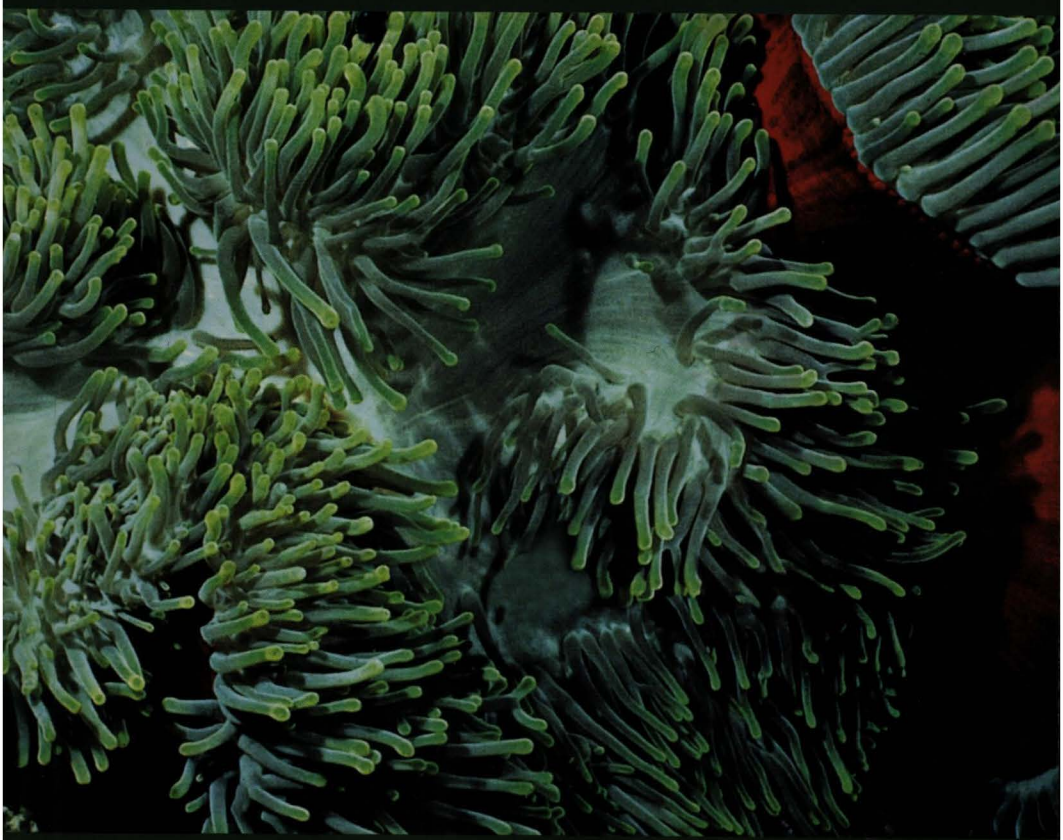
" Yaşam ve Canlılık kendini nasıl biçimlendiriyor?" Sorusuna Yeni Bir Bakış...

YENİ BİR YAŞAM BİLİMİ

Morfik Rezonans Hipotezi



Rupert Sheldrake

YENİ BİR YAŞAM BİLİMİ

MORFİK REZONANS HİPOTEZİ

Geleneksel biyoloji ve fiziğin açıklamalarına meydan okuyan birçok fenomenler bulunmaktadır. Örneğin bir laboratuvardaki fareler belli bir labirentte yollarını bulmayı öğrendiklerinde başka bir yerdeki fareler bu işi daha kolay yapabilmektedir. Rupert Sheldrake bu süreci morfik rezonans olarak tanımlıyor: Shaldrake'e göre organizmaların geçmiş biçimleri ve davranışları, zaman ve uzayı aşan direk bağlantılarla sonraki organizmaları direk olarak etkilemektedir. Yaşam ve şuur hakkındaki birçok temel kavramlarımızı sorgulayan Sheldrake doğanın düzenli faaliyetini değişmez yasalardan ziyade alışkanlıklar olarak yorumlamaktadır.
Yeni Bir Yaşam Bilimi ilk yayınlandığında bilimsel çevrelerde geniş yankılar uyandırmış ve özellikle yenilikçi bilim adamları tarafından büyük takdirle karşılanmıştır. Bunun ardından tartışmalar alevlenmiş ve araştırmacılar Sheldrake'in hipotezini test etmek için deneyler tasarlamışlardır. Elinizdeki genişletilmiş baskıda bu gelişmeler de yer almaktadır.

"Darwin'in evrim teorisi kadar geniş yankılar uyandıracak bir çalışma."
Brain / Mind Bulletin

"Biyolojik ve fiziksel gerçekliğin yapısı hakkında önemli bir bilimsel araştırma."
New Scientist

"Evrim fikrine geleneksel olmayan bir yaklaşımla bakan, cesur ve harekete geçirici bir hipotez."
Arthur Koestler, *The Lotus and the Robot ve Ghost in the Machine* kitaplarının yazarı

"Cambridge kökenli araştırmacı biyolog Sheldrake tutarlı önermeleriyle bilimsel geleneği rahatsız ediyor."
Utne Reader

Dr. Rupert Sheldrake Cambridge Üniversitesi biyoloji ve Harvard Üniversitesi felsefe bölümlerinden mezundur. Royal Society'de araştırma üyeliği ve Cambridge Clare College'de biyokimya ve hücre biyolojisi bölüm başkanlığı yapmıştır. 1974-78 yılları arasında Haydarabad'daki Araştırma Enstitüsü'nde baş fizyolog olarak çalışan Sheldrake birçok makale ve kitaplar yazmış, araştırmaları dünya çapında büyük ilgi görmüştür.
Rupert Sheldrake, eşi ve iki oğlu ile birlikte Londra'da yaşamaktadır.

ISBN 975-8519-18-2
9 789758 519187

YENİ BİR YAŞAM BİLİMİ

Rupert Sheldrake

YENİ BİR YAŞAM BİLİMİ

Çeviren
Sezer Soner

EGE META YAYINLARI

Kitabın orijinal adı
A New Science of Life
The Hypothesis of Morphic Resonance

Copyright © 1981, 1987, 1995 by Rupert Sheldrake

Bu Kitabın Türkçe Yayın Hakları Rupert Sheldrake'in izniyle
DÖNÜŞÜM BASIM YAYIN TANITIM TİC. LTD. ŞTİ.'ne aittir.
Yazılı İzin Alınmadan Hiçbir Alıntı Yapılamaz ©
İzmir, 2001

ISBN 975-8519-18-2

• **İç Baskı**
Kurtiş Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. Şti.
Küçük Ayasofya Cad. Akbıyık Değirmeni Sok.
Kapıağası İşhanı 33/6 Sultanahmet / İstanbul
Tel: (0 212) 518 11 28 Faks: (0 212) 517 40 10

• **Kapak Baskı**
Sevgi Ofset Matbaacılık & Ambalaj San. ve Tic. Ltd. Şti.
1479 Sk. No: 22/E Kenet Sitesi - Alsancak / İzmir
Tel & Fax: (0 232) 463 70 20 - 463 31 85

• Cilt
Güven Mücellit ve Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. Şti.
Küçük Ayasofya Cad. Akbıyık Değirmeni Sok.
Kapıağası İşhanı No: 33/C Sultanahmet / İstanbul
Tel: (0 212) 518 10 64

• **Kapak Tasarımı**
Şenay HACIOĞLU

• **Yayın**
DÖNÜŞÜM BASIM, YAYIM, TANITIM TİC. LTD. ŞTİ.
Kıbrıs Şehitleri Cad. 1452 Sok. No: 7/A Alsancak / İZMİR
Tel: (0 232) 421 44 49 • Fax: (0 232) 422 72 12
e-mail: egemeta@ixir.com

İçindekiler

SUNUŞ 9

ÖNSÖZ 11

GİRİŞ 15

1 BİYOLOJİNİN ÇÖZÜLMEMİŞ SORUNLARI 21

1.1 Başarının Arka Plânı 21

1.2 Morfogenez İle İlgili Sorunlar 23

1.3 Davranış 28

1.4 Evrim 30

1.5 Yaşamın Kökeni 31

1.6 Fiziksel Açıklamanın Sınırları 32

1.7 Psikoloji 33

1.8 Parapsikoloji 35

1.9 Sonuçlar 36

2 ÜÇ MORFOGENEZ KURAMI 41

2.1 Tanımsal ve Deneysel Araştırma 41

2.2 Mekanikçilik 44

2.3 Vitalizm 53

2.4 Organikçilik 62

3 BİÇİMİN NEDENLERİ 69

3.1 Biçim Sorunu 69

3.2 Biçim ve Enerji 74

3.3 Kimyasal Yapıların Öngörülmesi 79

3.4 Biçimlendirici Nedensellik 87

4 MORFOGENETİK ALANLAR 93
4.1 Morfogenetik Germler 93
4.2 Kimyasal Morfogenez 96
4.3 "Olasılık Yapıları" Olarak Morfogenetik Alanlar 101
4.4 Biyolojik Morfogenezde Probabilistik Süreçler 104
4.5 Biyolojik Sistemlerde Morfogenetik Germler 108
5 GEÇMİŞTEKİ BİÇİMLERİN ETKİSİ 113
5.1 Biçimlerin Sürekliliği ve Yinelenmesi 113
5.2 Zaman-ötesi Nedensel Bağlantıların Genel Olabilirliği 115
5.3 Morfik Rezonans 116
5.4 Geçmişin Etkisi 118
5.5 Azalmış Bir Morfik Rezonansın İmaları 124
5.6 Olası Bir Deneysel Araştırma 127
6 BİÇİMLENDİRİCİ NEDENSELLİK ve MORFOGENEZ 133
6.1 Ardışık Morfogenezler 133
6.2 Morfogenetik Alanların Polaritesi 134
6.3 Morfogenetik Alanların Büyüklükleri 136
6.4 Morfogenez Süresince Morfik Rezonansın Artan Spesifikleşmesi 137
6.5 Biçimlerin Korunumu ve Kararlılığı 138
6.6 Fiziksel "düalizm"le İlgili Bir Not 139
6.7 Biçimlendirici Nedensellik Hipotezinin Bir Özeti 141
7 BİÇİMİN KALITIMI 147
7.1 Genetik ve Kalıtım 147

7.2 Değişikliğe Uğramış Morfogenetik Germler 149
7.3 Değişikliğe Uğramış Morfogenez Yolları 153
7.4 Baskınlık 155
7.5 Familya Benzerlikleri 159
7.6 Çevresel Etkiler ve Morfik Rezonans 159
7.7 Kazanılmış Karakteristiklerin Kalıtımı 161
8 BİYOLOJİK BİÇİMLERİN EVRİMİ 166
8.1 Yeni-Darwinci Evrim Kuramı 166
8.2 Mutasyonlar 170
8.3 Kreodların Birbirinden Uzaklaşması 171
8.4 Kreodların Bastırılması 174
8.5 Kreodların Yinelenmesi 176
8.6 Diğer Türlerin Etkisi 179
8.7 Yeni Biçimlerin Kökeni 181
9 HAREKETLER ve MOTOR ALANLAR 183
9.1 Giriş 183
9.2 Bitkilerin Hareketleri 184
9.3 Amipsi Hareket 189
9.4 Uzmanlaşmış Yapıların Yinelenen Morfogenezi 189
9.5 Sinir Sistemleri 191
9.6 Morfogenetik Alanlar ve Motor Alanlar 194
9.7 Motor Alanlar ve Duyular 199
9.8 Regülasyon ve Rejenerasyon 201
10 İÇGÜDÜ ve ÖĞRENME 205
10.1 Geçmiş Eylemlerin Etkisi 205
10.2 İçgüdü 209
10.3 İşaret Uyaranları 210

10.4 Öğrenme 213
10.5 Doğuştan Gelen Öğrenme Eğilimleri 218
11 DAVRANIŞIN KALITIMI ve EVRİMİ 221
11.1 Davranışın Kalıtımı 221
11.2 Morfik Rezonans ve Davranış: Deneysel Bir Araştırma 223
11.3 Davranışın Evrimi 231
11.4 İnsan Davranışı 235
12 DÖRT OLASI SONUÇ 241
12.1 Biçimlendirici Nedensellik Hipotezi 241
12.2 Değiştirilmiş Materyalizm 242
12.3 Bilinçli Benlik 244
12.4 Yaratıcı Evren 249
12.5 Aşkın (transandantal) Gerçeklik 250
EKLER 253
Ek 1 Yorumlar ve Zıt Fikirler 253
Ek 2 Tartışmalar 287
Ek 3 Yarışmalar 306
Ek 4 Deneyler 309
BİBLİYOGRAFYA 319

Sunuş

Yaşam ve canlılık olgusu derinlemesine incelendiğinde ortaya çıkan sonuçlar, beraberinde daha karmaşık ve cevaplanması güç soruları getirmektedir: Canlı organizmaların esas yapısını teşkil eden maddî elementler nasıl böylesine şuurlu bir şekilde organize olabilmişlerdir? Yaşamın kökeni ve amacı nedir? Canlılar türlerine özgü karakteristik özellikleri nasıl kazanmıştır? vb...

