmasına izin verir.

Bu fikir hakkında ilginç başka bir şey omeganın kesinlikle bire eşit olduğu tahmininde bulunması. Omega evrendeki maddenin yoğunluğunun ölçümü. Sonunda evrenin geri çökmesine sebep olacak belli bir madde yoğunluğu vardır; bu çökme maddenin kendisinin kütleçekim kuvvetiyle ortaya çıkacaktır. Genişlemenin meydana geldiği hızı bildiğimiz için, genişlemeyi durdurmak için ne kadar madde gerektiğini hesaplayabiliriz. Evrende gerçekten mevcut maddenin yoğunluğunun bu kritik yoğunluğa oranına Omega denir. Evrenbilimde son derece önemli bir niceliktir. Şişme kuramı omeganın bire eşit olduğunu öngörüyor; bu, evrenin tam çökme ve sonsuza dek genişleme arasındaki sınırda dengelendiği anlamına geliyor. Biraz daha madde, o zaman çöker, biraz madde çıkarsa bir noktada sonuz hızla genişlemeye girer. Bu nedenle şişme kuramı deneysel sınamaya, gözlemsel sınamaya tabidir. Bunlar önümüzdeki on, on beş sene içerisinde meydana gelecektir.

MARTIN REES: Şişme çok-erken evren hakkındaki evrenbilim tartışmalarında büyük bir uyarandı. Çeşitli modalar –eski şişme, yeni şişme, kaotik şişme– oldu, gerçek ayrıntılar hala belirsiz, örneğin evrende tam olarak ne zaman olduğunu ya da gökadalar, gökada salkımlarına ve süper-salkımlara evrimleşen salınımların nasıl ortaya çıktığını hesaplayamıyoruz çünkü cevaplar belirsiz fiziğe dayanıyor. Ancak ilk COBE'nin ve sonra da on farklı deneyin saptadığı küçük sıcaklık salınımlarının, gözlenen tüm evren golf topundan küçük bir hale sıkışmışken meydana gelen fiziksel sürecin izlerinin tüm gökyüzüne yayıldığının ortaya çıkması heyecan verici yeni bir olanaklılık. Kuantum belirsizlik etkisinin kozmik ölçekte önemli olduğu bu çok-erken dönemin egzotik fiziği şimdi gözlemlere açık ve kısa zamanda spekülasyonlar sınırlanabilir. Ama çoğu evrenbilimci ilk önce Alan Guth'un makalesinde belirtilen şişme fikrinin erken evrene dair doğru bir kuramın unsuru olacağına bire on bahse girecektir. Sadece ilk saniye değil, evrenin ilk 10^{-36} saniyesi hakkında ciddi şekilde konuşmayı olanaklı kılan gelişmelerden biriydi.

Alan Guth'un çalışmasını başka bir fikir moda olurken yapması büyük şanstı; bu fikir evrenin neden madde ve karşı-madde içerdiğini asimetri terimleriyle anlayabileceğimizdi, erken evrende madde karşı-maddeye göre yeğlendi; eğer bu geniş evreni dolduracak maddeyi yaratmak olanaklı değilse evreni muazzam boyutlara genişleten bir şema işe yaramaz. Guth şişme evrenbilimiyle bu iki fikri bir araya getirdi.

17. Bölüm

LEE SMOLIN
"Tüm Evrenin Kuramı"

MURRAY GELL-MANN: *Smolin? Ah, şu çılgın fikirleri olan genç adam? Yanlış olmayabilir.*

LEE SMOLIN *kuramsal fizikçidir; fizik profesörü ve Pennsylvania State Üniversitesinde Center for Gravitational Physics and Geometry [Kütleçekimsel Fizik ve Geometri Merkezi] üyesi. The Life of the Cosmos: A New View of Cosmology, Particle Physics, and the Meaning of Quantum Physics (1995) [Kozmosun Yaşamı: Evrenbilim, Parçacık Fiziği ve Kuantum Fiziğinin Anlamına Yeni Bir Bakış] kitabının yazarı.*

LEE SMOLIN: Uzay nedir, zaman nedir? Kuantum kütleçekimin problemi bununla ilgilidir. Genel görelilikte, Einstein bize yalnızca kütleçekim kuramı değil hem de uzay ve zamanın ne olduğuna dair bir kuram verdi; bu kuram, Newton'a dayanan bir önceki uzay ve zaman kavramını tahtından indirdi. Kuantum kütleçekimin problemi genel görelilik kuramından gelen uzay ve zaman kavramı anlayışını bize doğaya dair asli ve derin şeyler söyleyen kuantum kuramıyla nasıl birleştirileceğidir. Eğer bunu yapabilirsek, en küçük ölçekten evrenin kendisine kadar tüm olgulara uygulanabilir fiziğin tek birleşik kuramını keşfedeceğiz. Oldukça eminiz ki bu kuram görelilik kuramının bize öğrettiğinden bile daha öteye götüren yeni yollarla uzay ve zamanı kavramamızı gerektiriyor.

Ama, bunun bile ötesinde, kuantum kütleçekim kuramı bir evrenbilim kuramı olmalı. Şöyle ki, –tanım gereği evren dışında gözlemci olmadığından– içinde yaşayan gözlemcinin bakış açısıyla tüm evreni nasıl tanımlayacağımızı da söylemeli. Bu doğrudan doğruya şimdi uğraştığımız ana mevzulara gidiyor, çünkü kuantum kuramının atom ve moleküllerin tanımından tüm evreninin kuramına nasıl genişletileceğini anlamak çok zor. Bohr ve Heisenberg'in bizlere öğrettiği gibi, kuantum kuramı sadece gözlemcisinden yalıtılmış –gözlemcinin dışında bulunduğu– küçük şeylerin tanımı olarak anlaşıldığında anlamlı gözüküyor. Bu nedenle kuantum kuramının ve göreliliğin tek bir kurama birleşmesi bizim kuantum kuramı anlayışımızı da etkilemeli. Daha genel anlamda, kuantum kütleçekim problemini çözmek için şu soruya iyi bir cevap bulmamız gerekiyor: evrenin içinde yaşayan biz gözlemciler evrenin tam ve nesnel tanımını nasıl inşa edebiliriz?

Bilim insanı olarak yaptığım çalışmaların pek çoğu kuantum kütleçekim problemine yöneliktir. Bu problem üzerinde çalışmayı çok seviyorum, özellikle de kuramsal fiziğin alışıldık işleri, yani doğaya dair kuramsal resmimizden öngörüler damıtma çabasıyla hesaplar yapma uğraşıyla meşgulken derin felsefi sorunlarla günbegün karşılaşılan tek fizik alanı olduğundan. Ayrıca bu sorunlar üzerinde düşünmek için çok farklı şeyler bilmek gerekmesi de hoşuma gidiyor. Örneğin kuantum kütleçekim

gökbilimin gözlemsel verilerini anlamakla ilişkili olabilir ve ayrıca inşa etmeye çalıştığımız yeni kuram henüz yeni keşfedilmiş yeni matematiksel fikirleri ve yapıları kullanmamıza yol açacak. Böylece yirmi yıldır sadece bu problem üzerinde çalıştıysam da asla sıkılmadım.

Bazı günler sabahları bir gece önce aklıma gelen fikri sınamak için hesaplar yaparak geçiriyorum, sonra bir öğlen yemeği seminerine katılıyor, gökbilimcilerin ne miktar kara madde bulunduğu gibi merkezi bir soruyla ilgili son kanıtları tartışmalarını dinliyorum. Tüm öğleden sonrayı saf matematikçi bir arkadaşın makalesi üzerinde çalışarak geçiriyorum, sonrasında akşam yemeğinde bir felsefeciyle buluşuyorum ve zamanın doğası üzerine bir konuşma yapıyoruz. Buradaki harika nokta son zamanlara kadar birbiriyle bağlantılı değilken şimdi sıklıkla birbirlerini aydınlatmalarıdır. Elbette, bu kadar ideal değil; dersler ve bürokrasi çok zaman alıyor, ancak belirtmeliyim makul ölçüde. Ders vermek de hoşuma gidiyor. Ama gerçekten kendimi şanslı hissettiğim pek çok gün var ve bana böyle yaşamam için para ödemeleri hayal ötesi.

Son sekiz yıldır –gerçekten bu kadar uzun gelmiyor– birkaç arkadaşla görelilik ve kuantum kuramını birleştirmede yeni bir yaklaşım üzerinde çalışıyorum. Bu yeni yaklaşıma "tedirgemeli* olmayan kuantum kütleçekim" diyoruz. Genel göreliliği ve kuantum kuramını öncekinden daha derin ve kapsamlı birleştirmenin çıkarımlarını incelememizi sağlıyor. Henüz bitirmedik, ama adım adım ilerliyoruz ve yakın zaman içinde kuram deneysel öngörüler damıtabileceğimiz kadar ele geldi. Ne yazık ki, şu ana kadar ki öngörülerimizin sınanması olanaklı değil, çünkü atom çekirdeğinden yirmi basamak küçük ölçekte uzay geometrisi hakkında. Ama yine de bu problemin bir çözümüne daha öncekilerden daha fazla yaklaştı; söylemeliyim ki ben hayattayken yaklaşacağımızı düşündüğümden daha fazla.

Bu çalışmada, arkadaşım Abhay Ashtekar'ın keşfettiği Einstein'ın genel görelilik kuramının çok güzel bir formülasyonuyla her şeyin ilmeklerle tanımlandığı uzay ve zaman geometrisinin kuantum kuramının nasıl inşa edileceğiyle ilgili

* Pertürbatif –yn.

fikirleri birleştiriyoruz. Bu, dünyayı her parçacığın nerede olduğunu söyleyerek tanımlamak yerine ilmeklerin birbirine nasıl düğümlendiği ve bağlandığı terimleriyle tanımlamak. Kuantum kuramına yaklaşımı ben, arkadaşım, Carlo Rovelli ve de Uruguaylı ilginç fizikçi Rodolfo Gambini ile beraber keşfettik.

Bu çalışmanın ana sonucu atom çekirdeğinden on üzeri yirmi kez küçük olan Planck ölçeğinde uzayın ayrık ilmeklerin ağı gibi gözükmesi. Aslında bu ilmekler uzayın yapıldığı atom gibi bir şeyler. Aynen bir atomun sahip olabileceği olası enerjilerin ayrık birimlerde gelmesi gibi, Planck ölçeğinde bu uzay yapısı incelendiğinde, bir yüzeyin alanı ya da bir bölgenin hacminin sahip olabileceği olanaklı değerin de ayrık birimlerde olabileceğini öngörebiliyoruz. Bizim ölçeğimizde uzayın düzgün geometrisi gözüken şey muazzam sayıda birbirine bağlanan ve birbiriyle örülmüş bu temel ilmeklerin sonucu, aynen düz gözüken bir kumaşın pek çok ilmekten meydana gelmesi gibi.

Dahası ilmek resmindeki harikalık tüm resmin tamamen ilişkiler terimlerinde olması. Uzay için önceden mevcut geometri yok; her şey dinamik ve ilişkilere dayanıyor. Einstein'ın bize öğrettiği şey bu; uzay ve zamanın geometrisini sabit ve önceden verili değil, ilişkisel ve dinamik bir şey olarak anlamalıyız. Bu ilmek resmini kullanarak fikri kuantum kuramına çevirmeyi başardık.

Aslında, benim için yirminci yüzyıl fiziği ve evrenbilimindeki gelişmelerin arkasındaki en önemli fikir şeylerin temel seviyede içkin özelliklere sahip olmadığı; bütün özellikler şeyler arasındaki ilişkidir. Bu fikir Einstein'ın genel görelilik kuramının arkasındaki fikirdir, ama tarihi daha uzun; en azından Newton uzay ve zamanı mutlak mevcudiyet diye aldığından Newton'ın uzay ve zaman fikrine karşı çıkan on yedinci yüzyıl filozofu Leibniz'e kadar gidiyor, Leibniz uzay ve zamanı şeylerin arasındaki ilişkilerin özelliğinden ortaya çıkmasıyla anlamak istedi. Benim için dünyanın mutlak varlıklardan yapılmış olmasını isteyenlerle sadece ilişkilerden yapılmış olmasını isteyenler arasındaki bu kavga modern fiziğin gelişmesinde ana temalardan biri. Üstelik yanlıyım. Leibniz ve ilişkiselcilerin haklı olduğunu ve bilimde bugün olanların onların zaferi olduğunu düşünüyorum.

Aslında, son birkaç yılda ilişkisel bakış açısının fizik ve gökbilimdeki başka problemlere de fikirler esinleyebileceğini düşünüyorum. Bunlar temel parçacıkların tüm kütle ve elektrik yüklerini açıklayan temel parçacık fiziğindeki temel problemi içeriyor. Bu problemin insanların pek çok yıldır merak ettiği diğer iki temel soruya bağlantılı olduğuna inanma noktasına geldim. Bunların ilki: Neden fiziğin yasaları ve evrenin koşulları evreni canlı varlıklar için dost hale getiren özel biçimdedir? Bununla yakından ilişkili ikinci soru: Neden meydana geldikten bu kadar sonra evren yapılarla dolu? Yaşam sorusundan önce, evrenimizin tekbiçimli ve sıkıcı bir termal denge durumu yerine, gerçekten her ölçekte, atom altından evrenbilime, yapılar ve karmaşıklıklarla dolu bir hale evrimleşmesi dikkate değer bir olgudur.

Hem görelilik hem kuantum kuramından beliren resim ilişkiler ağıyla kavranan bir dünyadır. Sabit ve mutlak özelliklerdeki atomların mutlak uzay ve zamanın sabit arka planında hareket ettiği Newton'ın hiyerarşik resmi artık ölüdür. Bu atomculuğun ya da indirgemeciliğin yanlış olduğu anlamına gelmez, ama öncesinden daha güzel ve sağlam bir şekilde anlaşılmaları gerektiği anlamına gelir. Geometri ve uzay-zamanı beraber örülmüş ilmekler ve düğümler şeklinde tanımlamamız dünyanın herhangi bir kısmındaki özelliklerin dünyanın geri kalanıyla ilişkileri ve dolaşıklığı fikrinin güzel bir matematiksel ifadesidir, söyleyebileceğimiz, kuantum kütleçekim bu yönde daha da ileri gitmektedir.

Bu resmi geliştirmeye başladığımızda, arkasındaki temel felsefenin sadece uzay ve zamanın tanımına değil, doğanın başka yönlerine de uzanıp uzanmayacağını merak etmeye başladım. Daha net şekilde söylersem dünyanın bütününün her şeyin sabit doğa yasalarıyla belirlendiği alışıldık resim yerine daha birbirleriyle ilişkili ve ilişkisel bir şekilde anlaşılıp anlaşılamayacağını merak etmeye başladım. Çoğunlukla doğa yasalarının bazı mutlak matematiksel ilkelerle kesinlikle sabit olduğunu ve en küçük ve temel parçacık seviyesinde işleyerek olup biteni yönettiğini düşünürüz. Temel kuvvetlerin sadece temel parçacıklarda işlediğine inanmamızın iyi nedenleri var. Ama parçacık

fiziğinde başka varsayımlar da yapıyoruz: doğada gerçekte hangi yasaların ifade edileceğini seçen düzenekler ya da ilkeler var, ayrıca bu düzenekler ve ilkeler sadece atom çekirdeğinden çok daha küçük, son derece minik ölçeklerde işliyor; "kendiliğinden simetri kırılması" dediğimiz şey bu tür düzeneklere bir örnektir. Evrenin bütünü için yasaların seçiminin büyük bir fark yarattığını göz önüne aldığımızda, yasaları seçen düzeneklerin büyük ölçekteki evrenin tarihi ya da yapısından bir şekilde etkilenmemesi garip gözükmeye başlıyor. Ama bana göre doğayı yöneten yasaların seçimi sadece en küçük ölçekte işleyen düzenekler tarafından belirlenir fikrine asıl darbe sicim kuramının üzücü yıkılışından geliyor.

1970'ler ve 80'lerde temel parçacık fiziğinde eğitim almış pek çok genç insan gibi, sicim kuramından çok umutluydum, çünkü temel birleşik kuramı sağlamada olası en iyi şansa sahip gibi gözüküyordu. Aslında halen sicim kuramında doğru olabilecek fikirler var diye düşünüyorum ve araştırılması çok güzel ve derin matematiğin açığa çıkmasına yol açtı. Ama temel parçacıkların kuramı olarak başta sadece olanaklı bir adet tutarlı sicim kuramı var gibi gözükürken şu an kesinlikle başarısız oldu, şimdi gözüktüğü kadarıyla her biri diğerleri kadar tutarlı ve her biri farklı evrenlere yol açan çok sayıda kuram olduğunu biliyoruz. Bu nedenle, sicim kuramı dünyanın sahip olduğu belli parçacık ve kuvvet seçkisini nasıl seçtiği sorusunu çözmedi. Kuramın geleceği ne olursa olsun, çözeceğinden de şüphem var.

Bu kriz beni sadece çok küçük ölçekte işleyen düzeneklere bakmaya devam edersek bizim dünyamızı yöneten doğa yasalarını belirleyen ilkelerin arayışının başarıya ulaşıp ulaşmayacağını merak etmeye yönlendirdi. Aslında, kendi kendime temel parçacıkların özelliklerinin bunların etkileşimleriyle yaratılan evrenin özellikleriyle bir şekilde eşleşebileceği düzeneklerin – belki hatta gökbilimsel ya da evrenbilimsel ölçekte– olup olmadığını sormaya başladım. Bunu söylerken mistik bir şey kastetmiyorum. Evrenin tarihi olduğuna göre ve göründüğü kadarıyla çok küçük olduğu bir evreden geçtiğine göre en büyük ölçekteki şeylerin özelliklerini en küçük ölçekteki şeylerin özelliklerine eşleyen düzenek olabilir. Böylece yaklaşık beş yıl önce evrimi

esnasında evren tarafından temel parçacıkların özelliklerinin seçildiği bir durumun mevcut olup olamayacağını düşündüm. Bunu merak etmek beni pek çok kişinin daha önce işaret ettiği şeyi; temel parçacıkların özelliklerinin ve evrenin koşullarının evrenin yapı ve canlılık geliştirmesine çok uygun seçilmiş gözüktüğünü fark etmeye ve ciddiye almaya götürdü. Bu doğru gözükmektedir; eğer nerdeyse herhangi bir başka kuvvet ve parçacık kümesi seçilseydi, evrende sadece canlılık olmamakla kalmazdı, dünyamızdan çok daha fakir yapı ve olgu çeşitliliğine sahip olurdu.

Bunu fark eden kişilerin çoğu insancı ilkenin savunucuları oldular. İnsancı ilke dünyanın özelliklerinin bir şekilde bu seçimle bizim gibi zeki canlıların var olması için seçildiği –ya da en azından açıklandığı– fikridir. Bu fikre her zaman direndim, hala da direnirim. İnsancı ilkenin iki biçimi vardır, zayıf hali ve güçlü hali. Zayıf halinde, sanırım sadece kendimizi çok özel bir dünyada bulduğumuz gözlemidir. Bu hiçbir şeyi açıklamaz, sadece dünyanın *nasıl* özel bir hale geldiğini –geçmişte işleyen bir düzenek terimleriyle yapılması gereken– açıklama ihtiyacına işaret eder. Güçlü hali, fiziğin yasalarının bir şekilde yaşamın var olabileceği şekilde seçildiğidir, benim için bilimden çok dindir. Aslında, insancı ilkenin güçlü biçiminin pek çok savunucusunun insancı ilkeye inançlarını Hıristiyan ilahiyatına bağlayan kitaplar, makaleler yazması beni şaşırtmadı. Bu din için olur, ama bilim değildir. Aslında Martin Rees ve Bernard Carr gibi kişilerin haklılığını, dünyanın önsel açıdan aşırı olasılık dışı gözükecek kadar çok özel olduğunu fark ettiğimde, dünya inanılmaz miktardaki yapı ve çeşitliliğe sahip olacak şekilde temel parçacıkların nasıl seçildiğini açıklayabilecek evrenin tarihinde erken aşamalarda yer almış bazı gerçek düzenekler olup olmadığını merak etmeye başladım.

O zamanlar çok biyoloji okuyordum: evrimde Richard Dawkins, öz-örgütlenmede Harold Morowitz, Gaia hipotezinde James Lovelock ve Lynn Margulis. Eğer dünya öz-örgütlenmiş bir sistem şeklinde anlaşılabilirse, belki aynı şey daha büyük sistemler, gökadalar, bütün evren için de doğru olabilir diye merak ettiğimi hatırlıyorum. Yazdı ve yelkenle açılıyordum, çok

zamanı teknenin sürüklenmesine izin verip doğadaki temel parçacıkların ve kuvvetlerin özelliklerini seçmek için evren tarihinin ilk zamanlarında ne tür öz-örgütlenme düzenekleri işlemiş diye düşünerek geçirdim. Bana, rastgele seçilmiş parçacıklar ve kuvvetler evrenine göre evrenimizin örgütlenmesinin yüksek derecesini açıklamaya yetecek güçteki tek ilke doğal seçilimin kendisi gibi gözüktü. O zaman soru şu hale geldi: Doğal seçilimin bütün evren ölçeğinde işleyebileceği herhangi bir düzenek olabilir mi?

Bu soruyu sorduktan sonra, cevap kısa zamanda belirdi: parçacıkların ve kuvvetlerin özellikleri evrenin ürettiği kara delik sayısını azamiye çıkarıyor. Bu fikir hemen aklıma geldi çünkü kuantum kütleçekim üzerine çalışmalarımdan iki fikre aşınaydım. İlki, bir kara delikte kuantum etkiler genel göreliliğin orada olduğunu söylediği –ve Penrose ile Hawking'in teoremlerinden orada olduğunu bildiğimiz– tekilliği yok eder ve evrenin yeni bir kısmı kara deliğin içinde Büyük Patlamadaki gibi genişlemeye başlar. Kuantum kütleçekimin büyük öncülerinden Bryce DeWitt'in ilk doktora sonrası çalışmamda kendisiyle çalışmaya başlamamdan kısa süre sonra bana bu fikri anlattığını hatırlıyorum. Diğer fikir –alanın başka bir büyük öncüsü John A. Wheeler'dan gelen– bu tür olaylarda temel parçacıkların ve kuvvetlerin özelliklerinin rastlantısal şekilde değişebileceğidir. Sonrasında doğal seçilim düzeneği yapmam için gereken tek şey bu değişikliklerin küçük olduğunu varsaymaktı, çünkü Dawkins'i okumak bana gendeki küçük değişikliklerin birikimiyle artan değişimin doğal seçilim için önemini öğretti. O zaman evreni hayvan ve temel parçacıkların özelliklerini gen diye aldığımızda, doğal seçilimin en çok kara delik üretmeye yönelten parametre seçimleriyle evrenler üretmek için işleyeceği düzeneğim oldu, çünkü kara delikler bir evrenin üreme, başka bir evren yavrulama aracıdır.

Bu 1989 yılındaydı. Fikrin doğruluğunu hala bilmiyorum. Ama fikrin sınanabilir olmasından gurur duyuyorum. Temel parçacıkların sahip olduğu özelliklere neden sahip olduğu hakkında son yıllarda önerilen çoğu fikir sınanabilir değildir. Alanın krizinin ana sebebi budur. Ama bu fikir öngörüye yönlen-

diriyor, yani temel parçacıkların özelliklerinin herhangi birini değiştirebilseydim, sonuç evrenin ürettiği kara delik sayısını düşürmek ya da kendi haline bırakmak olurdu. Sebebi fikrin her evrenin ve bu nedenle büyük olasılıkla bizim evrenimizin de yapabileceği kara delik sayısını azamiye çıkaran parametreleri olması.

Bu fikir ilk aklıma geldiğinde olasılıklarını ciddiye almadım, sanırım meslektaşlarımın çoğu da öyle. Ayrıca fazla gökbilim de bilmiyordum ve örneğin, bir çeşit temel parçacığın kütlesini ya da kuvvetlerden birinin büyüklüğünü değiştirdiğimizde kara delik üretim oranının ne olacağını sınamak kolay diye düşünmüştüm. Yani fikri sınamak için biraz gökbilim ve astrofizik öğrenmeye başladım. Şimdiye kadar bir evreni daha fazla kara delik ürettirmek için parçacıkların ve kuvvetlerin özelliklerini değiştirecek bir yol bulamadım, ama sayılarını azaltan bazı değişiklikler buldum. Soruyu alanı benden daha iyi bilen bazı astrofizikçilere de sordum. Bazılarını çok takdir ettiğim bu insanların bu kadar sıra dışı bir fikri sınamaya bu kadar zaman ayıracak kadar bununla ilgilendikleri için çok memnunum. Bazı ilginç önerilerde bulundular ve her ne kadar kimse açıkça daha fazla kara delik üretimine yol açan parametre değişikliği öneremediyse de bu sohbetlerden şimdi üzerinde çalıştığım pek çok ilginç olasılık belirdi. Elbette eğer fikir yanlışsa, biri bu fikri öldürecek bir test önerirse müteşekkir olurum. İlk keşfedebildiğim bu belli düzenekten doğanın yasalarının parametre seçimlerinde içerilen daha fazla öz-örgütlenme düzenekleri olması gerektiği genel fikrine inanıyorum. Ama şimdiki durumda daha pek çok testler yapılması gerekiyor ve son zamanlarda buna daha fazla zaman ayırabiliyorum. Benim için en şaşırtıcı şey beş yıldan sonra bu olasılık dışı fikrin hala ölmemiş olması.

Doğru ya da yanlış, benim evrenbilim görüşümü tamamıyla değiştiren bir şeyi keşfedecek kadar gökbilim öğrendim. Bu, gökbilimsel ölçekte işleyen öz-örgütlenme ilkelerinin mevcudiyeti fikri. Son on yıldır falan, gökadaları araştıran insanlar öz-örgütlenmenin geri-bildirim etkileri ve düzeneklerinin gerçekten gökada seviyesinde gerçekleştiğine, aslında gökadaların yıldızları meydana getirmeleri için gerekliliklerine dair kanıtlar

keşfettiler. Sarmal gökadaların mevcudiyeti için de gerekliler. Bir gökadanın öz-örgütlenen bir sistem –yıldızlar ve gazların cansız kümesinden ziyade bir ekoloji– olduğu fikri gökbilimciler ve gökadalar konusunda çalışan fizikçiler arasında yaygınlaştı.

Böylece öz-örgütlenme ve karmaşıklığın gökbilim ve evrenbilimde giderek daha fazla rol oynaması bana oldukça olanaklı gözüküyor. Gökbilimciler bu fikirlere yakınlaştıkça ve karmaşıklık araştırmacıları gökada yapıları ve oluşumu gibi evrenbilimsel sorunlar üzerinde düşünmek için zaman ayırdığında evrenin öz-örgütlenmiş sistemler halinde görüldüğü yeni tür astrofizik kuramının gelişeceğini düşünüyorum.

Bunun ötesinde –fikirlerimin kaderi ne olursa olsun– temel bilim ve örgütlenme biliminin birleşmesi temel parçacıklar üzerine düşünme biçimlerimizi de tersine çevirecek. Murray Gell-Mann, Stuart Kauffman, Harold Morowitz gibi karmaşıklık üzerine çalışan insanların pek çoğu dünyanın son derece örgütlü ve karmaşık sistemlerden meydana geldiğini düşünüyor ama temel yasalar önceden Tanrı ya da matematikçiler tarafından belirlenmiş. Ben de buna inanırdım, ama artık inanmıyorum. Giderek, doğru olduğuna emin olduğum şey şudur; en büyük ölçekten en küçük ölçeğe uzanan öz-örgütlenme düzenekleri var ve hem temel parçacıkların özelliklerini hem de tüm evrenin tarihini ve yapısını açıklıyorlar.

En basit şekilde ifade etmek gerekirse, görelilik ve evrenbilimi kuantum kuramıyla birleştiren başarılı bir kuram aynı zamanda öz-örgütlenme kuramı olmalı. Aslında, bu sonuç için bir savım var, bu sav Bohr'un bize öğrettiği gibi kuantum kuramının saatler ve gözlemciler olmadan anlam ifade etmemesi fikrine dayanıyor. Normalde bu sorun değil çünkü saatler ve gözlemciler, üzerinde çalışılan sistemin dışındalar, böylece mevcudiyetlerini varsayabiliriz. Ama eğer kuantum kuramını tüm evrene uygulayacaksak, sistemin dışında saatler ve gözlemciler için yer yok, çünkü sistemin dışı yok.

Ama sadece karmaşık bir evrende –yaşamın ortaya çıkışına yetecek kadar karmaşık bir evrende– saatler ve gözlemciler gibi şeyler olabilir. Eğer kütleçekimin kuantum kuramı bunların mevcudiyetini gerektirirse ve eğer kuramın tanımladığı ev-

renin içinde var olmaları gerekirse, o zaman mecburen evren karmaşık olmak zorundadır ve kuram neden karmaşık olduğunu açıklamak zorundadır. Bu, kuantum kuramı, görelilik ve öz-örgütlenme arasında bir ilişki olduğu anlamına gelir, öyle ki eğer öz-örgütlenme düzenekleri kuramın mantıksal açıdan tutarlı olmak için gereksindiği karmaşıklığı üretmek üzere bu dünyada işlemiyorsa göreliliksel, kuantum-mekaniksel dünya tanımlamak mantıksal açıdan imkansız olacaktır.

Benzeri bir sav Einstein'ın genel görelilik kuramında uzayın tanımlanmasından gelir. Çünkü eğer, mevcut durumda olduğu gibi, bu kuramdaki tek anlamlı şey gerçek şeyler arasındaki ilişkiyse, noktalar ve anlar orada olanlarca ayırt edilemediği sürece o zaman uzayın farklı noktalardan meydana gelmesi, zamanın farklı anlardan meydana gelmesi üzerine konuşmak anlamlı olmaz. Bu, eğer genel görelilikte dünyadan sürekli üç uzay boyutu ve bir zaman boyutuyla konuşmak anlamlıysa uzay ve zamanın her noktasından evrenin görünüşünün özgün olması doğru olmalı. Öyle değilse birbirlerinden ayırt edilemezler. Ama bu, dünyanın bir kişinin sadece çevresine bakarak evrende nerede olduğunu anlayabilecek kadar karmaşık olması gerektiği anlamına gelir. Gene, eğer genel görelilik kuramı tutarlılığı için bu karmaşıklığı gerektiriyorsa, o zaman, tüm evrenin tam kuramı olacaksa bir şekilde bunu üretmeli.

Böylece fizik yasalarının dünyanın böyle karmaşık olacağı şekilde seçildiği sorusu kuantum kütleçekimde cebelleştiğimiz uzay ve zamanın ne olduğu hakkındaki temel sorularla yakından ilişkili. Bu yakın ilişki sebebiyle, önümüzdeki seneler temel parçacık fiziği ve evrenbilim için heyecan verici olacak. Beni en çok cesaretlendiren ise meslektaşlarımın çoğu sicim kuramına üzülürken, hayal güçlerini en çok takdir ettiğim kuramsal fizikçilerden bazıları, örneğin Alexander Polyakov ve Holgar Nielsen evrenin temel parçacıklarının özelliklerini ayarlayabildiği düzenekleri aramaya başlıyorlar.

Kuramsal fizikçi olmanın neye benzediği üzerine de bir şey söylemek istiyorum, çünkü benim hayal etmeye başladığımdaki imgeden çok farklı gözüküyor. Diğer alanlar da böyle midir, bilemiyorum, ama kuantum kütleçekim üzerinde çalışmak

şöyle hissettiriyor; büyük bir arayıştayız, kısmen kişinin kendi arayışı, kısmen kişi harika bir topluluğun büyük geleneğinde katılımcı. Bilim çok sosyal bir etkinliktir; çoğu zaman seyahat ederiz ve diğer insanlarla –hem iş arkadaşlarımızla hem de topluluktan diğer kişilerle– konuşarak muazzam zaman harcarız. Fizik sözlüdür. Bazılarımız diğerlerinin çalışmalarını okur –ben de okurum– ama en önemli iletişim kanalı kesinlikle konuşmadır. Kuantum kütleçekimde problem üzerinde etkin şekilde çalışan ve birbiriyle sürekli iletişim halinde bilemiyorum, belki birkaç yüz kişilik bir topluluk var. Aslında meslektaşlarımın topluluğunda sevmediğim tek şey hala çok az kadın olması. Elbette, alana yavaş yavaş giderek daha fazla kadın katılıyor, ama diğer alanlardaki kadar hızlı değil. Bunun nedeni ilginç bir soru.

Temel bilim yapmanın hiç de sosyal olmayan başka bir yönü var: kişinin doğayla kişisel yüzleşmesi. Sonunda zamanın anlamı gibi şeyleri anlamaya uğraşıyorum çünkü kim olduğumu, bu dünyanın ne olduğunu, burada ne yaptığımı bilme ihtiyacındayım. Benim için bilim yapmak devasa bir dünyada küçük bir yaratık olmanın yabancılaşmasına bir tür yanıt. Benim için bilim insanı olmak kısmen sonunda inandığım şeyden sadece kendimin sorumlu olduğunu bilmek.

Bilim insanı olarak kişi neye inanmak istiyorsa inanabilir ve ne üstünde çalışmak istiyorsa çalışabilir, ama kişi sonunda birinin yaptığının yararının mutlak yargıcı topluluktur fikrini de kabul etmeli. Bu dürüstlük ve de hem diğerlerinin görüşüne saygıyı hem de bireyselliği, farklılığı ve anlaşmazlığı esas gören etik gerektiriyor. Böylece bilimsel toplulukta herhangi bir anda, belli konularda uzun bir mücadeleden sonra hemen herkesin katıldığı bir fikir birliği var; ama fikir birliğinin olmadığı büyük bir alan da var. Aslında bu durum gerekli, çünkü eğer çok fazla fikir birliği olsaydı süreç dururdu; bu da bilimin sonu olurdu.

MARTIN REES: Fizikteki temel mevzulardan birisi kuantum ilkesi ve mikro-fiziksel kuvvetlerle kütleçekimi uzlaştırmak. Farklı düşünce okulları var; Stephen Hawking Okulu, Roger Penrose Okulu ve birkaç adet daha. Bu alanda fikir birliğinden çok uzak

olduğumuz görüşündeyim, ama Smolin ve Ashtekar tartışmaya önemli fikirler enjekte ettiler.

Kuantum kütleçekim John Wheeler 1950'lerde bunu belirttiğinde sınırların ötesindeki konulardandı. Şimdi ciddi yaklaşımların benimsendiği bir şey. Ama hala deneysel sınamanın çok uzağındayız. Lee Smolin'in en önemli içgörüsü çok küçük ölçekte kafes terimleriyle uzay ve zamana bakmanın yeni bir yolunu önermesiydi. Bir açıdan Wheeler'ın uzak görüşlü uzay-zaman köpüğü fikriyle alakalı; eğer uzay ve zamana çok küçük ölçekte bakarsanız artık üç uzay ve bir zaman boyutunun olmadığı ama tüm boyutların karmaşık bir şekilde altüst olduğu fikri.