Tüm bu soruların cevapları pek çok farklı plâtformda araştırılmıştır ve bu araştırmalar devam etmektedir. Günümüzde özellikle genetik alanındaki araştırmalar hayli ilerlemiş olmakla birlikte henüz tüm soruları cevaplandıramamaktadır. Fakat şimdiden görülebildiği kadarıyla genetik ve biyoloji 21. yüzyılın en gözde araştırma alanlarından biri hâline gelecek gibidir.

Her alanda olduğu gibi bu bilim alanında da kesin kabul edilen ve artık değiştirilemez bir "inanç" hâline dönüşmüş temel fikirleri sorgulayan yürekli birkaç insan çıkmıştır. İşte Rupert Sheldrake bunlardan biridir.

Rupert Sheldrake Cambridge Üniversitesi'nde biyoloji ve bitki fizyolojisi alanında eğitim görmüş yetenekli bir bilim adamıdır. Elinizdeki bu kitap onun ilk çalışmasıdır ve yayınlandığı andan itibaren tüm dünya üzerinde çok geniş yankılar uyandırarak kısa sürede pek çok ülkede yayınlanmıştır.

Sheldrake bu kitabında temel olarak biyolojinin çözümü zor bazı sorunları üzerinde durmaktadır. Kendisinin ortaya koymuş olduğu "biçimlendirici nedensellik" ve "morfik rezonans hipotezleriyle" pek çok bilim adamının üzerine gitmekten çekindikleri birçok konuyu izah etmektedir.

Rupert Sheldrake'i Türk okurlarına ilk kez tanıtmaktan do-

layı mutluyuz. Bu tip öncü eserleri sizlerle tanıştırmak için çalışmalarımızı sürdürüyoruz.

Sheldrake'in bu önemli çalışmasını özüne sadık bir dille Türkçe'ye kazandıran Sn. Sezer Soner'i yürekten kutlar, kendisine çok teşekkür ederiz.

Ege Meta Yayınları

Önsöz

Biyologların büyük bir çoğunluğu canlı organizmaların yalnızca bilinen fizik ve kimya yasalarınca yönetilen karmaşık makinelerden başka bir şey olmadıklarını kesin bir gerçekmiş gibi kabul ederler. Ben de aynı bakış açısını paylaşmaktaydım. Ancak yıllar içinde böyle bir varsayımın doğrulanmasının zor olduğunu fark etmeye başladım. Çünki çok küçük bir kısmı bile gerçekten kavrandığında, yaşam fenomeninin -en azından bir kısmının- fiziksel bilimler tarafından şimdiye dek tanınmamış bazı yasalara veya faktörlere bağlı olduğu bir olasılığın mevcut olduğu görülür.

Biyolojinin çözümlenmemiş sorunları üzerinde düşündükçe, bu geleneksel yaklaşımın boş yere kısıtlayıcı olduğuna daha çok inanır hale geldim. Kafamda daha geniş bir yaşam biliminin olası taslaklarını oluşturmayı denemeye başladım. Bu süreç içinde sonraki sayfalarda ileri sürülen hipotez derece derece şekillendi. Herhangi bir yeni hipotez gibi bu hipotez de aslında spekülatiftir ve değerleri yargılanmadan önce deneysel olarak test edilmesi de gerekli olacaktır.

Bu sorunlara yönelik ilgim, bilim, felsefe ve din arasındaki alanları incelenmekle uğraşan bir grup bilim adamı ve filozofla, başlangıcı 1966 yılına dayanan ilişkilerim aracılığıyla alevlendi. "Epifani Filozofları" (Epiphany Philosophers) denilen bu grup Cambridge'de ve Norfolk kıyısında Burnham Overy Staithe, Tower Mill'de kaldıkları sürede gerçekleştirilen seminerler ve resmi olmayan toplantılarda, tartışmalar için birçok olanak sağlamıştır. Bu grubun üyeleri arasında, özellikle Prof. Richard Braithwaite, Bayan Margeret Masterman, Sayın Geoffrey ve eşi

Gladys Keable, Bayan Joan Miller, Dr. Ted Bastin, Dr. Christopher Clarke ve grubun üç ayda bir yayımlanan dergisi *Theoria to Theory*'nin editörü Prof. Dorothy Emmet'a teşekkür borçluyum.

"Yarı-Kurak Tropikal Kuşak için Uluslararası Ürün Araştırma Enstitüsü (Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics)" için Hindistan'da görev yaptığım 1974-1978 yılları arasında Haydarabad'da dostlar ve meslektaşlarla oldukça değerli tartışmalar yaptım, üstelik Bayan J. B. S. Haldane cömert bir şekilde büyük kitaplığını kullanmama izin verdi.

Bu kitabın ilk taslağı Tamil Nadu'nun Trichinopology Bölgesinde Shantivanam Aşram'ında kaldığım bir buçuk yılda yazıldı. Orada rahat biçimde kalmamı sağlayan topluluk üyelerine ve bu çalışmayı ithaf ettiğim Dom Bede Griffiths'e çok minettarım. Bombay'daki British Council Library'den Bayan Dina Nanavathy ise bütün iyi niyetiyle bana gereksinim duyduğum kitapları sağlamıştır.

İngiltere'ye döndükten sonra, ikinci taslağın yazımı ve düzeltilmesinde dostlarımın öneri ve yüreklendirmelerinin yanı sıra çeşitli kopyaları okuyan elliden fazla kişinin eleştirileri ve yorumları da bana büyük ölçüde yardımcı oldu. Özellikle Bay Anthony Appiah, Dr. John Beloff, Prof. Richard Braithwaite, Dr. Keith Campbell, Bayan Jennifer Chambers, Dr. Christopher Clarke, Dufferin ve Ava Markizi, Prof. Dorothy Emmet, Dr. Roger Freedman, Dr. Alan Gauld, Dr. Brian Goodwin, Dr. John Green, Bay David Hart, Prof. Mary Hesse, Bayan Gladys Keable, Dr. Richard LePage, Bayan Margaret Masterman, Prof. Michael Morgan, Bay Frank O'Meara, Bay Jeremy Prynne, Bay Anthony Ramsay, Bayan Jillian Robertson, Dr Tsui Sachs, Prof. W. H. Thorpe, F. R. S., Dr. Ian Thompson, Bayan R. Tickell (Renée Haynes), Peder E. Ugarte, S. J., ve Dr. Norman Williams'a özellikle teşekkür etmek isterim.

Bu kitaptaki çizimleri ve diyagramları yaptığı için Dr. Keith Roberts'a çok minnettarım. Dr. Peter Lawrence Şekil 17'deki çi-

zimde kullandığım meyve sineklerini, Bay Brian Snoad ise Şekil 18'de gösterilen bezelye yapraklarını bütün iyi niyetleriyle bize ulaştırdılar.

Taslakları daktilo eden Bay Muhammed İbrahim, Bayan Pat Thoburn ve Bayan Eithne Thompson'a ve provaları okumadaki yardımları için Bayan Jenny Reed'e de teşekkür ederim.

Haydarabad
Mart 1981

Giriş

Günümüzde biyoloji konusundaki geleneksel yaklaşım canlı organizmaları fiziko-kimyasal makineler olarak gören ve yaşamın tüm fenomenlerini fizik ve kimya prensipleriyle açıklanabilir kabul eden mekanik hayat görüşü tarafından biçimlendirilmiştir.[1] Bu mekanistik paradigma[2] hiç de yeni değildir; aslında bir yüzyılı aşkın bir süredir kültürümüze hâkim durumdadır. Pek çok biyoloğun bu yaklaşıma sarılmaya devam etmesinin temel nedeni bunun işe yarıyor olmasıdır: bu yaklaşım, yaşam süreçlerinin fiziko-kimyasal mekanizmalarıyla ilgili soruların yöneltilip yanıtlanabildiği bir düşünce çerçevesi sağlamaktadır.

Bu yaklaşımın "genetik şifrenin çözülmesi" gibi çarpıcı başarılarla sonuçlandığı gerçeği, kendi lehine sağlam bir iddia ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, eleştirilerde bulunan kişiler insan davranışı da dahil olmak üzere bütün yaşam olgularının tamamen mekanistik bir şekilde açıklanabileceğinden kuşku duymak için geçerli nedenler olduğunu ileri sürmüşlerdir.[3] Fakat mekanik yaklaşımın yalnızca uygulamada değil, prensipte de son derece sınırlı olduğu kabul edilse bile tamamıyla terk edilmesi o kadar kolay değildir. Çünkü o hâlen deneysel biyolojiye uygulanabilecek tek yaklaşım modelidir ve hiç şüphesiz pozitif bir alternatif ortaya çıkana kadar da izlenmeye devam edilecektir.

Mekanistik kuramı genişletebilecek ya da bunun ötesine geçebilecek olan herhangi bir yeni kuram, yaşamın bugün fiziksel bilimlerce tanınmayan nitelik ya da faktörler içerdiğini öne sürmekten daha fazlasını yapmak zorundadır. Bu nitelik ya da faktörlerin ne tür olduklarını, nasıl çalıştıklarını ve bilinen fiziko-

kimyasal süreçlerle ilişkilerinin ne olduğunu açıklaması gerekecektir.

Mekanistik kuramı yumuşatmanın en basit yolu, yaşam fenomeninin fiziksel bilimlerce bilinmeyen ve canlı organizmalardaki fiziko-kimyasal süreçlerle etkileşim halinde olan yeni tür nedensel faktörlere bağlı olduğunu varsaymak olabilecektir. Bu vitalist (yaşamsalcı) kuramın değişik versiyonları içinde bulunduğumuz yüzyıl süresince ileri sürüldü[4], ama hiçbiri test edilebilecek öngörüler yapmayı ya da yeni deney türleri önermeyi başaramadı. Sir Karl Popper'ın dediği gibi, "bir kuramın bilimsel konumunun ölçütü yanlışlanabilirliği, reddedilebilirliği ya da test edilebilirliğidir"[5] ifadesi doğruysa, vitalizm şu ana kadar yeterlilik kazanmayı başaramamış demektir.

Organistik ya da holistik felsefe bize mekanik teorinin daha köktenci bir biçimde gözden geçirilmesinin nasıl olabileceği hakkında bir görüş açısı sunmaktadır. Bu felsefe, evrendeki her şeyin önceden olageldiği gibi, tepeden tırnağa atomların belli özellikleriyle veya varsayıma dayalı nihaî bir madde parçacığı gerçeğiyle açıklanabileceğini reddeder. Bunun aksine hiyerarşik olarak organize olmuş sistemlerin varlığını kabul eder. Bu sistemler, her bileşik düzeyde, parçalarının sergilediği özelliklere dayanarak tümüyle anlaşılması mümkün olmayan niteliklere sahiptir ve her düzeyde bütün, kendisini oluşturan parçaların toplamından daha fazla bir şeydir. Bu bütünler *organizmalar* olarak düşünülebilir. Ancak buradaki organizma terimi yalnızca hayvanları, bitkileri, organları, dokuları ve hücreleri değil, aynı zamanda kristalleri, molekülleri, atomları ve atomaltı parçacıkları da kapsayacak derecede geniş anlamda kullanılmaktadır. Bu felsefenin etkileri hem biyolojik hem de fiziksel bilimlerde makine paradigmasından organizma paradigmasına giden bir değişimi ortaya çıkarmıştır.A. N. Whitehead'ın o ünlü sözündeki gibi: "Biyoloji daha büyük organizmaların araştırılmasıdır; oysa fizik daha küçük organizmaların incelenmesidir".[6]

Bu organizmik felsefenin değişik biçimleri 50 yıldan daha fazla bir süre boyunca biyologlar da dahil olmak üzere birçok yazar tarafından savunulmuştur.[7] Ancak organikçilik doğa bilimleri üzerinde yüzeysel olmaktan öte bir etkiye sahip olacaksa, test edilebilir öngörüler ortaya çıkarabilmek zorundadır. Ancak şimdiye kadar bu şekilde yapılmamıştır.[8]

Bu başarısızlığın nedenleri, en açık hâliyle, organizmik felsefenin en etkili olduğu biyoloji alanları, yani embriyoloji ve gelişim biyolojisinde örneklenmektedir. Bugüne dek ileri sürülen en önemli organizmik kavram *morfogenetik alanlar*la ilgili olandır.[9] Bu alanların, embriyoların ve diğer gelişmekte olan sistemlerin karakteristik biçimlerinin ortaya çıkışını açıklamaya ya da betimlemeye yardımcı oldukları sanılmaktadır. Buradaki sorun bu kavramın anlam belirsizliği içinde kullanılmasıdır. Terimin kendisi biçimin gelişiminde rol oynayan yeni bir fiziksel alan türünün varlığına işaret eder gibi görünmektedir. Fakat bazı organistik kuramcılar, halihazırda fizik tarafından tanınmayan yeni bir tür alanın, yaratığın ya da faktörün varlığını öne sürdüklerini reddetmekte,[10] bunun yerine bu organistik terminolojiyi karmaşık fiziko-kimyasal sistemler için kullandıkları yeni bir yol olarak görmektedirler.[11] Bu yaklaşımın bizi ileriye götürebilmesi pek muhtemel değildir. Morfogenetik alanlar kavramı, bizi ancak gelenesel mekanik teoriden farklı birtakım deneylenebilir öngörülere götürürse, pratik bir bilimsel değere sahip olabilir. Morfogenetik alanların ölçülebilir etkilere sahip oldukları düşünülmedikçe bu tip öngörüler de gerçekleştirilemez.