Smolin'in alakalı olduğu diğer fikir evrenlerin "doğal seçilimi". Bir anlamda karmaşıklığa ve evrime izin veren evrenlerin diğer evrenlerden daha verimli ürettiğini söylüyor. Topluluğun kendisi böylece karmaşık şekilde evrimleşiyor. Yıldızlar ölünce, bazen kara delik oluştururlar. (Bu, benim üzerinde çalışacağım vakit gökbilim şapkamı taktığım konulardan.) Smolin –diğerlerinin, örneğin Alan Guth'un daha önce yaptığı gibi– kara deliğin içinde küçük bir bölgenin yeni evrenlere tomurcuk vermesinin olanaklı olduğunu düşünüyor. Bunu görmüyoruz, ama yeni boyutlara doğru şişiyor. Smolin bu fikri alıyor, ama sonra başka bir varsayım daha sunuyor, yeni evrendeki doğa yasalarının bir önceki evrendekiyle ilişkili olduğu. Bu, Andrey Linde'nin rastlantısal topluluğundan ayrılıyor, çünkü Smolin yeni evrenin ana evrenden çok farklı olmayan fiziksel yasaları muhafaza ettiğini varsayıyor. Bu, yıldız oluşumu, evrimleşmesi ve ölümüne elverecek kadar karmaşık ve bu sebeple pek çok kara delik üretebilir evrenlerin daha çok nesli olacağı anlamına geliyor, çünkü her kara delik yeni bir evrene yol açabilir; yıldız ve kara delik oluşumuna izin vermeyen bir evrense nesil sahibi olmayacaktır.

Benim ilk tepkim bu aşırı yoğunluklardaki fiziğe dair hiçbir fikrimiz olmadığı, bu nedenle çocuk evrenin fiziğinin ana evreninkine benzeyip benzemeyeceğine dair hiçbir fikrimiz yok. Ama Smolin'in fikrindeki güzel nokta, ilk makalesinde kendisinin de fark ettiğini sanmıyorum, ilkede sınanabilirliği, çünkü yıldızların evrimleşmesi hakkında yeterli bilgimiz var ve hangi yıldızların kara deliğe dönüştüğün ve hangilerinin nötron yıldızına

dönüştüğünü biliyoruz. Bu, benim ve meslektaşlarımın üzerinde çalıştığı şeylerden biri.

Oluşan kara delik sayısının fizik yasalarını çarpıttığımızda nasıl değişeceğini çözmeye yetecek kadar bilgimiz var. Mesela kütleçekimin gücünü ya da nötronun kütlesini azıcık değiştirsek; bu yıldızların evrimleşmesini nasıl etkiler, yıldızların kara delikle sonlanması eğilimini nasıl değiştirir? Eğer Smolin haklıysa ve eğer bu evren topluluğu artarda gelen yeteri kadar evren nesliyle evrimleştiyse, o zaman bizim evrenimiz nesillerinin sayısını azamiye çıkartan özelliğe sahip olmalı. Evrimsel avantaj sağlayan yasalarla yönetilmeli ki topluluğa kattığı nesillerin sayısı azami olsun. Bu sınanabilir, çünkü soruyoruz: eğer doğanın yasaları biraz değişirse, bu azıcık değişmiş evren bizimkinden daha az mı kara delik üretir? Eğer bizim evrenimizin oluşturduğu kara delik sayısını azamiye çıkartan özelliklere sahip olduğu ortaya çıkarsa, Smolin'in doğru olduğuna dair kanıt olur.

Kötü haber bizim evrenimizin kendisinden az farklı evrenlerden daha çok kara delik oluşturacak özelliğe sahip olduğuna inanmak için hiç neden görmemem. Daha çok kara delik elde etmek için fizik yasalarını değiştirmenin yolları var, benim görüşüme göre Smolin'in hipotezine karşı savlar var. Yıldızların nasıl evrimleştiğini ve kara delik oluşturup oluşturmayacağını belirleyen sıradan gündelik fiziktir, oldukça gündelik fiziktir ve Smolin'e evrenimizin kara delikleri azamiye çıkartan özelliklere sahip olmadığını söyleyebilirim. Kara delik oluşturmada az biraz daha iyi bir evren hayal edebilirim. Eğer Smolin haklıysa, neden evrenimiz böyle olmadı? Smolin'in yanlışlığını kanıtlayabiliriz, yani bu anlamda sanısı özgün bilimsel bir kuramdır, çünkü çürütülebilir.

MURRAY GELL-MANN: Smolin? Ah, şu çılgın fikirleri olan genç adam? Yanlış olmayabilir.

ROGER PENROSE: Smolin'in fiziğin kuantum ve klasik seviyeleri arasındaki köprü üzerine görüşleri bir şekilde benimkinden farklı. Onunla yeteri kadar konuşuyorum. Çağdaş fiziği kavrayı-

şı çok iyi, ama uygun şekilde eleştirel, sınırlarını biliyor ve fiziği daha iyi bir hale geliştirmek için ilginç fikirler ileri sürüyor. Her zaman onun güçlü bir eleştirel fizikçi olduğunu düşündüm.

Evrenin altta yatan yapısı üzerine Lee Smolin ve Carlo Rovelli'nin geliştirdiği şeyi çok ilginç buluyorum. Sonunda nereye varır bilemiyorum; ama gördüğüm en umut vadeden fikirlerden olduğu kesin.

PAUL DAVIES: Lee Smolin'le henüz tanıştım. Serbest zihinli ve mantıksal aşırıya kadar, bu aşırılığı fazla ciddiye almadan fikirlerini takip eden bilim insanlarına –başka bir örnek John Archibald Wheeler– yakınlık hissediyorum. Fizik ve evrenbilim doğru olmaları gerekmeden bilimsel amaçlar için faydalı, ama yine de doğru olabilecek tuhaf spekülasyonların harikalar diyarıdır.

ALAN GUTH: Lee Smolin görelilik işine Hawking ve Penrose'dan sonra girdi, bu nedenle farklı sınıftan problemlerle uğraşmak zorundaydı. Çalışması Penrose'un şu anki çalışması ve Hawking'in yaptığı çalışma gibi klasik genel göreliliği hedeflemez, daha ziyade kuantum genel görelilik, yani kuantum kütleçekimdir.

Einstein'ın formüle ettiği şekliyle genel görelilik klasik bir kuramdır, bu şu anlama gelir; kuramdaki bütün nicelikler her zaman tanımlı değerlere sahiptir ve denklemler size bu niceliklerin zaman içerisinde nasıl evrimleştiğini söyler. Genel görelilik kuramı gibi klasik bir kuramda olasılık yoktur. Her şey açıkça belirtilmiş şartlardadır. Ancak fizikçiler yirminci yüzyılın başlarında gerçek dünyanın pek böyle olmadığını öğrendiler.

Gerçek dünya kuantum kuramıyla tanımlanır ve kuantum kuramında ilkede bile hiçbir şey asla kesinlikle ölçülemez. Evrenin ya da evrenin herhangi bir parçasının o anki haline dair daima belirsizlikler vardır, verili bir sistemin nasıl davranacağına dair öngörülerde bulunduğunuzda, yapabileceğiniz en iyi tahminler olasılıksaldır. Şu şu sonuçların üçte bir olasılıkla olacağını ve başka bir sonucun yüzde 17 olasılıkla olacağını, vb öngörürsünüz. Pek çok durumda, elbette, bu olasılıklar bire

çok yakın olabilir; bazı durumlarda bir şeyin olacağını yüzde 99,999 ihtimalle söyleyebilirsiniz, ama eğer kuantum kuramında konuşuluyorsa her zaman temelde olasılıksal bir tahmindir.

Şimdi herkes kütleçekim ve uzayın nasıl davrandığının doğru tanımını üretmek için genel göreliliğin kuantum kuramıyla birleşmesi gerektiğine inanıyor. Şimdiye kadar bu girişimde kısmen başarılı olduk. Genel görelilikle kuantum mekaniğini elektromanyetizmayla kuantum mekaniğini birleştirmede başarılı olan yaklaşımın aynısıyla birleştirmek denenirse bu yaklaşımın işe yaramadığı görülür. Hesapları yaptığınızda, niceliklerin çoğunun sonsuza dönüştüğünü görürsünüz ve kimse bu konuda ne yapmak gerektiğini bilmiyor.

Başka yaklaşımlar aradık, Lee Smolin'in yoğunlaştığı yer de burası. Çoğunluğun yaklaşımı, ama Lee'ninki değil, parçacık kuramından gelen kimselerden oluştu ve bu kişiler çoğunlukla kuantum kütleçekim probleminin çözümünün süper-sicimde yattığı kanaatindeydi. Süper-sicim tamamen yeni bir kuram, doğadaki temel varlığın mikroskobik sicimler, aslında göz ardı edilebilir genişlik ve çok küçük uzunluktaki nesneler olduğu ve bu komik şeylerin sadece çok düşük enerji sonuçlarını görebildiğimiz temel varlıkları meydana getirdiği –takip etmesi zor ama geçerli sebeplerle– varsayılıyor.

Bu süper-sicim kuramının temel güdüsü sonlu cevaplar veren kuantum kütleçekim kuramı inşa etmek. Kütleçekim sonsuzluğu probleminin bu süper sicim kuramıyla önlendiği –en azından insanların nasıl yapılacağını bildiği hesaplamalarda– gösterildi. Ancak süper sicim insanlarının hala yapması gereken şey kuramın gerçeklikle bağını göstermek; yani, süper sicimlerin gördüğümüz dünyayı gerçekten ürettiğini göstermek için, kuramın düşük-enerji sonuçlarını nasıl aktaracaklarını henüz açıklayamadılar.

Discover dergisinin yakın zamanlı kapağında Lee için "Yeni Einstein" demesinin olası nedeni çalışmasının aynı amaçtan, fiziğin birleşik kuramını inşa etmekten güdülenmesi ve yaklaşımının Einstein'ın özgün kuramını temel zemin almasından olabilir. Süper-sicim kuramı Einstein'ın kuramını arka plana koyuyor. Einstein'ın kuramının düşük-enerji sınırı olarak yeni-

den belireceğine inanılıyor, ama kuramın temel malzemesi değil. Süper-sicim kuramının temel malzemesi bu mikroskobik sicimler. Smolin'in formülasyonunda, temel malzeme kütleçekim alanı olmaya devam ediyor ve amaç kuantum mekaniğiyle buna yaklaşmak. Başarısız yaklaşımdan; elektromanyetizmayı başarıyla kuantize eden ama kütleçekimde başarısızlığa uğrayan yaklaşımdan farklı şekilde yapmayı ümit ettiği şey kütleçekim kuramının temelde doğrusal olmamasını kullanmak.

Bu durumda, doğrusal olmama düz fizik terimleriyle açıklanabilir: elektromanyetizmada etkileşimin taşıyıcısı foton, ışık parçacığıdır; kütleçekimde varsayımsal bir taşıyıcı, fotona benzer rol oynayan graviton vardır. Önemli fark fotonlar foton üretmezler. Ancak gravitonlar, enerji taşıdıklarından ve herhangi bir biçim enerji de kütleçekim alanı yarattığından graviton yaratırlar. Kütleçekim kuantum kuramını inşa etmeyi denemekle ilgili tüm diğer arazlara yol açan bu arazdır. Çünkü gravitonlar kendilerini üretebilirler, tüm kuram giderek daha karmaşık hale gelir ve hesaplama yapılırken ortaya çıkan sonsuzlukları önleme anlamında çok zor problemlere yol açar.

Görelilik fizikçisi küçük bir kulübün üyesidir. Topluluğun çoğunluğunu takip ettikleri yaklaşımın doğru yaklaşım olduğuna ikna etmesi gereken bir kulüp. Elbette Smolin'in gelmesi ve seminer vermesi memnuniyet vericidir, önemli konferanslara o ve meslektaşları davet edilir. Fizikçiler topluluğu söyleyeceklerini duymak ister. Ama çoğunluk aslında aynı sorulara cevap vermesi için süper-cisim kuramına bakmaktadır.

18. Bölüm

PAUL DAVIES
"Sentetik Yol"

ALAN GUTH: *Paul Davies iyi bir popülerleştirici. Hem de iyi bir fizikçi. Lee Smolin ya da süper-sicimcilerle tam anlamıyla aynı probleme yaklaşmasa da genellikle kuantum kütleçekimdeki girişimler alanındaki çalışmalarıyla tanınıyor. Daha pragmatik yaklaşımı seçen kişilerden.*

PAUL DAVIES *kuramsal fizikçi; Adelaide Üniversitesinde doğal felsefe profesörü; pek çok kitabın yazarı; kitaplarından bazıları Other Worlds [Diğer Dünyalar] (1980), God and the New Physics [Tanrı ve Yeni Fizik] (1983), Superforce [Süper-kuvvet] (1984), The Cosmic Blueprint [Kozmik Ozalit] (1989), (John Gribbin ile) The Matter Myth [Madde Miti] (1992),The Last Three Minutes [Son Üç Dakika] (1994), Are We Alone [Yalnız mıyız] (1995), About Time [Zaman Hakkında] (1995).*

PAUL DAVIES: İnsanlar köken sorularıyla ilgilenir. Ben evrenin kökeninden bahsediyorum, ama yaşamın kökeni ve bilincin kökeni ne olduğumuzu ve daha geniş çerçeveye nasıl oturduğumuzu anlamada eşit derecede önemli ana sınır taşlarıdır. Bilgimizde, dindar olup Tanrı'ya bir rol biçmekte ısrar edenlerin Tanrı'nın dünyaya doğrudan etki etmesini dileyebilecekleri üç boşluk kalmıştır. Birincisi bilincin kökeni, isterseniz insan ruhu diyelim. İkincisi yaşamın kökeni: cansızdan başlayan canlılık. Üçüncüsü evrenin bütünsel kökeni. Bilimde insanların isterlerse Tanrı'yı devreye sokabilecekleri fark edilebilen bu üç boşluk vardır. Eğer insanlar yaşamın ya da bilincin kökeninden evrenin kökeninden etkilendikleri kadar etkilenmiyorlarsa, bu konuların sunuluşunda bir şeyler yanlış demektir. İnsan bakış açısıyla, eş derecede temel ve önemlidirler.

Oldukça erken yaşta zamanın-yönü problemi denilen şeyle yakından ilgilenmeye başladım. Bu, evrendeki pek çok fiziksel sürecin onları yöneten altta yatan fizik yasaları tersinirken, yani beli bir zaman yönü tercihleri yokken, neden zamanda tek yöne doğru gittiği gizemiyle ilişkilidir. Buna John Wheeler ve Richard Feynman'ın birkaç makalesi sebebiyle bulaştım, bu makalelerde örneğin radyo sinyallerinin nasıl olup da her zaman alıcıya vericiden çıktıktan sonra ve asla öncesinde varmadıklarını açıklamaya çalışıyorlardı. Akıllıca, zamanda simetrik (zamanda ileri ve geri doğru simetrik) elektromanyetik dalgalarla, evrenbilime başvurarak, yani elektromanyetik dalga verici ve alıcılarıyla dolu tüm evreni göz önüne alarak saf zaman-ileri dalgaları toplamışlardı. Bu beni zaman simetrisinin bozulduğu geniş yelpazedeki diğer konuları araştırmaya yönlendirdi. Yirmi dört yaşındayken bu konu üzerinde *The Physics of Time Asymmetry* [*Zaman Asimetrisinin Fiziği*] isimli bir kitap yazdım. Son derece karmaşık bir konuda ön çalışmaydı, ama Wheeler, Roger Penrose ve Martin Gardner gibi pek çok etkili kişi bu kitap hakkında iyi şeyler söyledi. Hatta Feynman bir meslektaşına önerdi.

Gerçek keşifler anlamında, ismim en sık kuantum alanında bulduğum tuhaf bir etkiyle anılıyor. Tam bir vakum düşünün, fotonlar dahil tüm parçacıklardan yoksun. Şimdi bu boşlukta

ivmelendiğinizi düşünün, ne görürsünüz? Hiçbir şey? Aslında ivmelenmeyen arkadaşınız hiçbir şey görmezken siz ısı ışınımı banyosu görürsünüz. Stephen Hawking'in kara deliklerin ısı ışıdıklarını keşfiyle yakından ilişkili bu etkiyi ayrıca British Columbia Üniversitesinden Bill Unruh da keşfetmiştir. Bu sonucu nerdeyse kazara yetmişlerin ortalarında yazdım. Etki çok küçük ve kanıtlaması zor değil, çok kişinin ilgileneceğini de düşünmedim, ama halen yılda birkaç kere "ivme ışınımının" bu ya da şu yönü üzerine ayrıntılı incelemeler içeren makalelerde anılıyor.

Bu başarıdan sonra eğik uzayda, yani kütleçekimsel alanların mevcudiyetinde kuantum alanları kuramı üzerinde çalıştım. Öğrencim Nick Birrell ile birlikte yazdığım *Quantum Fields in Curved Space* [*Eğik Uzayda Kuantum Alanları*], memnuniyetle söylemekteyim, bu konuda temel kitap olmaya devam ediyor. Araştırmalarımın çoğu çalışabilecek kadar basit belli evren modellerinde kuantum alanlarının davranışlarıyla ilgilidir. Pek çok soruyla ilgileniyoruz. Evrenin genişlemesi parçacıklar yaratır mı? Kuantum alan evrenin kütleçekim alanından nasıl bozundu ve bu bozunma kütleçekimsel anlamda nasıl bir tepkiye neden oldu? Bu model evrenlerden biri Danimarkalı evrenbilimci Willem de Sitter'in adıyla anılır, öğrencim Tim Bunch'la bu modele bakarak çok zaman geçirdim. Pek çok sonuçtan özellikle ilginç kuantum-vakum hali kavramı belirdi, bu kavram Bunch-Davies vakumu diye bilinir. O zamanlar, yetmişlerin sonunda bunun gerçek bir uygulama bulacağını hiç düşünmemiştim. Aniden Sitter uzayı Alan Guth'un şişen-evren senaryosunda merkezi bir önem kazanınca ve insanlar hesaplamalarında Bunch-Davies vakumunu kullanmaya başlayınca çok memnun oldum!

Ayrıca kara delikler ve termodinamik özellikleri üzerinde de pek çok çalışma yaptım, örneğin eğer bir kara delik yeteri kadar büyük elektrik yükü taşıyorsa Hawking'in ilk kez tanımladığı gibi buharlaşmak yerine onu çevreleyen ısı banyosuyla dengede kalabileceğini keşfettim. Her zaman Penrose'un kütleçekimin kendine göre bir tür entropiyi temsil ettiği fikrini çekici buldum, seksenlerde yazdığım pek çok makale bu fikri ayrıntılandırma girişimiydi, ama tam başarıya ulaşmadı.

Alan Guth'un şişme senaryosuna nasıl girdiği de çok merak uyandırıcıdır. Manyetik tek-kutuplarla bağlantılı oldukça özel bir problemi çözmeye çalışıyordu. Parçacık fiziğine dair en iyi bilgimizle birleşmiş standart sıcak-büyük patlama kuramı evrenin manyetik tek-kutuplarla dolu olması gerektiğini gösteriyordu, ancak birini bile görmemiştik. Soru bunların nasıl bertaraf edildiğiydi. Bunlardan kurtulmanın belirgin bir yolu evrenin büyük bir faktörle şişmesiyle bu tek-kutupların yoğunluğunu seyreltmekti.

Guth evrenbilimci değildir; tek-kutuplardan kurtulmaya çalışan parçacık fizikçisiydi ve böylece evrenin ilk ayrışan saniyesinde aniden büyük bir miktarda ölçüsünü değiştirdiğini ileri sürdü. Temel evrenbilimsel sorulara –evrenin tamı tamına kendi kütleçekimsel çekiminden kaçacak bir hızla genişleyip genişlemediği ve bu kesin hızın çevresindeki kuantum salınımların COBE uydusuyla gözlenen spektrum çeşidini verip vermeyeceği– makul cevaplar bonustu. Guth'un yaptığı şeyin arka kapıdan gelip sonrasında başarıyla işlediği, bu son derece zengin fikir kaynağını keşfetmesi çok etkileyicidir.

Sadece yirmi beş yıl önce evrenin doğuşunun fiziksel düzeneğini ele almak uygun bulunmuyordu. Londra'da, University College'da doktora öğrenciyken katıldığım bir semineri hatırlıyorum. Kozmik mikrodalga ardalan ışınımının 1965'deki keşfinden birkaç yıl sonraydı ve bu keşfin imaları genelde henüz derinlik kazanmamıştı. Profesör bu ışınımın mevcudiyetine dayanarak kuramcıların evrende yüzde 25 helyum yüzde 75 hidrojen var olacağını hesaplamasını ve bunun Büyük Patlamadan sonraki ilk birkaç dakikada yer alan çekirdek süreçlerinin analizinden geldiğini anlatıyordu. Salondaki herkes kahkahalara boğuldu, çünkü sadece bu ışınımın keşfine dayanarak Büyük Patlamadan sonraki ilk üç dakikadan konuşmak çok saçma gelmişti. Şimdi, elbette bu mutlak standart evrenbilimsel kuram. Evrenin ilk birkaç dakikasını çok iyi anladığımızı hissediyoruz.

Şimdi bulduğumuz Büyük Patlamanın salt evrenin kökeni tanımından bir açıklamaya dönüşmesi. Bir şeylerin bu şekilde olduğunu söylemekle, diğer bir deyişle şeylerin olduğu gibi olmasının sebebinin oldukları gibi olmuş olmaları olduğunu

söylemek bir tanım meydana getirir. Şimdi elimizdeki bilimsel açıklamaya daha yakın bir şeydir, sadece bir patlama meydana geldiği olgusunu tespit etmekle kalmıyoruz, ama şimdi bir defaya mahsus başlangıç koşulları olarak koymak yerine, iyi formüle edilmiş fiziksel kuramdan Büyük Patlamanın pek çok hususi özellikleri beliriyor. Bu büyük bir fark. Son COBE keşifleri Büyük Patlama kuramının sadece bir tanım değil, ama düzgün bir kuram olma gücüne çok büyük katkı yapıyor.

Büyük Patlama kuramının evrimi gördüğümüz dünyanın bir dereceye kadar onu görmek için burada, sadece burada değil, uzay ve zamanda belli bir yerde, olduğumuz olgusunu bir şekilde yansıtması gerektiğini söyleyen insancı ilke tartışmasına götürüyor. İnsancı evrenbilimsel ilkenin farklı çeşitlemeleri var ve ona ne kadar itibar edebileceğiniz kiminle konuştuğunuza bağlı. Oldukça açık olan bilimimizin insancı bir yoldaşı olmalı. Uç ve aşırı bir örnek ele alalım: evrenin çoğu boş uzay ve yine de biz kendimizi bir gezegenin yüzeyinde buluyoruz. Bu nedenle çok sıra dışı bir konumdayız, ama elbette bu sıra dışı durumda olmamız şaşırtıcı değil, çünkü uzayda yaşayamazdık.

Açıktır ki, gözlemlediğimiz şey ve evrende gözlemlediğimiz konumda ya da belki gözlemlediğimiz zamanda, çağda insancı bir etmen var. Bunu söyledikten sonra, soru bunun sadece evrene dair bir yorum mu, yoksa bir anlamda evrenin bazı özellikleri için bir açıklama mı olduğu. Eğer sadece bir evren varsa, sadece bir yorumdur. Ama eğer farklı koşullar, farklı yasalarla büyük çeşitlilikte bir evrenler topluluğu olduğunu düşünüyorsak o zaman bir açıklama ya da seçilim ilkesi olmaya başlar. Evrende gözlemlediğimiz düzenin kısmen gerekçesi idrak edilebilen tüm evrenler topluluğundaki birkaç evrenden biri olmasıdır. Bazı insanlar doğanın hiç yasası olmadığı, sadece kaos olduğu, evrenin yasasızlığının sadece, özünde kaotik dünyaların sonsuz çeşitliliğinden bizim onu seçmemiz olgusuyla açıklandığını uydurarak bu ilkeyi saçma derecede aşırıya taşımayı denediler. Bu yanlışlığı gösterilebilir bir şey ve tüm insancı fikrin mantıksız akıl yürütmeleridir.

Evrenin yasalı olması, evrenin davranışını yöneten altta yatan akılcı ilkelerin mevcudiyeti dikkate değerdir. Bazı insanla-

rın yapmaya çabaladığı gibi, sadece bunu görmek için burada olmamız olgusunu temel alarak bunu açıklayamayız. İşleyen çift ilke vardır. Dünyanın ona akılcı bir düzen, matematiksel bir düzen sağlayan şekilde biçimlendirildiğini söyleyen akılcı ilke vardır. Bir de farklı olanaklı pek çok dünyalar çeşitlemelerinden bizim gözlemlediğimiz bu dünyadır diyen seçici ilke, yani insancı ilke vardır.

Bilimimizde biraz insancı bileşeni önleyemeyiz, bu ilginçtir çünkü üç yüz yıl sonra sonunda önemli olduğumuzu fark ettik. Evrendeki üstünlük noktamız bilimimizle alakalı. Ama insancı ilkeyi hatalı yorumlamak ve ondan saçma sapan sonuçlar çıkartmak çok kolay. Nasıl ifade ettiğinize çok dikkat etmelisiniz. Söylemediği şey bizim mevcudiyetimizin bir şekilde evrenin belli yasalar ya da belli başlangıç koşullarına sahip olması için ilahi ya da nedensel zorlama uygulamadığıdır. Böyle işlemiyor. Kendi mevcudiyetimizle böyle bir evren yaratmıyoruz.

Dünyanın bir araya getirildiği temel yapı taşlarının doğasını tespit etmeye artık çok yakınız. Bu indirgemeci yol son derece önemli ve fizikçilerin düşünmesinde büyük bir etkisi oldu, ama sadece hikâyenin bir kısmı. Dünyanın belli etkileşim rolleri oynayan belli parçacık seçkisinden yapıldığını söylemek bir şey. Ama canlılığın kökeni, bilincin kökeni gibi son derece karmaşık sistemlerle ilgili problemlere açıklama sunmak başka. Karmaşıklıktan konuşmak için, bireysel parçalar yerine kolektif ve örgütsel özelliklerine bakarak davranışları anlaşılabilecek sistemlerin var olduğunu fark etmeliyiz. Bu karmaşık uyarlanımsal sistemlerin davranışlarını salt indirgemeci yolla açıklamak ve buradan geliştirmeyi beklemek imkansızdır. Bunlar çevrelerine göre tepki veriyor ve uyum sağlıyor gözüken biyolojik organizmalar gibi sistemlerdir.

Biyologların fizikçileri indirgemeciliği terk ettikleri için paylamaktan vazgeçecekleri zamanı iple çekiyorum. Şu an, biyologlar hararetle ve misyonerce indirgemeci, fizikçilerin katı indirgemeci yoldan sapan her önerisi biyologların azarlarına yol açıyor. Benim kişisel inancım biyologların uzlaşmazlık ve indirgemecilik eğiliminde olduklarıdır çünkü temel dogmalarına hala bir şekilde tam güvenemiyorlar, fizikse konusunda üç

yüz yıllık güvenilir temellere sahip, bu yüzden karmaşık sistemlere dair spekülasyonlarında biraz daha serbest olmayı göze alabiliyor. Bu iki topluluk arasındaki kültürel bölünmenin çözülmesini görmeyi ümit ediyorum, böylece birbirleriyle aynı dilde konuşabilirler.

Dünyayı araştırmakta iki yol var: indirgemeci yol ve sentetik yol. Karmaşıklık biliminde, bu ikinci yolun mevcudiyetini fark etmek elzemdir. Karmaşıklık salt karışıklıktan fazlasıdır. Birbirine denk gelmiş çok büyük sayıda basit sistemlerden fazlasıdır. Karmaşık sistemler gerçekten kendi yasalarına ve ilkelerine ve de kendi iç mantıklarına sahiptir.

Önümüzdeki on yirmi yılda, fizik karmaşıklık yönüne doğru gidecek. Fizikteki ana sorulardan biri indirgemeci programın tamamlanıp tamamlanmayacağı. Stephen Hawking, *Lucas* profesörlüğüne başlarken yaptığı 1979 tarihli ünlü konuşmasında kuramsal fizik için sonun yakın olabileceğini söyledi, kastettiği bu indirgemeci programın sonunun yakınlığıydı. Aslında bu programı tamamlayabiliriz ve tişörtlerinize yazabileceğiniz, dünyanın yapıldığı tüm temel parçacıkları ve kuvvetleri tanımlayan bazı matematik ifadeler ya da tek bir matematik ifadeye sığdırılmış ilkeler kümesi, bir formül yazabiliriz.

Bu yine de karmaşıklık yolunu, dünyaya bakışın bu sentetik ya da bütüncül yolunu açık bırakır. Benim gerçek heyecan diye gördüğüm şey, fizik ve biyoloji arasındaki ayrımın çözülmesidir. Şu an çok ilginç bir olgu görüyoruz: fizikçiler giderek karmaşık sistemlerin kolektif, örgütsel ve niteliksel özelliklerine bakmanın önemini ve bunların dünyanın yapıldığı temel parçacıklar kadar onları temel kılan bir şekilde kendi yasaları, ilkeleri ve nitelikleri bulunduğunu fark ederken, aynı zamanda biyologlar diğer tarafa gidiyor, fazlasıyla indirgemeci hale gelip yaşamı kör ve amaçsız kuvvetler aracılığıyla kasıtsız şekilde etkileşen bireysel parçacıkların seçkisi diye kabul ediyorlar.

Sıklıkla eğer her şeyin kuramına sahip olursak her şeyin açıklanacağı söylenir. Ama fizikçiler her şeyin kuramından konuşurken gerçek anlamda her şeyi kastetmezler. Borsanın nasıl yükselip düştüğünü, hele de yaşamın kökenini açıklayacak bir

kuram kastetmezler. Dünyanın yapıldığı temel birimleri açıklayan bir kuram kastederler.

MARTIN REES: Paul Davies'i Cambridge'te Gökbilimleri Enstitüsünde öğretim üyesi olduğu zamanlardan beri tanırım; benden birazcık gençtir. O zamanlar *The Physics of Time Asymmetry* [*Zaman Asimetrisinin Fiziği*] adlı ilk kitabını yazmıştı. O zamandan beri fizik yorumculuğunda çok güçlendi. Kitapları dikkate değer şekilde anlaşılır ve nettir, başarılarını hak eder. Ondan yukarı sadece Heinz Pagels'ı koyarım. Ama netlik ve tarafsızlık açısından evrenbilim ve parçacık fiziğinde başka bir yazarı onun seviyesine koyacağımı sanmıyorum.

ALAN GUTH: Paul Davies iyi bir popülerleştirici. Hem de iyi bir fizikçi. Lee Smolin ya da süper-sicimcilerle tam anlamıyla aynı probleme yaklaşmasa da genellikle kuantum kütleçekimdeki girişimler alanındaki çalışmalarıyla tanınıyor. Daha pragmatik yaklaşımı seçen kişilerden. Bununla kastettiğim tali problemler var; problemin bütününü çözmek yerine yarısını çözme yaklaşımı ve bu Davies'in yaklaşımı, Smolin'in yaklaşımı ise, doğruysa, tümünü çözmek, bu süper-sicimciler için de geçerli.

Davies eğik-uzay arka planında kuantum alan kuramı üzerine çalışmalar yapmasıyla tanınıyor. Bununla kast edilen elektron, proton, nötron ve fotonları (bu bağlamda fotonlar madde sayılıyor) tanımlayan madde alanlarını tamamen görelilik ve kuantum mekaniği ile, ama kütleçekimi klasik yaklaşımla ele alarak problemin yarısını çözmesi. Bu iyi tanımlanmış ama zor bir problem. Temel güçlükleri yok, ama uygulamada pek çok zorlukları var ve önemli hesapların çoğu Paul Davies tarafından yapıldı.

Dördüncü Kısım

DARWIN'İN ALGORİTMASI NEYDİ?

Dünyayı incelemenin sentetik yolu fizikçi Murray Gell-Mann, biyolog Stuart Kauffman, bilgisayar bilimcisi Christopher G. Langton ve fizikçi J. Doyne Farmer ve Los Alamos ve Santa Fe Enstitüsündeki meslektaşlarının mantıksal uzayda işgal ettikleri yer.

Santa Fe 1984 yılında o zamanlardaki California Teknoloji Enstitüsünde Gell-Mann'ın içinde bulunduğu bir grup ve Los Alamos'tan kimyacı George Cowan tarafından kuruldu. Bazıları canı sıkılan fizikçilere bir sığınak olmak için kurulduğunu söyler. Aslında fizikteki indirgemeci programın sonu nihai sorunun ne sorulduğu ne cevaplandığı, ama sorgulamanın terimlerinin dönüştüğü epistemolojik bir taç değişimi olabilir. Santa Fe'de olan bu.

Murray Gell-Mann geniş çapta yüzyılın en büyük parçacık fizikçilerinden biri olarak tanınır (diğeri Caltech'teki merhum meslektaşı Richard Feynman'dır), kuark modeli tasarısına giden 1950 ve 60'lardaki çalışmalarıyla Nobel almıştır. Kariyerinde geç bir noktada karmaşık uyarlanımsal sistemler çalışmasına dönmüştür.

Gell-Man'ın dünya modeli bilgi üzerine kuruludur; fiziğin indirgemeci temel yasalarını –basit kuralları– bu kurallardan ve kendisinin "donmuş rastlantı" dediği, tarihi rastlantılardan beliren karmaşıklıkla bağlar. Buna bir isim vermiştir: "plektik"; sadece doğa değil, dil ve ekonomi gibi olgularda da dışa vurulan basitlik ve karmaşıklığın araştırılmasıdır. Enstitüde karmaşık davranışların ortaya çıkmasına izin veren basit kurallara daya-

narak bilgisayımsal modeller üreten daha genç meslektaşlarını yüreklendirir, destekler, geniş bilimsel bilgi dağarcığını onlara sunar ve itibar kazandırır.

Stuart Kauffman canlılığın ve moleküler örgütlenmesinin kökenini araştıran kuramsal biyologdur. Yirmi beş yıl önce Kauffman modelini geliştirmiştir, bunlar onun "bedavaya düzen" dediği bir tür öz-örgütlenme gösteren rastlantısal ağlardır. Kauffman kolay değildir. Modelleri titiz, matematiksel ve pek çok meslektaşına göre anlaşılması zordur. Dünya görüşünü anlamak için anahtarlardan biri canlılığın evriminde karar verici role uzaksak akışın değil, yakınsak akışın sahip olduğu fikridir. Meslektaşı Christopher G. Langton ile birlikte en iyi uyarlanımı gösteren karmaşık sistemlerin kaos ve düzensizlik arasındaki sınırda durduğuna inanır.

Kauffman diğer evrim kuramcılarının sorduklarının ötesinde bir soru sorar: Eğer seçilim her zaman işliyorsa öz-örgütlenme (bedavaya düzen) ve seçilimi birleştiren bir kuramı nasıl oluştururuz? Cevabı bir açıdan Brian Goodwin'in doğal seçilimin yapısalcılıkla başının bağlı olduğunu söylediğine benzer "yeni biyolojide" yatar.

Christopher G. Langton uzun yıllarını bilgisayar programlarının prizmasından evrim araştırarak geçirmiştir. Çalışması evrimi tesir ettiğinden soyutlamaya/ayırmaya çalışır. Bilgisayarda "doğa" yaratmıştır ve çalışmaları yapay yaşam adı verilen yeni bir disiplin doğurmuştur. Bu, basitleştirilmiş hayvan etkileşim, üreme ve evrimleşme popülasyonlarının "sanal ekosistemler" araştırmasıdır. Langton yaşam, zekâ ve bilinçliliğe Marvin Minsky, Roger Schank ve Daniel C. Dennett'le benzer şekilde aşağıdan-yukarı yaklaşımı benimser. Soyutlamayı canlandırarak Langton yaşama bakıldığında gözükmeyen yaşama dair şeyleri aydınlatmayı ümit eder.