Bu kitapta ileri sürülen hipotez morfogenetik alanların gerçekten ölçülebilir fiziksel etkilere sahip oldukları fikrine dayanmaktadır. Belirli morfogenetik alanların yalnızca biyoloji dünyasında değil, aynı zamanda kimya ve fizik alanlarında da her karmaşıklık düzeyindeki sistemlerin karakteristik biçimi ve organizasyonundan sorumlu olduğunu öne sürmektedir. Bu alanlar, enerjetik bir bakış açısından bakıldığında, belirsiz ya da olasılık-

çı (probabilistic) olduğu görünen olaylarla ilişkisi olan sistemleri düzenlemektedir; fiziksel süreçlerin enerjetik açıdan olası sonuçları üzerinde örüntülü kısıtlamalar getirmektedirler.

Morfogenetik alanlar materyal sistemlerin organizasyonu ve biçiminden sorumluysa, kendileri de karakteristik yapılara sahip olmak zorundadırlar. Öyleyse, bu alan-yapıları nereden gelmektedir? İleri sürülen yanıt bunların daha önceki benzer sistemlerle ilişkili olan morfogenetik alanlardan türedikleridir: bütün geçmiş sistemlerin morfogenetik alanları, sonraki herhangi bir benzer sistem için bugünü oluşturur; eski sistemlerin yapıları, hem uzay hem de zaman içinde etkinlik gösteren kümülatif bir etkiyle sonradan gelen benzer sistemleri etkiler.

Bu hipoteze göre sistemlerin organize olma biçimlerinin nedeni, benzer sistemlerin geçmişte de bu biçimde organize olmuş olmasıdır. Örneğin, karmaşık bir organik kimyasalın molekülleri karakteristik bir biçimde kristalleşir, çünkü aynı madde daha önce de bu şekilde kristalleşmiştir; bir bitki, kendi türünün karakteristik biçimini alır, çünkü türünün önceki üyeleri de bu biçimi almıştır; bir hayvan içgüdüsel olarak belirli bir biçimde davranır, çünkü benzer hayvanlar da daha önceden bu şekilde davranmışlardır.

Bu hipotez, organizasyonun biçimleri ve örüntülerinin yinelenmesiyle ilgilidir; bu biçimlerin ve örüntülerin kökeni sorunu ise kapsamının dışında kalmaktadır. Bu soru birkaç değişik biçimde cevaplanabilir, fakat bunların tümü yinelenme meselesiyle eşit derecede bağlantılı görünmektedir.[12]

Bu hipotezden çıkarılabilecek bir dizi deneysel sonuç vardır ki, bunlar geleneksel mekanik teoriden çok farklıdır. Tek bir örnek yeterli olacaktır: bir hayvan, söz gelimi bir fare, yeni bir davranış biçimini gerçekleştirmeyi öğrenirse, sonraki benzer herhangi bir farenin (aynı cins, benzer koşullarda yetiştirilmiş, vb.) aynı davranış örüntüsünü gerçekleştirmeyi daha çabuk öğrenmesi yönünde bir eğilim olacaktır. Bu işi yapmayı ne kadar çok

sayıda fare öğrenirse, sonraki benzer bir farenin bunu öğrenmesi de o kadar kolaylaşacaktır. Böylelikle, örneğin, Londra'daki bir laboratuarda yeni bir işi yapmak için binlerce fare eğitilirse, başka herhangi bir yerdeki laboratuarda bulunan benzer fareler aynı işi çok daha çabuk bir şekilde yapmayı öğreneceklerdir. Başka bir laboratuarda, diyelim ki New York'da, farelerin öğrenme hızı Londra'daki farelerin eğitilmesinden önce ve sonra ölçüldüğünde, ikinci durumda test edilen farelerin birinci durumda test edilenlerden daha hızlı öğrenmeleri gerekecektir. Bu etkinin iki laboratuar arasında bilinen hiçbir fiziksel bağlantı ya da iletişim biçiminin bulunmadığı bir durumda meydana gelmesi gerekmektedir.

Böylesi bir ön kabul olasılık dışı ya da saçma olarak nitelendirilebilir. Yine de fareler üzerindeki laboratuar çalışmalarından, öngörülen etkinin gerçekten meydana geldiği yönünde, dikkat çekmeye yetecek kadar kanıt şimdiden bulunmaktadır.[13]

Biçimlendirici nedensellik (formative causation) adı verilen bu hipotez, fiziksel ve biyolojik olguyla ilgili var olan birçok kuramınkinden radikal bir biçimde farklı olan bir yoruma yol açmakta ve oldukça iyi bilinen bazı sorunların yeni bir ışık altında görülmesini sağlamaktadır. Elinizdeki kitapta bu hipotez genel hatlarıyla ortaya konmuş, bazı imaları tartışılmış ve deneysel olarak araştırılabilecek yönleri teklif edilmiştir.

Notlar

1 Özellikle açık bir gösterim için, bkz Monod (1972).

2 Kuhn'un önerdiği anlamda (1962).

3 Örneğin, Russell (1945); Elsasser (1958); Polanyi (1958); Beloff (1962); Koestler (1967); Lenartowicz (1975); Popper ve Eccles (1977); Thorpe (1978).

4 Örneğin, Driesch (1908); Bergson (1911a,b). Vitalist yaklaşımla ilgili bir tartışma için, bkz. Sheldrake (1980b).

5 Popper (1965), s.37.

6 Whitehead (1928).

7 Örneğin, Woodger (1929); von Bertalanffy (1933); Whyte (1949); Elsasser (1966); Koestler (1967); Leclerc (1972).

8 "Biyolojide İndirgeme Sorunları" hakkındaki yakın tarihli bir konferansta, biyolojik araştırmaların takibi konusunda organizmik yaklaşımın anlamlı herhangi bir farklılık gösteremediği, *uygulamada* mekanikçiler ve organikçiler arasındaki yaygın bir anlaşmayla gösterilmiştir. Bu durum, katılımcının, "biyologlar arasındaki indirgemeci - indirgemeci karşıtı tartışmaların biyolojinin yönü üzerinde, tıpkı felsefecilerin soyut anlamda yaptıkları benzer tartışmalar kadar, çok az bir ilgi ya da etkiye sahip olabileceğini" gözlemlemesine yol açmıştır. (Ayala ve Dobzhansky, editörler, 1972, s.85).

9 Klâsik bir anlatı Weiss'de (1939) bulunabilir.

10 Örneğin, Elsasser (1966, 1975); von Bertalanffy (1971).

11 Örnek olması için C. H. Waddington ve R. Thom arasındaki tartışmaya bakınız: Waddington (editör) (1969), s.242.

12 Bu nokta elinizdeki kitabın son bölümünde tartışılmaktadır.

13 Bu kanıtlar daha sonra Kısım 11.2'de tartışılmaktadır.

1 Biyolojinin Çözülmemiş Sorunları

1.1 Başarının Arka Plânı

Mekanistik anlamda biyolojik araştırmaların amacı T. H. Huxley tarafından yüz yıldan daha uzun bir süre önce aşağıdaki tanımlamada özellikle açık bir şekilde dile getirilmiştir:

> "Zoolojik fizyoloji hayvanların işlevleri ya da eylemlerine dair bir öğretidir. Bu öğreti hayvan bedenlerini, çeşitli güçler tarafından yönlendirilen ve doğanın sıradan güçleri açısından ifade edilebilen belli bir iş miktarını gerçekleştiren makineler olarak kabul eder. Fizyolojinin son hedefi maddenin moleküler güçleriyle ilgili yasalardan, bir yandan morfoloji, diğer yandan da ekolojinin gerçeklerini çıkarmaktır."[1]

Fizyoloji, biyokimya, biyofizik, genetik ve moleküler biyoloji alanlarında daha sonrasında görülen gelişmelerin hepsi bu fikirlerin gölgesinde şekillenmiştir. Birçok açıdan, bu bilimler parlak başarılar elde etmiştir, ama hiçbiri moleküler biyoloji kadar başarılı olmamıştır. DNA'nın yapısının ortaya çıkarılması, "genetik şifrenin çözülmesi" ve protein sentezi mekanizmasının açıklanması mekanistik yaklaşımın geçerliliğinin etkileyici birer doğrulanışı gibi görünmektedir.

Mekanistik yaklaşımın en açık ve en etkili savunucuları moleküler biyologlardır. Bu teoriyle ilgili açıklamaları genellikle vitalist ve organizmik kuramların kısa yoldan reddedilmesiyle

başlar. Bunlar, mekanistik biyoloji ilerledikçe giderek geri çekilmek zorunda olan "ilkel" inançların kalıntıları olarak tanımlanır. Bu açıklamalar daha sonrasında aşağıdaki satırlarla devam etmektedir:[2]

Genetik materyal DNA'nın kimyasal yapısı ve buna bağlı olarak proteinlerdeki amino asit dizilerini kodlayan genetik şifre artık bilinmektedir. Protein sentezinin mekanizması da önemli ayrıntılarıyla anlaşılmış durumda. Artık birçok proteinin yapısı ortaya çıkarıldı. Her enzim proteindir ve enzimler bir organizmanın metabolizmasını meydana getiren biyokimyasal reaksiyon döngülerini ve karmaşık zincirleri katalize eder. Metabolizma, enzimik etkinlik oranıyla düzenlenebildiği bilinen birkaç mekanizma ve biyokimyasal geribildirimle kontrol edilmektedir. Proteinler ve nükleik asitler, virüsler ve ribozomlar gibi yapıları oluşturacak biçimde kendiliğinden bir araya gelir. Proteinlerin çeşitli özelliklerinin yanı sıra, lipit zarlar gibi diğer fiziko-kimyasal sistemlerin de özellikleri konusunda bilinenlerin ışığında, ilke olarak, canlı hücrelerin özellikleri de tam olarak açıklanabilmektedir.

Hakkında çok az şey bilinmekte olan farklılaşma ve gelişim sorunlarının çözümü de protein sentezinin kontrolünü anlamakta yatmaktadır. Belirli metabolik enzimlerin ve diğer proteinlerin sentezinin kontrol edilme biçimi Escherischia coli bakterisinde ayrıntılarıyla anlaşılmıştır. Protein sentezinin kontrolü daha yüksek organizmalarda daha karmaşık mekanizmalarla gerçekleşmektedir, ancak bunlar da kısa bir süre içinde açıklık kazanacaktır. Sonuç olarak, farklılaşma ve gelişim, genleri ya da gen gruplarını "açan" ya da "kapayan", kimyasal olarak işleyen bir dizi "anahtar" çerçevesinde açıklanabilecektir.

Canlı organizmaların çeşitli kısımlarının, bütünün işlevlerine uyum gösterme biçimi ve canlı organizmaların yapı ve davranışlarında görülen amaçlılık, doğal ayıklanmanın izlediği rastgele genetik mutasyonlar bağlamında açıklanabilir; örneğin, bir or-

ganizmanın hayatta kalma ve üreme yetisini artıran genlerin seçilecek; zararlı mutasyonların ise ayıklanacak olması gibi. Bu şekilde, yeni-Darwinci evrim kuramı amaçlılığı açıklayabilir; herhangi bir gizemli "vital faktör"ün işin içine karıştığını varsaymak bütünüyle gereksizdir.

Merkezî sinir sisteminin işleyişi hakkında da oldukça az şey bilinmektedir, ama biyokimya, biyofizik ve elektro-fizyolojideki ilerlemeler, eninde sonunda bugün zihin dediğimiz şeyi beyindeki fiziko-kimyasal mekanizmalar çerçevesinde açıklayabilecektir. Böylelikle, canlı organizmalar, ilke olarak, fizik ve kimya açısından tam olarak açıklanabilir durumdadır. Gelişimin mekanizması ve merkezî sinir sistemi hakkındaki bugünkü bilgisizliğimiz, bu sorunların son derece karmaşık olması yüzündendir; ancak moleküler biyoloji konusunda yeni ve etkili kavramlarla silâhlanıp, bilgisayar modellerinin de yardımını aldıktan sonra, artık, bu konular da daha önce düşünülmesi bile mümkün olmayan bir biçimde ve bir ölçekte ele alınabilecektir.

Geçmiş başarıların ışığında bakıldığında, biyolojinin bütün sorunlarının eninde sonunda mekanistik bir şekilde çözülebileceği yönündeki bu iyimserliği anlamak güç değildir. Ancak mekanistik açıklamanın başarılı olma şansı hakkında gerçekçi bir fikir tarihsel ekstrapolasyondan (bilinene dayanan tahmin) daha fazlasına dayanmak zorundadır; bu yalnızca biyolojinin göze çarpan sorunları ve bu sorunların akla uygun bir şekilde çözülebilme biçimlerini gözden geçirdikten sonra oluşturulabilir.

1.2 Morfogenez (morphogenesis) İle İlgili Sorunlar

Biyolojik morfogenez "canlı organizmalarda karakteristik ve belirli (spesifik) biçimin ortaya çıkışı" olarak tanımlanabilir.[3] İlk

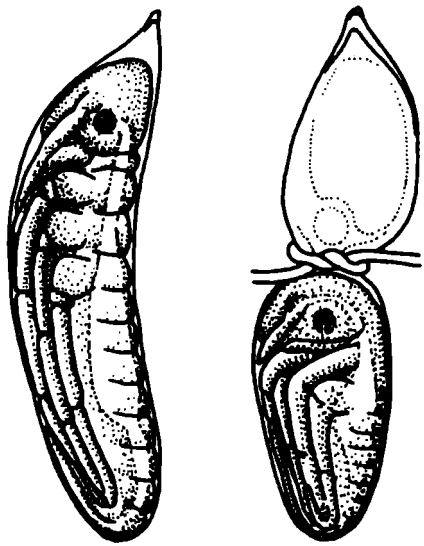
sorun tam olarak sözü geçen biçimin ortaya çıkmasıdır. Biyolojik gelişim *epigenetiktir*; yani, gelişimin başlangıcında yumurtada zaten bulunan yapıların açılması ya da gelişimi çerçevesinde açıklanamayan yeni yapıların görünmesidir.

İkinci sorun gelişmekte olan birçok sistemin yeniden düzenleme (regülasyon) yetisine sahip olmasıdır; diğer bir deyişle gelişmekte olan bir sistemin bir parçası alınacak (ya da fazladan bir parça eklenecek) olursa sistem aşağı yukarı normal bir yapı üretecek biçimde gelişmeyi sürdürür. Bu olguyla ilgili klâsik kanıt 1890'larda H. Driesch'in denizyıldızı embriyoları üzerinde yaptığı deneylerde elde edilmiştir. İki hücreli evresinde, gelişiminin ilk dönemlerindeki bir embriyonun hücrelerinden biri öldürüldüğünde, geriye kalan hücre yarım bir denizyıldızı değil, küçük ama eksiksiz bir denizyıldızı meydana getirmektedir. Benzer biçimde, dört hücreli evresinde bulunan embriyolar, bir, iki ya da üç hücresi yok edildikten sonra da küçük ama eksiksiz organizmalar hâlini alır. Diğer yandan, gelişimlerinin ilk dönemlerindeki iki genç denizyıldızı embriyosunun birleştirilmesi tek bir dev denizyıldızının gelişmesiyle sonuçlanmıştır.[4]

Regülasyon gelişmekte olan birçok sistemde gösterilmiştir. Bununla birlikte, gelişme ilerledikçe, farklı bölgelerin son biçimleri belirlenmiş olduğu için, bu kapasite çoğunlukla yitirilmektedir. Ancak, determinasyonun (belirlenme) ilk evrelerde meydana geldiği sistemlerde bile, örneğin böcek embriyolarında, regülasyon yumurtanın zarar görmesinden sonra da görülebilmektedir (Şekil 1).

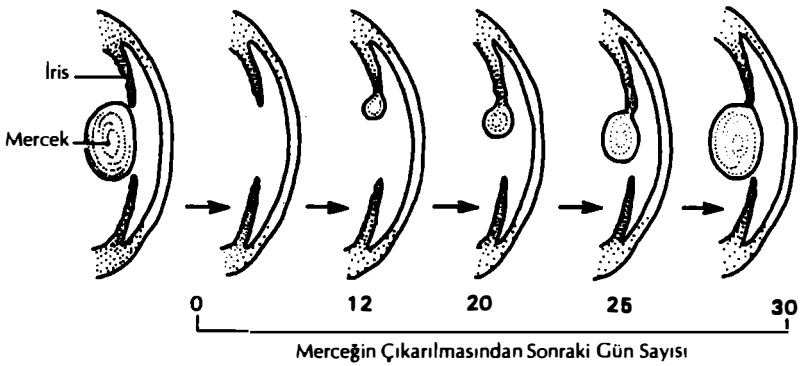
Bu tip sonuçlar, gelişmekte olan sistemlerin, morfolojik bir hedefe doğru ilerlediklerini, bu hedefi belirleyen ve sistemin bazı parçaları çıkarılıp gelişimin normal akışı altüst edilse bile, kendilerinin bu hedefe ulaşmalarını olanaklı kılan bazı özelliklere sahip olduklarını göstermektedir.

Üçüncü sorun yenilenmeyle ilgilidir, organizmalar zarar görmüş olan yapılarını bu sayede yeniler ya da onarırlar. Bitkiler



Şekil 1: Bir regülasyon örneği. Soldaki kız böceği Platycnemis pennipes'in normal bir embriyosudur. Sağdaki ise bırakıldıktan kısa bir süre sonra orta yerinden bağlanan bir yumurtanın alt yarısından ortaya çıkan küçük ama eksiksiz bir embriyodur. (Weiss, 1939).

yenilenme konusunda insanı hayrete düşüren yetiler göstermektedir; aynı durum aşağı düzey birçok hayvan için de söz konusudur; örneğin, bir yassı solucan birkaç parça hâlinde kesilirse, bu parçaların her biri eksiksiz bir solucan oluşturacak biçimde kendini yenileyebilir. Birçok omurgalı bile yenilenme konusunda şaşırtıcı yeteneklere sahiptir; örneğin, bir semenderin göz merceği ameliyatla alınırsa, göz bebeğinin kenarından yeni bir mercek gelişir (Şekil 2); normal embriyonik gelişimdeyse mercek oldukça farklı bir biçimde deriden oluşmaktadır. Bu tür yenilenme ilk kez G. Wolff tarafından ortaya çıkarılmıştır; Wolff doğada kaza sonucu gerçekleşmesi mümkün olmayan bir mutilasyon (bozulma) türünü özellikle seçmişti; böylelikle bu özel yenilenme süreci için hiçbir doğal ayıklanma olasılığı olmayacaktı.[5]



Şekil 2: Bir semenderin gözünde, asıl merceğin ameliyatla alınmasının ardından gözbebeğinin kenarından yeni bir merceğin oluşumu. (Needham, 1942).

Dördüncü sorun ise üreme olgusudur: Anne-babadan ayrılan bir parça yeni bir organizma hâlini alır; yani parça bütün olur.

Bu olgular ancak, gelişen sistemlerin bir şekilde parçalarının toplamından fazlası olan ve gelişim süreçlerinin amaçlarını belirleyen nedensel birimler olarak ele alındığı bir çerçeve içerisinde anlaşılabilir.

Vitalistler bu özellikleri *vital* (yaşamsal) *faktörlere*, organik görüşü benimseyenler *morfogenetik alanlara*, mekanikçiler ise *genetik programlara* bağlarlar.

Genetik program kavramı bilgisayarların etkinliklerini yöneten programlara yapılan bir benzetmeye dayanmaktadır. Döllenmiş yumurtanın, bir şekilde organizmanın morfogenetik amaçlarını belirleyen ve gelişimini bu amaçlar doğrultusunda ayarlayıp kontrol eden önceden oluşmuş bir programa sahip olduğuna işaret etmektedir. Ancak bu genetik program DNA'nın kimyasal yapısından daha fazlasını içermek zorundadır, çünkü

DNA'nın özdeş kopyaları bütün hücrelere aktarılır; bütün hücreler özdeş olarak programlanıyorlarsa farklı şekilde gelişemezler demektir. Peki, durum tam olarak nedir? Bu soruya yanıt vermek gerekirse, bu fikir yalnızca bir şekilde zaman ve uzay içinde yapılanmış fiziko-kimyasal etkileşimler hakkında belirsiz birtakım öneriler hâline getirilebilir; bu durumda sorun ancak yeniden ifade edilmiş olur.[6]

Burada daha ciddî bir sorun daha bulunmaktadır. Bilgisayar programı bilgisayara zeki ve bilinçli bir varlık, yani bilgisayar programcısı tarafından yerleştirilir. Program belirli bir bilgiişlem amacını gerçekleştirmek için tasarlanmış ve yazılmıştır. Genetik programı bilgisayar programına benzer bir şey olarak göz önüne almak, bir yerde, programcı rolünü oynayan, hedefe yönelik bir varlığın bulunduğu fikrini de beraberinde getirecektir. Ancak, genetik programların sıradan bilgisayar programları değil, kendi kendini oluşturan, kendi kendini düzenleyen bilgisayar programları olduğu öne sürülürse, bu kez de sorun böyle bilgisayarların olmamasıdır. Varolsalardı bile, başlangıçta kendilerini icat edenler tarafından en ayrıntılı biçimiyle programlanmış olmaları gerekecekti. Bu ikilemden çıkmanın tek yolu genetik programın evrim sürecinde, rastlantısal mutasyonlar ve doğal ayıklanmanın bir bileşimi sonucu oluştuğunu söylemek olacaktır. Böyle olunca da bilgisayar programına benzerlik ortadan kalkar ve benzetme anlamsız hâle gelir.

Geleneksel mekanikçiler organizmaların gelişim, düzenleme ve yeniden yapılanmasıyla ilgili görünüşte amaca yönelik davranışın, onları morfolojik bir hedefe götüren yaşamsal bir faktörün kontrolü altında olduklarına işaret ettiği fikrini kabul etmezler. Ancak, şimdiye kadarki mekanistik açıklamalar, genetik programlar ya da genetik yönergeler gibi teleolojik kavramlara bağlı olduğu için, amaca yönelimlilik yalnızca bu kavramlara sığınılarak açıklanabilir. Gerçekten de genetik programlara atfedilen özellikler, vitalistlerin kendi hipotetik yaşamsal faktörleri-

ne atadıkları özelliklere oldukça benzemektedir; ironik bir şekilde, genetik program mekanistik bir çerçevede yaşamsal bir faktöre oldukça benzer gibi görünmektedir.[7]

Elbette, biyolojik morfogenezin bugün için mekanistik bir tarzda gereği gibi açıklanamaz olduğu gerçeği, ileride asla açıklanamayacağını kanıtlamaz. Gelecekte bu tip bir açıklamaya ulaşabilme şansı bir sonraki bölümde ele alınmaktadır. Ancak kesin bir yanıt şimdilik mümkün değildir.

1.3 Davranış

Morfogenezle ilgili sorunlar insanın gözünü korkutacak kadar güç olsa da davranışla ilgili sorunlar bunların da ötesine gitmektedir. İlk olarak içgüdüyü ele alalım. Örneğin, örümceklerin diğer örümceklerden öğrenmeksizin ağlarını nasıl örebildiklerini bir düşünün.[8] Ya da guguk kuşlarını göz önüne alın. Yavrular bırakılır, yumurtadan çıkar ve başka bir türden kuşlar tarafından yetiştirilirler, ana-babalarını da asla görmezler. Yazın sonuna doğru, yetişkin guguk kuşları Güney Afrika'daki kışlık yerleşim alanlarına göç ederler. Yaklaşık bir ay sonra, yavru guguk kuşları bir araya gelir ve onlar da kendilerinden önceki kuşağın kuşlarına katılacakları yer olan Afrika'nın uygun bölgesine göç ederler.[9] Bu kuşlar göç etmeleri gerektiğini ve ne zaman göç edeceklerini içgüdüsel olarak bilirler; diğer yavru guguk kuşlarını içgüdüsel olarak tanır ve onlarla bir araya gelirler; hangi yöne uçmaları gerektiğinin ve gidecekleri yerin nerede olduğunun içgüdüsel olarak farkındadırlar.

İkinci olarak, davranış sisteminin parçalarındaki değişimlere rağmen aşağı yukarı normal bir sonucun elde edildiği davranışın düzenlenmesi ile ilgili çok sayıda örneğin göz önüne serdiği bir sorun bulunmaktadır. Örneğin, bir bacağının kesilmesinin ardından bir köpek üç bacağı üzerinde yürüyecek biçimde mo-

tor etkinliğini yeniden düzenleyebilir. Başka bir köpek beyninin yarısı alındıktan sonra zamanla daha önceki yetilerinin büyük bir çoğunluğunu yeniden kazanabilir. Üçüncü bir köpeğinse yolu üzerine rastgele bir şekilde engeller yerleştirilmiş olsun. Bu üç köpek de motor organları, merkezî sinir sistemi ya da çevreden kaynaklanan zorluklara rağmen bir yerden, gitmek istedikleri bir başka yere gidebilmektedirler.

Üçüncü olarak, öğrenme ve zeki davranışla ilgili bir sorun bulunmaktadır; görünüşe göre, önceki nedenler çerçevesinde tamamıyla açıklanamayan yeni davranış örüntüleri ortaya çıkmaktadır.

Bütün bu olgularla moleküler biyoloji, biyokimya, genetik ve nörofizyolojinin yerleşik gerçekleri arasında engin bir bilgisizlik uçurumu uzanmaktadır. Örneğin, yavru guguk kuşlarının göç etme davranışı, nihaî olarak DNA ve protein sentezi çerçevesinde nasıl açıklanabilir? Doyurucu bir açıklama, belli ki, bu davranış için DNA'sında uygun baz dizileri içeren uygun genlerin gerekli olduğuna ya da guguk kuşlarının bu davranışının sinirlerdeki elektrik impulslarına bağlı olduğuna yönelik bir kanıttan daha fazlasını; yani, DNA'daki belirli baz dizileri, kuşların sinir sistemi ve göç etme davranışı arasındaki bağlantıların anlaşılmasını gerektirecektir. Bugün için, bu bağlantı yalnızca morfogenezin bütün olgularını "açıklayan" aynı anlaşılması zor şeylerle bulunabilmektedir; yaşamsal faktörler, morfogenetik alanlar ya da genetik programlar.