J. Doyne Farmer kaos kuramı diye bilinecek, belirlenimci fiziksel yasaları takip etmelerine rağmen doğanın çoğunun neden rastlantısal gözüktüğünü açıklayan kuramın öncülerinden biridir. Kuram ayrıca bazı rastlantısal gözüken sistemlerin daha öngörülebilir olmalarını sağlayan altta yatan bir düzene sahip olabileceğini de gösterir. Bunun pratik sonuçlarını araştırmış,

rulet oyunun fiziğin yasaları kullanılarak nasıl kazanılabileceğini göstermiştir; ayrıca finansal verilerdeki örüntüleri bularak piyasalarda kazanmak için bir şirket kurmuştur.

Farmer Los Alamos Ulusal Laboratuvarındaki Center for Nonlinear Studies'de Oppenheimer Fellow'du, daha sonra karmaşık sistem grubunu başlattı, gruba Chris Langton, Walter Fontana ve Steen Rasmussen gibi yükselen yıldızlar dahil oldu. Kaos üzerine çalışmaları yanı sıra, karmaşık sistemlerdeki diğer problemlere; makine öğrenmesi, bir bağışıklık sistemi modeli ve yaşamın kökeni dahil önemli kuramsal katkılar sağladı.

19. Bölüm

MURRAY GELL-MANN
"Plektik"

J. DOYNE FARMER: *Murray'e saygı duymama yol açan ilk şey Feynman, Weinberg, Hawking ve diğer tüm parçacık fizikçiler dahil, çağdaşlarının aksine karmaşıklığın bir sonraki problem olduğunu görmüş olması. 1960'ların başında yaptığı büyük ilerlemeler bilim dünyasına etkisi anlamında o alanda değil, bu alanda yapılacak. Murray bunu fark etti ve olan bitene ve problemlere aşina olmaktan fazlasını yaptı.*

MURRAY GELL-MANN *kuramsal fizikçi; California Institute of Technology'de kuramsal fizik alanında Robert Andrews Millikan Emeritus profesör; 1969 Nobel fizik ödülünü almıştır; Santa Fe Enstitüsünün kurucularından, halen orada profesör ve bilim kurulu başkanlarından; J.D. and C.T. MacArthur Foundation vakfı yöneticilerinden; BM. Çevre Programı tarafından verilen Küresel Beş Yüz onur nişanını alanlardan; ABD Başkanlık Bilim ve Teknoloji Danışman Komitesinin üyelerinden; The Quark and the Jaguar: Adventures in the Simple and the Complex [Kuark ve Jaguar: Yalın ve Karmaşıkta Maceralar] (1994) kitabının yazarı.*

MURRAY GELL-MANN: Küçük bir çocukken doğa tarihi, dilbilim ve arkeolojiye çok ilgi duyardım. New York'ta yaşamama rağmen kuşlar, kelebekler, ağaçlar ve çiçekli bitkilere aşina olabileceğim doğa parçaları bulmayı başardım. O zamanlar bile, biyolojik evrimin ve insan kültürünün evriminin sonuçlarından büyülenirdim. Bu nedenle evrendeki tüm maddeyi yöneten temel fiziksel yasaları, çevremizde gördüğümüz ve bir parçası olduğumuz karmaşık zengin yapının davranışını bağlayan ilişkiler zincirini anlamaya çalışmak istemem son derece doğal.

Konuyu elle tutulur hale getirmenin bir yolu dünyaya bilgi bakış açısıyla bakmak. Bunu yaptığımızda temel örüntünün yalın kurallardan, başlangıç düzeninden ve işlemlerden tekrar tekrar şansla karmaşıklığın ortaya çıktığını görürüz. Tüm evren durumunda temel fizik yasaları bu yalın kuralları meydana getiriyor.

Karmaşık denen pek çok nicelik var. Her durumda, bir şeyin karmaşıklığı bağlamına bağlı; diğer bir deyişle sadece tanımlanan şeye değil ama tanımlayanın ne ya da kim olduğuna bağlı. Bence bu etiketi en çok hak eden bir nicelik var; buna "etkili karmaşıklık" diyorum. Başka bir alakalı nicelik de çok önemli, ben buna "potansiyel karmaşıklık" diyorum. İkisi de matematiksel kesinlikle tanımlanmış değil, bu işi ben üstlendim. Başka insanların karmaşıklık dediği diğer bazı nicelikler de üzerinde durmaya değer.

Her durumda bugün bazılarımızın üzerinde çalıştığı konuya "karmaşıklık" demek yaptığımız şeyin doğasını çarpıtıyor gözükmektedir, çünkü altta yatan kuralların yalınlığı tüm işin can alıcı özelliğidir. Bu nedenle söylemek istediğim konu yalınlığın, çeşitli şekillerdeki karmaşıklığın ve bir miktarda karmaşık uyarlanımsal olmayan sistemlerin üzerinde durularak, karmaşık uyarlanımsal sistemlerin araştırılmasını içerir. Tüm alanı tanımlamak için Yunanca bükülmüş ya da örülmüş anlamına gelen "plektik" kelimesini türettim. Latince aynı kökten gelen kelime *plexus* da örülmüş, "karmaşık" ortaya çıkaran, özgün şekli "bir arada örülmüş" anlamına geliyor. İlişkili Latince *plicare* fiili katlamak anlamına geliyor, *simplex*, "bir kez katlanmış"la ilişkili, bu kelimeden İngilizce *simple*, basit, yalın kelimesi ortaya çıkıyor.

Buradan plektik yalınlığın ve karmaşıklığın araştırılması. Karmaşıklığı tanımlamak için çeşitli girişimleri; evrenin tarihinde yalınlık ve karmaşıklığın ve de klasik ve kuantum enformasyonun rollerinin araştırılması; enformasyon fiziği; fiziksel bilimde kaos kuramı, tuhaf çekiciler, karmaşık uyarlanımsal olmayan sistemlerin öz-benzerliği dahil olmak üzere doğrusal olmayan dinamikler araştırmaları; prebiyotik kimyasal evrim, biyolojik evrim, birey organizmanın davranışı, ekosistemlerin işleyişi, memeli bağışıklık sisteminin işlemesi, öğrenme ve düşünme, insan dilinin evrimi, insan kültürlerinin yükseliş ve düşüşü, piyasaların davranışı –diyelim ki bir oyunu çözmek ya da problem çözmek için– stratejiler evrimleştirmek üzere tasarlanmış ya da programlanmış bilgisayar işlemleri dahil karmaşık uyarlanımsal sistemlerin araştırılmasını içerir.

1984'de kurulmasına yardım ettiğim Santa Fe Enstitüsü başka kişiler yanı sıra matematikçileri, bilgisayar bilimcileri, fizikçileri, kimyagerleri, nörobiyologları, immünologları, evrim biyologlarını, siyasal bilimcileri ve tarihçileri bir araya getirir. Vurgu etkileşen insanlardadır. Pek çok seçkin bilim insanı ve akademisyen kendi alanlarından dışarı uzanmak ister ama kendi enstitülerinde bunu kolayca yapamazlar. Enstitümüzü büyük bir ulaşan bilgi baskısı, tüm topluluğun kabul ettiği dolasıyla karşı çıkmanın zorlaştığı fikirler bulunan Harvard ya da Stanford yakınlarına kurmak istemedik. Santa Fe'de sadece gerçekliğe uyma gereksinimiyle kısıtlanarak serbestçe düşünebilir, konuşabiliriz.

Şair Arthur Sze "Parçacığın dünyası gece dönüp duran jaguarın her şeyiyle ilişkilidir" demiş. Gece daireler çizen jaguarı enformasyon bakış açısıyla anlamanın anahtarı nedir? Buradaki ana kavrayış karmaşık uyarlanımsal sisteme –uyum sağlayan, öğrenen, ya da Dünyadaki canlılar gibi evrimleşen bir sisteme– ulaşan veri akışındaki algılanan düzenliliklerin modeller ya da şemalara sıkıştırılmasıdır. Bu şemalar değişime ve diğer şemaların yerlerini almasına maruz kalır, öyle ki çeşitli alternatif şemalar birbiriyle rekabet eder. Şema dünyanın davranışını tanımlamak ya da öngörmek için veya karmaşık uyarlanımsal sistemin kendi davranışını tayin etmek için kullanıldığında,

gerçek-dünya sonuçları vardır. Bu sonuçlar şemalar arasındaki rekabeti etkilemek için geribildirimde bulunur ve böylece öğrenme ve uyarlanım gerçekleşir.

Şimdi geliştirmeye başladığımız karmaşık uyarlanımsal sistemlerin kuramı evrende nerede olurlarsa olsun bu tür tüm sistemlere uygulanacaktır. Sadece evrende kaç gökada, her gökadada kaç yıldız olduğunu düşünün. Bu yıldızların pek çoğu muhtemelen karmaşık uyarlanımsal sistemleri destekleyen gezegenlere sahip. Bu tür sistemlerin doğasına fiziksel yasaların ne tür kısıtlamalarını dayattığını henüz bilmiyoruz. Bir ölçüye kadar Dünyadaki yaşamı ya da Dünyadaki canlıların yaptığı makineleri andırmalılar mı? Ya da çok farklı biçimler alabilirler mi? Örneğin Dünyadaki biyokimyanın eşsiz mi ya da olanaklı pek çok seçenekten biri mi olduğunu bilmiyoruz. Diğer bir deyişle, fiziğin biyokimyayı ne dereceye kadar belirlediğinden, ne dereceye kadar tarihinin rastlantılarının belirlediğinden henüz emin değiliz.

Çevremizdeki dünyanın etkili karmaşıklığının çok yalın kurallar ve başlangıç düzeninden ve de belirsizlikle alakalı şansın işleyişinden geldiğini daha önce belirttim. Belirsizliğin en temel kaynağı kuantum mekaniği, fizik yasalarının temel çatısıdır. Daha eski klasik fiziğin tersine kuantum fiziği bütünüyle belirlenimci değildir. Evrenin başlangıç koşulları, temel parçacıkların ve etkileşimlerinin temel yasaları tamı tamına bilinse bile evrenin tarihi yine de belirlenmez. Aslında kuantum mekaniği sadece evrenin alternatif tarihleri için olasılıklar verir. Bazı durumlarda, bu olasılıklar kesinliğe yakındır ve klasik fizik iyi bir yuvarlamadır, ama diğer durumlarda belirsizlik çarpıcıdır. Örneğin radyoaktif çekirdek diyelim ki bir alfa parçacığı yayarak bozulduğunda bu parçacığın yayılma yönü yayılma gerçekleşmeden önce ilkede tamamen bilinmezdir, tüm yönler eşit derecede olasıdır.

Temel yasaların tamamen bilindiği varsayılan klasik kestirimlerde bile geleceğin etkili belirsizliği (aslında kısmen daha önceki rastlantıların sonucu) mevcut şartların kısmi belirsizliğinden ve hesaplama zorluğundan ortaya çıkar. Bu tür belirsizlik sonucun mevcut durumun ayrıntılarına aşırı duyarlılığını

işaret eden doğrusal olmayan sistemler tarafından şiddetlendirilir.

Bu nedenle evrenin tarihinde rastlantıların önemi küçümsenemez. Örneğin biz her birimiz, insanlar her biri başka türlü sonuçlanabilecek çok çok uzun rastlantılar dizisinin ürünüyüz. Gökadamızı meydana getiren dalgalanmayı düşünün, Dünyanın meydana gelmesini sağlayan gaz ve toz yoğunlaşması dahil güneş sisteminin oluşumuna yol açan, Dünyada yaşamın belli bir şekilde başlamasını belirleyen, insan türünün belirli özellikleri dahil belli özelliklerle belli türlerin evrimleşmesine katkıda bulunan rastlantıları gözünüzün önüne getirin. Biz bireylerin her biri doğal seçilim kadar rastlantısal değişkelerin ve şans işi çiftleşmelerin uzun dizisinin sonucu genlere sahibiz.

Şimdi tek bir rastlantı çoğunlukla gelecekte çok az değişiklik yapar ama bazı tek rastlantıların başka türlü de gerçekleşebilecek bir şans olayına kadar takip edilebilecek geniş çaplı ve birbirinden farklı sonuçları olabilir. Bunlara donmuş rastlantılar diyoruz. Dünyada canlılıkta önemli roller oynayan moleküllerin bazılarının sağ-elliliğini, ancak denk düşen sol-ellilerin bu rollere sahip olmamasını örnek veriyorum. İnsanlar karşı-maddeye göre maddenin zayıf etkileşiminin sol-elliliğini hatırlatarak uzun zaman bu olguyu açıklamaya uğraştılar. Bu çıkarımın doğru olduğunu ve biyolojik moleküllerin sağ-elliliğinin saf bir rastlantı olduğunu varsayalım. O zaman bu gezegendeki tüm yaşamın türediği ata organizma sağ-elli moleküllere sahipti, yaşam sol-elli moleküllerin önemli rol oynadığı diğer bir biçimde de sorunsuzca ortaya çıkabilirdi.

Diğer bir örnek insanlık tarihinden seçilebilir. Örneğin Kral VIII. Henry ağabeyi Kral Arthur öldüğü için kral olabildi. Bu ölüm kazasıyla tüm paralar, tüm imtiyazlar, diğer kayıtlar, VIII. Henry hakkında kitaplar aktı geldi, İngiltere Kilisesinin Roma Katolik Kilisesinden ayrılması da dahil saltanatının tüm farklı olayları ve elbette İngiltere'nin takip eden saltanat soyu, Diana ve Charles'ın antikalıkları geldi. Donmuş rastlantıların birikimi dünyaya etkili karmaşıklığı veren şeydir.

Bir şeyin etkili karmaşıklığı düzenliliklerinin kısa tanımının uzunluğudur. Bu düzenlilikler sadece iki kaynaktan gelebilir:

yalın ve tanımlanabilir temel yasalardan ve donmuş rastlantılardan.

Zaman akmaya devam ettikçe giderek daha büyük ve daha da büyük etkili karmaşıklıkta sistemler belirir. Bu, gökadalar, yıldızlar, gezegenler gibi uyarlanımsal olmayan sistemler için de, biyolojik evrimdeki gibi uyarlanımsal sistemler için de geçerlidir. Elbette her sistemin daha karmaşık hale geldiğini söylemiyorum. Bazı şeyler basitleşir; hatta yok olup gitmiş medeniyetler gibi tamamen yok olabilir. Her yerde daha büyük karmaşıklığa doğru uygun adım ilerleyiş yerine, etkili karmaşıklığın zarfının yayılması için bir eğilim var. Nedenini anlayabiliriz. Zamanın geçmesiyle daha fazla rastlantı meydana gelir ve donmuş rastlantılar birikir. Aslında herhangi bir zamanda termodinamiğin ikinci yasasıyla evrendeki ortalama düzensizlik artmasına rağmen yerel düzenle sonuçlanan öz-örgütlenme üreten pek çok düzenek iş başındadır. Öz-örgütlenme örneğin sarmal gökadaların kollarını, kar tanelerinin sayısız simetrik şekillerini ortaya çıkarır.

Karmaşık uyarlanımsal sistemler durumunda, şemaların gerçek dünyada sonuçları vardır, bunlar da karşılığında şemalar arasındaki rekabete seçilim baskısı uygular ve gerçek dünyada yeğlenen sonuçlar üreten şemalar hayatta kalma ya da terfi etme eğilimindedir, daha az başarılılar ise alçaltılma ya da ortadan kalkma eğilimindedir. Pek çok durumda karmaşıklık seçilim avantajı sunabilir. Bu, örneğin bu durumun ne zaman böyle olduğunu anlamak evrim biyologları için zorlu bir görevdir.

Böyle pek çok soruya bilgisayar-tabanlı karmaşık uyarlanımsal sistemler kullanılarak ışık tutulabilir, bu sistemler 1) kabataslak doğal karmaşık uyarlanımsal sistem modellerini sağlamak 2) araştırma için karmaşık uyarlanımsal sistemlere ilginç örnekler sağlamak 3) oyunlar oynamak ya da problemler çözmek için yeni stratejiler geliştirmek 4) "uyarlanımsal bilgisayım"la problem çözmek için kullanılabilir.

Bilgisayar tabanlı karmaşık uyarlanımsal sistem çalışmaları, özellikle yalın kurallar ve karmaşık davranışın belirmesi arasındaki ilişkiyle ilgilenen matematiksel bir disiplin biçiminde halihazırda filizlenmektedir. Kendi başına takip etmeye değer

bir şey var, ama daha heyecan verici kısmı canlılık bilimlerine, sosyal ve davranışsal bilimlere ve hatta toplum politikalarına faydalı katkıların olanaklılığıdır.

Santa Fe'deki bazı meslektaşlarımın, özellikle daha genç meslektaşlarımın ve dünyadaki arkadaşlarının gözde etkinliği çok çok yalın kurallarla –dikkatle seçilmiş, karmaşık davranışın belirmesine izin veren sadeleştirilmiş kurallar kümesiyle– bilgisayar modelleri kurmaktır. Bu belirmeyi izlemek dikkate değer ve bir şekilde bağımlılık yapıcı bir deneyimdir. Bilgisayar modelleri için kuralları sadeleştirmekte çok iyi insanlarımız var; örneğin siyaset bilimcisi Bob Axelrod. Siyasal bilimlerindeki meslektaşlarını bu derece sadeleştirilmiş modellerin gerçekle bir şekilde ilişkili olduğuna ikna etme yeteneği de var. Eğer bu tür bir modelle ortaya çıksam ve siyaset bilimcilerine bir konferansta sunsam, kahkahalarla beni kürsüden indirirler. Ama Bob öyle bir şekilde sunuyor ki siyaset bilimcileri kabul edebiliyor. Örneğin ortasında büyük bir volkan bulunan Polinezya adalarından birinin kıyılarını işgal etmiş küçük toplumlar düşünün. Bu toplumlar birbirleriyle ya müttefiklik kurarak ya savaşarak ilişki kuracaktır. Her biri sadece hemen yanındaki bir komşusuna ya da müttefik zincirlerinden geçerek ulaşabildiği bir gruba saldırabilir. Axelrod bir şekilde böylesine küçük, tek boyutlu bir modelden ilginç dersler çıkarmayı başarıyor.

Bir gün örneğin yeni kuralların beliren örüntülere önemli bir şey eklemeden sadece resmi karıştırdığını netleştirecek, teoremleri ve ispatlarıyla dört başı mamur matematiksel bilimimiz olacak. Bu bilimin kurulması karmaşık sistemler hakkında düşünmemize yardım etmesi için bilgisayarların kullanılması çabaları spektrumunun bir ucunda yatmaktadır. Spektrumun diğer ucunda toplumlar, biyosferin geri kalanı ve ikisinin ilişkisiyle bağlantılı gerçek dünyada insanlığın karşı karşıya kaldığı siyasi problemler hakkında girişimler bulunur. Ortada canlılık bilimlerinde, davranış ve sosyal bilimlerde karmaşık uyarlanımsal sistemlerin işlemesini daha iyi anlama çabaları var. Spektrumu matematiksel ucundan uzaklaştığımızda tarihi rastlantıların birikimi çok önemli bir şekilde dahil olur. Sadeleştirilmiş bilgisayar modelleri evrendeki herhangi bir gezegen-

deki karmaşık uyarlanımsal sistemlere genel biçimde uyan tipik örneklerdir. Dünya gezegeni ya da dünyadaki organizmalar hakkında ya da insan ve bizim kurduğumuz kurumlar hakkında tarihi bilgi içermezler.

Çok popülerleşen basit alıştırmalarda bir örgütlenmenin bir seviyesinin karikatürüyle başlanır ve sonra sıklıkla daha üst seviye örgütlenmenin belirdiği görülür. Son derece basitleştirilmiş bireylerle başlayıp bir toplumun ortaya çıkışını görebilirsiniz. Son derece basit toplumlarla başlayıp konfederasyonun belirmesini görebilirsiniz. Ancak diyelim ki gezegendeki haliyle, tüm toplumların ve büyük sayıdaki tarihi rastlantıların sonucu mevcut çeşitli seviyeleriyle –federasyonlar, konfederasyonlar, vb–, bunların birbirleriyle çeşitli ilişkileriyle toplumların basitleştirilmiş bir tanımını istiyorsunuz. Bu varlıkların hepsi tarihidir ve bu gezegene ve insana özeldir. Sadeleştirilmiş modelleri diğer şeyler, özellikle de örgütlenmenin yeni seviyelerini ekleyerek belirmelerini beklemeden karmaşıklaştırarak başlamaya zorlanırsınız. Modelinizdeki bireylerin bir şehir ya da şirket kurmasını beklemezsiniz, şehirlerin ve şirketlerin bir millet ve bu milletlerin Birleşmiş Milletler icat etmesine bel bağlamazsınız. Bunların çoğunu ve bu gezegende teşhir edilen insanların, şirketlerinin, şehirlerinin, etnik grupların, devletlerin ve uluslararası örgütlerinin bazı özel vasıflarıyla birlikte katmanız gerekir. Artık yalın kurallar karmaşık davranışlar ortaya çıkardıkça bir örgütlenme seviyesinden bir başka örgütlenme seviyesinin belirmesini görmekten arkadaşlarımın duyduğu tatmini alamazsınız.

İster bireysel insan seviyesinde ister daha üst örgütlenme seviyesine çok daha fazla özel vasıf katmak isterseniz, herhangi bir modelin kapasitesinin çok üstüne çıkarsınız. İlki model matematiksel açıdan üstesinden gelinemeyecek kadar karmaşıklaşır, ikincisi bir kez model çalıştığında sonuçları anlamak çok zorlaşır. Kuralları sadeleştirmenin faydalarıyla daha karmaşık, daha sofistike, bu gezegene ve insan ırkına daha fazla uygulanabilir bir şeyler katmanın faydaları arasında ödünleme vardır; yani insanların karikatürlerini elde edersiniz, ama yürütebilir matematiksel işlemleriniz olur. Elbette bilgisayar geliştikçe

tüm oyun daha sofistike olacaktır ama yine de bu ödünleme devam edecektir.

Karmaşık uyarlanımsal sistemlerin davranışına dair ilginç bir soru: Bir seviyeden diğerine geçmek için ne gerekir? Tom Ray'in dijital organizmaların küçük yapay dünyasında belirgin sıçramalar var ve daha ayrıntılı modellerle örgütlenme seviyelerinde daha da belirgin değişiklikler görebileceğiz.

Araştırmacıların eğilimi spektrumun matematiksel ucunda kalabalıklaşmaktır, burada kurallar yalındır ve karmaşıklığın belirdiğini görmekten çok büyük haz duyarlar, ama bu çalışmaların bilimsel ya da siyasi amaçlarla kullanılması zor olacak, yanlış kullanılmaları ise oldukça kolay olacaktır. Spektrumun diğer ucuna da emek vermek gerekir.

Dahası dikkatle ilerlemek gerekir, insan ilişkilerinde bilimsel metaforların rolünü abartarak dünyada pek çok fenalıklar yapılmıştır. Ekonomi bilimi bize bir örnek sunar: insanlar ekonominin sadeleştirilmiş bir halini insan ilişkilerine uygulamayı denediler; pek çok değeri, pek çok önemli şeyi dahil etmediler. Elinize geçen topluma hizmet eden ekonomi değil, ekonomiye hizmet eden toplumdur. Nazi ırkçı kuramları elbette bilimden metaforları yanlış uygulamanın dehşet verici bir örneğidir. Sosyal Darwinciliğin on dokuzuncu yüzyıl fikirleri başka bir örnektir. Bu sadeleştirilmiş modelleri kullanırken –ve hatta daha karmaşık modelleri kullanırken de– onları çok ciddiye almayıp daha ziyade hayal gücüne protezler, esin kaynağı, bilgi veren metaforlar olarak kullanma hususunda dikkatli olmalıyız. Bu şekilde değerli olabilirler.

Bir etkinliği sırf kendim içindeyim diye başka insanlara pazarlamakla hiç ilgilenmedim. İnsanlara temel parçacık fiziğini bir kariyer diye pazarlamaya kalkışmadım, karmaşık uyarlanımsal sistem çalışmalarını da başka insanlara pazarlamaya çalışmayacağım. Bence heyecan verici olan bir bütün halinde insan kültürü. İnsanlar ressam, şair, tarihçi, çeşitli dallarda bilim insanı; saha biyoloğu, arkeolog, plektik kuramcısı, temel parçacık deneycisi, gökbilimci ya da başka herhangi bir şey olmak isteyebilirler. Ancak yalınlık ve karmaşıklık, plektik üzerinde çalışan kişilerin pek çok farklı alandan pratik uygulamalar yapmaya muktedir olmaları belirtmeye değer.

Yine de disiplinler-arası çalışmalar yapan kişiler uygun işler bulmakta zorlanıyor, özellikle de akademik hayatta. Sebebi sadece önyargı değil ama mükemmelliği yargılamanın tüm düzeneklerinin geleneksel dar disiplinlerde kurulmuş olması. Meslektaşlarca denetlenen yayınlar, akademik bölümler, doktora sınavları, meslek toplulukları ve benzerleri tipik şekilde disiplin çizgileri çevresinde örgütlenmiştir. Elbette alanlar arasındaki sınırda sinmiş şarlatanlar vardır, bu sebepten disiplinlerarası çalışmalardan endişelenmekte insanlar tamamen haksız değildir. Açıkçası bunu yargılayıp değerlendirecek etkin düzeneklere ihtiyacımız var.

Dinleyicilerle plektikten konuşurken, onları birbirinden ayrı pek çok disiplin görmek yerine bir panorama görmeleri için cesaretlendiriyorum: yalınlık ve karmaşıklığın çeşitli anlamları; fiziksel bilimlerde karmaşık uyarlanımsal olmayan sistemler; kuantum mekaniğinin modern yorumu; fiziğin temel yasalarının yalınlığı, yani tüm parçacıkların ve etkileşimlerinin birleşik kuramı artı evrenin genişlemesinin başlangıcındaki sınır koşulları; canlılık bilimlerinde, davranış bilimlerinde ve sosyal bilimlerde ve pratik insan ilişkilerinde karmaşık uyarlanımsal sistemler; bazıları doğal karmaşık uyarlanımsal sistemler için kabataslak model hizmeti verebilecek bilgisayar tabanlı karmaşık uyarlanımsal sistemler, vb.

Ayrıca indirgemecilik fikrini tartışmayı gerekli buldum. İnsanlar birbirlerine indirgemecilik üzerine sıfatlar haykırıyor. Ben tek makul duruş gördüğüm konumu benimsiyorum; yani, elbette fiziğin temel yasaları tüm diğer yasaların onların üstüne inşa edilmesinde dolayı temeldir, ama bu tüm diğer yasaları fizik yasalarından türetebilirsiniz anlamına gelmez, çünkü dünyanın tarihten gelen ve diğer bilimlerin altında yatan tüm özel vasıflarını katmanız gerekir. Fizik ve kimya temel yasalardan çıkar, ancak onlarda bile, fizik ve kimyanın karmaşık dallarında, uygun soruların formülasyonu evrende her yerde bulunmayan özel koşullar hakkında pek çok özel ilave bilgi içerir. Güneşin merkezinde katıhal fiziği yoktur. Çok erken dönem evrende, madde halen çoğunlukla kuark çorbasıyken, nükleer fizik bile yoktu. Yani bu konular bile bir anlamda sadece temel yasalardan fazlasını içerir.

Diğer tüm bilimler ağırlıklı olarak evrenin tarihindeki belli rastlantılara dayanır: gökbilimsel rastlantılar, jeolojik rastlantılar, biyolojik rastlantılar, insanlık tarihindeki rastlantılar, vb. Örneğin Dünyadaki biyolojinin ayrıntılarını elde etmeden önce temel yasalara ilaveten arz edilmesi gereken büyük bir bilgi yapısı vardır. Sadece temel parçacık fiziği temel diye ilkede bile bu ilave bilgiyi eklemedikçe biyolojiyi buna indirgeyemezsiniz. Dahası, pratikte biyolojiyi kendi seviyesinde çalışmak esastır ve benzeri şekilde psikoloji, sosyal bilimler, tarih ve benzerlerini de, çünkü her seviyede bu seviyeye uyan uygun yasaları tespit edersiniz. İlkede bu yasalar aşağıdaki seviyedekilerden ve ilave bilgiden türetilse bile, makul strateji aşağıdan yukarı doğru (düzenek terimleriyle açıklamalar) ve yukarıdan aşağıya doğru (deneye dayalı önemli yasaların keşfiyle) seviyeler arasında merdivenler inşa etmektir. Bütün bu fikirler benim tabirimle "belirme" doktrinine aittir.

Şimdi Caltech'ten emekli oldum, bu enstitü genellikle indirgemeci diye yaftalanır, Caltech araştırmacılarının dilbilim, arkeoloji, evrim biyolojisi ve psikoloji gibi herhangi bir konuyu bütün ayrıntılarıyla ele almadığı kastedilir. Tipik şekilde nörobiyoloji gibi alanlara yoğunlaşarak, psikolojinin altında yatan düzenekleri sorgulamaya çalışırlar. Bu şekilde Caltech belli alanlarda çok parlak başarı kayıtlarına sahiptir. Ancak düzenek arayışını vurgularken, Caltech stratejinin diğer kısmını görmezden gelir; bu kısım karmaşık alanlarda deneye dayalı kurallar aramak ve hem aşağıdan yukarı, hem yukarıdan aşağı merdivenler inşa etmektir.

Örneğin Darwin'i ele alalım: Caltech Darwin'i işe alır mıydı? Muhtemelen almazdı. Sadece biyolojik evrimin altında yatan düzeneklerin bazılarına dair muğlak fikirleri vardı. Genetiği bilmesinin yolu yoktu ve mutasyonun keşfinden önce yaşadı. Yine de yukarıdan aşağıya doğal seçilim fikrini ve tüm canlıların ilişkililiğine dair muhteşem fikrini sonuçlandırdı.

Santa Fe Enstitüsünde sadece plektik çalışmalarını değil ama çok sayıda genel araştırma alışkanlığını da destekliyoruz: hem yukarıdan aşağıya hem aşağıdan yukarıya merdivenler kurmak, bütüne kabaca bakacak cesareti bulmak, disiplinlera-

rası işbirliği ve mantıksal açıdan çelişmediklerinde aynı soru üzerindeki farklı bakış açılarının işbirliği; Darwin'in akademisyenlerimiz arasına katılmasına bayılırdık.

CHRISTOPHER G. LANGTON: Her konudaki tartışmaya renk katmak için çevrede Nobel ödüllü biri olması gibisi yok. Genelde, bir alanda Nobel Ödülü almak kişiye her konu hakkında söylediğinin dinlemeye değer olduğu fikrini verir, ne yazık çoğunlukla durum böyle değildir; ancak bunun muazzam bir istisnası var: Murray.

Murray gerçekten çok çeşitli alanlarda uzmandır ve gerçekten bunlardan herhangi biri konusunda bir konuşma başlattığında ne söylediğini çok iyi bilir. Muhtemelen pek çok bilimsel disiplin kadar çeşitli dünya dillerinde de yetkindir, kaç dil konuşabildiğinin sayısını takip etmekten yoruldum. Bazen Murray'nin ilgilenmediği bir konuya doğru giden sohbeti sürdürmek zor olabilir, ama onunla sohbet asla sıkıcı ve boş değildir. Murray'le konuşmalarımdan her zaman çok şeyler öğrendim. Ayrıca Murray'nin Santa Fe Enstitüsündeki entelektüel atmosferin kurulmasındaki önemli rol oynadığını söylemeliyim, enstitünün sıklıkla burayı ziyaret eden daha oturmuş yaşça büyük bilim insanları yanı sıra parlak genç araştırmacılara ulaşma ve dahil etme politikasının güçlü savunucularından biri olmuştur.

ALAN GUTH: Murray Gell-Mann kesinlikle Richard Feynman ve Steven Weinberg ile birlikte yüzyılın en önde gelen üç büyük parçacık fizikçisinden biridir. Murray'nin en önemli katkılarından biri kuark modelinin keşfidir. Tüm parçacık fizikçileri şimdi yeğin etkileşen parçacıklar denilen proton, nötron ve halkın çok daha az bildiği yüzlerce diğer parçacığın kuark denilen temel bileşenlerden meydana geldiğine ikna olmuştur, bunu ilk öneren Murray idi. O zamanlar kanıtlar çok güçlü değildi, parçacıkların kütlesel dağılımında bazı örüntüler görülmüştü, ama Murray bunları bir araya getirdi ve bu parçacıkların kuarklardan yapıldığını varsayarsak hepsinin çok basit gözükeceğine dair cesur önerisiyle ortaya çıktı.

Önerisi bunun ötesindedir. Sadece daha küçük parçacıkların mevcudiyetine karar vermek sorusu değildi –bu kendi içinde aşikar bir fikirdir– ama Murray bu kuarkların birbiriyle nasıl etkileştiğine, özelliklerinin neler olduğuna, kuarkların bu özelliklerinin kuarkların meydana getirdiği parçacıkların özelliklerini ayrıntılı şekilde hesaplamak için nasıl kullanılacağına dair ayrıntılı bir kuram inşa edilmesinde önemli rol oynadı. Bunların hepsi çok önemli; şu anki parçacık fiziği anlayışımızın omurgası budur ve Murray'nin rolü kesinlikle elzemdi. Kuark modeli parçacık fiziğinin standart modeli denen şeyin bir kısmı haline geldi, bu model şimdi hepimizin kabul ettiği modeldir.

Standart model farklı insanlar tarafında geliştirilen parçaların yığınıdır. "Standart model" terimi muhtemelen 1974'ler gibi kullanılmaya başlandı. Bu terim aşama aşama yaygın kullanıma geçti, bu sebepten hangi tarihte ilk kez kullanıldığını söylemek zor. Standart modelin en erken parçası 1967 yılında ilk kez Weinberg tarafından yayınlanan elektrozayıf kuramıdır. Standart modelin güçlü-etkileşim kısmı, kuarkların birbirleriyle nasıl etkileştiklerine dair kısmı 1971, 1972 ve 1973'de yayınlanan makalelere dayanır, bunlardan bazılarını Gell-Mann yazmıştır.

Standart modeli son kuram olarak görmüyoruz; tanımlaması fazlasıyla karmaşık, fazla kapsamlı. Çoğu parçacık fizikçi standart modelin daha zengin, temelde daha basit bir kuramın düşük-enerji yaklaştırımı olduğunu varsayar. Bu daha basit kuramı arıyoruz. Gell-Mann bu arayışta da bir rol oynadı; büyük birleşik kuram ilk tartışıldığında büyük birleşik kuram –elektrozayıf ve yeğin etkileşimin birleşimi– üzerine önemli makaleler yazdı. Süper-kütleçekim ve süper-sicim kuramı gibi diğer bazı fikirler üzerinde de çalıştı.

Son zamanlarda Murray bir yöne gitti ve anlamadığım şeyler yapıyor; şimdi parçacık fiziğini bıraktı ve karmaşıklık üzerinde çalışıyor. Pek çok parçacık fizikçisi için karmaşıklık bir gizem.

LEE SMOLIN: Murray yaşayan en büyük Amerikalı kuramsal fizikçidir. Temel parçacık kuramına katkıları büyük ve çok önemlidir. Katkıları –tuhaflık fikri, kuark fikri, sekiz katlı yol fikri, SU(3) fikri– devasa bir hayal gücünün ürünüdür.

SU(3) tüm bilinen parçacıkların belli bir tür parçacığın farklı görünümü olduğu ve bir simetriyle birleşecekleri fikridir. Simetriden kast edilen sizi bir parçacıktan diğer parçacığa götüren yoldur; deneyde birinin yerine diğerini koymak. Simetrinin sonucu bir parçacığın yerine diğerini koyduğunuzda deneyin pek değişmediğidir. Murray'nin önerisi o zamanlar bilinen tüm parçacıkları içeren bu tür simetrinin mevcut olabileceğiydi. O zamanlar 1960'ların başıydı. Elbette parçacıklar birbirine eş değiller, ama fikir parçacıkları birbirinden ayırt eden şeylerin simetri fikriyle açıklanabilecek, onları benzer kılan etkilerden daha küçük ve daha az etkili şeylerden ortaya çıkacağıydı. Simetri o zamandan beri temel parçacıklar fiziğinde itici güç olagelmiş derin bir fikirdir. Fikrin tamamıyla doğru olduğuna emin değilim, şu anlamdaki kullanılabilirliğinden daha uzun yaşamış olabilir. Ama 1960'lardan beri egemen fikir oldu.