Ayrıca, davranışa yönelik bir anlayış morfogenezle ilgili bir anlayışı da gerektirmektedir. Örneğin, nispeten basit, aşağı düzey bir hayvanın, söz gelimi bir iplik solucanının bütün davranışları "elektrik aktarımı" ve sinir sisteminin fizyolojisi çerçevesinde ayrıntılarıyla anlaşılabilse bile, bu karakteristik "elektrik aktarımı" örüntüsüne sahip olan sinir sisteminin, hayvanda geliştikçe nasıl ortaya çıktığı konusunda hâlâ bir sorun olacaktır.

1.4 Evrim

Mendelci genetik aklımızda yer etmeden çok önce, farklı birçok tür ve cinste evcilleştirilmiş hayvan ve bitki seçmeli üretimle geliştirilmişti. Benzer bir soy ve çeşitlilik gelişiminin, doğal hayatta yapay seçim yerine doğal etkiler altında gerçekleştiğinden kuşku duymak için hiçbir gerekçe yoktur. Yeni-Darwinci evrim kuramı bu evrim çeşidinin rastgele mutasyonlar, Mendelci genetik ve doğal ayıklanmayla açıklanabileceğini iddia etmektedir. Ancak, mekanistik düşünce çerçevesinde bile, bir tür içindeki bu tip bir küçük-ölçekli, yani mikro-evrimin türün kendi kökeni, ya da cinsler, familyalar ya da daha üst düzey sınıfsal bölümlerle açıklanabileceği asla kabul edilemez. Bir düşünce okulu tüm geniş ölçekli, yani makro-evrimlerin uzun süre devam eden mikro-evrim süreçleri çerçevesinde açıklanabileceğini savunur;[10] diğer bir okul ise bunu inkâr eder ve başlıca sıçramaların evrim sürecinde birdenbire meydana geldiğini varsayar.[11] Ancak mekanistik biyoloji içindeki fikirler, makro-evrimdeki birkaç büyük mutasyon ya da birçok küçük mutasyonun birbirine göre önemi konusunda farklılıklar göstermekle birlikte, bu mutasyonların rastgele olduğu ve evrimin rastgele mutasyon ve doğal ayıklanmanın bir bileşimiyle açıklanabileceği yönünde genel bir fikir birliği bulunmaktadır.

Yine de bu kuram hiçbir zaman spekülâtif olmaktan öteye geçemez. Temelde Fosil Kayıtları'nca sağlanan evrime yönelik kanıtlar değişik yorumlara her zaman açık olacaktır. Örneğin, mekanistik kuram karşıtları evrimsel buluşların tamamıyla şansa bağlı olaylarla açıklanabilir olmadıklarını, bunların mekanistik bilimce tanınmayan yaratıcı bir ilkenin etkinliğine bağlı olduklarını iddia edebilirler. Ayrıca, canlı organizmaların davranış ve özelliklerinin kendisinden kaynaklanan seçim baskıları, aslında mekanistik olmayan içsel bir düzenleyici faktöre bağlı olarak da göz önünde tutulabilir.

Sonuç olarak evrim sorunu kesin bir biçimde çözülemez. Vitalist ve organizmik kuramlar ister istemez vitalist ve organizmik fikirlerin bilinene dayanan tahminini içermektedir, tıpkı yeni-Darwinci kuramın mekanistik fikirlerin bir ekstrapolasyonunu içermesi gibi. Bu kaçınılmazdır; evrim her zaman başka temellerde zaten oluşmuş olan fikirler çerçevesinde yorumlanmak zorunda olacaktır.

1.5 Yaşamın Kökeni

Bu sorun da benzer nedenler yüzünden en az evrimle ilgili sorunlar kadar çözümsüzdür. İlk olarak, uzak geçmişte neler olduğu asla kesin olarak bilinemez; büyük olasılıkla, yerküre üzerindeki yaşamın kökeninin koşulları konusunda her zaman bir spekülâsyon yığını olacaktır. Günümüz görüşleri arasında, yaşamın yerküreye ait kökeninin bir İlksel Çorba (Primaeval Broth) içinde olduğu; başka bir güneş sistemindeki bir gezegende bulunan zeki varlıklar tarafından bir uzay gemisiyle kasten gönderilen mikro-organizmaların yerküreye aşılandığı;[12] ve yaşamın kökeninin yıldızlar arası tozdan kaynaklanan organik maddeler içeren kuyruklu yıldızlarda olduğu[13] yönünde görüşler bulunmaktadır.

İkinci olarak, yaşamın ortaya çıktığı koşullar bilinebilse bile, bu bilgi yaşamın doğası konusuna hiçbir ışık tutmayacaktır. Örneğin, bir İlksel Çorba içinde, ilk canlı organizmaların canlı olmayan kimyasal bileşiklerden ya da kimyasal süreçlerin "hiperdöngüleri"nden ortaya çıktığının[14] kanıtlanabildiğini varsayalım; bu durum bunların tamamen mekanistik olduklarını kanıtlamayacaktır. Organikçiler her zaman yeni organizmik özelliklerin meydana geldiğini, vitalistler ise yaşamsal faktörün, ilk canlı sisteme, tam da ilk ortaya çıktığı an girdiğini iddia edebileceklerdir. Canlı organizmalar bir deney tüpünde, kimyasallardan yapay olarak sentezlense bile aynı iddialar ileri sürülebilecektir.

1.6 Fiziksel Açıklamanın Sınırları

Mekanistik kuram, insan davranışı da dahil olmak üzere, yaşamın bütün olgularının ilke olarak fizik çerçevesinde açıklanabileceğini varsaymaktadır. Modern fiziğin belirli kuramlarından ya da aralarındaki çatışmalardan ortaya çıkan sorunların dışında, bu varsayım en azından iki temel neden yüzünden kuşku taşımaktadır.

Birincisi, mekanistik kuram yalnızca fizikî dünya nedensel olarak kapalı bir yer olursa geçerli olabilecektir. Bu durum, insan davranışıyla ilişkisi açısından ele alındığında, ya zihinsel durumlar hiçbir gerçekliğe sahip değilse, ya bir anlamda bedenin fiziksel durumlarına özdeşse, ya bunlara paralelse, ya da bunların yan etkileriyse (epifenomen) geçerli olacaktır. Ancak diğer yandan zihin fiziksel olmamakla birlikte nedensel olarak etkinse ve bedenle etkileşim yetisi bulunuyorsa, insan davranışı da fiziksel terimlerle tam olarak açıklanamaz demektir. Zihin ve bedenin etkileşme olasılığı eldeki kanıtlarla asla silinip atılamaz:[15] günümüzde mekanistik kuramla etkileşimci kuram arasındaki ampirik zeminde kesin hiçbir karar alınamaz; bilimsel bir açıdan bakıldığında bu soru çözülmemiş bir şekilde kalmaktadır. Bu nedenle, insan davranışının, ilke düzeyinde bile olsa, en azından fiziksel terimlerle tam anlamıyla açıklanamama olasılığı bulunmaktadır.

İkincisi, zihinsel etkinliği fizik bilimler çerçevesinde açıklama girişimi görünüşe göre kaçınılmaz bir kısır döngü içermektedir, çünkü bilimin kendisi zihinsel etkinliğe dayanmaktadır.[16] Bu sorun modern fizikte, fizikçinin fiziksel ölçüm süreçlerindeki rolüyle ilgili olarak da göze çarpmaktadır; fiziğin ilkeleri "(bazı durumlarda yalnızca dolaylı olarak gerçekleşse de) gözlemcinin izlenimlerine -bu nedenle de gözlemcinin düşüncelerine- başvurmaksızın formüle edilemez" (B. D'Espagnat[17]). Sonuç olarak

fizik, gözlemcilerin düşüncelerini gerektirdiği için, bu düşünceler ve bunların özellikleri fizik terimleri çerçevesinde açıklanamaz.[18]

1.7 Psikoloji

Zihnin bilimi olan psikolojide, zihinsel hâllerin varlığı görmezden gelinerek zihin ve beden arasındaki ilişkiyle ilgili sorundan kaçınılabilir. Dikkatini yalnızca nesnel olarak gözlemlenebilir davranışla sınırlayan Davranışçı okulun yaklaşımı budur.[19] Ancak Davranışçılık test edilebilir bilimsel bir hipotez değil, bir metodolojidir. Psikolojiye kendine özgü bir yaklaşım olarak uygunluğu, hiçbir şekilde belli değildir.[20]

Diğer psikoloji okulları ise birincil verileri olarak öznel deneyimi kabul etme yönünde daha doğrudan bir yaklaşım benimsemişlerdir. Şu anki tartışmamızın hedefi bakımından, tüm farklı okul ve sistemleri dikkate almamız gerekli değildir; ampirik gözlemleri açıklama girişimi konusunda geliştirilen bir psikolojik hipotezin ortaya çıkardığı biyolojik güçlükleri göstermek için tek bir örnek yeterli olacaktır. Psikoanalitik okullar davranış ve öznel deneyimle ilgili birçok durumun şuuraltı ya da şuurdışı zihne bağlı olduğunu varsayar. Uyanma deneyimi ve rüyalarla ilgili gerçekleri açıklamak için, şuurdışı zihin bilinen herhangi bir mekanik ya da fiziksel sistemin özelliklerinden tümüyle farklı özelliklere sahip olmak zorundadır. C. G. Jung bu kavramı geliştirirken, kavram bireysel zihinle sınırlı kalmamış, her insan zihninin paylaştığı ortak bir temel (dayanak, alt tabaka), yani kolektif şuurdışı kavramı ortaya konmuştur:

> "Doğrudan doğruya kişisel bir yapı ve tek ampirik psişe olduğuna inandığımız mevcut şuurumuza ek olarak (kişisel şuurdışını buna bir ek olarak iliştirsek bile), tüm bireylerde özdeş olan kolektif, evrensel ve kişisel olmayan

> bir yapıda ikinci bir psişik sistem bulunmaktadır. Bu kolektif şuurdışı bireysel olarak geliştirilmez, kuşaktan kuşağa aktarılır. Yalnızca ikincil olarak şuurlu bir hâle gelebilen ve belirli psişik içeriklere kesin bir biçim veren önceden var olan biçimlerden, yani arşetiplerden meydana gelir."[21]

Jung kolektif şuurdışının aktarımını, arşetipik biçimlerin "germ plâzmasında(*) varolduklarını" ileri sürerek fiziksel olarak açıklamayı denemişti.[22] Ancak arşetipik biçimlerin özelliklerini taşıyan herhangi bir şeyin, DNA'nın yapısında ya da sperm veya yumurta hücresindeki başka herhangi bir fiziksel ya da kimyasal yapıda kimyasal olarak aktarılabilmesi oldukça kuşku uyandırıcıdır. Aslında kolektif şuurdışı fikri bir psikolojik kuram olarak ne kadar değerli olursa olsun, günümüz mekanistik biyolojisi çerçevesinde çok az anlam taşımaktadır.

Yine de psikolojik kuramların mekanistik kuramın çerçevesiyle sınırlı kalmalarını gerektiren *a priori* (önsel) bir neden yoktur; bu kuramlar etkileşimci (interactionist) bir kuram bağlamında daha anlamlıdırlar. Zihinsel olguların mutlaka fizik yasalarına bağlı olmaları gerekmez, aksine bunlar kendi yasalarını izlerler.

Mekanistik ve etkileşimci yaklaşımlar arasındaki fark bellek konusuyla ilgili sorunlar ele alınarak gösterilebilir. Mekanistik kurama göre anılar bir şekilde beyinde depolanmış olmalıdır. Etkileşimci kurama göre ise, zihnin özellikleri, fiziksel bellek izlerinin depolanmasına bağlı olmayan bir tarzda, geçmiş zihinsel durumların şimdiki zihinsel durumları doğrudan etkileyebileceği bir şekilde olabilecektir.[23] Durum böyleyse, beyinde fiziksel bellek izleri konusundaki araştırma kaçınılmaz bir biçimde sonuçsuz kalacaktır. Farklı birkaç mekanistik hipotez geliştirilmiş olmakla birlikte -örneğin, yansıyan sinirsel etkinlik devreleri ya

(*) Germ Plazması: Tohumda bulunup kalıtsal özellikleri nakleden madde.

da sinirler arasındaki sinaptik bağlantılar veya belirli RNA molekülleri çerçevesinde- öne sürülen bu mekanizmaların herhangi birinin, aslında belleği açıklayabileceği yönünde ikna edici hiçbir kanıt bulunmamaktadır.[24]

Anılar beyinde fiziksel olarak depolanmıyorlarsa, bu durumda belirli bellek türlerinin mutlaka bireysel zihinlere sınırlanmış olması da gerekmeyecektir; Jung'un arşetipik biçimleri içeren kuşaktan kuşağa aktarılmış bir kolektif şuurdışı kavramı, bir tür kolektif bellek olarak da yorumlanabilir.

Etkileşimci bağlamda savunulabilir olan bu tip spekülâsyonlar, mekanistik bir bakış açısından anlamsız gözükecektir. Ancak mekanistik kuram da kesinlikle doğruymuş gibi kabul edilemez; günümüzde psikolojinin bütün olgularının ilke olarak fizik terimleriyle açıklanabileceği fikri de spekülâtif olmaktan öteye geçemez.