Yakın zamanlarda Murray daha matematiksel fikirlerle ilgilenmeye başladı. Standart modelin kurulmasında büyük rol oynadı; başka tür bir simetrinin, yerelleştirilmiş ayar simetrisinin kuarkları proton ve nötrona birleştiren kuvvetleri açıklayabileceği –kuantum renk dinamiği– fikrinde ısrar eden belli sayıda kişiden biriydi. Süper-kütleçekimi icat etmedi, ama geliştirilmesine katkı verdi. John Schwartz ile birlikte bir biçimini icat etti ve sonra bu fikri dayatmada önemli rol oynadı. Yine, sicim kuramına da katkıda bulunmadı, ama fikrin geliştirilmesine yardım etti. Ayrıca kimsenin sicim kuramıyla ilgilenmediği zamanlarda John Schwartz ve diğer bazı süper sicimcileri uzun yıllar maddi anlamda hayatta tuttu ve fizikçi olarak çalışmalarına imkan sağladı. Bütün bunlardan sonra karmaşıklık fikirleriyle ilgilenmesi harikadır, çünkü haklıdır: fiziğin yeni bir yöne ihtiyacı vardır ve bu yön hayatının büyük kısmında yaptığı fizik türünden ziyade karmaşık sistemlerin araştırmalarıyla ilgilidir. Doğadaki en temel şeyleri araştırmaya odaklanarak hayatını geçirdikten sonra Murray'nin dönüp, şimdi önemli olan karmaşık sistemlerin araştırılmasıdır, demesi büyük bir esin kaynağıdır ve kendisine büyük bir övgüdür.

Murray'nin söylediği bilimdeki önemli yeni fikirlerin her şeyin mükemmel temel kuramını bulma yönündeki parçacık fi-

ziğindeki yeni ilerlemelerden gelmeyeceğidir, ama evrenimizin neden karmaşık olduğu ve temel bilim ile karmaşıklık bilimini nasıl karıştıracağımızı anlamaktan gelecektir. Uzun zamandır bu şekilde düşünmesi özgünlüğünün ve zekâsının belirgin bir göstergesidir.

Murray'nin kuantum mekaniğinin temelleri, yorumları ve evrenbilim üzerine de fikirleri vardır, bunlar ilginçtir ve çok kişiyi etkilemiştir. Bu fikirlere aslında katılmam –benim kendi fikirlerim var– ama fikirleri kesinlikle bu alanda büyük rol oynamıştır.

MARTIN REES: Büyük adam. Kariyeri boyunca parçacık fiziğindeki öngörüleriyle dikkate değer başarı elde etmiş birisi, kuramsal fizikçi Jim Hartle ile birlikte yaptığı şimdiki çalışmaları kuantum kütleçekimdeki ana okullardan birini etkiliyor.

Murray Gell-Mann parçacık fiziğinin yalınlığı ve çevremizdeki dünyanın karmaşıklığı arasındaki tezattan etkilenir. Bu tür olgular için oldukça farklı tarzlarda düşünmek gerekir. Evrenbilimci olarak evrenin tarihini üç kısımda anlatmayı tercih ederim. İlk kısım ilk mikro-saniye, anlaması oldukça zor, çünkü temel mikro-fizik belirsiz, hızlandırıcılarda taklit edemeyeceğimiz aşırı koşullar içeriyor. İlk mikro-saniyeden sonra evren bir anlamda anlaması kolay bir yer haline geliyor; başlangıçtaki helyum, döteryum, lityum, vb üzerine ve ardalan ışınımı spektrumuna dair hesaplamalar yapabiliriz. Ancak birkaç milyon yıl içinde, evrende ilk yapılar yoğunlaşmaya başlayınca basitlik bitiyor. Tarihin üçüncü kısmında, evren karmaşık bir yer oluyor, sonrasında da hep karmaşık kalıyor, temel fiziksel yasaların belirsizliğinden değil ama doğrusal olmayan yapılarda bu yasaların görünümü çok karışık olduğundan.

Meteorolojiden biyolojiye her şey özünde yalın yasaların karmaşık görünümüdür. Çoğu kuramsal evrenbilimci erken evrenle ilgilenir, yasalar yalındır ve hiç yapı yoktur. Bu konu Murray'nin ilgi alanlarından birine, parçacık fiziğe yakındır. Ama benim yaptığım tür evrenbilim (bazıları kozmogoni diyor, yapıların kökeninin ve evrenin neden olduğu gibi olduğunun araştırılması) ilk birkaç milyon yıldan sonra ateş topu soğuduğunda karma-

şıklığın belirmesini içerir. O zaman konunun doğası değişir. Her şeyi parçacık fiziğindeki gibi birkaç basit denkleme sığdırmayı bekleyemeyiz. Bazı temel süreçlerin niteliksel anlayışının çok ötesinin peşinde olamayız. Bu anlamda parçacık fiziğinden çok çevre bilimlerine benzer.

Murray Gell-Mann bu zıtlığı vurgulayan kişilerden biridir ama her ikisinin de bilimsel meydan okuyuşunu sever. Bu, onun hakkında takdir edilecek şeylerden biridir. Parçacık fizikçileri sıklıkla ultra-seçkincidir, konularını tüm diğer bilimlerin çaba göstermesi gereken en üst paradigma görürler. Murray şimdi açıkça karmaşıklıktan dolayı pek çok diğer bilimin de aynı şekilde zor ve meydan okuyucu olduğunu söylüyor. Bazı bilimlerin diğerlerinden daha temel ve zor olduğuna dair süregiden bir tartışma var, en temel bilimlerin en matematiksel bilimler olduğunu varsaymak hata olabilir. Parçacık fiziği aslında biraz sıra dışı bilimdir, şu anlamdaki birkaç denklemle bir şeylerin tamı tamına tanımlanmasını bekleyebileceğiniz tek bilimdir. Kıtaların kaymasının birkaç denklemle tanımlanmasını beklemezsiniz; birkaç birleştirici fikir beklersiniz.

Parçacık fiziği camiasında birkaç temel problemi kovalayan çok büyük sayıda kişi vardır ve eğer eski günlerde Gel-Mann gibi (ve şimdi Ed Witten gibi) biri temel bir fikirle gelirse, çok sayıda parlak kişi sonuçlarını çok hızlı takip eder. Gökbilim ve evrenbilimde, parlak insanların problemlere oranı çok daha düşüktür. Bunun anlamı iyi fikirlerin ölümüne dek üzerinde çalışılmadığı gibi, yeterince takip bile edilmediğidir. Öncüler eskisi gibi, daha geniş kapsamlı ve daha az yoğunlukta gelişmiştir.

J. DOYNE FARMER: Murray'e saygı duymama yol açan ilk şey Feynman, Weinberg, Hawking ve diğer tüm parçacık fizikçiler dahil, çağdaşlarının aksine karmaşıklığın bir sonraki problem olduğunu gördü. 1960'ların başında yaptığı büyük ilerlemeler bilim dünyasına etkisi anlamında o alanda değil, bu alanda yapılacak. Murray bunu fark etti ve olan bitene ve problemlere aşina olmaktan fazlasını yaptı.

Beni etkileyen Murray'nin karmaşık sistemler üzerinde ilk birkaç konuşmasını duyduğumda işin özünü kaçırdığını düşün-

memdi. Sonra birkaç yıl sonra bu konuda konuşmasını duydum ve gerçekten konuyu anladığını düşündüm. Murray desteklemek için ismini vererek ve davayı savunarak bu alana büyük bir hizmette bulunuyor, ayrıca davanın ne olduğuna tercüman olarak çok iyi bir iş yapıyor.

DANIEL C. DENNETT: Murray bilimsel anlamda mükemmel içgüdüleriyle gözüme çarpıyor. Bir felsefeci olarak, benim bilim insanlarını mükemmel bilimsel içgüdülere sahip diye övmem garip, ama bir ihtilafla karşılaştığında aldığı tutumun genellikle uygun olmasını etkileyici buluyorum. Çok sık iyi bilim insanlarının belli bir yaklaşımın erdemini görmelerini engelleyen at gözlükleri bulunduğunu görmek beni şaşırtıyor. Murray'nin at gözlükleri yok.

STUART KAUFFMAN: Murray çok zeki, duyarlı ve bilgili. Herhangi başka bir insandan daha çok şey bilebilir. Santa Fe Enstitüsünde iki ya da üç durumda çok önemli rol oynadı. İlki Murray'nin bilimsel zevki iyi. Bazen onayladığını ifade etmekte zorlansa da insan zevki de iyi. Enstitünün genişletilmesinde ve daha geniş yelpazeden mevzularla ilgilenmesinde sürekli bir baskı unsuru oldu. İkincisi, Murray karmaşık biliminin ne olacağına inanılmaz bir itibar kazandırdı, Enstitüyü kurmaya yardım ederken ve yaptığımızı insanlara duyurmada şöhretini tehlikeye attı. Üçüncüsü, Murray yıllarca fizikte açıkça hakimiyet kurmuşken, karmaşıklığın beliren bilimlerinde özgün büyük katkılar yapmadı. Yaptığı özünde diğer insanların fikirlerini kendi tutarlı çerçevesinde toplamaktı.

MARVIN MINSKY: Söyleyecek ne var? Harika biri. Büyük düşünürlerden biri olarak, orada Feynman'ın yanındaydı. Yapay zekâ dahil pek çok konuda pek çok şey biliyor. Ama bence asıl katkısı yeni aşağılamalar icat etmesi. Örneğin birisi tamamen mükemmel bir şey söylemezse, Murray bunun için dünyadaki en iyi ağzının payını verme envanterini geliştirmiştir. Giderek yumuşadığını duyuyorum. Bu, insanlık için büyük bir kayıp.

Diğer insanlar hakkında söylediği anekdotların seçkisine paha biçilemez.

PAUL DAVIES: Murray Gell-Mann yirminci yüzyıl fiziğinin önde gelen figürlerinden biri. Kuark, nükleer parçacıkların temel bileşenleri fikrinin kurucusu ya da kurucularından biri olarak tarihe geçecektir. Sadece son yıllarda karmaşıklık kuramındaki çalışmalarıyla tanınmaya başlamıştır. Yaptığı dünyayı araştırmanın iki yolu olduğunu fark etmektir. Şeyleri en temel bileşenlerine, kuarklara ve hatta süper-sicimler gibi daha da derin bir şeylere dek parçalamaya çalıştığınız indirgemeci yol vardır. Diğer yol sentez yoludur, şeylerin karmaşık örgütsel düzenlemesine bakmak, birbirini takip eden seviyelerde beliren yasaları ve ilkeleriyle bütün karmaşıklık biliminin mevcudiyetini fark etmektir.

20. Bölüm

STUART KAUFFMAN
"Bedavaya Düzen"

BRIAN GOODWIN: *Stuart öncelikle evrimsel sistemlerde düzenin belirmesiyle ilgileniyor. Bu onun konumu. Biyolojiye doğru yönelim terimleriyle tam benimkiyle aynı, ama o çok farklı bir yaklaşım kullanıyor. Bizim yaklaşımlarımız aynı problemde birbirini bütünlüyor: Evrimde beliren yeniliği nasıl açıklarsınız? Beliren düzeni? Stuart'ın büyük katkıları burada.*

STUART KAUFFMAN *biyologdur, Pennsylvania Üniversitesinde biyokimya profesörü ve Santa Fe Enstitüsünde profesör; Origins of Order: Self Organization and Selection in Evolution [Düzenin Kökenleri: Öz-örgütlenme ve Evrimde Seçilim] (1993) ve George Johnson ile birlikte yazdığı At Home in the Universe [Evrende Evimizde] (1995) kitaplarının yazarı.*

STUART KAUFFMAN: Ardıl faydalı çeşitlemelerin birikiminden ne çeşit karmaşık sistemler evrimleşebilir? Seçilimin kendisi, karmaşık sistemleri uyum sağlamada başarılı kılar mı? Bu tarz karmaşık sistemleri niteleyen belli yasalara uyan özellikler var mıdır? Bütünsel cevap karmaşık sistemlerin, düzen ve karmaşa arasındaki sınırdakilerin mutasyon ve seçilimle en iyi uyum sağlayanlar olacak şekilde inşa edildiği olabilir.

Kaos karmaşıklığın altkümesidir. Hidrodinamik sistemler ya da hava durumu gibi sürekli dinamik sistemlerin ya da başlangıç koşullarındaki çok küçük değişikliklerin bir sistemin çok farklı şekilde davranmasına yol açtığı başlangıç koşullarına duyarlı ve özelliklerin tekrarını gösteren ayrık sistemlerin davranışlarının analizidir. Bunun iyi bir örneği kelebek etkisi denen şeydir: Rio'daki kelebeğin Chicago'daki hava durumunu değiştirebileceği fikri. Başlangıç koşullarındaki sonsuz küçük bir değişiklik sistemin evriminde ayrıklaşan yollara götürür. Bu yollara yörünge denir. Büyük mesele şudur: Canlılığın evrimleşmesinde yörüngelerin her zaman ayrıklaşması durumu muhtemelen geçerli değildir. Eğer süregiden hep ayrıklaşmaysa biyolojik sistemler işlemez. Ne tür karmaşık sistemlerin faydalı çeşitlemeler biriktireceğini sormak gerekir.

Canlılığın evriminde çok karmaşık sistemlerin ayrıklaşan değil yakınsayan akışlara sahip olduğunu keşfettik. Ayrıksayan akış başlangıç koşullarına duyarlıdır. Yakınsayan akış çok uzaklarda farklı başlama noktalarının bile hep beraber daha yakına geldiği anlamındadır. Bu özdengenin* ya da tedirgin istikrarın temel ilkesidir ve pek çok karmaşık sistemin doğal özelliğidir. Bunu şimdiye kadar bilmiyorduk. Bunu yirmi beş yıl önce, şimdi Kauffman modeli dediğimiz, benim "bedavaya düzen" dediğim şeyi sergileyen rastlantısal ağları araştırırken buldum.

Karmaşık sistemler evrimleşmiştir, bunlar ayrıksamayı ve yakınsamayı dengelemeyi öğrenmiş olabilirler, böylece kaos ve düzen arasında dengelenmişlerdir. Chris Langton da bu noktayı vurguladı. Ardışık faydalı çeşitlemeleri biriktirebilme anlamında, en karmaşık işleri yerine getirip hem de eşzamanlıca evrimleşebilen kesinlikle bu sistemlerdir. Uyum sağlama yeteneğinin

* Homeostaz –yn.

kendisi, inanıyorum ki evrimin sonucudur. Uyum sağlamak için belli bir karmaşık sistem olmanız gerekir ve diğer karmaşık sistemlerle birlikte evrimleşebilmek için de belli tür bir karmaşık sistem olmanız gerekir. Karmaşık sistemler için birbirini tanımanın ne anlama geldiğini anlamalıyız, şöyle ki karmaşık sistemler beraberce evrimleştiğinde her biri diğerleri için başarı koşullarını koyar. Bu tür karmaşık sistemlerin nasıl işlediğine dair beliren yasaların var olduğundan şüpheleniyorum, öyle ki küresel, Gaia benzeri şekilde, karmaşık beraber evrimleşen sistemler kendilerini karşılıklı olarak denge durumunda kaldıkları kaosun kıyısına getiriyor. Çok hoş bir fikir. Doğru da olabilir.

Karmaşık sistemlerin birlikte evrimleşmesine dair yaklaşımım bedavaya düzen kuramım. Eğer yüz bin geniniz varsa ve genlerin birbirlerini açıp kapadığını biliyorsanız bu yüz bin gen arasında bir tür devre vardır. Her gen diğer genlerden kendisini açıp kapatan girdiler alır. Mesele buydu: Ne tür bir sistem birbirini açıp kapayan yüz bin gene sahiptir ve yine de yeni genler, yeni mantık ve yeni bağlantılar yaratarak evrimleşir?

Bu tür devreler hakkında fazla bir şey bilmediğimizi varsayalım. Bildiğimizin sadece genlerin sayısı, birbirini düzenleyen genlerin sayısı, sistemin bağlantılılığı ve genlerin birbirini açıp kapatmasıyla ilgili tür kurallara dair şeyler olsun. Sorum şuydu: Rastlantısal şekilde kurulmuş bir tür istatistiksel bağlantılılık özelliğine sahip ağlarda bile iyi ve canlılık benzeri bir şeyin olmasını sağlayabilir misiniz? İşlemesi için çok kusursuz bir düzende olması gerekmesi durumu olamaz –sağlam zemin olmaksızın böyle ümit ettim, ısrarla böyle sandım, böyle hissettim, inandım– ama araştırma programı bunun doğru olup olmadığını çözmeye çalıştı. İtki bedavaya düzeni bulmaktı. Öyle de oldu, buldum. Hem de derinden.

Derinden olmasının sebebi eğer canlılığın altında yatan dinamik sistemler doğası gereği kaotikse, o zaman hücreler ve organizmaları işlemelerinde güvenilir ve düzenli şekilde davrandırabilmek için sıra dışı miktarda seçilim olması gerekmesidir. Eğer önden mevcut bir düzen olmasa doğal seçilimin en başta başlayıp başlamayacağı net değildir. Gelişmiş çeşitlemeleri seçmek için belli bir miktar düzen gerekir.

On bin ampullü kablo bağlantı şeması düşünün, bu ampullerin her birinin diğer iki ampulden girdisi olsun. Size bu kadarını söyleyeceğim. Her ampule girdileri rastlantısal şekilde koyuyorsunuz ve aralarına bağlantı tellerini yerleştiriyorsunuz ve sonra her bir ampule olanaklı açma-kapama kurallarından birini belirliyorsunuz. Kurallardan biri her iki girdisi de açık diyorsa bu ampulün bir sonraki an yanmasıdır ya da her iki girdisi de kapalı diyorsa o ampul yanabilir.

Eğer sezgilerinizle giderseniz ya da çok iyi fizikçilere sorarsanız böyle bir sistemin kaotik şekilde davranacağı sonucuna varırsınız. Rastlantısal kablo bağlantı şemanız var ve mantığı da rastlantısal; son derece karmaşık, düzensiz, paralel işleyen bir şebeke. Böyle bir sistemin bir şeyleri düzenli şekilde yapmasını isterseniz onu belli, kesin bir şekilde kurmanız gerektiğini düşünürsünüz. Ama bu sezgi temelden yanlıştır. Bunun yanlışlığı benim "bedavaya düzen" dediğim şeydir.

"Bedavaya düzen"le ilgili bilgi felsefesinden başka karşılıklar var. Önümüzdeki birkaç senede, sormayı planlıyorum: "Dünyalarını bilmeleri için karmaşık sistemlerin ne olması gerekir?" Bilmekten kastettiğim bilinçlilik iması değil; ama koli basili gibi bir karmaşık sistem açıkça dünyasını biliyor. Dünyasıyla moleküler değişkenler alış-verişi yapıyor ve glikoz hattı boyunca kaynak yönüne doğru yüzüyor. Bir anlamda bu dünyanın içsel temsiline sahip. Bir anlamda IBM'inde dünyasını bildiği doğru. IBM ve koli basilinin dünyalarını aynı şekilde bilmesinde daha derin bir şey var hissindeyim. IBM'de IBM dünyasını bilen tek bir kişi olduğundan şüphe duyarım, ama örgüt ekonomik çevresine sıkıca tutunuyor. Bu sistemlerin ve karşılıklı şekilde içinde yaşadıkları dünyanın yapısının mantığı nedir ki bu karmaşık ve bu şekilde düzenlenmiş varlıklar birbirleriyle başarıyla başa çıkabilir? Bazı derin ilkeler olması lazım.

Örneğin IBM kendini bilen bir örgüttür, ama ben tam olarak dışarıdan bir kuvvet şeklinde işleyen Darwinci doğal seçilimden konuşmuyorum. Darwin doğal seçilimi bir dış kuvvet diye sunmuş olsa da, biz çoğunlukla diğer organizmalardan meydana gelen bir çevrede yaşayan organizmaları düşünüyoruz. Bu, geçmiş evrim dört milyar yılda birlikte başarıyla evrimleşen

organizmalar doğurmuştur, demektir. Şüphesiz doğal seçilim motorun bir kısmıdır, ama kendiliğinden bir düzenin varlığı da doğrudur.

Kendiliğinden düzen ya da bedavaya düzen derken karmaşık sistemlerin ayrıklaşan değil yakınsayan akış sergilemedeki eğilimini kast ediyorum, böylece içsel bir özdenge gösterirler ve sonra, ayrıca doğal seçilimin sistemlerin yapısını bu iki akış, düzen ve kaos arasında denge noktasında konumlandıracak şekilde biçimlendirmesi olanağını. Bize ekosistemleri tanımlayacak makroskobik yasaları sağlayacak kesinlikle bu çeşit sistemlerdir ve ekosistemi de tanımlayabileceklerini sanıyorum.

"Bedavaya düzen" kulağa Darwinci evrime ciddi bir meydan okuma gibi gelse de Darwinciliğe meydan okumak ya da Darwin'in yanlışlığını söylemek gibi bir isteğim yok. Hiç de yanlış olduğunu düşünmüyorum. Doğal seçilimin ağır basan, harika bir fikir ve evrimin ana kuvveti olduğundan şüphem yok, ama Darwin'in doğru tutturması olanaklı olmayan bazı meseleler var. Bunlardan biri, eğer bedavaya düzen varsa –eğer güçlüce düzenlenmiş özelliklere sahip karmaşık sistemleriniz varsa– evrim kuramcılarının hiç sormadığı bir soruyu sormanız gerekir: Seçilimin her zaman işlediğini kabul ederek, karmaşık sistemlerin öz-örgütlenmesini –yani, bedavaya düzeni– ve doğal seçilimi birleştiren bir kuramı nasıl inşa ederiz? Bilimde bunu yapan bir kuram yok. Biyoloji yapmamış, çünkü bir seçilim kuramımız olsa da, bunu hiçbir zaman öz-örgütlenme fikirleriyle birleştirmemişiz. Yapmamız gereken bir şey evrim kuramını hali hazırda kuvvetli öz-örgütlenme özelliklerine sahip sistemlerde seçilim işlediğinde ne olduğunu tanımlayacak şekilde genişletmektir.

Bedavaya düzeni ilgilendiren birkaç paralellik var. Darwin'den beri organizmalardaki düzen kaynağının sadece seçilim olduğuna inandık. Bu, Fransız biyolog François Jacob'ın organizmalar "bir araya tutuşturulmuş tertibatlardır" deyişindeki esastır. Fikir, evrimin işleyen zımbırtıları bir araya tutturan bir fırsatçı olduğu ve organizmalarda gördüğünüz düzenin kaynağının özünde sadece çalışacak bir şeyler üretmeyi beceren seçilim olduğudur. Ama eğer bedavaya düzen varsa o za-

man organizmalarda gördüğünüz düzenin bir kısmı seçilimden değildir. Yapı taşlarındaki içkin bir şeydendir. Eğer doğruysa o zaman bu pek çok açıdan derin bir kayıştır.

Canlılığın kökeni bedavaya düzenin başka bir örneği olabilir. Eğer katalitik etkinliğe muktedir yeteri derecede karmaşık polimer sistemleriniz varsa bunlar öz-katalitik sisteme öz-örgütlenirler ve aslen basitçe canlı olurlar. Canlılık bizim düşündüğümüz kadar zor elde edilmiyor olabilir.

Bu kuramların pratik uygulamaları için, özellikle de uygulamalı moleküler evrim alanında bazı hazır olanaklar vardır. 1985 yılında Marc Ballivet ve ben çok büyük sayıda kısmen ya da tamamen rastlantısal DNA dizileri ve bunlardan RNA dizileri ve bu dizilerden proteinler üretmek ve böylece ilaç, aşı, enzim, vb şekilde kullanmak için biyo-polimerlerin nasıl evrimleştiğini öğrenmek fikrine dayanan patent başvurusunda bulunduk. Çok büyük sayıda derken milyarlar, belki trilyonlarca gen, daha önce asla biyolojide belirmemiş yeni genler kast ediyorum. İnşa edilmiş rastlantısal ya da kısmen rastlantısal genler. Bunları bir organizmaya koymak. Kısmen rastlantısal RNA molekülleri yapmak; bundan kısmen rastlantısal proteinler yapmak ve nasıl ilaç ya da aşı yapılacağını öğrenmek. Beş yıl içerisinde, nerdeyse istediğiniz herhangi bir hastalık için aşı yapabileceğimizi, hem de hızla yapabileceğimizi ümit ediyorum. Yüzlerce yeni ilaç yapabileceğiz.

İlgili bir alan, muhtemelen yüz milyon molekülün kabataslak evrensel alet çantası olarak herhangi bir olası tepkimeyi katalize etmek için yeterli olmasıdır. Belli bir tepkimeyi katalize etmek istiyorsanız, alet çantasına gidersiniz, kabataslak bir enzim çıkartırsınız, bazı değişkelerle ayarlarsınız ve istediğiniz tepkimeyi katalize edersiniz. Bu, biyoteknolojiyi dönüştürür. Kimyayı dönüştürür.

Ayrıca evrim kuramı ile ekonomi arasında kurulması gereken bağlantılar var. Ekonomideki temel sorunlardan biri sınırlı akılcılık. Sınırlı akılcılıktaki soru şu: Sonsuz derecede akılcı olmayan ve sınırsız bilgisayımsal kaynakları bulunmayan temsilciler dünyalarıyla nasıl uyuşurlar? Bu temsilcilerin kesinlikle ne kadar zeki olmaları gerektiğine dair bir optimizasyon ilkesi

var. Çok zeki ya da çok aptal değillerse, sistem iyi şekilde evrimleşmez.

Ekonomist meslektaşlarımla yeni malların ve hizmetlerin türediği, ancak fiyat oluşumunun dengede olmayan kuramında sınırlı akılcılığı görebileceğimiz teknolojik bir ağın evrimini tartışıyoruz. Karmaşık sistemlerin dünyalarının haritasına sahip olmasının ve kendi faydalarına optimal açıdan karmaşık ya da zeki –sınırlı akılcı– eylemlere girişmelerinin kendileri için ne anlama geldiğini anlama yolundaki bir sonraki adım. Karmaşık sistemlerin dünyalarını nasıl bildiklerini anlama girişiminin de bir kısmı bu.

BRIAN GOODWIN: Stuart öncelikle evrimsel sistemlerde düzenin belirmesiyle ilgileniyor. Bu onun konumu. Biyolojiye doğru yönelim terimleriyle tam benimkiyle aynı, ama o çok farklı bir yaklaşım kullanıyor. Bizim yaklaşımlarımız aynı problemde birbirini bütünlüyor: Evrimde beliren yeniliği nasıl açıklarsınız? Beliren düzeni? Stuart'ın büyük katkıları burada.

Kaosun sınırında canlılık kesinlikle Stuart'ın çalışmalarıyla ilgili. Bu deyişi o keşfetmedi, ama çalışmaları her zaman kesinlikle bu fikir, açıkça belli bir yere gitmeyen etkileşim örüntülerine sahip çok sayıda karmaşık sistem varken, nasıl olur da aniden düzen ortaya çıkar fikriyle ilgiliydi.

Altmışlarda bilgisayarları karıştıran bir tıp öğrencisiyken keşfettiği budur. François Jacob ve Jacques Monod'un denetim fikirleriyle çalıştı. Bunları bilgisayara yerleştirdi ve sinir ağlarına baktı. Benim esinlendiğim şeyle aynı, ama farklı yönlere gittik. Ben organizmalara dinamik örgütlenmeler diye baktığım yöne gittim, o ise Warren McCulloch'a ve mantıksal ağlar fikrine ve bu fikrin gen ağlarına uygulanmasına daha yakındı. Stuart'la her zaman birbirini bütünleyen yaklaşımlarda olduk ve zaten kaotik dinamikten düzenin belirmesi hakkında aynı sonuçlara vardık. Stuart hayatımda rastladığım en hızlı, ilginç fikir akışına sahip kişidir. Ondan çok şey öğrendim.

W. DANIEL HILLS: Stuart Kauffman ilginç bir insan, çünkü kuramsal biyolog, zıtların karışımı. Fizikte kuramsal tipler vardır ve deneysel tipler vardır ve bunların birbiriyle ilişkisi konusun-

da iyi bir anlayış vardır. Kuramcılara büyük bir saygı vardır. Fizikte kuram neredeyse asıl konudur ve deneyler kuramları sınamak için yakınlaştırmalardır. Eğer bir şey biraz yanlış yaparsanız, o zaman muhtemelen deneysel hatadır. Kuram başka bir kurama geçmeniz gerektiğini gösteren bir deney bulmadıkça mükemmellik işidir. Eddington güneş tutulması esnasında yıldız ışıklarının güneş tarafından büküldüğünü ölçmeye ve böylece Einstein'ın görelilik kuramını sınamaya gittiğinde, birisi Einstein'a eğer Eddington'ın ölçümü kuramını desteklemezse ne düşüneceğini sormuş ve Einstein "O zaman sevgili Lord için üzülürüm. Kuram doğru" demiş.

Ancak biyolojide durum tersidir. Deneyci tepededir ve kuram zayıf iş görülür. Biyolojide her şey veridir. Saygı kazanmanın yolu laboratuvarda saatler geçirmek, öğrencilerinize ve asistanlarınıza laboratuvarda saatler geçirtmektir. Bir anlamda veriyi almadıysanız kuramlaştırma lisansınız yoktur. Hem de sadece kendi verilerinizi kuramlaştırmanız izin verilir, en azından başka verileri kuramlaştırmadan önce kendi verilerinizi toplamanız gerekir.

Stuart deneyci olmaksızın kuramlar üreten ender kişilerden. Dinamik sistemler kuramı gibi şeyleri anlamakla uğraşıyor ve bunları biyolojiye bağlamaya çalışıyor, böylece fizikten gelen, fizikteki kuramcılardan gelen fikirleri biyolojiye aktaran bir kanal oluyor.

DANIEL C. DENNETT: Stuart Kauffman ve meslektaşı Brian Goodwin ilk kez büyük Fransız biyoloğu Jacques Monod ve François Jacob tarafından popüler hale getirilen güçlü imgeyi, Doğa Ananın Fransızların *bricolage* dediği fırsatçı işçilikle uğraşan derme çatma tamirci imgesini gözden düşürmek için özellikle hevesliler. Kauffman biyolojik dünyanın Shakespearci yaratımdan çok Newtoncı keşiflere yakın olduğunu vurgulamak istiyor. İddialarını desteklemek için kesinlikle bazı mükemmel gösterimler bulmuş. Kauffman bir meta-mühendis. Korkarım bu tamirci imgesine saldırısı Darwin'in tehlikeli fikirlerini takdir etmeyenlerin özlemlerini besliyor. Doğanın işlerinde tamircinin zorunlu elini değil Tanrı'nın kutsal elini gördüklerine dair boş

umut veriyor. Kauffman bunu Brian Goodwin'den alıyor. John Maynard Smith, Kauffman'ı diğer yöne çekiyor, çok akıllıca fikrimce.

STEPHEN JAY GOULD: Stuart Kauffman, Brian Goodwin'e çok benziyor, şöyle ki her ikisi de Darwinci işlevselciliğin gerekli dikkati göstermediği büyük yapısalcı geleneği keşfetmeyi deniyor. Stuart, Brian'dan farklı, İngiltere organizmaların morfolojisine odaklanıyor. Stuart'ın ana ilgisi benim pek anlamadığım canlılığın kökeni, moleküler örgütlenmenin kökeni soruları. Ben onun kadar niceliksel değilim, bu yüzden kitaplarındaki bütün savları takip edemiyorum. Organik düzenin hangi yönlerinin maddenin fiziksel ilkelerini takip ettiğini, doğanın matematiksel yapısını ve doğal seçilim tarafından üretilmiş Darwinci optimallikler görülmesi gerekmeyeni anlamaya çalışıyor.

Yapısalcı geleneği takip ediyor, bu gelenek Darwin'e karşı değil yardımcı görülmeli. Yapısal ilkeler kısıtlamalar koyar ve doğal seçilim bunlar içinde işlemelidir. Onun "bedavaya düzen" fikri bu kısıtlamalar kümesinin sonucudur; sadece maddenin fiziksel niteliklerinden ve örgütlenmenin yapısal ilkelerinden büyük miktarda düzen üretilebileceğini gösterir. Belli bir Darwinci sava ihtiyacınız yoktur; "bedavaya düzen"le kastettiği budur. İyi bir deyiş, çünkü katı Darwinci tüm makul düzenin doğal seçilimden gelmesi gerektiğini düşünür. Bu doğru değil.

J. DOYNE FARMER: Stuart Kauffman, Chicago Üniversitesinde Jack Cowan'ın başında bulunduğu Arthur Winfree, Leon Glass ve en ünlü kuramsal biyologlar arasına giren diğer bazı kişileri içeren kuramsal biyoloji grubundaydı. Bu kişilerin halen bilim insanı diye çalıştırılması yeteneklerinin zaferidir; biyoloji kurumlarının çoğu kuramcılardan nefret eder ve kuramsal biyolog olarak hayatta kalmak zordur. Stuart bir yandan deneyler de yaparak, kısmen başardı, ama bence asıl tutkusu daima kuramsal biyoloji oldu.

FRANCISCO VARELA: Stuart biyolojik örgütlenmelerde belirgin formlarda ve düzeneklerde beliren seviyeleri görme fikrini aldı.

Genetik ağlar üzerine yaptığı ilk başlardaki çalışmalarında bazı çok temel şeyler yaptı. Muğlak bir şeyi aldı ve üzerinde çalışılabilir somut bir şey haline getirdi.

Son kitabında biraz zorlandım. Canavar *The Origins of Order*. Buradaki pek çok parça oldukça ilginç bir tada sahipse de, kitap bana bütün halinde bir arada duramıyormuş gibi gözüktü. Çok fazla "varsayalım ki şöyle, varsayalım ki böyle ve bu doğruysa, o zaman..." var. Ama temel fikir içsel etkenlere sahip evrim fikrine geri döndüğümüz, bu anlamda haklı. Nick Humphrey'nin kitabı gibi. Kokusu doğru olsa da, birbirine tutturmaya çalıştığı kuramı yutacağımdan emin değilim.

Stuart moleküler biyolojik ağlarla ilgilenen mevcut en yetenekli kişilerden biri. Bu duvara birkaç tuğla koymak anlamında büyük insanlardan biri, ama bu duvar başka kişiler tarafından da örüldü: Gould, Eldredge, Margulis, Goodwin. Stuart'a yöneltebileceğim ufak bir eleştiri bazen bunu belirtmekte pek net olmaması. Burada olan, biyolojide Darwin'in ötesine giden bir evrim –devrim– gerçekleşmesi. Ama bu devrim Stuart'ın kendi ifade ettiği şekle indirgenemez.

NILES ELDREDGE: Stuart harika. İlk karşılaştığımızda beni bir taksinin döşemesinde iki büklüm halde kahkahadan kırdı geçirdi. Felsefedeki tüm Oxfordlu öğretim görevlilerinin değişik aksanlarını taklit etti. Son derece komik, çok hoşlanılacak ve elbette son derece parlak biri. Evrime benim eskiden dönüşümcü dediğim yaklaşımı benimsiyor.

Evrime bakışın standart yolu evrimin organizmaların fiziksel özelliklerini dönüştürme meselesi olduğu. Stuart erken Cambrian patlamayı açıklamak için bir uyarlanımsal zirveden diğer uyarlanımsal zirveye atlayarak modeller kurdu. İkimizin düşündükleri arasında asla birleştiremediğimiz kayıp şeyler var. Konuştuk ve onu bilgisayarla evrimsel örüntülerin benzeşimini yapan insanlarla bir araya getirdim, ama yaklaşımlarımızda aramızda faydalı bir diyalog geçmesini engelleyen çok büyük uçurum var.

NICHOLAS HUMPHREY: Kauffman, Goodwin'den daha az radikal, en azından şimdilerde. Kauffman başta doğal seçilimin çok önemli bir rol oynamadığını söyleyecekti, ama biyolojinin oynamak zorunda kaldığı olanaklar karmaşık sistemlerin özellikleri tarafından belirlense bile, yine de doğada gördüklerimizin seçilmiş olanlar olduğuna ikna edildi. Dünya olanaklar sunar ve sonra doğal seçilim işler ve sadece belli bazılarının hayatta kalmasını sağlar.

Kauffman harika bir iş yapıyor ve kesinlikle eski moda yeni-Darwincilikte kurdu kuzuların arasına koydu. İnsanları doğal seçilimin doğadaki tek tasarımcı kuvvet olmayabileceğini fark etmeye zorladı. Ama yeni Darwin olma iddiasında değil. Yeni bir Darwin'e ihtiyacımız yok.

21. Bölüm

CHRISTOPHER G. LANGTON
"Dinamik Örüntü"

W. DANIEL HILLIS: *Chris Langton yapay canlılık denen mevzunun esas gurusudur. Canlılığın düzen ve düzensizlik arasındaki geçişte, kendi deyişiyle tam kaosun kıyısında, suyun buz olduğu ve suyun buhar olduğu yerler arasındaki derecelerde, yani ikisi arasında sıvı olduğu yerde bulunur gözüktüğünü söylerken iyi bir fikir üzerinde. Pek çok açıdan çok yapılanmış ve çok yapılanmamış arasındaki kıyıda denge durumundayız.*

CHRISTOPHER G. LANGTON *bilgisayar bilimcisi; Santa Fe Enstitüsünde misafir öğretim üyesi; enstitünün yapay canlılık programı yöneticisi; Artificial Life [Yapay Yaşam] dergisinin editörü; Artificial Life [Yapay Yaşam] kitabının yazarı.*

CHRISTOPHER G. LANGTON: Darwin'in algoritması neydi? Evrim fikri uzun zamandır ortalıkta. Spencer, Lamarck ve diğerleri evrimi bir yordam olarak önerdi, ama düzenekleri yoktu. Sorun doğada gözlenen büyük zenginliği tüm yönleri ve ayrıntılarıyla açıklayan düzeneği –algoritmayı– açığa çıkartmaktı. Bir algoritmanın özü bir küme girdiyi bir küme çıktıya ulaştıracak sonlu şekilde belirlenmiş, adım adım yordam fikridir. Darwin'in dehası gezegende gördüğü çok büyük sayıdaki tür çeşitliliğini alıp mevcudiyetlerini açıklayacak basit, zarif bir düzenek, adım adım bir yordam önermesiydi.

Darwin iki temel rol ayırt etti: 1) Çeşitlilik yordamı 2) Çeşitlilik süzgeci. *Türlerin Kökeni*'nin ilk birkaç bölümünde Darwin çağdaşlarının doğanın organizmaların nesillerinde çeşitlilik ürettiği ortak bilgisine seslenir. Herkes bitki ve hayvan ıslahını bilir. Islahçıların dayandığı çeşitliliğin hayvanlarda ve bitkilerdeki üremede süregiden doğal bir süreç ürünü olduğunu biliyordu. Islahçı, sürüsünde arzulanan belli özellikleri çoğaltmak için belli çiftleşmeler tercih edebilir. Biri diyebilir ki "Bu iki koyun diğerlerine göre daha çok yün üretiyor, o zaman bu ikisini çiftleştireyim ve daha çok yün üreten koyunlarım olsun." Çeşitlilik doğal üretiyse de, ıslahçı bu çiftleşmeyi düzenledi. Çeşitliliğin süzgeci insan tasarımı olduğundan bu sürece yapay seçilim denir.

Çağdaşlarının aşina olduğu terimlerle durumu ortaya koyduktan sonra Darwin kitabının geri kalanını "Doğanın Kendisinin" seçici süzgeç rolünü nasıl oynayabileceğini göstermeye adamıştır: seçici süzgeç dahil bireylerin özelliklerine dayanarak belli çiftleşmelerin tercihen gerçekleşmesini düzenleyen şeydir. Bazı özellikler onları taşıyan organizmanın yaşamkalım olasılığını arttırdığı için, bu özellikleri taşıyan organizmaların hayatta kalması ve bu özellikleri taşımayan bireylerle çiftleşmesi daha olası olacaktır.

Bu süreci evrim sürecini maddesel katmanından soyutlamamıza izin veren, bilgisayarda işleyen genetik bir algoritma denilen adım adım yordam terimleriyle kurmak olanaklıdır. Michigan Üniversitesinden John Holland 1960'ların başında Darwin'in algoritmasını bilgisayarlara yerleştirmenin ciddiyetle peşinden giden ilk kişiydi.

O zamandan beri insanlar genetik algoritmayla çalışıyorlar, ama bu algoritmalar biyolojik evrimi araştırmada faydalı araçlar olmadı. Bunun sebebi algoritmalarda bir yanlışlık olması değil, ama daha ziyade uygun biyolojik bağlama iliştirilmemiş olmalarıdır. Genetik algoritmalar geleneksel şekilde yürütüldüğünde açıkça yapay seçilim içerirler; bazı insanlar hangi varlıkların hayatta kalacağını, çiftleşeceğini ve üreyeceğini belirleyen belli, algoritmik ölçütler sağlar. Ancak gerçek dünya hangi varlıkların çiftleşmek ve üremek için hayatta kalacağını belirlemede –hem birbirleriyle hem de fiziksel çevreleriyle– organizmaların etkileşimlerinin doğasında bulunan doğal seçilimi kullanır. Bilgisayarlarda yarattığımız yapay dünyalarda doğal seçilimi nasıl ortaya koyacağımızı bulmak biraz deney gerektirdi.

Ancak geçen birkaç senede Danny Hillis, Tom Ray ve diğerlerinin çalışmaları aracılığıyla bunu nasıl yapacağımızı öğrendik. Seçici ölçütleri dışarıdan belirlemiyoruz. Daha ziyade, bütün "organizmaların" dinamik bir çevre bağlamında birbirleriyle etkileşmesine izin veriyoruz ve seçici ölçütler salt doğallıkla beliriyor. Bu organizmaların herhangi biri için bilgisayardaki "doğa" oradaki bilgisayarlaştırılmış organizmaların geri kalanının ortak dinamiği. Organizmalar arasında bu tür etkileşime izin verdiğimizde –birbirlerine kendi sorunlarını ortaya koymalarına izin verdiğimizde– zaman içerisinde evrimleştikçe doğasını öngöremediğimiz, büyük harfle bir Doğanın bilgisayarda belirmesini görüyoruz.

Tipik şekilde bu tür yapay dünyalardaki organizmalar seçkisi bir süreliğine istikrarlı ama sonunda çökecek bir ekoloji oluşturuyor. Kaotik geçişten sonra, yeni bir istikrarlı ekoloji oluşacaktır ve süreç devam eder. Uygunluğu tanımlayan şey –ve seçilim baskısını uygulayan şey– organizmaların kendisinden meydana gelen kümenin ortak etkinliğinin sürekli değişimidir. İddia ediyorum ki bu tür sanal ekosistem –benim "yapay yaşam" dediğim şey– gerçekten "fanusta doğa" meydana getirir ve bilgisayarlardaki bu sanal doğaların araştırılması bilgisayar dışındaki Doğanın doğasının araştırılmasında son derece faydalı olabilir.

Bilgisayarda insan-yaratımı doğa fikri insanlara başta biraz kafa karıştırıcı gelebilir. Bilgisayarlar algoritmaları işletir ve

algoritmalar doğal dünyaya doğrudan zıt gözükür. Doğal dünya vahşi, belirsiz ve öngörülemezken algoritmalar kesin, öngörülebilir ve anlaşılabilir olmaya meyleder. Bir algoritmanın sonucunu bilirsiniz, ne yapacağını bilirsiniz, çünkü onu tam da bunu yapmak için programlamışsınızdır. Algoritmalar bilgisayarlarda işlediği için, bilgisayarlarda süregiden "doğanın" algoritmaların gözüktüğü kadar kesin ve tahmin edilebilir olmasını beklersiniz. Ancak bilgisayarlarla çok deneyime sahip bizler en basit algoritmaların bile tamamen yeni ve bütünüyle öngörülemez davranışlar üretebildiğini fark ederiz. Bilgisayardaki dünya tıpkı dış dünya kadar vahşi ve belirsiz olabilir.

Bilgisayarları iki şekilde düşünebiliriz: bir program işletip sayılar hesaplayan şey ya da bir tür pek çok farklı şekilde davranan dijital mantıksal dünya. Los Alamos Ulusal Laboratuvarında 1987 yılında düzenlediğim ilk yapay-yaşam atölyesinde kendimize "İnsanlar canlıları modellemeyi nasıl ele alıyor? Evrimi modellemeyi nasıl ele alıyoruz ve ne tür sorunlarla karşılaşıyoruz?" diye sorduk. Herkesin bu problemlere yaklaştığı yolları bir kez gördükten sonra en ilginç modellerin altında yatan temel bir mimarin mevcudiyetini fark ettik; ortaklaşa çok karmaşık bir şey yapmak için birbiriyle etkileşen pek çok basit şeylerden meydana geliyorlardı. Bu dağıtık hesaplama mimarisiyle deneyler yaparak bilgisayarlarımızda evrenler yarattık; bunlar, bu evrenlere göre canlı diye ele alınması gereken süreçleri destekleyebilecek kadar karmaşıktı. Bu süreçler evrenlerinde bizim evrenimizde canlıların davrandığı gibi davranır.

Yapay zekâ ve yapay yaşamı ilkede iki farklı girişim görmüyorum; ama uygulamada oldukça farklılar. Her iki girişim de mutlak surette bilgi işlemeye dayanan doğal süreçleri –bilgisayarlarda– sentezlemeyi içerir. Yaşam ve zekâyı ayıran bir çizgi çekmekte zorlanıyorum. Hem yapay zekâ hem yapay yaşam içlerindeki bilgi işleme bağlamında kendi davranışlarını belirleyen sistemlerin araştırılmasını içerir. Yapay zekâ araştırmacıları kümedeki en karmaşık örneği; insanları seçtiler ve başlangıçta, insanların satranç oynamak gibi zor bulduğu işleri bilgisayarlara yaptırtmanın kolay gözükmesinden cesaretlendiler ve de yanlış yönlendirildiler. Zor olmadığı ortaya çıkan problemler-

le başlangıçta çok başarı kazandılar. Zor problemler, ilginçtir, kalabalıkta bir arkadaşın yüzünü tanımak, yürümek, top yakalamak gibi insanlara kolay gelenler oldu. Tam tersine yapay yaşam araştırmacıları tek hücreliler, böcekler, karınca kolonileri gibi basit organizmaların derlemi gibi doğal bilgi işlemcilerin en basit örneklerine odaklanmaya karar verdiler.

Yaşamın araştırılmasına ve nihayetinde zekâ ve bilinçliliğe yaklaşımımız aşağıdan yukarıyadır. Bir olguyu kendi seviyesinde tanımlamaya çalışmaktansa, onu ortaya çıkaran düzeneğe kadar belli bir seviye aşağıya gitmek ve bu daha aşağıdaki seviyelerin dinamiğinden bu olguların nasıl belirdiğini anlamak isteriz. Örneğin akışkanlar dinamiği Navier-Stokes denklemleriyle doğrudan şekilde oldukça iyi tanımlanmıştır, ama bu sisteme dışarıdan dayatılmış yukarıdan aşağıya, yüksek seviye tanımlamadır; akışkanın kendisi Navier-Stokes denklemlerini hesaplamaz. Daha ziyade akışkanın davranışı onu meydana getiren tüm parçacıkların, örneğin su moleküllerinin birbirleriyle etkileşiminden belirir. Böylece bir akışkanın meydana geldiği parçacıklar arasındaki çarpışmaların yasalarıyla akışkanlar dinamiği dolaylı şekilde yansıtılabilir. İkinci yaklaşım anima yaklaşımdır ve doğada davranışın üretilme yolları açısından daha gerçektir. Zekâya geleneksel yapay zekâ yaklaşımı akışkanlar dinamiğindeki Navier-Stokes yaklaşımına benzer. Ancak yaşam ve zekâ gibi olgular durumunda işleyen yüksek seviye, yukarıdan aşağıya kurallarla karşılaşmadık. Benim görüşüme göre, bu henüz bulamadık durumundan ötededir; böyle kuralların formüle edilemezliği oldukça yüksek olasılıktır.

Yapay zekânın ilk günlerinde araştırmacılar zekâyı anlama amacı için beyin hakkındaki en önemli şey evrensel bir bilgisayar olmasıdır diye varsaydılar. Beynin paralel, dağıtık mimarisi salt evrensel bir bilgisayar evrimleştirmek için doğanın tutmak zorunda kaldığı tuhaf yolun sonucu diye düşünüldü. Tüm evrensel bilgisayarların bilgisayımsal güçlerinde ilkede denk olduğunu bildiğimiz için, beynin mimarisini etkin şekilde göz ardı edip çok farklı mimariye sahip yeni tasarlanmış evrensel bilgisayarlarda zeki yazılımları çalıştırabileceğimiz düşünüldü. Ancak ben mimarideki farkın elzem olduğunu düşünüyorum. Bi-

zim tasarladığımız bilgisayarlar yukarıdan aşağıya kurallar kümesinden çalışan merkezi denetleyici içerir, oysa beynin böyle bir merkezi denetleyicisi yoktur ve çok dağıtık, paralel şekilde, aşağıdan yukarıya çalışır. Bu tür mimari için doğal ve kendiliğinden olan, ilk mimaride sadece standart seri bilgisayarlarımızı paralel, dağıtık sistemleri benzeştirmek için kullanarak başarılabilir. Zekânın ve bilincin köklerinde yatan paralel, dağıtık, yüksek derecede doğrusal olmayan sistemlerin dinamiğinde doğanın keşfedip faydalanmayı başardığı bir şey vardır.

Bilinci yaratmak için doğanın faydalandığı numara nedir? Henüz anlamış değiliz, anlamamamızın sebebi basit etkileşen temsilcilerin çok dağıtık, yoğun paralel ağlarının neler yapmaya muktedir olduğunu anlamamış olmamız. Olanaklı davranışın spektrumunu kavramış değiliz. Taslağını çıkarmamız gerekiyor, bunu bir kez yaptıktan sonra daha önce bilmediğimiz olguların, zekâyı anlamak için elzem olduğu ortaya çıkan olgular olduğunu keşfedebiliriz. Eğer yukarıdan aşağıya çalışırsak bunları keşfedemeyeceğiz.

Doğadaki karmaşık sistemlerin –bağışıklık sistemi, ekonomi, ülkeler, şirketler, canlı hücreler– çoğunun yapısına bakarsak sistemin denetiminin bütününde merkezi denetleyici yoktur. Hücredeki çekirdek ya da merkezi hükümet gibi hafifçe merkezi rol oynayan bir şeyler olabilir, ama dinamiğin büyük bölümü özerk biçimde işler. Aslında bu tür sistemlerin yapıldığı beliren özelliklerin pek çoğu eğer her şey merkezileştirilmiş kurallar kümesi tarafından denetlense muhtemelen olanaklı olmayacaktır. Doğa merkezi düzenleyici çalıştırmadan örgütlenme meydana getirmeyi öğrenmiştir ve sonuçtaki örgütlenme bizim inşa ettiğimiz merkezi denetleyiciye dayananlara göre daha sağlam, daha uyarlanımsal, daha esnek ve yeniliğe açıktır.

Aslında doğal sistemler özellikle merkezi denetimi yeğleyen koşullar altında evrimleşmemiştir. Doğada mevcut her şey dışarıda belli davranışlar gösteren ve birbiriyle etkileşen trilyonlarca diğer şeyin bağlamında bu süreçlerin hiçbiri tüm sistemin denetimini ele geçirmeden ve diğerlerine ne yapması gerektiğini dikte etmeksizin davranmak zorundadır. Bu, çok dağıtık, yoğun paralel mimaridir.

Bir karınca kolonisini düşünün; yoğun paralel, dağıtık sistemin güzel bir örneği. Çıkış noktasını söyleyen, diğer karıncalar arasından belli karıncalar seçip ne yapması gerektiğini söyleyen bir karınca yoktur. Daha ziyade her karınca son derece kısıtlandırılmış davranış kümesine sahiptir, ama tüm karıncalar davranışlarını etkileştikleri diğer karıncaların davranışları ve yerel çevrelerinin hali aracılığıyla her zaman yapar. Bu davranışları bir araya topladığınızda, tüm karınca seçkisi koloninin kendisi seviyesinde zeki olmaya yakın bir davranış gösterir. Ama bunun sebebi onlara ne yapılması gerektiğini söyleyen bir birey olması değildir. Ortak bir örüntü, dinamik bir örüntü meydana getiren bireylerin davranışlarının basit toplamının ötesinde davranış kipleri bahşederek popülasyonunun yönetimini devralır. Bu nerdeyse dirimselcidir, ama pek öyle değil, çünkü ortak örüntünün kökleri sağlamca bireysel karıncaların davranışındadır.

Bu örnek bir kişinin nasıl aynı zamanda hem dirimselci hem mekanikçi olabileceğini gösteriyor. Etkileşen temsilcilerimiz var, birbirlerine rastlıyorlar ve yerel etkileşimlerine dayanarak bir şeyler yapıyorlar. Bu mikro-kozmos bütünsel dinamiğin ortak örüntülerini ortaya çıkarır. Bunun karşılığında bu bütünsel örüntüler temsilcilerin etkileştiği bağlamı ayarlar, bu bağlam oldukça istikrar sağlayıcı bir kuvvet olabilir. Ancak eğer çok fazla istikrar sağlayıcı ise sistem bir kristal gibi donar ve artık dış basınca karşı dinamik tepki veremez. Sistem bir bütün halinde dış basınca bir kristalden çok bir akışkan gibi yanıt vermelidir ve böylece beliren örüntüler uygun koşullar altında yeni koşullarda daha istikrarlı örüntüler yerlerini alacak şekilde kolaylıkla istikrardan çıkabilmelidir. Dışarıdan sarsım gelmeden bile bir etkinlik örüntüsü bir süre hüküm sürdükten sonra sonunda başka bir örüntü, yeni koşullarda istikralı bir örgütlenme yerini almak üzere çökebilir. Böylece bütünsel örgütlenme örüntüleri aynen dirimselcilerin istediği gibi rastlantısal olabilir, ama bu örüntüler bilgi verdikleri mikro-kozmosun dinamiğine dayanır ve mikro-kozmosu meydana getiren varlıklardan bağımsız olarak mevcut olmaz, aynen mekanikçinin istediği gibi.

On dokuzuncu yüzyılın sonunda Avusturyalı fizikçi Ludwig Boltzmann makroskobik sistemlerin termodinamik özellikle-

rinden pek çoğunun onları meydana getiren atomların ortak etkinliği terimleriyle açıklanabileceğini gösterdi. Boltzmann'ın atomların mikro-kozmosu ile bizim deneyimlerimizin makroskobik dünyası arasındaki ilişki anlayışımıza en önemli katkısı entropi tanımıdır: $S = k \log W$. 1950'lerde bilgisayar bilimcisi Claude Shannon "bilgi" terimine daha kesin, niceliksel bir anlam vererek entropi kavramını keşfedildiği termodinamik konumdan olasılık kuramının daha genel seviyesine yükselterek Boltzmann'ın formülünü genişletmiştir. Bu iyi bir başlangıçtı. Ama termodinamik alanında yükseltilmesi gereken daha çok şey var. Termodinamikte genelleştirilecek diğer faydalı nicelikler enerji ve sıcaklığı içeriyor. Termodinamikten ve istatistiksel mekanikten diğer kavramları genelleştirmenin biyoloji ve diğer karmaşık sistemleri anlayışımızda esaslı bir etki yapacağına ikna oldum.

Doyne Farmer'ın işaret ettiği gibi, karmaşık sistemlere dair mevcut anlayışımız 1800'lerin ortalarındaki, insanların temel kavramlardan bahsettiği ama hangi niceliklerin ölçülecek doğru nicelikler olduğunu henüz bilemedikleri termodinamik anlayışımıza çok benzer durumda. Ölçülecek alakalı nicelikleri bilinceye kadar, bu nicelikleri birbirine ilişkilendiren niceliksel ifadeye varamazsınız. Fransız fizikçi Sadi Cornat ısı ve iş gibi bazı temel nicelikleri ilk tanımlayan kişilerden biriydi. Boltzmann sonunda atomların mikro-kozmosu ile termodinamiğin makro-kozmosu arasındaki bağlantıyı kuruncaya kadar onu Rudolf Clausius ve Josiah Willard Gibbs gibi bir dizi kişi izledi.

Kendi çalışmamda termodinamik sistemlerin karmaşık sistemleri anlamada önemli gözüken bazı genel özelliklerine odaklandım. Fiziksel sistemlerin en iyi şekilde istatistiksel mekanikle nitelendirilen "faz dönüşümü" denilen belli davranış rejimleri var. Bir fiziksel sistem halini değiştirdiğinde –örneğin su buza dönüştüğünde– faz dönüşümü geçirmiş olur. Faz dönüşümü esnasında fiziksel sistemlerin sıklıkla en karmaşık davranışları sergilediğini buldum. Ayrıca faz dönüşümü esnasında bu bilgi süreçlerinin fiziksel sistemlerde kendiliğinden belirebildiğini ve sistemin davranışını belirlemede önemli bir rol oynayabileceğini buldum. Hatta denebilir ki faz dönüşümündeki sistemler

kendi fiziksel durumlarını belirlemek için karmaşık hesaplamalara girişmişlerdir. Benim inancım faz dönüşümünün dinamiği, sistemin davranışını belirlemede bilgi işlemenin enerjiden üstünlüğü kapıp fiziksel sistemlere ayak basabileceği noktadır. Bilgi kuramı ve fiziğin nerede, nasıl bir araya geleceğini keşfetmek uzun zamandır bilimin amacı oldu; bir tür Kutsal Kaseye dönüştü. Ben Kaseyi bulduğumu söyleyemem, ama bulunduğu dağ sırasının yerini saptadım.

İnsanlar uzun zamandır yaşam sentezlemeye çalışıyor, ama çoğu durumda doğrudan bildiğimiz canlılara benzeyen modeller inşa etmeyi deniyor. İnsanlar yaşamın modelini inşa edeceklerinde, bir ördek, bir fare modeli oluyor. Macar matematikçi John von Neumann belli bazı mevcut canlı varlıkları modellemeyi denemeseydik bile çok şey öğrenebileceğimiz iç-görüsüne sahipti. (Araştırmalarına başladığında henüz bilinmeyen, 1940'ların sonlarında anlaşılan) öz-üremenin düzeneklerini gözler önüne sermeyi denemeksizin öz-üremenin mantığını soyutlamaya girişerek canlı süreçlerin maddesel zemini yerine mantıksal zemininin peşinden gitti.

Von Neumann algoritma anlamında kendisini üretecek bir makine olabileceğini gösterdi. Pek çok biyolog ilgilenmemişti, çünkü biyolojik öz-üremenin hiçbir belli örneğine benzemiyordu (örneğin kromozomlar için bir model değildi). Von Neumann ayrıca öz-üreme süreci için bazı genel ilkeler türetmeyi başardı. Örneğin her ne oluşa olsun belli bir genetik tanımdaki bilginin iki farklı şekilde kullanılması gerektiğini belirledi; 1) kendini ya da yavrularını inşa etmek için talimatlar haline çevrilmeliydi. 2) Çevrilmeden, edilgen şekilde kopyalanmalıydı. James Watson ve Francis Crick DNA'nın yapısını 1953 yılında keşfettiğinde, DNA'da depolanan bilginin durumunun böyle olduğu anlaşıldı. Gerçek biyolojiyi araştırmadan –yaşamın altında yatan "canlılık mantığına" ulaşmayı deneyerek– "gerçek biyoloji" hakkında öğrenilebileceğini fark ettiren çok uzak görüşlü ve önsezili bir şeydi.

Bu yaklaşım yapay yaşamın niteliğidir. Yapay yaşam doğal şekilde beliren yaşamın seçkisinin ötesine bakmayı dener, böylece bu küme hakkında sadece bu kümeyi araştırarak keşfedilemeyecek şeyleri keşfetmeyi amaçlar. Yapay yaşam öncelikle,

protein dizilerini gen dizilerine eşleştiren algoritmalar ya da gen dizilerinin karşılaştırılmasından filogeniyi yeniden inşa eden programlar gibi biyolojik verileri analiz etme girişimlerinde ortaya çıkan bilgisayımsal problemlerle kendisini kısıtlayan bilgisayımsal biyolojiyle aynı şey değildir. Yapay yaşam bilgisayımsal biyolojinin çok ötesine uzanır. Örneğin yapay yaşam bilgisayar programlarının evrimleşen popülasyonlarını –"doğal" organizmalar gibi bir şey olmaya girişmeyen varlıkları– inceleyerek evrimi araştırır.

Pek çok biyolog evrimi sadece benzeştirdiğimizi söyleyerek bu sözlerime katılmayacaktır. Ama bilgisayardaki evrim süreci ile bilgisayar dışındaki evrim süreci arasındaki fark nedir? Evrimleştirilen varlıklar farklı malzemeden yapılmıştır, ama süreç aynıdır. Bu tür biyologların sonunda bizim bakış açımıza geleceğine ikna oldum, çünkü bu soyut bilgisayar süreçleri evrim hakkında sadece fosil kayıtları ve sirke sinekleriyle çalışarak cevap verilemeyecek soruları ortaya atma ve cevaplama olanağı veriyor.

Yapay şekilde yaratılmış yaşam fikri felsefenin her dalında, ontoloji, epistemoloji, ahlak ya da sosyal bilimler, mevzulara gebedir. İster önümüzdeki on, yüz ya da bin senede olsun, maddeden çok bilgiyle bağlanmış canlılar yaratmamızın olanaklı olduğu evreye geldik. Jeolojik zamanlarda bin yıl bile bir andır, böylece gerçekten de evrimin bir çağının sonunda ve yenisinin başındayız. Bu noktada hayallere dalmak kolaydır, çünkü özgün yapay yaşam üretmenin olası sonuçlarını bilmiyoruz. Eğer kendi başlarına hayatta kalan, yavrular yapmak için kendi malzemelerini arıtan ve bunları evrimsel soy ortaya çıkartacak şekilde çeşitlemeler üreterek yapabilecek robotlar yaparsak, geleceklerini öngörmemizin ya da onlar ve nesillerinin etkileşimlerini bilmemizin yolu yok. Böyle bir süreci başlatmadan önce düşünmemiz ve dile getirmemiz gereken birkaç konu var. Bir kere bir muhabir bana çocuklarımın pek çok yapay yaşamın olduğu bir çağda yaşamasından neler hissedeceğimi sordu. Ben de Hans Moravec'in deyişiyle şöyle cevap verdim "Hangi çocuklardan bahsediyorsunuz? Biyolojik çocuklarımdan mı yoksa zihnimin yapay çocuklarından mı?"

İnsanların makinaların insanlar kadar canlı olduğunu ve bizim hayatımızda diğer tür şeylerin, eğer bu şeyler düzgün şekilde bir araya getirildiyse başaramayacağı özel hiçbir şey olmadığını kabul etmeleri zor olacak. İnsanlar için Galileo'nun çağdaşlarının Dünyanın evrenin merkezi olmadığını kabul etmeleri kadar zor olacak. Dirimselcilik yaşamın sadece bir makinenin işlemesine indirgenemeyeceğini varsayan felsefi bakış açısıdır, ama İngiliz felsefeci ve bilim insanı C.H. Waddington'ın işaret ettiği gibi, bu bir makinenin ne olduğunu ve neyi yapmaya muktedir olduğunu bildiğimiz anlamına gelir.

Yapay yaşamın peşinde ortaya çıkan başka bir felsefi mevzu kümesi bizim kendi varoluşumuzun, kendi gerçekliğimizin ve içinde yaşadığımız evrenin gerçekliğinin doğası üzerine soruları merkez alır. Bu yapay evrenleri yaratarak, içlerinde akıp giden yaşamı merak ederek, bu tür yaşamın kendi varoluşu ve kökenini bir gün merak edip etmeyeceğini merak ederek bu çalışmalarla uzun zaman geçirdikten sonra kendimi çevreme bakınıp bizimkinin üzerinde benim için aynı merakta başka bir seviye daha olup olmadığını merak ederken buldum. Böyle bir varoluşsal özyinelemenin ortasında yakalanmak biraz ürkütücü. Şu Edward Fredkin'in görüşü: Bizim bildiğimiz şekliyle evren daha "gerçek" bir evrende bir bilgisayardaki yapay bir şey. Bu çok hoş bir fikir, sadece bir düşünce deneyi olarak ondan kazanacağımız bakış açısı için, içinde bulunduğumuz gerçekliğe göre nesnelliğimizi geliştirme yolu olarak bile artar da yeter.

Biyoloji şimdiye kadar zaten canlı olanı ayırmak ve buna dayanarak yaşamın ne olduğunu anlamakla meşguldü. Ama hiç yoktan başlayarak yaşamı bir araya getirmeyi deneyerek, kendi yaşamımızı yaratarak ve hangi sorunlarla karşılaştığımıza bakarak çok fazla şey öğrenebileceğimizi buluyoruz. İşler düşündüğümüz kadar basit –ya da belki karmaşık– olmak zorunda değil. Üstelik bakış açısındaki – nedir'in analizinden ne olabilir'in analizine doğru basit bir değişme bizi evrene veriliden ziyade olanaklılıkların açık kümesi diye bakmaya zorluyor. Fizik doğanın temel yasalarını ve bu yasalara göre nelerin doğru olması gerektiğini ortaya çıkararak büyük oranda gerekliliğin bilimi olmuştur. Öte yandan biyoloji bu temel yasalarla, ama ille de

onlara gereksinmeden olanaklı süreçleri araştıran olanaklılığın bilimidir. Bunun sonucunda biyoloji fizikten çok daha zor bir bilimdir ama aynı zamanda sadece yaşamı ve onun tarihini anlamada değil, evreni ve geleceğini anlama potansiyelinde sonsuz derecede daha zengindir. Geçmiş fiziğindir, ama gelecek biyolojinindir.

STUART KAUFFMAN: Chris Langton vahşi, dağılmış, derinden sezgisel, çok eleştirel değil, çok yaratıcı, çok, çok, çok iyi sezgileri var. Kaosun kıyısı, faz dönüşümü tezi yapılacak çok hoş bir şeydi. Hücresel özdevinime ve faz dönüşümüne bakma fikirlerini ve karmaşık sistemlerin gerçekte nasıl bilgi ürettiğini, yarattığını ve ilettiğini sormamız gerektiği fikrini geliştirdi. Bunun bir faz dönüşümünde en iyi şekilde olduğu fikri doğru olmayabilir, ama çok hoş bir hipotez.

J. DOYNE FARMER: Chris Langton hücresel-özdevinir mühendisi. Hücresel özdevinir ile öz-üreme sistemlerini tasarlamada John von Neumann'ın ayak izlerini takip ediyor. Von Neumann belli kurallar kümesiyle özel hücresel özdevinim yazarak kendini kopyalayan bir örüntüyü tasarlamanın –bir evren tasarlamanın– olanaklılığını gösterdi. Evrende kendini kopyalayan örüntüler ve hem inşa-tümeli hem bilgisayımsal-tümel olduğunu gösterebildi. Bu şu anlama gelir; örüntü herhangi bir örüntü inşa etme yetisine sahiptir, ikincisi bilgisayarın yapabileceği herhangi bir bilgisayımı yapma yetisindedir.

Bu, entelektüel bakış açısıyla büyük bir adımdır, ama şu ana dek pratik sonuçları olmadı. Pratik sonuçlar için potansiyeli var; örneğin bir NASA projesi von Neumann'ın robotlarına dayanarak kendini çoğaltan ay maden arama modülleri olanağını inceledi. Ama bu asla gerçekleşmedi, kısmen von Neumann'ın özgün çalışmasındaki kusurları yansıtan halen çözülmesi gereken ana sorunlar olduğundan. Von Neumann'ın robotları canlı sistemlerin bazı özelliklerine sahip, ama yine de canlı değiller. Gerçekten canlı bir robot yapmak için, halen hem kuramsal hem mühendislik açısından cevap verilmesi gereken önemli sorular

var. Gerçek organizmalar sadece üremekten fazlasını yapar; kendilerini onarırlar da. Gerçek organizmalar gerçek dünyanın gürültülü çevresinde yaşar. Gerçek organizmalar en küçük ayrıntısına kadar tasarlanarak bilinçli bir Tanrı tarafından bütünüyle biçimlenmiş halde bir yere konmazlar; öz-örgütlenme süreci sonunda kendiliğinden ortaya çıkarlar. Von Neumann'ın özgün amaçlarını gerçekleştirmek için, bütün bu sorunların çözülmesi gerekiyor. Von Neumann bize yaşamın soyut olduğunu gösterebileceğimize dair umut verdi, gösterimi eksik. İnancım çözümün ayrıntılarda değil daha ziyade temelden farklı bir yaklaşımda yattığı.

Sadece soyut matematiksel dünyada mevcut, tamamen mantıksal canlı sistemlerin gösterimi Chris ve diğerlerinin gerçekleştirmeye çalıştıkları amaç. Başarırlarsa, o zaman yaşamın yeni ve engin anlayışına sahip olacağız.

RICHARD DAWKINS: Chris Langton'la 1987'de Los Alamos'daki kendisinin düzenlediği ve kendisinin beni davet ettiği yapay yaşam konferansında ilk kez karşılaştım. Çok ilginç biri, yoğun enerjili ve uyarıcı, farklı insanların yaptıkları şeyler arasındaki bağlantıları görmekte çok iyi, ilginç şekilde birbirini ateşleyen kişileri bir araya getirmede çok iyi. Bilimde gerçekten çok iyi bir etki.

W. DANIEL HILLIS: Chris Langton yapay canlılık denen mevzunun esas gurusudur. Canlılığın düzen ve düzensizlik arasındaki geçişte, kendi deyişiyle tam kaosun kıyısında, suyun buz olduğu ve suyun buhar olduğu yerler arasındaki derecelerde, yani ikisi arasında sıvı olduğu yerde bulunur gözüktüğünü söylerken iyi bir fikir üzerinde. Pek çok açıdan çok yapılanmış ve çok yapılanmamış arasındaki kıyıda denge durumundayız.

Chris, faz dönüşümü ve dinamik sistemler gibi şeyleri düşünmeye ve biyolojik organizmalara uygulamaya fiziksel bir yol tutuyor. Tüm alan için iyi bir amigo oldu, doğru şekilde, şu anda pek çok kötü fikir ortaya çıksa bile alanı hızla daraltmamanın önemli olduğu görüşünü benimsedi. Yapay yaşam alanı iyi ya da

kötü şu anda çok kapsayıcı, pek çok çöpün yanında iyi şeyler de içeriyor. Bunun çoğu için Chris övgüyü hak ediyor.