1.8 Parapsikoloji

Bütün geleneksel toplumlarda, görünüşe göre mucizevî güçlere sahip olan kişiler hakkında öyküler anlatılır, bu tip güçler tüm dinler tarafından da kabul edilmektedir. Dünyanın birçok bölümünde değişik paranormal yetilerin şamanizm, büyü, tantrik yoga ve ruhçuluk gibi ezoterik sistemler çerçevesinde istek ve irade dahilinde geliştirildiği anlatılmaktadır. Modern Batı toplumlarında bile, telepati, durugörü, prekognisyon (önceden bilme), geçmiş yaşamlarla ilgili anılar, tekinsizlik ve psikokinezi gibi görünüşte açıklanamayan olgular konusunda bitmek bilmeyen anlatılar bulunmaktadır.

Besbelli bu, batıl inanç, hile ve her şeye inanmanın yaygın olduğu bir alandır. Ancak görünüşe göre paranormal olayların gerçekten meydana gelme olasılığı bir çırpıda göz ardı edilemez; bu soru yalnızca kanıtların incelenmesinden sonra yanıtlanabilir.

Paranormal olgularla ilgili bilimsel çalışmalar yaklaşık yüz yıldır devam etmektedir. Psişik araştırmaların bu alanıyla ilgilenen araştırmacılar, birçok hileli vaka olduğunu ve görünüşte paranormal olan bazı olayların gerçekte normal nedenlerle açıklanabileceğini bulmuşlarsa da, bilinen herhangi bir fiziksel ilke çerçevesinde açıklama kabul etmeyen büyük bir kanıt birikimi de bulunmaktadır.[25] Ayrıca, duyular ötesi algı ya da psikokineziyi test etmek için düzenlenen çok sayıda deney, binde, milyonda, hatta milyarda bir şans olasılığına karşı olumlu sonuçlar ortaya çıkarmıştır.[26]

Bu olgular bilinen fizik ve kimya yasalarınca açıklanamadığına göre, geleneksel mekanistik bakış açısından bu olguların meydana gelmemesi gerekir.[27] Ancak gerçekleşiyorlarsa, bu durumda olası iki kuramsal yaklaşım tipi söz konusu olabilir. İlk yaklaşım, bunların henüz bilinmeyen fizik yasalarına dayandıkları varsayımından yola çıkacak, ikincisi ise fiziksel olmayan nedensel faktörlere ya da ilişki ilkelerine bağlı olduklarını varsayacaktır.[28] Bugüne dek ileri sürülen ikinci tip hipotezlerin büyük çoğunluğu etkileşimci bir çerçeve içinde göz önüne alınmıştır. Yeni birkaçı ise "saklı değişkenler" ve "dallanan evrenler"i kapsayan kuantum kuramı formülasyonları temelinde olup, zihinsel durumların olasılıkçı fiziksel değişim süreçlerinin sonuçlarını belirlemede bir rol oynadığını kabul etmektedirler.[29]

Bu tip kuramsal savların belirsizliği ve ileri sürülen olguların kolay bulunmayışı parapsikolojideki araştırmaların ilerleyişini oldukça yavaşlatmaktadır. Bu durumsa birçok mekanikçi biyoloğun, bu olguların gerçekten meydana geldiğini gösteren kanıtları yok sayma, hatta inkâr etme eğilimlerini güçlendirmektedir.

1.9 Sonuçlar

Biyolojinin göze çarpan sorunlarıyla ilgili olan bu kısa tartışma, söz konusu sorunların tümünün yalnızca mekanistik bir yakla-

şımla çözülebileceği yönünde bir düşünceye pek de yer bırakmamaktadır. Morfogenez ve hayvan davranışları konusunda, bu sorun çözümlenmemiş olarak ele alınabilir; ancak evrim ve yaşamın kökeniyle ilgili sorunlar aslında içinden çıkılmaz bir durumdadır ve yaşam hakkındaki mekanistik ve olası diğer kuramlar arasında bir seçim yapmaya da yardımcı olamaz; mekanistik kuram fiziksel açıklamaların sınırları sorunu konusunda ciddî felsefî güçlüklerle karşılaşmaktadır; psikoloji konusunda etkileşimci kuram üzerinde hiçbir açık avantajı bulunmamaktadır; parapsikolojik olguların görünürdeki kanıtlarıyla da bir çatışma içindedir.

Diğer yandan, etkileşimci bir yaklaşım, psikoloji ve parapsikoloji alanlarında çekici bir alternatif olabilse de, psikoloji ve fizik arasında derin bir uçurum açmak gibi ciddî bir dezavantajı bulunmaktadır. Üstelik, daha geniş kapsamlı biyolojik imaları belirgin değildir. Zihnin bedenle etkileşimi insan davranışını etkiliyorsa, bu durumda diğer hayvanların davranışları hakkında ne söylenebilir? Fiziksel olmayan nedensel bir faktör hayvanların davranışlarını kontrol etmede rol oynuyorsa, morfogenezin kontrolünde de bir rolü olabilir mi? Bu durumda, morfogenezle ilgili vitalistik kuramlarda ileri sürülen tipte bir faktör olarak mı göz önüne alınmalı? Yanıt evet ise, embriyolojik gelişimi kontrol eden bir yaşamsal faktör insan zihnine hangi anlamda benzeyecektir?

Sonuç olarak, genel bir biyolojik bağlamda görülen etkileşimci kuram çözümlediğinden daha çok kuramsal sorun yaratır görünmektedir. Ayrıca, parapsikolojik olguların gerçekleşmesi olasılığını hesaba katması dışında, test edilebilir herhangi bir belirli öngörü getiriyor gibi de gözükmemektedir.

Bugünkü durumuyla organizmik yaklaşım da yeni hiçbir ampirik araştırma çizgisi ortaya koyamama dezavantajının sıkıntısını çekmektedir; deneysel biyolojiye anlam belirsizliği içeren bir terminoloji dışında fazla bir şey katmamaktadır.

Böyle zayıf alternatifler yüzünden, biyolojideki araştırmalar bütün sınırlarına rağmen, mekanistik yaklaşımı izlemeye devam etmek zorunda olacaktır. Bu şekilde, biyolojinin başlıca sorunları çözülmeden kalsa bile, en azından bir şeyler öğrenilecektir. Ancak kısa vadede olası tek hareket çizgisi bu olmasına rağmen, geleceğe bakıldığında bir alternatifin tutarlı ve kesin bir biçimde geliştirilip geliştirilemeyeceği ve bunun test edilebilir öngörüler oluşturup oluşturamayacağını sormak mantıklı gözükmektedir. Bu tip bir kuram kesin ve açık bir şekilde ortaya konacaksa, morfogenez sorunu en anlamlı başlangıç noktasını sağlayacak gibi görünmektedir.

Bundan sonraki bölümde mekanistik, vitalistik ve organizmik morfogenez kuramlarının geliştirilmiş versiyonlarının başarı şansı tartışılmaktadır.

Notlar

1 Huxley (1867), s.74.

2 Örnek olarak bkz. Crick (1967) ve Monod (1972). Her iki yazar da belki de haklı olarak kendi görüşlerinin meslektaşlarının büyük çoğunluğunun görüşlerini yansıttığını iddia etmektedir. Aslında, Monod'unkinden daha sade olan Crick'in açıklamaları büyük olasılıkla pek çok moleküler biyoloğun düşüncesine daha yakındır. Ancak Monod'unki son yıllarda ortaya çıkan mekanistik pozisyonun en açık ve en anlaşılır ifadesidir.

3 Needham (1942), s.686.

4 Driesch (1908).

5 Wolff (1902).

6 Genetik programla aynı açıklayıcı rolü üstlenen bir başka kavram *genotip*tir. Bu sözcük teleolojik olarak daha belirsiz olmakla birlikte, çoğunlukla genetik programla aynı anlamda kullanılır. Ayrıntılı bir analizde, Lenartowicz (1975) genotipin basit bir şekilde yal-

nızca DNA'yla özdeşleştirildiğinde, görünürdeki açıklayıcı değerinin kaybolduğunu göstermiştir.

7 Daha doyurucu bir tartışma için bkz. Sheldrake (1980a).

8 Başka pek çok örnek von Frisch (1975)'de bulunabilir.

9 Ricard (1969).

10 Örneğin, Rensch (1959); Mayr (1963); Stebbins (1974).

11 Örneğin, Goldschmidt (1940); Willis (1940).

12 Crick ve Orgel (1973).

13 Hoyle ve Wickramasinghe (1978).

14 Eigen ve Schuster (1979).

15 Örnek olarak Beloff (1962) ve Popper ve Eccles (1977)'in tartışmalarına bakınız.

16 Bu soruna özellikle Schopenhauer (1883) tarafından açıkça dikkat çekilmiştir.

17 D'espagnat (1976), s.286.

18 Wigner (1961, 1969).

19 Örneğin, Watson (1924); Skinner (1938); Broadbent (1961).

20 Eleştirel tartışmalar için bkz. Beloff (1962); Koestler (1967); Popper ve Eccles (1977).

21 Jung (1959), s.43.

22 a.g.e., s.75.

23 Henri Bergson *Matter and Memory* adlı eserinde bu tipte çok daha özgün ve çarpıcı bir varsayım geliştirmiştir (1911b). Bununla birlikte, başka tip etkileşimci varsayımlar da imkân dahilindedir; örneğin, Beloff (1980) zihnin beyinle, anıların *geri kazanımı* sırasında etkileşime girdiğini, ancak anıların kendilerinin fiziksel izler olarak depolandıklarını ileri sürmüştür.

24 Bu konuyla ilgili yakın tarihli bir çalışma şu şekilde başlamaktadır: " 'Beyin anılarını nerede ya da nasıl depolar? İşte, büyük sır budur.' Boring'in (1950) deneysel psikoloji tarihi üzerine yaptığı klâsik çalışmadan alınan bu ifade, çeyrek yüzyıl süren yoğun bir çalışmaya rağmen bugün hâlâ geçerlidir." (Buchtel ve Berlucchi, Duncan ve Weston-Smith'den, editörler, 1977).

Ancak yalnızca bellek izlerinin beyinde depolandıklarına dair hiçbir kanıt olmaması değil, aynı zamanda fiziksel izlerinin ilke olarak bile mümkün olması açısından, bellekle ilgili hiçbir uyumlu mekanistik açıklama olmamasını düşünmek için de nedenler bulunmaktadır (Bursen, 1978).

25 Ashby (1972) psişik araştırmaların birçok yönünü kapsayan eleştirel bir bibliyografya sunmaktadır, bunun yanı sıra literatür hakkında kapsamlı taramalar Wolman (editör) (1977)'de bulunabilir.

26 Başlangıç niteliğinde bir çalışma için, bkz. Thouless (1972).

27 Taylor ve Balanovski (1979).

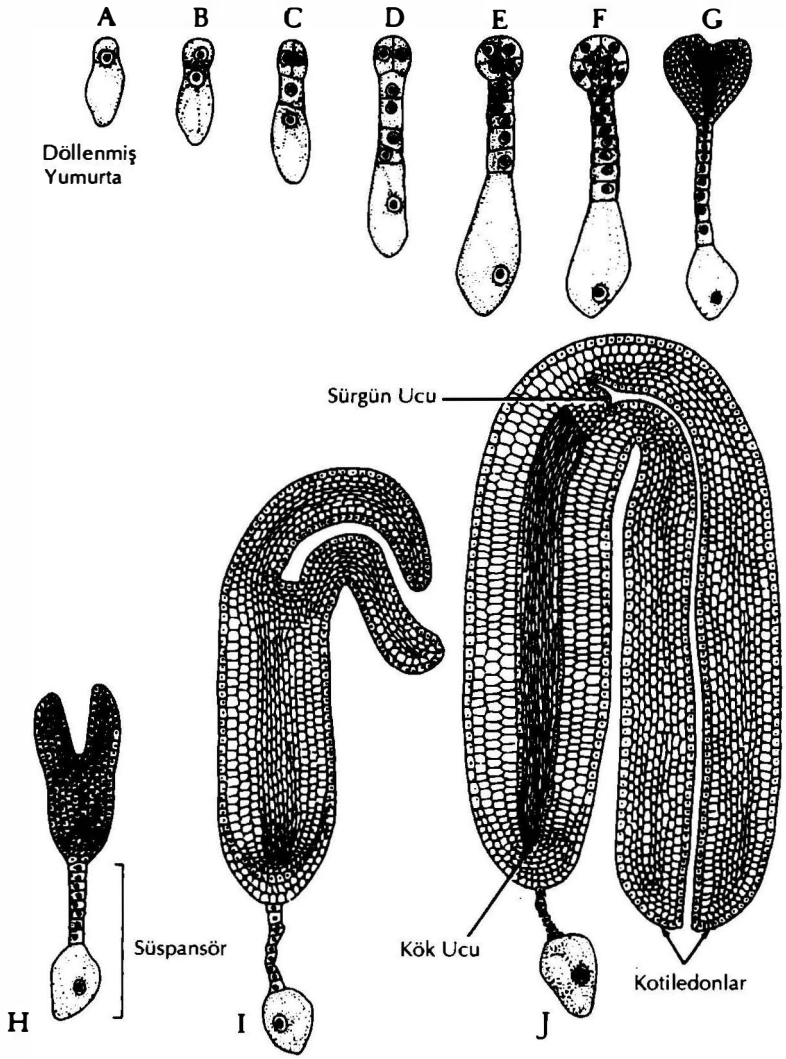
28 Kuramsal literatürün taranması konusunda, bkz. Rao (1977).