DANIEL C. DENNETT: Chris insanların fikirlerinin ne olup ne olmadığını görmeleri için yardım etmede harika bir yeteneğe sahip; fikir ebesi olarak çok iyi. Şu an yapay yaşamda önemli bir rol oynuyor. Bunu yapmanın çok farklı yolları var, insanlar doğru olduklarını düşündükleri yol konusunda çok tutkulu, neden bahsettiğini görememe noktasına kadar bu vizyonlardan herhangi birine tamamen gömülmemiş Chris gibi birinin olması iyi bir şey. İnsanların neden konuştuğunu görmede çok iyi.

FRANCISCO VARELA: Onun yapay yaşamı işlevselci olarak okumasına katılmıyorum. Bununla kastettiğim örüntünün varlık olduğu fikri. Tersine organizmanın yerleşikliğinde ve tarihinde indirgenemez bir tarafın bulunduğu türden, ister birey ister filogenetik olsun, bir biyoloji var.

İşlevselcilik yapay zekâda büyük bir gelenekti; ilk yapay zekâ bundan ibaretti. Biyolojide ve yapay zekâda MIT robotisyeni Rodney Brooks'un çalışmalarında görüldüğü gibi şimdi buna karşı bir devrim var. Bu devrim belli bir tarz canlının geliştiği yol, canlı bir hikâye yaratmak için işletilen düzenlilikler inşa ettiği olgusunda ayrılamaz sonucuna varmaya götürüyor. Örneğin Stephen Jay Gould'un *Wonderful Life* kitabında Dünya'da yaşamın gelişebileceği sayısız yol var ve bazı yaşam biçimleri kalırken diğerlerinin kalmaması olgusu bunun ya da şunun optimal modeli değil ama temelden ve özünde tarihi bir olay. Bu anlamda Chris işlevselci okulun eski bekçilerinden.

MURRAY GELL-MANN: Chris Langton çok ilginç bir araştırmacı. İlkin uyarlanımın bir sistemin düzen ve düzensizlik arasındaki bir bölgeye, belli önemli özellikleri bulunan bir tür dönüşüm bölgesine doğru çekimi içerebileceği fikriye çok erken ilgilendi. Uyarlanım için yeğlenen bir rejim olabilir, göründüğü kadarıyla muhtemelen ölçekleme yasalarının uygulandığı bir rejim. Norman Packard ve Langton'ın kendisinin yaptığı hüc-

resel öz-devinir denilen şey üzerinde yaptıkları matematiksel çalışma bu konjonktüre götürdü ve bu öz-devinirler üzerindeki sonraki araştırmalar bu fikri desteleyebilir de desteklemeyebilir de, ama şimdi bu konuyu takip etmek için pek çok başka sebep var.

Bu esnada Chris yapay yaşam dediği şeye ilgiyi uyandırmakla yoluna devam etti. Ben kendim şahsen bu tür bir şeyleri dilimleme yolunu kullanmıyorum. Doğal ve yapay karmaşık uyarlanımsal sistemleri beraberce ele alarak en fazla şeyi öğrenebileceğimize inanıyorum; benim bakışıma göre ikisi tek bir konu. Dahası organizmaları taklit eden bu yapay sistemler ile biyolojik evrimi belli açılardan ayırmanın ve toplumlar gibi diğer doğal karmaşık uyarlanımsal sistemleri taklit edenlerden ayrı bir kategoriye koymanın değerli olduğu fikrini benimsemiyorum. Ancak Chris'in kategorisi dikkate değer şekilde tuttu ve şimdi yapay yaşam terimi geniş kullanıma sahip. Chris bu anlamda plektik alanına büyük dikkat çekmeyi ve bu alana pek çok insan çekmeyi bir şekilde başardı.

Son zamanlarda doğal karmaşık uyarlanımsal sistemlerin bazı özeliklerini taklit eden SWARM adında genel bir bilgisayımsal teknik üzerinde çalışıyor. Şu anda çok umut vadediyor.

22. Bölüm

J. DOYNE FARMER
"Örgütlenmenin İkinci Yasası"

W. DANIEL HILLIS: *Doyne karmaşıklık, doğrusal olmayan olgular ve uyarlanımsal sistemler üzerine düşünmeye başlayan Los Alamos'daki fizikçiler arasındaydı. "Tuhaf çekici merkezleri" gibi şeylerin gerçekten herhangi çeşitten sistemlerde –sadece fiziksel değil, ekonomik sistemlerde ve biyolojik sistemlerde– her yerde hazır ve nazır olduğunu fark etmeye başladılar. Bu inanılmaz derecede önemli bir fikirdi, çünkü tüm bu insanların birbiriyle konuşmaya başlamasını sağladı.*

J. DOYNE FARMER *fizikçi, Santa Fe Enstitüsünde profesör ve Prediction Company adlı yatırım firmasının kurucularından biri.*

J. DOYNE FARMER: Bu yüzyılın son yarısında yaşam ve bilincin doğal ve fiziksel dünyanın beliren, öz-örgütlenme özelliklerinin değiştirilemez doğal bir sonucu olduğu görüşü belirdi. Bilinçlilik ve canlılığa dair bakışımızdaki bu temel değişiklik kendimize, inançlarımıza ve evrene nasıl uyduğumuza dair anlayışımıza bakışımız için bize yeni bir yol verdi.

Bu başarıyla tamamlanmış değil, hala gelişen bir hikâye, üzerinde dünya çapında uzlaşmaya varılmamış evrimleşen bir fikir. Bizim bilimsel anlayışımız hala son derece parçalanmış ve biz geniş kuramlara benzeyen şeyler söz konusuyken büyük başarılar bekliyoruz. Bu yeni bakışın felsefeyi ya da sosyolojiyi nasıl etkilediğine dair çok az ciddi tartışma oldu. Ama hızla tutunuyor ve değişim sağlam. Her zamankinden daha çok bilimdeki son gelişmeleri anlamadan felsefi ya da sosyal soruları ciddiyetle derinden düşünmek imkansızlaşıyor.

Çocukken şu inatçı "Neden" sorularına omuz silkemezdim. Neden burada olduğumuzu bilmek ve hayatın anlamını kavramak gerçekten önemli gözükürdü. Her şeyin temelinde yatıyor gözüken bu sorulara hiçbir iyi cevap olmaması beni üzerdi. Kolay çözümler uymuyordu. Ergenlik öncesi dine sarışım bana insanların bu soruları anlamak için umarsız bir gereksinim duyduğu farkındalığından fazlasını vermedi.

Üniversiteye vardığımda "Neden" sorularının çok dikkat çekeceği bir konu diye düşünerek felsefeyi seçtim. Ama felsefeyi birazcık öğrendiğimde, asla tanımlanamayacak kelimelerin anlamı etrafında dönüyor gözüken sonu gelmez tartışmalardan hayal kırıklığı yaşadım. Hiçbir şey asla cevaplanmadı. "Neden" sorularının cephe taarruzuyla cevaplanamayacak kadar fazla derin olduğuna karar verdim. Belki de cevaplar bekleyecek kadar naif değildim, ama her durumda felsefe çalışmaktan tatmin olmamıştım.

Öte yandan fizikte pek çok cevaplar vardı, ama hiçbiri "Neden" sorularının cevabı değildi. Temelleri, evreni tıkır tıkır işleten büyük ilkeleri öğreneceğimi düşündüğüm yerde, bunun yerine biz eğik düzlemde kütlelere dair formüller ezberliyorduk. Ama bir şekilde, sonunda güzel konulara geleceğimizi ümit ettim. Kütleler ve eğik düzlemler sadece kabul süreciydi, bu esnada elle tutulur, hatta faydalı bir şeyler öğrenebilirdim.

Fizik eğitimim ilerledikçe temel ilkeler hakkında problemlerin çatlakları arasında –kendi kendime ve diğer öğrencilerle tartışarak– gerçekten bir şeyler öğrendim. Bunda bir tatmin vardı. Daha çok gökbilimi öğrenirken, "saptırılmış bakış" olgusunda, fizik aracılığıyla metafiziğe uzanan dolambaçlı yolumun mantığını onaylayan bir şeyler buldum: zayıf bir yıldızı görmek için, ondan uzağa bakmak gerekir; ona doğrudan baktığınız anda kaybolur.

Ama fizik eğitimimin sonuna yaklaşırken hala eksik bir şeyler vardı. Saptırılmış bakış tamamdı da doğru yöne doğru kabaca da olsa bakmak gerekirdi. Basit problemler araştırmasında fizik geleneksel olarak tamamen madde ve enerjinin anlık ve doğrudan yönlerine odaklanır. Cisimleri ne hareket ettirir, onları ne sıcak ya da soğuk yapar. İtme, çekme, çarpma, parçalama ve dalgalanma. Uzay-zamanın eğriliği, gerçeğin kuantum doğası, belirsizlik ilkesi gibi temel fikirlere götüren dünyanın maddesel yönü. Bunların hepsi büyük soruyla ilişkilidir. Ama büyük sorular kaçınılmaz şekilde canlılığın ve zekânın doğasına dayanır. Modern fizik, bilimin zorunlu olarak öznel bir unsuru var derken kökenin ya da bilincin doğası hakkında hiçbir şey söylemez.

Temel fizik sıkışıp kalmış gibiydi. Parçacık fizikçileri sürekli artan bir hızla parçacıkları çarpıştırıyor, bir toplu iğnenin başında kaç kuark dans edebilir* keşfetmeye çalışıyordu. Evrenbilimciler çok az veriyle bana aslen dindar gözüken bir zeminde evrenin değişik lezzetleri konusunda tartışıyordu. Ve fiziğin çoğu hala itme ve çekmeye, bilgi özelliklerinden ziyade evrenin maddesel özelliklerine odaklanmıştı. Bilgi özellikleri derken düzen ve düzensizliğe ilişkin özellikleri kastediyorum. Düzensizlik oldukça iyi anlaşılmış, ancak düzen öyle değil. Ama buna sonra döneceğim.

UC Santa Cruz'da doktoram esnasında bazı sıra dışı düşünürlerle temasa geçebildiğim için şanslıydım; doktora arkadaşlarım Jim Crutchfield, Norman Packard ve Robert Shaw. Beraber çok takıldık; düşündük, konuştuk ve hemen her şey hakkında

* Ortaçağdaki bir toplu iğnenin başında kaç melek vardır sorusuyla uğraşanlar gibi –çn.

fikirlerimizi paylaştık. Doğanın bilgisel özellikleri ve örgütlenmenin doğal kökenleri üzerine kafa yorduk, tartışmalarımızın bu sorular üzerine düşüncelerimde çok etkisi oldu.

Norman'la ben çocukluğumuzdan, ta Silver City, New Mexico'dan beri arkadaştık ve her zaman beraberce bir şirket kurmayı hayal ettik. Dersleri tamamlayıp doktora yeterlilik sınavını geçince ve alışılmadık evrenbilimlerde gökada oluşumları araştırmamın gidişatından memnun değilken, çalışmalarım ara vermek için uygun bir zamana vardığında, Norman ve diğer arkadaşlarla Norman'ın fikirlerinden birinin peşinden gitmek üzere çalışmak için bir sene izin almaya karar verdim. Şema Newton'ın yasalarını rulette kazanmak için kullanmaktı: bizim bodrum katında yaptığımız deneylerde, ayakkabılarımızın tabanına yerleştirilmiş ve ayak parmağıyla etkinleşen bir düğmeyle denetlediğimiz bilgisayar vasıtasıyla rulet topunun ve tekerinin hızını ölçebilir ve topun düşeceği konumu öngörebilirdik. Böylece çaresiz ve maceracı bir hayatı kovaladık. Temel fikir işe yaradı, kumarhanelerde biraz para kazandık ama bunu yeterince düzenli yapma ve yeter derecede yüksek bahisler oynama sorunları bizi çok para kazanmaktan alıkoydu. Bilimsel açıdan beni bilgisayarlar hakkında pek çok şey öğrenmeye zorladı (ilk gizlenebilir dijital bilgisayarı yapmış olabiliriz), ayrıca öngörü sorunu ve basit gözüken fiziksel sistemlerin öngörülmesinin çok zor olabilmesi konusunda derin bir idrak kazandım.

Böylece bir gün Rob Shaw çıkıp geldiğinde ve benim henüz yeni öğrendiğim kaos olgusundan bahsetmeye başladığında, fikir benimle hemen bağ kurdu. Neden bahsettiğini ve rulet tekeri gibi fiziksel sistemler için kaosun neden önemli olduğunu hemen anladım. Rob, Norman, Jim ve ben bir araya gelerek Santa Cruz'daki Dinamik Sistemler Kolektifini oluşturduk ve birbirimizi birincil tez danışmanı alarak hepimiz kaos konusunda tezlerimizi yazmaya başladık. Bunu yaparken çok eğlendik.

Kaostaki büyüleyici şey dünyadaki düzensizliğin bir kısmını, küçük değişikliklerin gelecekte çok büyük değişiklikleri ortaya çıkartmasını açıklaması. Ayrıca basit matematiksel kuralların karmaşık davranışlara nasıl sebebiyet verdiğini gösteriyor Basit şeyleri öngörmenin neden –rastlantısal davranıyor gözü-

kebilecekleri kadar– zor olabileceğini açıklıyor. Oldukça erken kaos kuramıyla ilgilenmeye başladığım için yeterince şanslıydım; etrafta çözülecek pek çok kolay problem bulunan yeterince gelişmemiş bir alanda çalışmak harikaydı.

Doktoramı bitirdiğinde işe girme konusunda emin değildim. Hiçbir zaman geleneksel işler fikri bana cazip gelmedi, o zamanlar pek az kimsenin duyduğu kaos üzerine doktoramla ve durumumu tartışacak bir danışman olmadan, bilimde bir iş bulmam oldukça uzak bir olasılık görünüyordu. Ama tesadüfen Los Alamos Ulusal Laboratuvarında Oppenheimer bursu için adaylar arayan bir ilan gördüm. Oppenheimer hakkında yeni okumuştum, Los Alamos büyüdüğüm ve geri dönmek istediğim New Mexico'daydı, bu nedenle bir silah laboratuvarında çalışma fikrinden şüphe duysam da burs başvurusunu yaptım. Ziyaret için oraya uçtum ve hemen çok etkilendim. Oradaki insanlar heyecanlı, zeki ve kesinlikle tutucu olmayan kişilerdi. Yaptığımın geleneksel fizik olup olmaması umurlarında değildi. Başka hiçbir yerde görmediğim entelektüel bir özgürlük vardı. Sonunda Center for Nonlinear Studies [Doğrusal Olmayan Çalışmalar Merkezi] ve Theoretical Division'da [Kuramsal Bölüm] bölünen ortak bir konuma girdim. Bana hemen bir sürü sorumluluk ve kaynak ve de istediğimi yapmam için bir açık kart (sınırsız harcama yetkisi) verdiler. Güneşin altındaki her şeyi fizik ve matematiğin geleneksel sınırlarının ötesinde araştıran ziyaretçiler dünyanın dört bir yanından buraya akıyordu, sadece dinleyerek ve sorular sorarak çok, pek çok şey öğrendim.

Kaos konusundaki çalışmama devam ettim, ama zaman ilerledikçe biraz sıkılmaya başladım ve tam zıt problemi nasıl ele almak gerektiğini düşünmeye başladım: Neden evren bu kadar örgütlüydü? The Center for Nonlinear Studies 1983 yılında hücresel öz-devinim konferansı için biraz para sağladı, bunu Tomas Toffoli ve Stephen Wolfram ile beraber düzenledik ve 1986 yılında Alan Lapades, Norman Packard, Burton Wendroff ve ben "Evolution, Games and Learning" [Evrim, Oyunlar ve Öğrenme] adlı konferansı düzenledik. Bu konferanslar çok eğlenceliydi; çılgın, şaşırtıcı ve tuhaf her türden şey üzerinde çalışan, örneğin bilgisayarlara yaşamı benzeştiren insanları

davet etmemiz için bize bir şans verdi. Bu konferanslar bizi bu çeşitten şeylerle ilgilenen insanların küçük ağına soktu, böylece Chris Langton, John Holland gibi insanları tanıdım. Los Alamos'da buna ilişkin konularda çalışan başkaları da vardı; Alan Lapedes ve Dave Sharp sinir ağları üzerinde çalışıyorlardı, Theoretical Biology [Kuramsal Biyoloji] grubu DNA'nın bilgisel araştırmaları ve bağışıklık sisteminin bazı çok ilginç yönleri üzerinde çalışıyordu. Steen Rasmussen, Walter Fontana gibi öz-örgütlenmeyle ilgilenen bazı doktora sonrası araştırmacıları işe alabildik, 1988 yılında Complex Systems [Karmaşık Sistemler] grubunu başlattık. Bu esnada, Santa Fe Enstitüsü henüz yeni başlıyordu, daha da ilginç insanlar getirdi ve ufku bizim pek ilgilenmediğimiz ekonomi gibi konuları da içerecek şekilde genişletti.

1986 civarında Norman Packard ve ben birbiriyle ilişkili iki projeye dahil olduk: biri Alan Perelson ile birlikteydi ve kendi ile kendi olmayanın farkını öğrenme benzeşimini ve bağışıklık sistemindeki evrimi içeriyordu, diğeri Stuart Kauffman ile birlikte prebiyotik evrimin benzeşimiydi. Her ikisinde de benzeşim fikri benzerdi: sistemin kısımlarının evrimleşmesi ve birbiriyle etkileşmesine izin veren kurallar koyduk. Bağışıklık sistemi durumunda, kısımlar farklı çeşit antikorların yoğunluğuydu. Prebiyotik evrimde proteinler gibi moleküllerin yoğunluğu vardı; amaç DNA gibi kendini çoğaltan molekülleri bulunmayan bir metabolizmanın kendiliğinden nasıl ortaya çıkabileceğini göstermekti. Her iki benzeşimin de ilginç ve yeni yönleri sistem evrimleştikçe, kısımların bileşimi ve böylece kısımların etkileşiminin değişmesiydi. Bunlar sadece basit kurallardan ortaya çıkmıştı. Kimyanın basit kuralları haricinde –ya da bizim bu kurallara dair kabaca yakınlaştırmalarımız haricinde– dışarıdan hiçbir şey eklemek zorunda kalmamıştık.

Problemler bizim başta ümit ettiğimizden daha zor çıktı ve ilk sonuçlarımız pek bir sonuca varmadı. Oto-katalitik ağlarda, San Diego'dan gelen ve bir doktora tezi yazmayı çok isteyen Rik Bagley adlı doktora öğrencim sebebiyle çok şanslıydım. Rik çok çalıştı ve sonunda tüm yaklaşımda gerçek bir değer olduğunu gösteren iyi sonuçlar elde etti.

Yaptığımızı anlamak için önce canlılığın kökeniyle ilgili temel sorulardan birini anlamalısınız. Kabaca konuşursak, bir canlı –bir organizma– bir metabolizma ve bir eşleyici arasındaki ortakyaşar ilişkiden meydana gelir. Proteinlerden ve diğer şeylerden yapılmış metabolizma çevreden enerji özütler, eşleyiciyse organizmanın büyüme, onarım ve üreme için gereken bilgilere sahip tasarım planına sahiptir. Her biri diğerine ihtiyaç duyar: eşleyici proteinler, RNA ve metabolizmayı oluşturan ve çalıştıran diğer molekülleri yapmak için gereken bilgiyi içerir; metabolizma ise eşleyiciyi kurmak ve çalıştırmak için gerekli enerji ve ham maddeyi sağlar.

Soru, bu sen benim sırtımı kaşı, ben senin sırtını kaşıyım durumunun nasıl başladığıdır. Hangisi önce gelmiştir; metabolizma mı, eşleyici mi? Yoksa ikisi birbirleri olmaksızın mevcut olamazlar mı, yani beraberce mi evrimleşmek zorundaydılar?

1950'lerde kimyacı Harold Urey ve biyolog Stanley Miller temel protein yapı taşlarının –amino asitlerin– "toprak, ateş ve sudan" kendiliğinden meydana gelebilmelerinin olanaklılığını gösterdiler. Ancak daha karmaşık moleküllerin sentezlenmesi eşleyicileri meydana getirmek için gerekliydi, metabolizmanın durumu daha belirsizdi. Bir metabolizmanın kendiliğinden temel yapı taşlarından belirebileceğini ve bir eşleyici olmaksızın evrimleşebileceğini göstermeye çalışıyorduk. Yani, bilgisi sadece ilkel çorba denilen şeyde depolanmış kendi kendisinin eşleyicisi olabilirdi. Basit bileşenlerle başlayıp –örneğin basit amino asitler– karmaşık proteinler elde etmek istedik: yani uzun, son derece çeşitli amino asit zincirleri. Oto-katalitik ağın temel ilkesi şudur; hiçbir şey kendisini yapmazsa da kazandaki her şey, kendisini yapan ve sadece kazandaki diğer şeyleri içeren en az bir tepkimeye sahiptir. Her şeyin metabolizmanın çalışması için işbirliği yaptığı ortakyaşar bir sistemdir: bütün parçaların toplamından büyüktür. Eğer normal çoğaltım tekeşlilikse, oto-katalitik üreme seks partisi gibiydi. Biz bunun bir bilgisayarda benzeştirilmiş, gerçek dünyanınkine benzer kimyasal kuralları takip eden, ama benzeşimi olanaklı kılmak için geniş çapta basitleştirilmiş yapay bir dünyada, olmasının mantıksal olanaklılığıyla ilgileniyorduk.

İlk benzeşimimizde pek fazla bir şey olmadı. Amino asit çorbası hemen hemen olduğu gibi kaldı. Ama yıllarca süren çalışmalardan sonra Rik benzeşimi 100 kat hızlandırmayı başardı ve kimyanın dikkate değer derecede daha gerçekçi olabileceği bir hale genişletti. Biz özellikler ekleyip sistemi daha iyi anladıkça, bir şeylerin olmaya başladığını gördük. Sistemin parametrelerini koyarak –toprak, ateş ve suyun birbirlerine göre miktarlarını belirleyerek diye düşünebilirsiniz– benzeşim sırasında çorbanın kendini karmaşık ve büyük moleküllerin yüksek derece özgül ağlarına kendiliğinden dönüştürebileceği ayarı bulduk. Tüm moleküller değil. Farklı milyarlarca tür olanaklıysa da, on ile yüz arasında üretildi. Bu gerçek bir metabolizma gibi. Dahası, Walter Fontana'yla yaptığımız bazı çalışmalarda, sistemin evrimleşeceğini gösterebildik: yeni "proteinler" halihazırdakilerle rekabet ederek ve metabolizmayı değiştirerek kendiliğinden belirdi.

Evrimleşen oto-katalitik metabolizmaların kendiliğinden belirmesini benzeştirerek yaptığımız şey bu günlerde Chris Langton, Danny Hillis ve diğerlerinin karmaşık sistemlerim evrimleşmesini araştırmak için benimsedikleri yaklaşımın sadece bir örneği. Fizik çığır açan buluşlarının çoğunu tüm karışıklıkları olmaksızın bir şeyin özünü yakaladığı basit sistemler bulduğu zaman yaptı. Kuantum mekaniği anlayışının anahtarlarından biri kuantum mekaniğinin matematiğinin çözülebileceği ve sonuçlarının anlaşılabileceği hidrojen atomuydu; en basit atomdu.

Amaç genelde evrimleşen karmaşık sistemlerin esas özelliklerini içerirken, gerçek dünyanın karışıklıklarını içermeyen evrimleşen basit sistemi bulmaktır. Diğer amaç çok sayıda farklı evrimleşen karmaşık sistem bulmak ve hepsindeki ortak noktaları belirlemeye çalışmaktır. Onları karmaşık kılan esas nitelikler nedir? Ama şu noktada hala çok az şey anladık. Herkes hala "karmaşık sistemin" ne olduğu, "örgütlenmenin" ne anlama geldiği, evrimin gerçekten daha büyük örgütlenme haline meyledip meyletmediği üzerinde tartışıyor.

Pek çoğumuz için amaç "öz-örgütlenmenin ikinci yasası" diyebileceğimiz şeyi bulmak. Bu "ikinci yasa" kısmı bir tür şaka;

entropiye doğru değiştirilemez bir eğilim olduğunu, yani fiziksel sistemlerin düzensizliğe doğru eğilimini söyleyen termodinamiğin ikinci yasasını çağrıştırıyor. İkinci yasayı öğrenen herkesi hemen rahatsız eden paradoks şudur: eğer sistemler düzensizliğe meylediyorlarsa, o zaman neden çevremizde bu kadar çok düzen görüyoruz? Açıktır ki süregiden başka bir şey daha olması lazım, "yaratılış mitimizle" bir çelişki var gibi gözüküyor; başlangıçta, Büyük Patlama vardı. Aniden çok büyük miktarda enerji yaratıldı ve evren parçacıkları oluşturmak üzere genişledi. En başta her şey tamamen kaotikti, ama bir şekilde zamanın akışı içerisinde karmaşık yapılar oluşmaya başladı. Daha karışık moleküller, gaz bulutları, yıldızlar, gökadalar, gezegenler, jeolojik oluşumlar, okyanuslar, oto-katalitik metabolizmalar, canlılık, zekâ, toplumlar... Eğer bu hikâyede herhangi belli bir adımı yeterli bilgiyle ele alırsak genel bir ilkeye başvurmadan onu anlayabiliriz. Ama eğer bir adım geri çekilirsek, özel ayrıntılar ne olursa olsun şeylerin daha örgütlü olması için genel bir eğilimin mevcudiyetini görürüz. Belki her yerde değil, bazı zamanlarda sadece belli yerlerde. Şunu da vurgulamak lazım, kimse termodinamiğin ikinci yasasının yanlışlığını söylemiyor, sadece daha üst seviyede şeyleri örgütleyen zıt, ama paralel bir süreç var.

Bu görüşlerden biri, belki ana-akım görüş, her şeyin birbiriyle bağlantılı olmayan "kozmik rastlantılar" kümesine dayandığı. Evrende örgütlenmenin ortaya çıkması son derece olasılık dışı birbiriyle alakasız ayrıntı dizisine bağımlı. Canlılığın ortaya çıkışı evrende gördüğümüz diğer biçim örgütlenmelerin belirmesiyle alakasız bir rastlantı. Canlılık sadece tüm fiziksel yasalar tamı tamına bizim evrenimizdeki gibiyse ve koşullar tamı tamına bizim gezegenimizdeki gibiyse meydana gelebilir.

Çoğumuz bu görüşü mantıksız buluruz. Neden bu kadar çok farklı düzen meydana gelmiştir? Bizim durumumuz niye bu kadar özel olsun? "Rastlantıların olmaya meylettiğini" varsaymak daha inanılabilir gelir. Bir otomobil enkazı şanssızlık gibi gözükebilir –aslında çoğu otomobil enkazı şanssızlık gibi gözükür– ama ortalamada birbirlerine eklenir. Belli bir sayıda olmalarını bekleriz. Evrimdeki gaz bulutlarından canlılığa doğru artan ör-

gütlenme durumunun ilerleyişi rastlantı değildir. Yapmak istediğimiz bu örüntüdeki ortak özelliği, maddenin kendiliğinden örgütlenmesini sağlayan evrensel itici gücü bulmaktır.

Bu bakış açısı yeni değildir. On dokuzuncu yüzyılda Darwin'den önce evrim hakkında yazan ve "uygun olanın hayatta kalması" ve "evrim" terimlerini icat eden Herbert Spencer tarafından ifade edildi. Spencer çok açık bir şekilde bu öz-örgütlenme süreçlerinin ortaklığını ifade etti ve sosyoloji kuramı oluşturmak için fikirlerini kullandı. Ancak bu fikirleri matematiksel biçime sokamadı, hem de ilk ilkeden onları savlayamadı. Başka kimse de yapamadı; belki de bunu yapmak karmaşık sistemler çalışmalarının merkezi sorunudur.

Pek çoğumuz öz-örgütlenmenin, elbette evrenin ve hatta daha genel bir seviyede "karmaşık uyarlanımsal sistemler" denebilecek matematik sistemlerin genel bir özellik olduğuna inanırız. Karmaşık uyarlanımsal sistemleri –eğer sadece matematiksel "zaman" değişkenini ileri doğru sararak– işletirseniz doğallıkla karmaşadan, örgütlenmemiş, farklılaşmamış, bağımsız hallerden örgütlenmiş, yüksek derecede farklılaşmış ve birbirine bağımlı hallere doğru ilerlerler. Örgütlenmiş yapılar sadece sistemin işlemesine izin verilerek kendiliğinden belirir. Elbette bazı sistemler bunu diğerlerinden daha büyük ya da daha yüksek derecede yapar ve hepsinde bir miktar talih vardır. Düzensizlikten örgütlenmeye doğru ilerleyiş doğal evrimdeki gibi düzensiz bir tempoyla sürer ve hatta zaman zaman doğal evrimdeki gibi kendini tersine çevirebilir. Ama uyarlanımsal karmaşık sistemlerde toplam eğilim öz-örgütlenmeye doğru olacaktır. Karmaşık uyarlanımsal sistemler bir şekilde özeldir; ama aşırı derecede özel değildir, basit öz-örgütlenme biçimlerinin pek çok farklı bilgisayar benzeşiminde görülebilmesi olgusu pek çok "zayıf" karmaşık uyarlanımsal sistemin varlığını ileri sürer. Zayıf bir sistem öz-örgütlenmenin sadece basit biçimlerini ortaya çıkarır; güçlü bir sistemse canlılık gibi daha karmaşık biçimleri açığa çıkartır. Zayıf ve güçlü arasındaki ayrım ölçeğe de dayanabilir: Danny Hillis'in "bağlantı makinası" büyükse de, doğanın kullanımındaki işlemcilerin Avogadro sayısıyla kıyaslanamaz.

Elbette şu noktada bunların hiçbiri iyice anlaşılmış değildir. İşin zorlu kısımlarından biri ve üstünde düşünmeyi eğlenceli kılan tarafı bu! Örgütlenmenin ne olduğunu bilmiyoruz, bazı sistemler uyarlanımsalken bazılarının neden öyle olmadığını bilmiyoruz, peşinen bir sistemin zayıf ya da güçlü uyarlanımsal olduğunu nasıl söyleyeceğimizi ya da uyarlanımsallık için bir sistemin sahip olması gereken minimum karmaşıklık derecesi olup olmadığını bilmiyoruz. Karmaşık uyarlanımsal sistemlerin doğrusal olmaması gerektiğini ve bilgi depolamaya muktedir olması gerektiğini biliyoruz. Ayrıca kısımların birbirleriyle bilgi alış-verişi yapabilmesi gerekiyor, ama çok fazla değil. Fiziksel dünyada doğru sıcaklıkta demek gibi: ne çok sıcak, ne çok soğuk.

Pek çok benzeşim bunu gösteriyor: aslında doğru sıcaklığı bulmak oto-katalitik metabolizmalar benzeşimimizdeki başarılarımızdan biriydi. Uyarlanımsal karmaşık sistemi uyarlanımsal olmayan karmaşık sistemden neyin ayırdığını çalkantılı akışkan akışı gibi, az biraz biliyoruz, ama bunların çoğu muğlak bilgi –birkaç gözleme dayanan sistematikleşmemiş kanıtlar ve büyük oranda belirsiz ve tanımlanmamış terimlerle biçimlendirilmiş.

Kim ve ne olduğumuz sorusuna dönersek: eğer canlılık ve zekânın evrenin doğal, kendini örgütleme eğiliminin bir sonucu olduğu temel temamı kabul ederseniz, bizler sadece geçip giden bir hal, ilerlemede bir adımız. Elbette evrimi bir seviyeden diğerine genellerken çok dikkatli olmak lazım. Spencer'ın fikirlerinin popülerliğini kaybetmesinin nedenlerinden biri biyolojik evrimden sosyal evrime kötü bir genişleme olan sosyal Darwinciliğin –zengin ve güçlülerin doğal olarak "daha uygun", mağdurlarınsa uygun olmaması fikri– biyolojik evrimin gerçekte nasıl işlediği üzerine fazla basit bir anlayışa dayanmasıydı. Sosyal evrim biyolojik evrimden farklıdır: daha hızlıdır, Lamarckçıdır, biyolojik evrimden bile fazla özgecilik ve işbirliği kullanır.

Evrimsel bakışın başka bir mantıksal sonucu insanların bu sürecin son ürünü olmadığıdır. Her şey her zaman evrimleşiyor. Bu noktada çevremizi esaslı şekilde denetleyebilecek kadar

yüksek derecede zeki tek organizma biziz. Bu bize dikkate değer bir şey yapma kapasitesi verir; yani evrimin kendisini değiştirmek. Eğer seçersek, çocuklarımızın özelliklerini değiştirmek için genetik mühendisliğini kullanabiliriz. İnsan genomunun özelliklerini daha iyi anladıkça hastalıkları önlemek için bunu yapmamız nerdeyse kesindir. Bunun ötesine gitmeye ayartılacağız, diyelim zekâyı arttırmak isteyeceğiz. Büyük tartışmalar olacak, ama aşırı nüfus ile, kaba iş gücüne gereksinimin azalmasıyla ve sibernetik zekâ baskısıyla, bunu yapma dürtüsü sonunda çok bastıracak.

Sibernetik zekâ öz-örgütlenmenin ve canlılığın uyarlanımsal karmaşık sistemdeki evrimin doğal sonucu olduğu görüşünün bir sonucu. Zekânın evrimi için sıra dışı, silikon temelli petri kabı yaratıyoruz. 2025 yılına kadar bilgisayar teknolojisi mevcut hızında ilerlerse ham işleme gücü insan beynini geçecek bilgisayarlarımız olacak. Ayrıca insanlardan daha fazla sayda bilgisayar olması da muhtemel. Siber-zekâ ve süper-zeki insan benzeri canlıların dünyasını gerçekçi şekilde düşünmek zor. Bir köpeğin genel göreliliği düşünmeye çalışmasına benziyor. Ama bence böyle bir dünya uyarlanımsal karmaşık sistemlerin doğal sonucu. Daha da şaşırtıcı olan bunun uzak bir gelecek olmaması; ben en fazla yüz yıl derim. Evrimin şaşırtıcı özelliklerinden birinin giderek daha hızlı gerçekleşmesi. Bu özellikle toplumların evriminde çok belirgin. Kendi genomlarımızı Lamarckçı şekilde yönlendirmeye başladığımızda değişim hızı şoke edici olacak.

Bana gelince, akıl sağlığımı koruyup çocuklarımı yetiştirip geçimimi sağlamakla ilgileniyorum. Temmuz 1991'de Los Alamos'dan bıktım usandım. Grup lideri oldum ve fonları sağlamak için gerekli tüm siyasi mücadelenin tam içine girdim. Soğuk Savaş rüzgarının kesilmesi artan kongre tetkikleri, artan bürokrasi, kötü yönetimle birleşince Los Alamos'da işler çok zorlaştı. Laboratuvar temel araştırmayı içeri gelen paraya bir vergi koyup sonra bunu herkese dağıtarak fonluyor. Soğuk Savaş etkisini yitirdikçe silah fonları aşağı indi, iç vergiler geliri azaldı ve temel araştırma çaresiz, yaşamkalım bazlı bir girişime döndü. Los Alamos'da bilimin Altın Çağı bitmişti ya da bek-

lemedeydi. Silah yapan Soğuk Savaşçılar artık bilimdeki beceri eksikliklerini politikadaki becerileriyle telafi ederek fonlar için çöp eşeliyorlardı. Bu esnada Kongre bu keyfi vergilendirmenin bilim inşalarının vergi ödeyenlerin paralarını harcamasını denetlemelerini bozduğunu hissetti ve giderek daha fazla parayı mikro yönetimli Büyük Bilim fonlama girişimlerine akıttı. Avangart, kurumsallaşmamış bir alanda bilimsel yetenekten daha çok siyasi sezgi ve fon toplama becerilerine dayanarak bir grubu sürdürmek artık eğlenceli değildi.

Böylece Los Alamos'daki işimden ayrıldım ve evrensel kumarhanede şansımı denemek için eski arkadaşım Norman Packard'a katıldım. Bir risk sermayesi toparladık, işi işletmesi için UC Santa Cruz'den fizikten eski doktora öğrencilerinden birini Jim McGill'i devşirdik ve Santa Fe'de Prediction Company şirketini başlattık. Finansal pazarlarda öngörüler ve alım satım işlemleriyle para kazanmayı amaçlıyoruz.

Prediction Company kısmen kaostaki çalışmanın filizi. Kaosla ilgilenilmeye başlanmasının bir nedeni şöyle bir olanak sunmasıdır; rastlantısal gözüken bir şeyin altta yatan bir basitliği olabilir, bu da daha iyi öngörülerde bulunmak için kullanılabilir. 1987'de Sid Sidorowich ve ben kaosun altında yatan düzenin nasıl kullanılabileceğini gösteren bir makale yazdık, öyle ki sadece tarihi verilere dayanarak kurulmuş modellerle altta yatan termodinamiği bilmeden kaosun belli biçimleri öngörülebilirdi. Bunu akışkanlar, güneş lekeleri, buz çağları gibi çeşitli olgulara uyguladık ve bazı makul sonuçlar aldık.

Ortaya çıktı ki finansal piyasalarda öngörüde bulunmak Sid ve benim daha önce yazdıklarımla pek ilişkili değildi, ama benzer tekniklerden bazıları işe yaradı. Prediction Company'de finansal piyasalar hakkında kambiyo oranları gibi veriler toplarız. Öğrenme algoritmalarımızı bu veriye uygular ve zaman içerisinde devamlılık gösteriyor gözüken örüntülere bakarız. Bu örüntülere dayanarak alım-satım yapan modeller kurarız. Her gün tüm dünyadan veriler Santa Fe'ye akarak bizim bilgisayar programlarımızın öngörüler ve alım-satımlar yapmasını tetikler ve bunlar daha sonra dünyadaki uygun finansal piyasalara gönderilir. Veriye ulaşmaınızla alım-satımın yapılması

arasında bir dakika geçiyor. Buraya kadar gayet iyi. Swiss Bank Cooperation'la iyi bir anlaşmamız var: bize alım-satım yapacak para sağlıyorlar ve faturalarımızı ödemek için ihtiyacımız oldukça avans veriyorlar ve kardan bir pay alıyoruz. Kayda değer bir kar elde edecek kadar alım-satım yapmaya doğru büyüyoruz. Böylece önümüzdeki bir iki senede ya batacağız ya yüzeceğiz.

Eğer başarırsak, ekonomideki ana-akım kuramların tersine, piyasayı yenmenin olanaklılığını göstereceğiz. Bulduğumuz örüntülerin ana sebeplerinden birinin kitle psikolojisi olduğu hissiyatındayız; alım-satımcılar bilgiye öngörülebilir bir şekilde tepki veriyor. Yani piyasayı öngörebilirsek ve hislerimiz doğruysa insan gruplarının davranışlarının öngörülebilirliğini gösterecek. Öngörülerimizi insan doğasına dair temel kuramlara dayandırmıyoruz, ama örüntülere ve verilere dayandırıyoruz. Zaman haklı olup olmadığımızı gösterecek.

Bugünlerde bilim insanlarına çoğunlukla dilencilermiş gibi davranılıyor, teneke kutuları sonunda kamu fonları temsilciliklerine kadar uzandı. Eğer başarırsak dilenmeden bilim insanı olabilme lüksüne erişeceğim. Çok yaşlanmadan ve net düşünemeyecek kadar bunamadan karmaşık sistemlerde salt araştırma mücadelesine geri dönmeyi ümit ediyorum. Cevap verilmesi gereken büyük sorular var ve bunlar bize hayatın anlamına dair belirgin ipuçları verebilir. Bu soruları cevaplama mücadelesinin ön saflarına geri dönmek istiyorum.

FRANCISCO VARELA: Doyne Farmer saf matematik geleneğinden geliyor. Son derece soyut dinamik sistemler kuramı ve kaos kuramını alıp ilginç şekilde işlemesi sağlanabilecek somut seviyeye getiren kişilerin en iyi örneklerinden biri. Örneğin ekonomide somut uygulamalar yaptı. Özünde kaotik, rastlantısal gözüken olaylar için kısa vadeli öngörüler yapılabileceğini gösterdi. Bu esaslı bir katkı, bu anlamda oldukça etkileyici bir uygulamalı matematikçi.

Doyne çalışmasına devam ederken Santa Fe Enstitüsündeki gürültücü kalabalıktan uzak durdu. Çalışması Santa Fe projesi için öylesine temeldi ki ismi yetti. Şöhreti enstitünün çok ötesine uzanır çünkü çalışmalar ve kişiliği öylesine eşsiz ve ilginçtir

ki yakın zamanda çıkan, kimisi çok-satan bilimsel gazete yazarlarının kitaplarında başlıca karakterlerden biridir.

Herkes onun ve Norman Packard'ın Prediction Company'de ne yaptığını biliyor, ama kimse ne kadar iyi ya da kötü yaptığını bilmiyor. Eğer Wall Street'teki iyi oyuncuların en iyi sezgisel tahminlerinden biraz daha iyi bir kesinlik yakalasanız, yine de milyarlarca para kazanırsınız; yani, bir süreliğine, herkes ne yaptığınızı anlayıncaya kadar. Bu onlara bir ya da iki yıllık bir yastık sağlar; bu da harika.

BRIAN GOODWIN: Doyne Farmer'la ilk kez Los Alamos'da karşılaştım, inanılmaz uyanık ve enerjik biri olması beni etkiledi. Oto-katalitik sistemler kümesi hikâyesiyle canlılığın-kökeni senaryosu üzerinde çalışıyorlardı. Doyne'u hızlı, zeki ve soruna ayarlı buldum. Yüksekten uçanlardan. Bırakması yazık oldu, ama boş verin; ne yapmak istiyorsa onu yapıyor.

W. DANIEL HILLIS: Doyne Farmer'ın işi bırakıp şirket kurması çok kötü oldu, çünkü yaptığı harika şeyler hakkında konuşmayı bıraktı. Bunları borsada zengin olmak için kullanıyor. Doyne diğer alanlardaki insanlara fiziksel fikirleri açıklamakta gerçekten iyi, diye bildiğim birkaç kişiden biri.

Doyne karmaşıklık, doğrusal olmayan olgular ve uyarlanımsal sistemler üzerine düşünmeye başlayan Los Alamos'daki fizikçiler arasındaydı. "Tuhaf çekici merkezleri" gibi şeylerin gerçekten herhangi çeşitten sistemlerde –sadece fiziksel değil, ekonomik sistemlerde ve biyolojik sistemlerde– her yerde hazır ve nazır olduğunu fark etmeye başladılar. Bu inanılmaz derecede önemli bir fikirdi, çünkü tüm bu insanların birbiriyle konuşmaya başlamasını sağladı. Stuart Kauffman'ın biyoloji ve fizik arasında köprü kurmasını sağladı. Ekonomist Brian Arthur gibi insanların ekonomi ve biyoloji arasında köprü kurmasını sağladı. Bir anlamda çok önemli, disiplinden bağımsız fikirler kümesine bir bağlam sundu.

MURRAY GELL-MANN: Doyne Farmer çok parlak bir bilim insanı, kökende kuramsal fizikçi. Center for Nonlinear Studies'de

(CNLS), Los Alamos Ulusal Laboratuvarında (LANL) harika işler yaparak uzun zaman geçirdi. Fizikteki kaotik olayları karmaşık uyarlanımsal sistemlerin pek çok çeşidini içeren daha genel ilgi alanlarına doğru dallandırarak CNLS'de gerçekten heyecan yaratan birkaç kişiden biriydi. CNLS'in evrim, öğrenme ve oyun üzerine toplantısına katılanların belli bir kısmı sonradan Santa Fe Enstitüsünün çalışmalarına dahil oldu.

Sonra o ve Norman Packard finansal piyasalarda fiyat oynamalarının tamamen rastlantısal olmayan karakteri hakkındaki keşiflerinden faydalanarak araştırmadan yatırım firması kurmaya geçmeye karar verdiler. Bazı dogmatik yeni-klasik ekonomistler finansal piyasalarda temeller denen şeyler çevresindeki oynamaların rastlantısal olduğu iddiasını sürdürdüler ve ifadelerini destekleyen bazı kanıtlar ürettiler. Ama son birkaç yılda çeşitli piyasaların tamamen rastlantısal olmayan oynamalar gösterdiği –bence oldukça ikna edici şekilde– gösterildi. En azından kısmen sahte-rastlantısallar ve bu sahte rastlantısallık kullanılabilir. Kullanma olanağı elbette bu oynamaların rastlantısal olmayan yönünün ölçüldüğü kadarıyla, örneğin Hausdorff-boyutlarıyla, ne kadar büyük bir uzam kapladığına dayanır. Eğer bu boyut çok büyükse, rastlantısal olmayanı kullanmak çok zordur. Eğer çok küçükse, o zaman muhtemelen kullanabilirsiniz.

Rastlantısal olmamayı kullanarak para kazanabilecekleri sonucuna vardılar ve bu fikre dayanarak bir yatırım firması kurdular. Birkaç ay parayla oynamak üzerinde çalıştılar ve bunda çok iyilerdi, o derece ki Chicago'daki bir finansör onların Swiss Bank'la bağlantı kurmasını sağladı, bu da gerçek parayı kullanmalarına izin verdi. Şimdiye kadar, sanırım oldukça iyi gitti.

RICHARD DAWKINS: Doyne Farmer'la 1987 yılında çalışma arkadaşı Chris Langton'ın organize ettiği yapay-yaşam konferansında tanıştım. Thomas A. Bass'ın *The Eudemonic Pie* adlı kitabını da okumuştum, Farmer ile arkadaşlarının kullanımlarından çok eğlendim. Çok ilginç biri.

STUART KAUFFMAN: Doyne'u 1984'ten beri biliyorum. Aşırı derecede parlak genç bir fizikçi. Doyne karizmatik, oldukça parlak, yaratıcı. Santa Cruz'dayken kaos kuramının ilk evrelerinin gelişimini zorlamada çok şey yaptı.

Santa Cruz'dan sonra Los Alamos'a geldi ve burada kaos kuramını geliştirmeye devam etti. 1980'lerin başlarına geldiğimizde kaosun işinin bittiğini fark etti, insanlar ilginç şeyler yapmışlardı, zaman karmaşıklığın ilk evreleri olacak şeye geçme zamanıydı. O ve ben, Norman Packard ile birlikte oto-katalitik polimer kümesi modeli üzerinde çalışmak için güçlerimizi birleştirmeye karar verdik. Doyne başka şeyler düşünmeye geçti; özellikle, zaman-serileri, şimdi yaptığı şey. Her zaman güçlü sezgilere sahip, her zaman katılımcı, serbest düşünen, eklektik ve çok akıllıydı.

Doyne kaos kuramında esaslı şeyler yaptı. İşi bırakmış olması çok kötü. Doyne entelektüel açıdan büyük başarı kazanabilirdi, bu nedenle sezgisel girişimciliğini karmaşıklığa yönlendirmemesi beni üzüyor, çünkü pek çok katkıda bulunabilirdi.

CHRISTOPHER G. LANGTON: Doyne Farmer bilimsel akıl danışmanım ve iyi bir arkadaş oldu, ancak şu günlerde onu görmek istediğim kadar sık göremiyorum. Doyne'un yeteneği Los Alamos'da harcandı, LANL'den kaçıp kambiyo ve diğer finansal piyasalarda doğrusal olmayan zaman-serileri öngörü tekniklerini uygulayacak kendi şirketini kuracak uzak görüşlülüğe sahipti. Felsefesi yaklaşımları işe yararsa kendilerini fonlamaya başlayacaklar, böylece Washington'daki fon sağlayacak kalın kafalıları ikna etmesi gerekmeyecek. Uzun vadeli hedefi finansal piyasalarda çok para kazanarak karmaşık sistemler ve yapay yaşam çalışmaları için kendi enstitüsünü fonlayabilmek. Ona bol şans dilerim –elbette tamamen nesnel şekilde.

Beşinci Kısım

BİZDEN ÖTEYE UZANAN BİR ŞEY

Yeni teknoloji yeni algılayışlara denktir. Araçlar yarattıkça onların imgelerinde kendimizi yeniden yaratırız. Newton mekaniği kalbin bir pompaya benzetilmesine yol açtı. Bir nesil önce, sibernetik, bilişim bilimi ve yapay zekâdaki gelişmeyle beyni bir bilgisayar gibi düşünmeye başladık. Deneysel ve epistemolojik olanın yeni bir kesişme noktasına geldik. Çok büyük ölçekte paralel bilgisayarlar ve onlara ilişkin algoritmalardaki yakın zamanlı başarılar kendimize ve evrendeki yerimize dair imgelerimizde esaslı bir etki yapıyor. Von Neumann'ın seri bilgisayar darboğazını aştık.

W. Daniel Hillis bu kitaptaki pek çok fikri başından sonuna bir araya getiriyor: Marvin Minsky'nin zihin toplumu; Christopher G. Langton'ın yapay yaşamı; Richard Dawkins'in gen-merkezli bakışı; Santa Fe'de uygulanan plektik. Büyük ölçekte paralel bilgisayarları olanaklı kılan algoritmaları Hillis geliştirdi. Fizikte başladı, sonra bilgisayar bilimine geçti ve bu alanda devrim yarattı, şimdi evrim araştırmalarında kullanılacak algoritmaları oluşturmaya başladı. Daha iyi ve daha hızlı bilgisayarları daha hızlı tasarlamamıza olanak veren hızlı bilgisayarların oto-katalitik etkisini zekânın evrimine benzer görüyor. Yetmişlerin sonunda MIT'deyken Hillis "bağlantı makinesini" kurdu, entegre devrelerin ve paralel işlemlerini kullanan bir bilgisayar, insan zihninin çalışmasını yakından yansıtıyor. 1983'de Thinking Machines [Düşünen Makineler] isimli paralel mimariyi kullanarak dünyanın en hızlı süper-bilgisayarını inşa etmek için yola çıkan bir bilgisayar şirketi kurdu.

Büyük ölçek paralel bilgisayımsal model bu kitapta sunulan tüm fikirler için kritik. Hillis'in evrim sürecini benzeştirecek kadar hızlı bilgisayarları, rastlantısal talimatlı programların bilgisayımla yeni nesi programlar üretebileceğini gösterdi; ilk "gerçekten" düşünen makineye götürebilecek bir yaklaşım. Hillis'in çalışması sistemler tasarlanmadığında ama evrimleşmelerine –kendilerini inşa etmelerine– izin verildiğinde sonuçtaki bütünün onu meydana getiren kısımlardan büyük olduğunu gösterdi. Birlikte çalışan basit varlıklar kendilerini aşan bazı karmaşık şeyler üretiyor; biyoloji, mühendislik ve fizikteki imaları devasa.

23. Bölüm

W. DANIEL HILLIS
"Tekilliğe Yakın"

MARVIN MINSKY: *Danny Hillis rastladığım buluş becerisi en yüksek kişilerden ve en derin düşünürlerden biri. Bilgisayar biliminde pek çok önemli fikre katkıda bulundu; sadece bu konu değilse de özellikle, paralel bilgisayım alanında. İnsanların sadece seri makinelerde çalışacağına inandığı pek çok algoritmayı aldı ve paralel çalışmaları, yani böylece daha hızlı çalışmaları için yeni yollar buldu. Ne zaman yeni bir fikri olsa bunu sınamak, bunu kullanan makineler yapmak ve ispatta kullanılacak yeni matematiksel yollar keşfetmek için yollar buluyor. Bilgisayar biliminde harika şeyler yaptıktan sonra, evrimle ilgilenmeye başladı ve şimdi ana evrim kuramcılarımızdan biri olma yolunda ilerliyor.*

W. DANIEL HILLIS *bilgisayar bilimcisi; Thinking Machines Corporation'ın kurucularından ve baş bilim insanı; 34 ABD patentine sahip; Artificial Life, Complexity, Complex Systems, and Future Generation Computer Systems gibi pek çok bilimsel yayının editörü; The Connection Machine [Bağlantı Makinesi] adlı, 1985 tarihli kitabın yazarı.*

W. DANIEL HILLIS: Karmaşık davranışlara sahip şeyler yapmaktan hoşlanıyorum. Elbette karmaşık davranış gösteren mutlak şey zihin. Son birkaç yıldır mühendisliğin Kutsal Kasesi sizinle konuşacak, öğrenecek, akıl yürütecek ve yaratacak bir alet inşa etmektir. Bunu yapmanın ilk adımı her gün uğraştığımız basit sıralı ardışık bilgisayarlardan çok farklı bir bilgisayar gerektirir, çünkü bunlar o bilgisayarların gücüne yaklaşamaz. İnsan zihninin tersine, daha çok bildikçe, daha yavaşlarlar, insan zihnininse tam tersi özelliği vardır. Çoğu bilgisayar işleri birer birer yapmak için tasarlanmıştır. Örneğin bir resme baktıklarında resimdeki her noktaya teker teker bakarlar; bir veritabanına baktıklarında tüm olguları teker teker tararlar. İnsan zihni bildiği her şeyde hepsine aynı anda bakmayı başarır ve sonra bir şekilde ilişkili bilgiyi çekip çıkartır. Yapmak istediğim daha çok buna yakın bir bilgisayardı.

Entegre-devre teknolojisini kullanarak insan zihnine daha yakın yapılandırılmış bilgisayarlar inşa edebileceğimiz netleşti; hızla dizilerde çalışmaktansa paralel şekilde aynı zamanda pek çok basit şey yapacaktı. Bu ilke açıktır ki zihinde işlemektedir, çünkü zihin beynin donanımıyla çalışmayı başarır ve beynin donanımı dijital bilgisayarların donanımıyla kıyaslandığında çok yavaştır.

Modern entegre devrelerle, çok ucuza bir şeyi tekrar tekrar çoğaltmak olanaklıdır, böylece basit işleme devrelerini tekrar tekrar çoğaltan ve sonra onların diğer soru örüntüleriyle bağlanmalarına izin veren bir bilgisayar inşa etmeye başladım. Elbette zihnimiz hakkındaki diğer şey eğer beynimizi dilimlersek, nerdeyse sadece bağlantı tellerinden meydana geldiğini görmemiz. Hepsi nöronlar arasındaki bağlantılardır. Tüm bu küçük işleme unsurlarını bağlayan telefon sistemini bilgisayara koymak işin en zor kısmıdır. Bu yüzden makineme "bağlantı makinesi" deniyor. Onu MIT'de tasarladım, ama bir üniversitede inşa etmek için çok büyük ve çok karışık olduğunu fark ettim. Yüzlerce insan ve on milyonlarca dolar gerektirecekti. Böylece 1983'de Thinking Machines Corporation'ı başlattım ve sonraki on seneyi dünyanın en büyük ve en hızlı makinelerini yapan şirket olmakla geçirdik. Komik tarafı, bütün bu bilimsel bilgisayımla o

kadar dikkatimiz dağılmıştı ki başladığım şeyde, düşünen bilgisayarlarda pek dişe dokunur bir ilerleme kaydedemedim.

Düşünen bir makine yapmanın ne gerektireceği konusunda görüşüm son yıllarda değişti. Yola çıktığımızda naifçe zekânın her bir parçasının tasarlanabileceğini düşünmüştüm. İlkede bunun olanaklılığına hala inanıyorum, ama bunu yapmak üç yüz yıl alır. Zeki bir makine yapmanın o kadar çok farklı yönü var ki eğer normal mühendislik yöntemlerini kullansaydık karmaşıklık bizi bunaltacaktı. Bu benim için büyük bir pratik zorluk içeriyor; bu projenin ben hayattayken tamamlanmasını istiyorum.

Öğrendiğim diğer şey çok fazla insanı bir proje üzerinde çalıştırmak ve karmaşayı idare etmenin ne kadar zor olduğu. Bazı anlamlardan, büyük bir bağlantı makinesi insanların şimdiye kadar inşa ettiği en karışık makine. Bağlantı makinesinin birkaç yüz milyar etkin kısmı var, hepsi bir arada çalışıyor ve etkileşim yolları tasarımcıları tarafından bile gerçekten anlaşılmış değil. Bu karmaşıklıkta bir nesne tasarlamanın tek yolu parçalara ayırmak. Bu bölme, şu bölme ve şu bölmeye sahip olacağına karar verip bir grup insanı bunların her birini yapmaya yolladık, kendi bölmelerini tasarlamadan önce ara-yüzlerde anlaşmak zorundaydılar.

Düşünen bir makineyi bu şekilde tasarlamayı düşünün. Marvin Minsky gibi biri diyecektir ki, "Tamam, bir görme bölmesi var, bir akıl yürütme bölmesi var, bir de dilbilgisi bölmesi var, vb." Sonra projeyi bölümlere ayırıp "Tamam, Tommy –MIT'deki Tomaso Poggia– sen git görme bölmesini yap." Steve Pinker'dan dilbilgisi bölmesini ve Roger Schank'tan hikâye bölmesini yapmasını isteriz. Sonra Poggia görme bölmesini alır ve der ki "Tamam, derinlik algılayıcısı bölmesi lazım ve bir de renk-tanıma bölmesine gereksinimimiz var, vb." Sonra derinlik algılayıcı ekibi diyecektir ki "Tamam, odak ipuçlarıyla derinlik algılayan bir bölmeye ve iki mercekle derinlik algılayan bir bölmeye ihtiyacımız var." Bu modülleri yapan on binlerce inşa seçkisini bir hayal edin, böyle tasarlayacaktık. Eğer bir şeyi bu şekilde tasarlarsanız, ayrışması gerekir ve bunun oldukça standartlaşmış arayüzlerden geçmesi gerekir. Beynin aslında bu kadar düzenli

bölümlere ayrılmadığına inanmak için her türlü neden vardır. Eğer genelinde biyolojik sistemlere bakarsanız, çok yüksek seviyede hiyerarşikseler de, bütün bölümler arasında hiyerarşiyi takip etmeyen karmaşık etkileşim kümesi vardır. Ama bizim standart tasarlama yöntemimizin beyni tasarlamak için iyi işlemeyeceğine ikna oldum, ancak denetleyemeyeceğimiz herhangi bir fiziksel ilke sebebiyle değil. Beyin bilişim işleme cihazıdır ve herhangi evrensel bir bilişim işleme cihazının yapamayacağı bir şey yapmaz.

Bu karmaşıklıkta bir şey üretebilecek bu katı mühendislik yaklaşımından başka bir yaklaşım daha var, bu da evrimsel yaklaşım. Biz insanlar tasarlanmamış bir sürecin sonunda üretildik. Artık bilgisayarlarda evrim sürecini benzeştirecek kadar hızlı bilgisayarlara sahibiz. Böylece zeki programların bilgisayarlarda evrimleşebileceği ortamlar kurabiliriz.

Hiçbir şeyden başlayıp bilgisayarlarda evrimleşmiş programlarım var. Rastlantısal yönergeler dizisi koyarak başlıyorsunuz, bu programlar birbirleriyle rekabet ederek, etkileşerek ve birbirleriyle seks yaparak yeni nesil programlar üretiyorlar. Eğer problem çözerek hayatta kaldıkları bir çevreye koyarsanız, o zaman her ardıl nesilde problem çözmede daha iyi hale gelirler ve birkaç yüz bin nesilden sonra problemleri çok iyi çözerler. Bu yaklaşım gerçekten düşünen makine üretmek için kullanılabilir.

En ilginç şeylerden biri daha büyük düzenli şeylerin daha küçük şeylerin etkileşiminden belirmesidir. Çok hücreli bir organizmanın tek hücreli bir organizma için neye benzediğini düşünün. Çok hücreli organizma tek hücreli organizma için anlaşılmaz bir seviyeyle uğraşıyor. Zihnimizin bilişim işlemeyen kısmının büyük oranda bir tür insan yapımı kültürel ürün olmasının olanaklılığını düşünüyorum. Diğer insanlara yakın büyütülmemiş bir insan hiç de zeki bir makine değildir. Bizi zeki yapanın bir kısmı kültürümüz ve birbirimizle etkileşimimizdir. Zeki bir makineyi zeki yapacak şeyin bir kısmı da budur. İnsanlarla etkileşmesi ve insan kültürünün parçası olması lazım.

Biyolojik taraftaysa; evrimin bu basit süreci kendisini karmaşık biyolojik organizmalara nasıl örgütler? Mühendislik tarafından, özelliklerini anladığımız transistor gibi basit devre

açıp kapayıcıları alıp anlamadığımız karmaşık bir şeyi yapmalarına nasıl yol açabileceğimiz. Fiziksel taraftan, basit şeylerin karmaşık şeylere nasıl dönüştüğünü araştırıyoruz. Tüm bu disiplinler özünde aynı şeye ulaşmaya çabalıyor, ama farklı açılardan: bütün nasıl olurda onu meydana getiren parçalardan büyük olur? Nasıl beraber çalışan basit, aptal şeyler kendilerini aşan *karmaşık şeyi üretir*? *Aslında Marvin Minsky'nin* "zihin toplumu" kuramı bunun hakkındadır; Chris Langton'ın "yapay yaşamı" bunun hakkındadır; Dawkins'in evrim incelemesi bunun hakkındadır; beliren özellikleri araştıran fizikçiler temelde buna bakıyorlar; Murray Gell-Mann'ın kuarklar çalışması bunun hakkındadır; bütün bu fikirleri birleştiren ip budur.

Kendimizin ötesine giden bir şey üretmede genel örgütlenme ilkelerini kullanmak için bir yol bulabilecek olmamız fikrinden heyecanlanıyorum. Eğer bilmem kaç milyar yıl ileri atlarsanız Dünya'daki yaşamın tarihinin örüntüsüne uyduğu esnadaki tarihine bakabilirsiniz. İlk önce temel parçacıklar kendilerini kimyaya örgütlediler. Sonra kimya kendisini kendini üreten canlılığa örgütledi. Sonra canlılık kendini çokhücreli organizmalara ve onlar kendilerini dille bağlanmış toplumlara örgütledi. Şimdi toplumlar kendilerini daha büyük birimlere örgütlüyorlar ve birbirlerine teknolojiyle bağlayan bir şey, kendilerinin ötesine giden bir şey üretiyorlar. Bunların hepsi bir zincirdeki adımlar ve bir sonraki adım düşünen makineyi yapmak.

Bana göre dünyadaki en ilginç şey çok sayıda basit, aptal şeyin kendilerini daha üst seviyede davranışa sahip daha karmaşık şeylere nasıl örgütlediği. İlgilendiğim her şey; ister beyin, ister paralel bilgisayarlar ya da fizikteki faz dönüşümü ya da evrim olsun bu örüntüye uyuyor. Tam şimdi, makinelerden zeki davranış elde etme amacıyla bilgisayarda evrim sürecini üretmeye çalışıyorum. Yaptığımız mikro-saniye zaman ölçeğinde yer alan evrimsel süreçleri makinelere koymak. Örneğin en aşırı durumlarda, rastlantısal yörünge dizileriyle başlayıp gerçekten bir program evrimleştirebiliriz; diyelim ki "Bilgisayar, lütfen yüz milyon rastlantısal yörünge dizisi yapar mısın, lütfen. Şimdi tüm bu rastlantısal yönerge dizilerini yürüt, tüm program-

ları ve istediğime en yakın olanı seç." Diğer bir deyişle, başarılı olmasını istediğim şeyi tanımladım, nasıl başarılacağını değil.

Eğer bir programın bir şeyleri alfabetik sıraya koymasını istersem, alfabetik sıralamada en verimli programları bulmak için bu benzeştirilmiş evrimi kullanacağım. Elbette rastlantısal yönerge dizilerinin alfabetik sıraya koyması olası değil, böylece başlangıçta hiçbiri yapmıyor, ama içlerinden biri iki kelimeyi doğru sıraya koyabilir. O zaman bilgisayara "Bu rastlantısal programlardan işi en iyi yapan yüzde onunu al, bunları tut, geri kalanları öldür ve en iyi sıraya koyanları sekse benzer yeniden birleşme süreciyle üret." Çocuklara özellikler kalıtımla geçer, programları alt-yordamlarını taşır. Daha iyi iş yapan programların bileşiminden üretilmiş yeni nesil programlarım var ve diyorum ki "Lütfen süreci yinele, yeniden not ver, bazı mutasyonlar kat, süreci pek çok nesiller boyunca yinele." Bu nesillerin her biri sadece birkaç mili-saniye alıyor, yani bir bilgisayarda birkaç dakikada –karmaşık durumlarda birkaç saatte– milyonlarca yıllık evrimin dengini yapabilirim. Sonunda kesinlikle alfabetik sıraya koymada mükemmel bir program elde ederim ve elle yazabileceğim herhangi bir programdan çok daha etkin. Ama eğer bu programa bakarsam, size nasıl çalıştığını söyleyemem. Tuhaf, garip bir program, ama işi yapıyor, çünkü işi yapan yüzbinlerce programın soyundan geliyor. Aslında bu programların yaşamları işi yapmalarına bağlı.

Programın gerçekten çalıştığını nasıl biliyorum? Alfabetik sıraya koyma durumunda, sınarım. Ama eğer gerçekten önemli bir şeyse? Eğer bu program bir uçağı uçuracaksa? "Vay, nasıl çalıştığı hakkında hiçbir fikrimiz olmayan bir programın bir uçağı uçurması gerçekten ürkütücü bir fikir," diyebilirsiniz. Ama insan pilotla elinizde olan tam da bu; çok benzeri bir yöntemle üretilmiş bir programınız var ve ona çok güveniyoruz. Çok sayıda zeki mühendisin tasarladığı uçağın kendisine çok daha az güvenim var. Bir keresinde Marvin Minsky'yle 747'de uçuyorduk ve koltuğun cebinden güvenlik kartını alıp şu cümleyi okudu, "Bu uçağın size güvenli bir uçuş sunmak için birlikte çalışan yüzbinlerce küçük parçası var." Marvin dedi ki "Bu seni güvende hissettirmiyor mu?"

Karmaşık hale geldiğinde mühendislik süreci çok iyi işlemez. Mühendislikten çok farklı bir süreç, normal mühendislikle yapabildiğimizden çok daha karmaşık şeyler üretmemize izin veren bir süreç kullanan bilgisayarlara bel bağlamaya başlıyoruz. Ama yine de bu sürecin olanaklarını pek anlamıyoruz, yani bir anlamda bizden öne geçiyor. Şimdi bu programları çok daha hızlı bilgisayarlar yapmakta kullanıyoruz, böylece bu süreçleri daha da hızlı işletebileceğiz. Süreç kendi kendisini besliyor. Daha hızlı oluyor. Oto-katalitik. Çok-hücreli organizmalara dönüşen tek hücrelilere benziyoruz. Bizler amipleriz ve yarattığımız şeyin ne olduğuna dair hiçbir fikrimiz yok. Tam geçiş noktasındayız ve bizimle birlikte arkamızdan gelen bir şey var.

Evrimin son ürünü olduğumuzu düşünmemiz fazla kibrimizden. Hepimiz bir sonra ne geliyorsa onu üretiyoruz. Heyecan verici zamanlardayız. Tekilliğe yakınız. Tek hücrelilere yol açan, zekâya yol açan kimya ayinine geri gidin. İlk adım milyarlarca yıl aldı, bir sonraki adım yüz milyonlarca yıl ve böyle devam etti. Onlarca yıl içerisinde bir şeylerin değiştiği evredeyiz ve daha hızlanıyor gözüküyor. Teknoloji hızlı bilgisayarların oto-katalitik etkisine sahip, bu da bizim daha iyi ve daha hızlı bilgisayarlar tasarlamamıza izin veriyor. Çok yakın zamanda –biz hayattayken– olacak bir şeye doğru gidiyoruz ve insanlık tarihinde daha önce olan her şeyden temelde farklı.

İnsanlar gelecek hakkında düşünmeyi bıraktı, çünkü geleceğin çok farklı olacağını fark ettiler. Torunlarının yaşayacağı gelecek o kadar farklı olacak ki normal planlama yöntemleri artık işe yaramıyor. Ben çocukken insanlar 2000 yılında neler olacağını konuşurlardı. Şimdi yüzyılın sonunda insanlar hala 2000 yılında ne olacağını konuşuyor. Ben doğduğumdan beri her yıl gelecek bir yıl daha küçülüyor. Eğer önümüzdeki yüzyılın başında teknolojinin nereye gideceğine bakmak için trendleri kullanırsam anlaşılmaz bir şeylerin olacağı bir nokta geliyor. Belki de zeki makinelerin yaratılışıdır. Belki bizi bütünsel bir organizmaya dönüştüren telekomünikasyondur. Eğer bunun hakkında konuşmaya çalışırsanız kulağa mistik gelir, ama burada son derece pratik sözler söylüyorum. Şu an bir şeylerin olduğunu düşünüyorum –önümüzdeki on yirmi senede de olmaya devam

edecek– bizim için anlaşılmaz, bunu hem korkutucu hem heyecan verici buluyorum.

MARVIN MINSKY: Danny Hillis rastladığım buluş becerisi en yüksek kişilerden ve en derin düşünürlerden biri. Bilgisayar biliminde pek çok önemli fikre katkıda bulundu; sadece bu konu değilse de özellikle, paralel bilgisayım alanında. İnsanların sadece seri makinelerde çalışacağına inandığı pek çok algoritmayı aldı ve paralel çalışmaları, yani böylece daha hızlı çalışmaları için yeni yollar buldu. Ne zaman yeni bir fikri olsa bunu sınamak, bunu kullanan makineler yapmak ve ispatta kullanılacak yeni matematiksel yollar keşfetmek için yollar buluyor. Bilgisayar biliminde harika şeyler yaptıktan sonra, evrimle ilgilenmeye başladı ve şimdi ana evrim kuramcılarımızdan biri olma yolunda ilerliyor. Hikâyeler anlatmakta da iyi. Danny'nin korkunç mekanik becerisi var. Sadece gerekli parçaları nasıl şekillendireceğini ve düzenleyeceğini bilme hissi değil: "sanatçı" denebilecek o ender insanlardan biri. Bir şeyi nasıl kuracağını düşünürken bir oda dolusu malzemenin arasından yürüyüp geçebilir ve aniden çeşitli karışık şeylerin birbirine mükemmel şekilde uyduğunu ve gereken özelliklere sahip olduklarını fark edebilir. Ben kendim de bunda iyiyimdir, ama Danny benden kat kat daha üstün.

DANIEL C. DENNETT: Danny'yle MIT'de yapay zekâ laboratuvarında doktora öğrencisiyken tanışmamızı hatırlıyorum, cesur fikirlerle dolu olduğu çok açıktı. O zamanlardaki özellikle güçlü fikri ana katkılarından birine dönüştürdüğü, bağlantı makinesidir. Olanaklı bilgisayım uzayının farklı bir kısmını kullanmaya muktedir büyük ölçekte paralel mimari fikri vardı. Bu büyük bir alan açıyor.