29 Örneğin, Walker (1975); Whiteman (1977); Hasted (1978).

2 Üç Morfogenez Kuramı

2.1 Tanımsal ve Deneysel Araştırma

Gelişimin tanımı birçok biçimde yapılabilir: Gelişmekte olan hayvan ya da bitkinin dış görünümü çizilebilir, fotoğrafı çekilebilir ya da filme alınabilir, böylece morfolojisindeki değişimi gösteren bir dizi resim elde edilebilir; mikroskobik anatomisinin de dahil olduğu iç yapısı ise ardıl evreler hâlinde betimlenebilir (Şekil 3); ağırlık, hacim ve oksijen tüketim miktarı gibi fiziksel niceliklerdeki değişimler ölçülebilir; bir bütün olarak sistemin ve içinde bulunduğu ortamların kimyasal bileşimindeki değişimler analiz edilebilir. Tekniklerin giderek gelişmesi, böyle tanımlamaların oldukça ince ayrıntılarla yapılmasını sağlamaktadır; örneğin, hücresel farklılaşma süreçleri ışık mikroskobuna göre elektron mikroskobuyla daha büyük bir çözünürlükle incelenebilir; bu durum da birçok yeni yapının görülebilmesini olanaklı kılar; modern biyokimyanın duyarlı analitik yöntemleri proteinler ve nükleik asitler de dahil olmak üzere belirli moleküllerin konsantrasyonlarındaki değişimlerin, oldukça küçük doku örneklerinden ölçülebilmesini sağlamaktadır; radyoaktif izotoplar aracılığıyla kimyasal yapılar sistem geliştikçe "etiketlenebilir" ve "izlenebilir"; ayrıca, embriyo hücrelerinin bazılarında genetik değişimlere neden olacak teknikler, bunların genetik olarak "işaretlenmiş" soylarının belirlenmesini ve geleceklerinin "haritalarının çıkarılmasını" olanaklı kılmaktadır.



Şekil 3: Çobançantası (Capsella bursa-pastoris) bitkisinin embriyosunun gelişim evreleri (Maheshwari, 1950).

Embriyoloji ve gelişim biyolojisindeki araştırmaların çoğu bu tip teknikler aracılığıyla gerçeklere dayanan tanımlamalar elde etmeyle ilgilenmektedir; bu tanımlamalar daha sonra farklı türde değişimlerin belirli bir sistem içinde aralarında nasıl bir ilişki olduğunu ve farklı sistemlerin birbiriyle hangi biçimlerde benzeştiklerini belirlemek amacıyla sınıflandırılır ve karşılaştırılır. Yalnızca betimsel olan bu sonuçlar, her ne kadar bazı hipotezler ileri sürebilseler de kendi başlarına gelişimin nedenlerine yönelik bir anlayış sağlayamazlar.[1] Bu hipotezler daha sonra gelişime deneysel müdahalelerle incelenebilirler: Örneğin, ortam değiştirilebilir; sisteme ya da belirli bölümlerine fiziksel ya da kimyasal uyaranlar uygulanabilir; sistemin bazı bölümleri çıkarılıp yalıtılmış ortamda bu bölümlerin gelişimleri incelenebilir; sistemin bu bölümlerin çıkarılmasına verdiği tepkiler gözlenebilir; aşı ve doku nakli yoluyla farklı bölümlerin birleştirilmesinin etkileri incelenebilir.

Bu tip bir araştırmanın yarattığı başlıca sorunlar Kısım 1.2'de özetlenmiştir: Biyolojik gelişim epigeniktir, başka bir deyişle önceden oluşmuş ama görünmez bir yapının açılımı ya da ayrışması çerçevesinde açıklanamayacak olan bir biçim ve organizasyon karmaşıklığı hâlinde bir ilerleme içermektedir; gelişmekte olan birçok sistem kendini yeniden düzenleyebilir, yani sistemin bazı bölümleri yeterince erken bir evrede yok edilir ya da çıkarılırsa, az çok normal bir yapı üretebilir; birçok sistem eksik olan bölümlerini yeniden oluşturabilir ya da yenileyebilir; vejetatif ve eşeyli üreme konusunda da ebeveyn organizmalardan ayrılmış olan kısımlardan yeni organizmalar oluşabilir. Bir başka önemli genelleme ise, gelişmekte olan sistemlerde hücrelerin ve dokularının geleceğinin sistem içindeki yerleri tarafından belirlenmesidir.

Mekanistik, vitalist ve organizmik kuramların her üçü de üzerlerinde genel bir fikir birliğinin olduğu, ancak yorumları konusunda kökten bazı değişikliklerin görüldüğü yapılanmış bir gerçek ve sonuç yığınından yola çıkmaktadır.

2.2 Mekanikçilik

Morfogenez konusundaki modern mekanistik kuram, dört nedenden ötürü DNA'ya çok önemli bir rol atfetmektedir. İlk olarak, belirli bir türdeki hayvan ya da bitkiler arasındaki kalıtsal farklılıklarla ilgili birçok durumun, belirli kromozomlar üzerinde belirli yerlerde bulunan ve "haritası çıkarılabilen" genlere bağlı olduğu bulunmuştur. İkinci olarak, genlerin kimyasal temelinin DNA olduğu ve bunların kendine özgülüğünün DNA'daki pürin ve pirimidin baz dizilerine bağlı olduğu bilinmektedir. Üçüncü olarak, DNA'nın nasıl kalıtımın kimyasal temeli olarak görev yapabildiği de bilinmektedir: Bir yandan, iki tamamlayıcı ipliğindeki baz çiftlerinin özgüllüğü sayesinde kendi kopyalanması (replikasyonu) için bir şablon görevi görür; diğer yandan proteinlerdeki amino asit dizileri için şablon görevi üstlenir. Söz edilen bu ikinci rolü doğrudan oynamaz; önce, protein sentezi sürecinde, baz dizisinin üçer üçer "okunduğu" tek iplikli bir mesajcı RNA molekülü verecek biçimde ipliklerinden biri "transkribe edilir." Farklı baz üçlüleri farklı amino asitleri belirler, böylelikle genetik kod karakteristik polipeptit zincirleri oluşturacak biçimde birbirine bağlanan, sonra da proteinleri oluşturacak biçimde birbiri üzerine katlanan bir amino asitler dizisine "tercüme" edilir. Sonuç olarak, bir hücrenin karakteristikleri proteinlerine bağlıdır: Metabolizması ve enzimler üzerinde kimyasal sentez kapasitesi; yapısal proteinlerdeki yapılarının bir kısmı ve yüzeyindeki belirli proteinlerde diğer hücreler tarafından "tanınmasını" olanaklı kılan yüzeysel özellikleri.

Mekanistik düşünce çerçevesi içinde, gelişme ve morfogenezle ilgili ana sorun, protein sentezinin kontrolü olarak görülmektedir. Bakterilerde, "indükleyici" adı verilen belirli kimyasallar, DNA'nın belirli bölgelerinin, daha sonra üzerinde belirli şablon proteinlerinin yapılacağı mesajcı RNA'ya transkribe edilmesine neden olabilirler. Bu konuda klâsik bir örnek *Escherischia*

coli'de ß-galaktosidaz enziminin laktoz tarafından indüklenmesidir. Genin "anahtarının açılması", DNA'nın belirli bir bölgesiyle birleşerek transkripsiyonu kesen bir represör proteinin dahil olduğu karmaşık bir sistem aracılığıyla gerçekleşmektedir; bir kimyasal indükleyici bulunduğunda ise bunu gerçekleştirme eğilimi büyük ölçüde azalmaktadır. Benzer bir süreçle, belirli kimyasal represörler de genlerin "anahtarlarının kapanmasını" sağlayabilirler. Hayvanlar ve bitkilerde, genlerin "anahtarlarının açılma ve kapatılma" sistemi daha karmaşıktır ve bugün için anlaşılmış değildir. Elçi RNA'nın DNA'nın farklı bölümlerinden transkribe edilen, ardından da özel bir biçimde birleşen parçalardan yapılmış olabileceği yolundaki son dönem bulgular, durumu daha karmaşık bir hâle getirmektedir. Ayrıca, proteinlerin sentezi aynı zamanda "çeviri düzeyinde" de kontrol edilmektedir; uygun bir mesajcı RNA bulunsa bile, çeşitli faktörler tarafından protein sentezinin anahtarı "açılıp kapatılabilmektedir."

Farklı hücre tipleri tarafından üretilen farklı proteinler, bu şekilde, protein sentezinin kontrol edilme biçimine bağlı bir durumdadırlar. Bu durumun mekanistik açıdan anlaşılabilmesinin tek yolu, hücreler üzerindeki fiziko-kimyasal etkiler çerçevesindedir; farklılaşma örüntüleri, bu nedenle, dokulardaki fiziko-kimyasal örüntülere bağlı olmak durumundadır. Bu etkilerin doğası bilinmemektedir, ancak değişik olasılıklar ileri sürülmüştür: Belirli kimyasalların konsantrasyon eğilimleri; kimyasal geribildirimli "difüzyon-reaksiyon" sistemleri; elektriksel eğilimler; elektriksel ya da kimyasal salınımlar; hücreler arasındaki mekanik temas; diğer çeşitli faktörler ya da farklı faktörlerin bileşimleri. Bu durumda, hücreler bu farklılıklara karakteristik biçimlerde tepki vermek zorundadır. Bu sorunla ilgili geçerli bir düşünme biçimi, bu fiziksel ya da kimyasal faktörleri, hücrelerin daha sonra kendi genetik programlarına uygun olarak belirli proteinlerin sentezi için gerekli anahtarı açma yoluyla "yorumladıkları", "konumla ilgili bilgi" sağladıkları şeklinde göz önüne almaktır.[2]

Protein sentezinin kontrolüyle ilgili asıl sorunun çeşitli yönleri bugün etkin bir biçimde araştırılmaktadır. Pek çok mekanistik biyolog bu sorunun çözümünün, morfogenezin tamamen mekanistik terimlerle açıklanmasını sağlayacağını ya da en azından bu yolu açacağını ummaktadır.

Morfogenezle ilgili böyle bir açıklamanın olası, hatta imkân dahilinde olup olmadığını değerlendirmek için, bazı zorlukların birer birer ele alınması gerekli olacaktır:
(i) DNA'ya ve belirli proteinlerin sentezine atfedilen açıklayıcı rol, farklı türlere ait hem DNA hem de proteinlerin oldukça benzer olabileceği gerçeği nedeniyle kapsamı açısından ciddî biçimde kısıtlanmaktadır. Örneğin, insan ve şempanze proteinleri detaylı bir biçimde karşılaştırıldığında, kayda değer sayıda proteinin özdeş olduğu, diğerlerinin de yalnızca çok küçük farklılıklar gösterdikleri bulunmuştur: "Amino asit dizisi, immünolojik ve elektroforetik yöntemler genetik benzerlikle ilgili uyumlu tahminler üretmektedir. Bu yaklaşımların tümü ortalama bir insan polipeptidinin şempanzedeki karşılığıyla %99'un üzerinde özdeş olduğunu göstermektedir."[3] Tekrarlanmayan DNA dizileri adı verilen dizilerin (yani, genetik önemi olduğu düşünülen bölümlerin) karşılaştırılması, insan ve şempanzelerin DNA dizileri arasındaki bütün farkın yalnızca % 1.1 olduğunu göstermektedir.

Farklı fare türleri ya da *Drosophila* meyve sineği türleri arasında yapılan benzer karşılaştırmalar birbirine çok yakın olan bu türlerin kendi aralarındaki farkların, insanlarla şempanzeler arasındakilerden *daha büyük* olduğunu ortaya çıkarmış ve "organizmal ve moleküler evrim arasındaki karşıtlıklar, bu iki sürecin büyük ölçüde birbirinden bağımsız olduğunu göstermektedir" sonucuna yol açmıştır.[4]

Bununla birlikte, tartışmayı sürdürmek amacıyla, insanlar ve şempanzeler kadar farklı türler arasındaki kalıtsal farklılıkların, gerçekte, protein yapısındaki çok küçük değişiklikler ya da az sayıda farklı protein ya da protein sentezinin kontrolünü etkileyen genetik değişimler (belki de bir ölçüde kromozomlardaki DNA düzenlemelerinin farklılıklarına bağlı olduğu için) ya da bu faktörlerin bileşimi çerçevesinde açıklanabileceğini varsayalım.

(ii) Aynı organizma içinde, DNA aynı kalırken, farklı gelişim örüntüleri meydana gelmektedir. Örneğin, bir insanın koluyla bacağını düşünün: Her ikisi de özdeş proteinleri ve özdeş DNA'sı olan özdeş hücre tipleri (kas hücreleri, bağ dokusu hücreleri vb.) içermektedir. Bu yüzden, kol ve bacak arasındaki farklılıklar aslında DNA'ya atfedilemez; bu farklılıklar gelişmekte olan kol ve bacakta farklı biçimlerde etki gösteren örüntü belirleyici faktörlere atfedilmek durumundadır. Dokuların düzenlenmesindeki kesinlik -örneğin, tendonların kemiklerin uygun yerlerine bağlanması- bu örüntü belirleyici faktörlerin büyük bir kesinlik içinde çalışması gerektiğini göstermektedir. Yaşamla ilgili mekanistik kuram bu faktörlerin doğada fiziko-kimyasal açıdan dikkate alınması gerektiğini kastetmektedir. Bununla birlikte, bunların doğası bugün için bilinmemektedir.