İngiliz matematikçi Alan Turing'in Turing makinesi kavramıyla yaptığı, tüm olanaklı bilgisayımlar uzayının kısa tanımını sağlamaktı. John von Neumann tarafından geliştirilen makine Turing'in fikrinin mekaniksel gerçekleştirilmesiydi. Bir von Neumann makinesi masanızdaki bilgisayardır; standart seri bilgi-

sayar. Prensipte –tüm pratik amaçlar için evrensel Turing makinesi olan– von Neumann makinesi herhangi bir bilgisayımsal fonksiyonu hesaplayabilir; ancak bekleyeceğiniz bir milyar yılınız yoksa, uzayın ilginç kısımlarını aslında keşfedemezsiniz. Bu mimarinin keşfedebileceği gerçek uzay oldukça sınırlıdır. Bu devasa çok-boyutlu uzaya silinecek kadar ince iplikçikler gönderir. Uzayın diğer kısımlarını keşfetmek için, başka çeşit mimariler keşfetmeniz gerekir. Büyük ölçekli paralel mimariler herkesin ilk, ikinci ve üçüncü tercihidir.

Danny'nin yaptığı ilk değilse bile, ilklerden biri olan gerçekten pratik, gerçekten büyük ölçekli, paralel bilgisayarları yapmaktı. Bir altın akını başlattı. Yeni bir tetkik aletimiz olmuşu, tasarım uzayın daha önce hiç bakılmamış bir kısmına bakıyordu. Danny farklı bilimsel alanlardan insanlara bu fikri satmada ve bazı erken uygulamalarla bu aletin ne kadar güçlü ve heyecan verici olduğunu göstermede çok iyiydi.

CHRISTOPHER G. LANGTON: Danny Hillis tanıdığım en zeki insanlardan biri. MIT'deki bağlantı makinesi fikirlerini ilk kez sergilediği ilk "Yapay Zekâ Notundan" beri onun fikirlerinden etkilendim. Yeni bir alanın görülmemiş kısmına dalıp kısa zamanda bu alanda sanatın-durumunu belirlemede dikkate değer bir yeteneğe sahip. Alanın tam kıyısında yeni problemlere doğru yolunu nerdeyse hemen bulabilir ve yeni, güçlü kavrayışlı katkılar yapabilir. Thinking Machines Inc.'daki işten kendini soyutlayıp bilimsel çalışmalarına devam etmek için zaman ve desteği bulmasını samimiyetle ümit ediyorum. Önemli sonuçlara ereceğine şüphem yok.

FRANCISCO VARELA: Danny hakkında söyleyebileceğim karmaşık sistemleri kesinlikle en iyi halleriyle yapma yolları konusunda en iyi örneklerden biri. Bilgisayım yapmanın bir yolu için büyük bir keşif düşünmekle kalmadı, ama aynı zamanda ticari bir girişim halinde de yerleştirdi. Bağlantı makinesiyle harika bir iş yaptı; örneğin programların küçük böcekler gibi davrandığı benzeştirilen evrimsel alanda yazılımın gerçek ev-

rimi. Birbirleriyle rekabet ediyorlar ve optimal kodu üreten bir tür seçilim var. Bu oldukça etkileyici. Biyolojik evrimle fazla bir ilgisi olduğundan emin değilim, ama çok ilginç yapay bir evrim yaratıyor. Sıra dışı derecede hayal gücü yüksek düşünmenin melez yolu.

Danny'nin düşündüğünü bildiğim bir trend var: yapay dünyalar icat etme fikri ve böylece paralel evrenler yaratma. Bunun henüz başındayız. Aslında şu dereceye kadar ki "yapay yaşam" değil "yapay dünyalar" demeliyiz. Çünkü benzeşime biyolojik fikirleri alma fikrinin ilginç kısmı biyolojik sistemlere ve dünyalarına bütün bir sistem halinde bakmak; iç ve dışın ayrılmamasıyla uğraştığınız sistemler, biyolojik sistemlerin kendisi kadar gerçek bir dünyada yaşamın tam oyununu oynamasına izin verdiğiniz yer.

ROGER SCHANK: Düzgün bir fikri vardı ve büyük ölçekte paralel makineleri çalıştırarak büyük bir sıçrama yaptı. Makinelerinin benim yaptığım şey üzerinde hiç etkisi yok. Değerleri çok fazla anlaşılmış değil. Neden bunlardan birini isteyeceğiniz açık değil. Bir tür girişimci girişim ve ille de pratik fayları yok. Bilgisayarlardaki özü bilgisayımsal güç diye görmedim; sorun onlarla ne yapmak istediğinizi bulmak. Bütün bu paralel makinelerin yaptığı daha hızlı yapmak, ama konu hız değil; asla olmadı.

MURRAY GELL-MANN: Danny Hillis'ten çok hoşlanırım ve son derece saygı duyarım. Sadece bildiğimiz gibi atılgan bir insan olmakla kalmayıp hem de derin bir düşünür, etkili bir düşünür olduğu izlenimdeyim. İşini daha fazla bilmeyi ve anlamayı arzu ederdim. Onu daha çok görmek ve ilgilendiği konular hakkında daha fazla şey öğrenmeyi dört gözle bekliyorum.

OKUMA SEÇKİSİ

1. KISIM

Cronin, Helena. *The Ant and the Peacock*. New York: Cambridge University Press (1992).

Darwin, Charles R. *On the Origin of Species*. Cambridge: Harvard University Press (1859/1964). [*Türlerin Kökeni*, çev. Öner Ünalan, Evrensel Basım Yayın, 2009]

Dawkins, Richard. *The Blind Watchmaker*. New York: W.W. Norton (1986). [*Kör Saatçi*, TUBITAK Yay., çev: Feryal Halatçı, 2010]

_____. *The Extended Phenotype*. New York: Oxford University Press (1982).

_____. *River out of Eden*. New York: Basic Books (1995). [Cennetten Akan Irmak, çev: Sinem Gül, Varlık Yayınları, 2010]

_____. *The Selfish Gene*. 2. basım, New York: Oxford University Press (1989). [*Gen Bencildir*, çev. Asuman Müftüoğlu, TUBITAK Yayınları, 2007]

Dobzhansky, Theodosius. *Genetics and the Origin of Species*. New York: Columbia University Press (1951).

_____. *Mankind Evolving: The Evolution of the Human Species*. New Haven: Yale University Press (1962).

Eigen, Manfred. *Steps Towards Life*. New York: Oxford University Press (1992).

Eldredge, Niles. *Fossils*. New York: Harry N. Abrams (1991).

_____. *The Miner's Canary*. New York: Prentice Hall (1991).

_____. *The Monkey Business*. New York: Washington Square Press (1982).

_____. *Reinventing* Darwin. New York: John Wiley (1995).

_____. *Time Frames: The Rethinking of Darwinian Evolution and the Theory of Punctuated Equilibria*.

New York: Simon & Schuster (1985).

_____. *Unfinished Synthesis*. New York: Oxford University Press (1985).

_____ ve Stephen J. Gould. "Punctuated Equilibria: An Alternative to Phyletic Gradualism," T.J.M.

Schopf, ed., *Models in Paleobiology*. San Francisco: Freeman Cooper (1972).

_____ ve Marjorie Grene. *Interactions*. New York: Columbia University Press (1992).

Ewald, Paul W. "Cultural Vectors, Virulence, and the Emergence of Evolutionary Epidemiology." *Oxford Surveys in Evolutionary Biology* 5 (1988) 215-245.

Fisher, Ronald A. *The Genetical Theory of Natural Selection*. Oxford: Clarendon Press (1930).

Goldschmidt, Richard. *The Material Basis of Evolution*. New Haven: Yale University Press (1940).

Gould, Stephen Jay. *Bully for Brontosaurus*. New York: W.W. Norton (1992).

_____. *Ever Since Darwin*. New York: W.W. Norton (1977). [*Darwin ve Sonrası*, çev. Ceyhan Temürcü, Say Yayınları, 2013]

_____. *The Flamingo's Smile*. New York: W.W. Norton (1985).

_____. *Hen's Teeth and Horse's Toes*. New York: W.W. Norton (1983).

_____. *The Mismeasure of Man*. New York: W.W. Norton (1981). [İnsanın Yanlış Ölçümü, çev: Ebru Kılıç, Versus Yay, 2014]

_____. *Ontogeny and Phylogeny*. Cambridge: Harvard University Press (1977).

_____. *The Panda's Thumb*. New York: W.W. Norton (1980). [*Pandanın Başparmağı*, çev. Ülkün Tansel, Versus Kitap Yayınları, 2010]

_____. *Time's Arrow, Time's Cycle: Myth and Metaphor in the Discovery of Geological Time*. Cambridge: Harvard University Press (1987).

_____. *An Urchin in the Storm*. New York: W.W. Norton (1988). [Fırtınadaki Kirpi, çev: Ebru Kılıç, Versus Yay, 2012]

_____. *Wonderful Life*. New York: W.W. Norton (1989).

_____ ve Richard C. Lewontin. "The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme." *Proc. Roy. Soc. London B 205* (1979) 581-598.

_____ ve Elisabeth S. Vrba. "Exaptation — A Missing Term in the Science of Form." *Paleobiology 8* (1982) 4-15.

Haldane, J.B.S. *The Causes of Evolution*. London: Longmans (1932).

Hamilton, W.D. "The Genetical Evolution of Social Behaviour" (I ve II). *Journal of Theoretical Biology* 7 (1964) 1-52.

_____. "The Moulding of Senescence by Natural Selection." *Journal of Theoretical Biology* 12 (1966) 12-45.

Hull, David L. "Interactors versus Vehicles," ed. H.C. Plotkin, *The Role of Behavior in Evolution*.

Cambridge: MIT Press (1988).
Jones, Steve. *The Language of the Genes: Biology, History, and the Evolutionary Future*. London: HarperCollins (1993).
_____, ed. Robert Martin ve David Pilbeam, *The Cambridge Encyclopedia of Human Evolution*.
Cambridge: Cambridge University Press (1992).
Lewontin, Richard C., Steven Rose ve Leon J. Kamin. *Not In Our Genes*. New York: Pantheon (1984).
Lovelock, James. *Gaia*. New York: Oxford University Press (1979).
Margulis, Lynn. *Early Life*. Boston: Jones & Bartlett (1981).
_____. *The Origin of Eukaryotic Cells*. New Haven: Yale University Press (1970).
_____. *Symbiosis in Cell Evolution*. 2. basım, New York: W.H. Freeman (1993).
_____ ve Dorion Sagan. *Microcosmos*. New York: Simon & Schuster (1986).
_____. *Mystery Dance*. New York: Summit Books (1991).
_____. *Origins of Sex*. New Haven: Yale University Press (1986).
_____ ve Karlene V. Schwartz. *Five Kingdoms: An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth*. 2. basım, San Francisco: W.H. Freeman (1988).
Maynard Smith, John. *Did Darwin Get It Right?* London: Chapman & Hall (1989).
_____. *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge: Cambridge University Press (1982).
_____. *The Evolution of Sex*. Cambridge: Cambridge University Press (1978).
_____. *The Problems of Biology*. Oxford: Oxford University Press (1986).
Mayr, Ernst. *The Growth of Biological Thought*. Cambridge: Harvard University Press (1982).
_____. *Toward a New Philosophy of Biology*. Cambridge: Harvard University Press (1988).
Medawar, Peter. *The Limits of Science*. New York: Harper & Row (1984).
_____. *Memoir of a Thinking Radish*. Oxford: Oxford University Press (1988).
Nesse, Randolph, M.D. ve George C. Williams. *Why We Get Sick*. New York: Times Books (1995).
Simpson, George Gaylord. *The Major Features of Evolution*. New

York: Columbia University Press (1953).
_____. *The Meaning of Evolution*. New Haven: Yale University Press (1949).
_____. *Tempo and Mode in Evolution*. New York: Columbia University Press (1944).
Snow, C.P. *The Two Cultures*. Cambridge: Cambridge University Press (1993). [İki Kültür, çev. Tuncay Birkan, TUBITAK Yayınları, 2010]
Sober, Elliott. *The Nature of Selection*. Cambridge: MIT Press (1984).
Stanley, Steven M. *Children of the Ice Age*. New York: Crown (1995).
_____. *The New Evolutionary Timetable*. New York: Basic Books (1981).
Stebbins, G.L. *Variation and Evolution in Plants*. New York: Columbia University Press (1950).
Sturtevant, A.H. "On the Effects of Selection on Social Insects." *Quarterly Review of Biology* 13 (1938) 74-76.
Thompson, D'Arcy W. *On Growth and Form*. Cambridge: Cambridge University Press (1917).
Trivers, Robert. *Social Evolution*. Menlo Park CA: Benjamin/Cummings (1985).
Vrba, Elisabeth S. ve Niles Eldredge. "Individuals, Hierarchies, and Processes: Towards a More Complete Evolutionary Theory." *Paleobiology* 10 (1984) 146- 171.
Waddington, C.H. *The Evolution of an Evolutionist*. Edinburgh: Edinburgh University Press (1975).
_____. *The Nature of Life*. London: Allen & Unwin (1962).
_____. *The Strategy of the Genes*. London: Allen & Unwin (1957).
Weismann, August. "The All-Sufficiency of Natural Selection: A Reply to Herbert Spencer." *Contemporary Review* 64 (1893) 309-338, 596-610.
Williams, George C. *Adaptation and Natural Selection: A Critique of Some Current Evolutionary*
Thought. Princeton: Princeton University Press (1966).
_____. *Natural Selection: Domains, Levels, and Challenges*. New York: Oxford University Press (1992).
_____. *Sex and Evolution*. Princeton: Princeton University Press (1975).
Wilson, Edward O. *The Diversity of Life*. Cambridge: Harvard University Press (1992).
_____. *On Human Nature*. Cambridge: Harvard University Press (1978).

_____. *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge: Harvard University Press (1975).

Wright, Sewall. "Adaptation and Selection," *Genetics, Paleontology, and Evolution*, ed. G.L. Jepson E. Mayr ve G.G. Simpson, Princeton: Princeton University Press (1949).

_____. "Evolution in Mendelian Populations." *Genetics* 16 (1931) 97-159.

_____. "Tempo and Mode in Evolution: A Critical Review." *Ecology* 26 (1945) 415-419.

Wynne-Edwards, V.C. *Animal Dispersion in Relation to Social Behaviour*. Edinburgh: Oliver & Boyd (1962).

2. KISIM

Chomsky, Noam. *Knowledge of Language*. New York: Praeger (1986). [*Bilgi Sorunları ve Dil*, çev: Veysi Kılıç BGST Yayınları, 2009]

Dennett, Daniel C. *Brainstorms*. Montgomery VT: Bradford Books (1978).

_____. *Consciousness Explained*. Boston: Little, Brown (1991). [Açıklanan Bilinç, Alfa Bilim dizisinden basıma hazırlanıyor]

_____. *Content and Consciousness*. London: Routledge & Kegan Paul (1969).

_____. *Elbow Room: The Varieties of Free Will Worth Wanting*. Cambridge: MIT Press/Bradford (1984).

_____. *The Intentional Stance*. Cambridge: MIT Press/Bradford (1987).

Dreyfus, Hubert. *What Computers Can't Do*. 2. basım, New York: Harper & Row (1979).

_____ ve S.E. Dreyfus. *Minds Over Matter*. New York: The Free Press (1986).

Hofstadter, Douglas R. ve Daniel C. Dennett. *The Mind's I*. New York: Bantam (1982). [*Aklın G'özü*, çev. Füsun Doruker, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, 2009]

Humphrey, Nicholas. *Consciousness Regained*. Oxford: Oxford University Press (1983).

_____. *A History of the Mind*. New York: Simon & Schuster (1992).

_____. *The Inner Eye*. London: Faber & Faber (1986).

_____. "`Interest' and `Pleasure': Two Determinants of a Monkey's Visual Preferences." *Perception* 1 (1972) 395-416.

Jacob, François. *The Possible and the Actual*. Seattle: University of Washington Press (1982).

Levelt, Willem. *Speaking*. Cambridge: MIT Press/Bradford (1989).
Maturana, Humberto D. ve Francisco J. Varela. *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*. Boston: D. Reidel (1980).
_____. *The Tree of Knowledge*. Boston: New Science Library (1987).
Minsky, Marvin. *The Society of Mind*. New York: Simon & Schuster (1986).
_____ ve Seymour Papert. *Perceptrons*. Gözden geçirilmiş basım, Cambridge: MIT Press (1987).
Moravec, Hans. *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence*. Cambridge: Harvard University Press (1988).
Papert, Seymour. *Mindstorms*. New York: Harper & Row (1981).
Penrose, Roger. *The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics*. New York: Oxford University Press (1989). [*Kralın Yeni Usu*, çev. Tekin Dereli, TUBITAK Yayınları, 1999]
_____. *Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness*. New York: Oxford University Press (1994).
Pinker, Steven. *The Language Instinct*. New York: William Morrow (1994).
_____. *Learnability and Cognition: The Acquisition of Argument Structure*. Cambridge: MIT Press (1989).
____ ve Paul Bloom. "Natural Language and Natural Selection." *Behavioral and Brain Sciences* 13 (1990) 707-784.
Schank, Roger. *The Connoisseur's Guide to the Mind*. New York: Summit Books (1991).
_____. *Tell Me a Story*. New York: Scribners (1990).
_____ ve R. Abelson. *Scripts, Plans, Goals, and Understanding: An Inquiry into Human Knowledge Structures*. Hillsdale NJ: Erlbaum (1977).
_____ ve Peter Childers. *The Cognitive Computer*. Reading MA: Addison-Wesley (1988).
_____. *The Creative Attitude: Learning to Ask and Answer the Right Questions*. New York: Macmillan (1988).
Searle, John. *Minds, Brains, and Science*. Cambridge: Harvard University Press (1984).
_____. *The Rediscovery of the Mind*. Cambridge: MIT Press (1992).
Varela, Francisco J. *Principles of Biological Autonomy*. New York: Elsevier North Holland (1979).
_____, Evan Thompson ve Eleanor Rosch. *The Embodied Mind*. Cambridge: MIT Press (1992).

3. KISIM

Barrow, John D. ve Frank J. Tipler. *The Anthropic Cosmological Principle*. New York: Oxford University Press (1986).

Davies, Paul. *The Cosmic Blueprint*. New York: Simon & Schuster (1989).

_____. *The Edge of Infinity*. New York: Simon & Schuster (1981).

_____. *God and the New Physics*. New York: Simon & Schuster (1983). [*Tanrı ve Yeni Fizik*, çev: Barış Gönülşen, Alfa Bilim Dizisi, 2014]

_____. *The Last Three Minutes: Conjectures about the Ultimate Fate of the Universe*. New York: Basic Books (1994). [*Son Üç Dakika*, çev: Sinem Gül, Varlık Yay, 1999]

_____, editör *The New Physics*. Cambridge: Cambridge University Press (1989).

_____. "A New Science of Complexity." *New Scientist* 26 Kasım 1988.

_____. *Other Worlds*. London: Dent (1980).

_____. *The Physics of Time Asymmetry*. Berkeley: University of California Press (1974).

_____. *Space and Time in the Modern Universe*. Cambridge University Press, Cambridge, 1977.

_____. *Superforce*. New York: Simon & Schuster (1984).

_____ ve John Gribbin. *The Matter Myth*. New York: Simon & Schuster (1992).

Gribbin, John ve Martin Rees. *Cosmic Coincidences: Dark Matter, Mankind, and Anthropic Cosmology*. New York: Bantam (1989).

Guth, Alan. *The Inflationary Universe*. Reading: Addison-Wesley (1997).

Hawking, Stephen W. *A Brief History of Time: From the Big Bang to Black Holes*. New York: Bantam (1988).

Pagels, Heinz R. *The Cosmic Code: Quantum Physics As the Language of Nature*. New York: Simon &

Schuster (1982). [*Kozmik Kod*, çev: Nehize Bahar, Doruk Yay, 2003]

_____. *Perfect Symmetry*. New York: Simon & Schuster (1985).

Rees, Martin. *Our Home Universe*. New York: Oxford (1997).

Smolin, Lee. *The Life of The Cosmos*. New York: Oxford (1997). [*Evrenin Yaşamı*, Alfa Bilim Dizisinden basıma hazırlanıyor]

Smoot, George ve Keay Davidson. *Wrinkles in Time*. New York: William Morrow (1994).

Weinberg, Steven. *Dreams of a Final Theory*. New York: Pantheon

(1992). [*Bir Ötesi Olmayan Kuram Düşleri*, Evrim Yay., çev: Ömür Akyüz, 2007]

_____. *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Universe*. Güncellenmiş basım, New York: Basic Books (1988). [İlk Üç Dakika, çev: Zekeriya Aydın, Zeki Aslan, Kırmızı Kedi Yay., 2014]

4. KISIM

Farmer, J. Doyne, Tomaso Toffoli ve Stephen Wolfram, ed. "Cellular automata." *Physica* 10D Amsterdam (1984).

_____, ed. "Evolution, Games, and Learning: Models for Adaptation in Machines and Nature." *Physica* 22D Amsterdam (1986).

Gell-Mann, Murray. *The Quark and the Jaguar*. New York: W.H. Freeman (l994).

Holland, John H. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. Ann Arbor: University of Michigan Press (1975).

Kauffman, Stuart *A. Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*. New York:

Oxford University Press (1993).

_____ ve George Johnson. *At Home in the Universe*. New York: Oxford University Press (1995).

Langton, Christopher G., ed. *Artificial Life*. Reading MA: Addison-Wesley (1989).

_____, Charles Taylor, J. Doyne Farmer ve Steen Rasmussen, ed. *Artificial Life II*. Reading MA: Addison-Wesley (1992).

Pagels, Heinz R. *Dreams of Reason: The Computer and the Rise of the Sciences of Complexity*. New York: Simon & Schuster (1988).

Toffoli, Tomaso ve Norman Margolus. *Cellular Automata Machines*. Cambridge: MIT Press (1987).

5. KISIM

Hillis, W. Daniel. The Connection Machine. Cambridge: MIT Press (1985).

_____. "Intelligence as an Emergent Behavior," *Artificial Intelligence*, Stephen Graubard, ed.

Cambridge: MIT Press (1988).

DİZİN

Adaptation and Natural Selection: A Critique of Some 32, 36, 39, 45, 46
Adler, Mortimer 26
AIDS 44, 213
Animal Dispersion in Relation to Social Behavior 39
Ant and the Peacock, The (Cronin) 60
antropoloji 233
Artificial Life (Langton) 377
Ashtekar, Abhay 288, 298
Aspects of the Theory of Syntax (Chomsky) 174
At Home in the Universe (Johnson ve Kauffman) 332
atmosfer gazları 139
Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living (Maturana ve Varela) 208
Axelrod, Bob 320

bağışıklık sistemi 209, 210, 212, 217, 313
bağlantıcı programlar 182
bencil gen 73, 74, 91
Beş Alem kavramı 136
beyaz delik 280
biçim-uzayı 68, 96
Budizm 214, 219
Bully for Brontosaurus (Gould) 32, 49
Bunch, Tim 305
Büyük patlama 23, 252, 270, 277, 278, 366

Cain, Arthur 34, 55
Calvincilik 103
Cambridge Encyclopedia of Human Evolution, The 110
Carr, Bernard 273, 292
Chesterton, G.K. 206
Chomsky, Noam 173, 176, 178, 195, 224
Clarke, Bryan 111
COBE uydusu 267, 306
Cohen, Jack 107
Coleman, Sidney 269
Connection Machine, The (Hillis) 377
Connoisseur's Guide to the Mind, The (Schank) 166
Consciousness Explained (Dennett) 26, 180, 201, 219
Consciousness Regained (Humphrey) 198
Content and Consciousness 180
Cosmic Coincidences: Dark Matter, Mankind, and Anthropic Cosmology (Gribbin and Rees) 262
Cowan, George 104
Cowan, Jack 340
Creative Attitude, The: Learning to Ask and Answer the Right Questions (Schank ve Childers) 166

Cybernetics (Wiener) 160

Danielli, James F. 135
Degler, Carl 233
de Sitter, Willem 305
Deutsch, David 244
Dirac, P.A.M. 273
DNA 33, 41, 76, 112, 116, 337, 351, 363
Dover, Gabriel 122
Dreyfus, Hubert 189
Dynamic Memory (Schank) 166

Early Life (Margulis) 128
Eigen, Manfred 70
Einstein, Albert 15, 27, 89, 186, 238, 255, 283
Elbow Room: The Varieties of Free Will Worth Wanting (Dennett) 180
embriyoloji 32, 80, 106
Emperor's New Mind, The: Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics (Penrose) 238
Eudemonic Pie, The (Bass) 373
evrenbilim 19, 263, 277, 278, 296, 300, 304, 328
evrenin evrimi 261, 280
Ewald, Paul 43

Fadiman, Clifton 25
Farhi, Edward 281
Farmer, J. Doyne 311, 359, 372
faz dönüşümü 269, 271, 350, 354
fenotip 59, 73, 77, 83, 91
Feynman, Richard 27, 141, 244
Fisher, R.A. 98
Five Kingdoms: An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth (Margulis and Schwartz) 128
Flamingo's Smile, The (Gould) 49
Flores, Fernando 164
Fontana, Walter 313, 363
fosiller 37
Fossils (Eldredge) 118
Freud, Sigmund 153, 155

Gaia hipotezi 17, 35, 85, 138
genetik çeşitlilik 112, 113
genetik damga 43
God and the New Physics (Davies) 303
Goodwin, Brian 33, 68, 80, 220, 312
Gödel, Kurt 256
Gribbin, John 262, 303
Guendelman, Eduardo 280

Hall, John 137
Hameroff, Stuart 245
Hamilton, William D. 38, 75, 98
Hawking, Stephen 239, 251, 274, 293
Hebb, Donald 160
Hebb sinapsları 160
Heisenberg, Werner 15, 287
HIV 44, 45
Hilbert'in onuncu problemi 242
Holism (Smuts) 115
How the Leopard Changed Its Spots (Goodwin) 95
Hoyle, Fred 273
Hubble, Edwin 15

Illusion of Beauty, The (Humphrey) 201
Inflationary Universe, The (Guth) 276
Isham, C.J. 238
İnsancı ilke (antropik ilke) 259, 292

Jacob, François 336
Johnson, George 332
Jones, Steve 22, 33, 68, 94, 106, 110, 111
Jones topları 112

Kant, Immanuel 27, 181
kara madde 259, 260
Kartezyen Tiyatro 156
kelebek etkisi 333
kendi kendini var etme 215, 216, 217, 218, 220, 221
kladist 100, 124
kozmogoni 264, 328
kronobiyoloji 96
kuantum kuramı 239, 241, 246, 249, 254, 261, 281, 287, 301, 302
kuantum ölçümü 239
kuark 311, 323, 325, 327
kültürel memler 79

Lamarck, Jean-Baptiste 31
Language Instinct, The (Pinker) 222
Language Learnability and Language Development 222
Language of the Genes: Biology, History, and the 110
Leibniz, Gottfried Wilhelm 289

Marx, Karl 15, 73, 91, 114
Mathematical Biophysics (Rashevsky) 160
Matter Myth, The (Davies and Gribbin) 303
McGill, Jim 370
Miner's Canary, The (Eldredge) 118
Moravec, Hans 188
morfogenez 68, 101
morfoloji 59, 68, 91, 92, 106, 220, 231
Morgan, Daniel 281
Morgan, Thomas H. 145
motilite proteinleri 138
Moylin, Donna 29
mutonlar 76
Mystery Dance (Margulis ve Sagan) 128

Natural Language and Natural Selection (Pinker ve Bloom) 236
Nesse, Randolph 36, 43
Nielsen, Holgar 296
Nietzsche, Friedrich Wilhelm 29

Oettinger, Anthony 159
omega 284
On Growth and Form (Thompson) 102
Ontogeny and Phylogeny (Gould) 49
Ontology and Phylogeny (Gould) 32
ontoloji 119, 352
Origin of Eukaryotic Cells, The (Margulis) 128
Origin of Mitosing [Eukaryotic] Cells, The (Margulis) 134
Origins of Sex (Margulis and Sagan) 128
Other Worlds (Davies) 303
Our Home Universe (Rees) 262
ökaryotik hücreler 128, 137, 140, 245
önermeler matematiği 161
öz-bağışıklık hastalıkları 213

Packard, Norman 356
Papert, Seymour 153, 160
Paramecium aurelia 134
Perceptrons (Minsky and Papert) 160
Perelson, Alan 363
Physics of Time Asymmetry (Davies) 304
plektik 311, 314, 315
Polchinski, Joseph 281
prokaryot (prokaryotik hücreler) 128, 136, 144

Quantum Fields in Curved Space (Birrell ve Davies) 305
Quantum Gravity : A Second Oxford Symposium (Isham, Penrose ve Sciama, ed.) 238
Quark and the Jaguar, The: Adventures in the Simple 314

Rashevsky, Nicholas 160
Rasmussen, Steen 313
rastlantısal çeşitleme (mutasyon) 105
refleksif (öz-farkındalık) 198
rekonlar 76
River out of Eden (Dawkins) 73
Robson, Simon 129
Rovelli, Carlo 289
Russell, Bertrand 180
Ryle, Gilbert 189

Sagan, Dorion 128
salyangozlar 111
Santa Fe Enstitüsü 248, 311
Schopf, Tom 53
Schwartz, John 327
sembiyogenez 134
Shakespeare, William 205, 235
Shannon, Claude 350
Sharp, Dave 363
sıçramalı denge 32, 34, 49, 58, 119, 126, 127, 131, 187
sibernetik 152, 211, 369
sicim kuramı (süpersicim) 254, 256, 260, 281, 291, 301, 326
Sidorowich, Sid 370
Simberloff, Dan 53
simbiyogenez 133, 138
Simon, Herbert 161
sinir sistemi 209, 210, 212, 245
sirke sineği 114
sistron 77
Snow, C.P. 205
Sober, Elliott 60
Society of Mind, The (Minsky) 151
sosyobiyoloji 55, 90, 187
Southern, Ed 111
Spencer, Herbert 65, 367
Spinors and Space-time (Penrose ve Rindler) 238
Steps Toward Artificial Intelligence (Minsky) 162
Steps Towards Life (Eigen) 70
Stewart, Ian 107
Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator (Stokastik Nöral Analog Güçlendirici Hesaplayıcısı) 160
Symbiosis in Cell Evolution (Margulis) 128
Syntopicon, The (Adler) 26
şişen evren 17, 265

Taylor, Brian 90
Techniques of Differential Topology in Relativity (Penrose) 238
Tell Me A Story (Schank) 166
tema-örgütlenme paketleri (TOP) 167
Tempo and Mode in Evolution (Simpson) 39, 64
termodinamik sistemler 350
Thompson, D'Arcy 33, 102, 106
Time Frames: The Rethinking of Darwinian Evolution 118
Tinbergen, Niko 75
Toffoli, Tomas 362
Trivers, Robert 43
Turing, Alan 183
twistor kuramı 239, 254
Two Cultures, The (Snow) 15, 16

Understanding the Present (Appleyard) 23
uyarlanım 47, 50, 51, 52, 69, 71, 144, 175, 255
uyarlanımcılık 52, 53, 61, 65, 72, 123, 187

vaka tabanlı akıl yürütme 168
Vision in a Monkey without Striate Cortex (Weiskrantz ve Humphrey) 200

Waddington, C.H. 98, 353
Wallace, Alfred Russell 43
Wallin, Ivan Emanuel 133

Watson, James 351
Weinberg, Steven 273, 314, 325
Welles, Sam 37
Wendroff, Burton 362
What Mad Pursuit (Crick) 248
Wheeler, John Archibald 293, 298, 300, 304
Whitehead, Alfred North 102, 161
Whittaker, Robert H. 136
Why We Get Sick (Nesse ve Williams) 36
Wiener, Norbert 15, 160, 211
Wiesel, Torsten 197, 204
Winfree, Arthur 97, 340
Winograd, Terry 164, 217
Wolfram, Stephen 182, 362
Wonderful Life (Gould) 32, 49, 65, 356
Wright, Sewall 31, 39
Wynne-Edwards, V.C. 39, 48

yapay zekâ 148, 149, 152, 153, 161, 164, 165, 166, 169, 180, 181, 182, 189, 257, 330, 346

zihin toplumu kuramı 162, 180, 187

2715 | ALFA | BİLİM | 88

ÜÇÜNCÜ KÜLTÜR
Bilimsel Devrimin Ötesi

John Brockman, Richard Dawkins, Stephen Jay Gould, Roger Penrose, Daniel C. Dennett, Steven Pinker, Marvin Minsky, Murray Gell-Mann, Stuart Kauffman, Alan Guth, Paul Davies, Lee Smolin, George. C. Williams, Brian Goodwin, Niles Eldredge, Lynn Margulis, Marvin Minsky, Roger Schank, Nicholas Humphrey, Francisco Varela, Martin Rees, Christopher G. Langton, J. Doyne Farmer, W. Daniel Hillis, Steve Jones

YELDA TÜREDİ

Boğaziçi Üniversitesi Kimya Mühendisliği mezunudur. Türkçeye kazandırdığı başlıca eserler şunlardır: *İstanbul'u Dolaşırken, Büyük Satranç Tahtası, Einstein: Bilim Dünyasından Bir Hayat, Darwin: Bilim Dünyasından Bir Hayat, Stephen Hawking: Bilim Dünyasından Bir Hayat, Güvenen Beyin*

ÜÇÜNCÜ KÜLTÜR

BİLİMSEL DEVRİMİN ÖTESİ

Editör

JOHN BROCKMAN

C. P. Snow'un *İki Kültür* kitabında bir tarafta yazınsal aydınlar, diğer tarafta bilim insanlarından oluşan iki kültür tanımlanmıştı. Bunun ötesine geçen *Üçüncü Kültür* yeni bir harekettir. *Üçüncü kültür,* iki kültürün arasındaki boşluğu doldurmaya adaydır. Günümüzde bilimsel kültür artık toplum yaşamının ayrılmaz bir parçasıdır. Nasıl ki klasikleri okumak kültür atmosferimizin vazgeçilmez bir bileşeniyse, Hubble'ın, Einstein'ın, Darwin'in eserleri de öyledir.
www.edge.org etrafında toplanan Edge düşünürlerine göre aydının toplumdaki rolü iletişimi de içerir. Aydınlar sadece bir şeyler bilen kişiler değil, farklı görüşleri sentezleyen ve nesillerinin düşüncelerini şekillendiren insanlardır. *Üçüncü Kültür* yazarlarının hedefinde bu sentezlerini halka aktarmak da vardır; onlar yeni kamu aydınlarıdır. Günümüzde artık entelektüeller kaos kuramından, fizikten, moleküler biyolojiden, yapay zekadan, yapay yaşamdan, nöral ağlardan, büyük patlamadan, evrenin kaderinden, süper sicimlerden, biyoçeşitlilikten, nanoteknolojiden, insan genomundan, sıçramalı evrimden, bulanık mantıktan, Gaia hipotezinden, sanal gerçeklikten vb habersiz kalma lüksüne sahip değildir. Bunlar, gezegendeki herkesin hayatını etkileyecek konular. Bu konulardan habersiz kalan aydınlar topluma bir şey aktaramaz, fikir üretemez.

"Bilim insanları ve akademisyenlerin özgün fikirlerini diğer alanlardaki kişilerce okunan kitaplarla iletmeleri fikrini takdir ediyorum."

–Richard Dawkins

"*Çift Sarmal*'dan sonra bilim üzerine yazılmış en önemli kitap."

–Robert Matthews, *New Scientist*

"Üçüncü kültürü değerlendirmenin en iyi yolu, "Hiç birden fazla kültür var mıydı?" diye sormaktır."

–Steve Jones

20 00 TL

ALFA
www.alfakitap.com
/alfakitap
/alfakitap

BİLİM KÜLTÜRÜ
ISBN 978-605-171-021-1