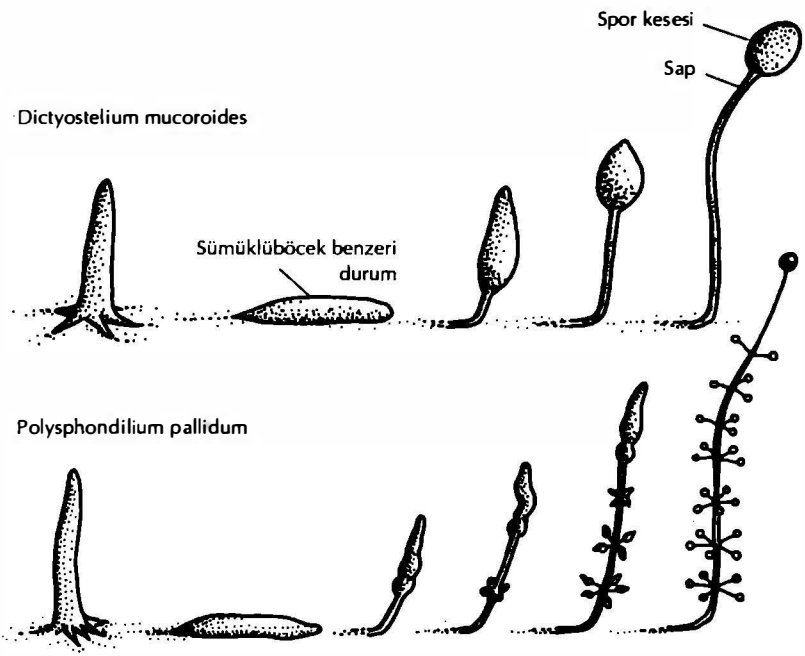
(iii) Bir farklılaşmanın örüntüsünü belirleyen fiziksel ya da kimyasal faktörler belirlenebilse bile, bu faktörlerin kendilerini ilk başta nasıl örüntüledikleri sorunu hâlâ durmaktadır. Bu sorun kimyasal "morfogen"lerin gerçekten izole edilebildiği oldukça az birkaç vakadan ikisini ele alarak gösterilebilir.

İlki, hücresel cıvık mantarlarda, serbest yaşayan amipsi hücreler belirli koşullar altında bir "sümüklü böcek"e benzer bir form oluşturacak biçimde bir araya toplanır; bu sümüklü böcek bir süre çevrede dolandıktan sonra, havaya doğru yükselir ve bir

spor kesesi taşıyan bir sap biçiminde farklılaşma gösterir (Şekil 4). Bu hücrelerin bir araya toplanmasının nispeten basit bir kimyasal olan döngüsel AMP'ye (adenozin 3', 5' -monofosfat) bağlı olduğu bulunmuştur. Ancak, bileşik organizmalarda, döngüsel AMP'nin dağılımı farklılaşma örüntüsüyle ilişkili olmasına rağmen, "döngüsel AMP örüntüsünün sap öncesi -spor öncesi farklılaşmanın bir nedeni ya da bir sonucu olup olmadığı belli değildir." Ayrıca, farklılaşmada nedensel bir rol oynasa bile, ne içinde bulunduğu dağılım örüntüsünü, ne de bu örüntünün türden türe farklılık gösterdiği gerçeğini kendi başına açıklayamaz: Diğer bazı faktörler, bunun örüntülü dağılımından sorumlu olmak durumundadır. Bu faktörlerin olası yapısı konusunda oldukça çeşitli fikirler bulunmaktadır.[5]

İkinci olarak, gelişmiş bitkilerde, oksin hormonunun (indolil – 3 – asetik asit) vasküler farklılaşmanın kontrolünde bir rol oynadığı bilinmektedir. Öyleyse bu durumda oksin üretimini ve dağıtımını ne kontrol eder? Yanıt, vasküler farklılaşmanın kendisi gibi görünmektedir. Oksin, bir olasılık, hücreler olgunlaştıkça meydana gelen protein parçalanmasının bir yan ürünü olarak farklılaşmakta olan vasküler hücreler tarafından serbest bırakılmaktadır. Bu yüzden sistem halkasaldır: Farklılaşma örüntülerini korumaya yardımcı olur, ama bunların başlangıçta nasıl yapılandıklarını açıklamaz.[6]

Bununla birlikte, tartışmayı sürdürmek amacıyla, sonrasında farklılaşma örüntüsünü belirleyecek olan fiziksel ya da kimyasal etkilere hangi faktörlerin örüntü verdiğini belirlemenin mümkün olabileceğini varsayalım; ayrıca, bu kontrol eden faktörlerin kendilerinin kontrol edilme biçimlerinin de belirlenebildiğini kabul edelim... Şimdi, önümüzde regülasyon sorunu durmaktadır: Sistemin bir bölümü çıkarılırsa, bu karmaşık fizikokimyasal örüntü dizilerinin de aksaması gerekecektir. Ancak bir şekilde sistemin geri kalan bölümleri olağan gelişim biçimlerini değiştirmeyi ve sonuçta az çok normal bir ürün ortaya koyacak biçimde devam etmeyi becerebilmektedir.



Şekil 4: İki cıvık mantar türünün göç ve yükselme (külminasyon) evreleri. Soldakiler pek çok serbest yaşayan amipsi hücrenin bir araya toplanmasıyla meydana gelen yeni oluşmuş bileşik organizmalardır. Bunlar "sümüklüböcekler" gibi göç eder, sonra yukarı doğru yükselir ve spor cisimcikleri taşıyan saplar hâlinde farklılaşır. (Bonner, 1958).

Bu sorunun son derece zor olduğu genellikle kabul edilmektedir; ana hatlarıyla anlaşılması noktasından bile oldukça uzaktayız. Mekanistik kuramı destekleyenler bunun yoğun ve zorlu bir çaba sonucunda çözümlenebileceğini ummaktadır; karşıtları ise ilke olarak bile mekanistik biçimde çözümlenebileceğini reddetmektedirler. Yine de tartışmayı sürdürmek amacıyla, bir kere daha mekanistik bir çözüme ulaşılabileceğini varsayalım.

(iv) Bu durumda, "konumla ilgili bilgi"nin etkilerini nasıl meydana getirdikleri konusunda bir sorun bulunmaktadır. En basit olasılık bu "konumla ilgili bilgi"nin belirli bir kimyasalın konsantrasyon eğilimi tarafından belirlendiği olacaktır; belirli bir konsantrasyondan daha yükseğine maruz kalan bu hücreler bir protein grubunu sentezlerken, bu eşiğin altındaki konsantrasyonlara maruz kalan hücreler başka bir protein grubunu sentezler. Yine, "konumla ilgili bilgi"nin "yorumlanabildiği" bu ya da başka mekanizmaların gerçekten belirlenebileceğini varsayalım.[7] Artık, bu oldukça iyimser varsayımlar zincirinin sonunda, varılan nokta, uygun bir örüntüye göre yerleşmiş olan farklı hücrelerin farklı proteinler yaptıkları olacaktır.

Şimdiye kadar, bire bir ilişkiler grubu söz konusu oldu: Belirli bir uyaran tarafından bir genin "anahtarı açılıyor"; DNA RNA'ya transkribe ediliyor; RNA belirli bir amino asit dizisine, bir polipeptit zincirine tercüme ediliyor. Ancak, bu basit nedensel dizi artık sona ermekte. Acaba bu polipeptit zincirleri proteinlerin karakteristik üç boyutlu yapılarını oluşturacak biçimde nasıl katlanıyor? Proteinler hücrelere kendi karakteristik yapılarını nasıl veriyor? Hücreler karakteristik yapıları olan dokular oluşturacak biçimde nasıl bir araya toplanıyorlar? Ve benzeri sorular... Bunlar morfogeneze özel sorulardır: Belirli polipeptit zincirlerinin sentezi, morfogenezin bağlı olduğu yapısal materyaller ve metabolik sistem için bir temel sağlamaktadır. Polipeptit zincirleri ve bunların katlanarak oluşturdukları proteinler hiç kuşkusuz morfogenez için gereklidirler; ancak protein, hücre ve dokuların birleştirerek oluşturdukları örüntü ve yapıları gerçekte ne belirlemektedir? Mekanistik varsayıma göre, bunların tümü fiziksel etkileşimler çerçevesinde açıklanabilir, aynı varsayıma göre doğru proteinler doğru yerlerde, doğru zamanlarda, doğru bir dizide olduğu sürece bunlar kendiliğinden gerçekleşmektedir.

İşte, bu kritik evrede mekanistik biyoloji sahneden çekilmekte ve morfogenez sorunu basit bir şekilde fiziğe bırakılmaktadır.

Polipeptit zincirlerinin doğru koşullar altında karakteristik üç boyutlu bir yapısı olan proteinler oluşturacak biçimde kendiliğinden katlandıkları aslında doğrudur. Hatta, yeniden açılabilir ve koşullar değiştirilerek deney tüplerinde yeniden katlanabilirler, bu yüzden bu süreç canlı hücrelerin gizemli herhangi bir özelliğine bağlı değildir. Ayrıca, protein alt birimleri, normalde canlı hücrelerin içinde üretilebilen yapılar oluşturacak biçimde deney tüpü koşullarında bir araya toplanabilirler: Örneğin, tübülin proteininin alt birimleri mikrotübül adı verilen uzun, çubuksu yapılar biçiminde birleşmektedirler.[8] Çeşitli protein ve RNA bileşenlerinin kendiliğinden bir araya toplanmalarıyla ribozomlar gibi daha kompleks olan yapılar da oluşturulabilmektedir. Hücre zarlarının lipitleri gibi başka bazı maddecik sınıfları da deney tüpünde kendiliğinden bir araya toplanabilmektedir.

Bu yapılar kendiliğinden bir araya gelme sürecinden geçtiklerine göre, kristallere benzedikleri söylenebilir; aslında birçoğu kristal ya da yarı-kristal (quasi-crystalline) olarak da düşünülebilir. Bu nedenle, ilke olarak normal kristalleşmeden ne daha çok ne de daha az sorun yaratırlar; aynı tür fiziksel süreçlerin işin içinde olduğu varsayılabilir.

Bununla birlikte, morfogenetik süreçlerin tümü hiçbir şekilde kristalleşme türleri olarak ele alınamaz. Başka birtakım fiziksel faktörler de olmak zorundadır; örneğin, zarların aldıkları biçimler yüzey gerilimi kuvvetinden, jellerin ve sollerin de bileşenlerindeki koloidal özelliklerinden etkilenmesi gerekir. İstatistiksel açıdan rastgele dalgalanmalardan da bazı örüntüler ortaya çıkabilir; "dalgalanmalar yoluyla düzen" görünümüyle ilgili basit örnekler, inorganik sistemlerdeki tersinmez ya da dengesiz (non-equilibrium) termodinamiğin bakış açısından incelenmeye başlamıştır, benzer süreçler hücreler ve dokularda da iş başında olabilir.[9]

Yine de mekanistik kuram yalnızca bu ve diğer fiziksel süreçlerin morfogenezde bir rol oynadığını ileri sürmekle kalmaz; morfogenezin tamamen fizik çerçevesinde açıklanabileceğini iddia eder. Bu ne anlama gelir? Gözlenebilir olan her şey, ilke olarak fiziksel açıdan *açıklanabilir* biçiminde tanımlanırsa, yalnızca meydana geldiği için, bu durumda tanım gereği böyle olmak zorundadır. Ancak, bu mutlaka *bilinen* fizik yasaları çerçevesinde açıklanabileceği anlamına gelmemektedir. Bir organizmanın DNA'sındaki tüm baz dizileri ve döllenmiş bir yumurtanın fiziko-kimyasal durumu ve geliştiği çevreyle ilgili ayrıntılı bilgiyle donatılmış olan bir biyolog, temel fizik yasaları (yani, kuantum alan kuramı, elektromanyetik denklemleri, termodinamiğin ikinci yasası, vb.) çerçevesinde aşağıdaki ifadeleri önceden söyleyebilirse, bu açıklamanın, biyolojik morfogenez konusunda, başarıya ulaşabileceği söylenebilir: Bunlardan ilki, organizmanın üretebileceği bütün proteinlerin üç boyutlu yapıları; ikincisi, bu proteinlerin enzimik ve diğer özellikleri; üçüncüsü, organizmanın bütün metabolizması; dördüncüsü, gelişimi süresince ortaya çıkabilecek olan her tür konumla ilgili bilginin doğası ve sonuçları; beşincisi, hücre, doku ve organlarının yapısı ve bir bütün olarak organizmanın biçimi ve sonuncusu, bir hayvan söz konusu olduğunda, bu hayvanın içgüdüsel davranışları. Bütün bu öngörüler başarıyla yapılabilir ve buna ek olarak regülasyon ve rejenerasyon süreçlerinin akışı *a priori* (önsel) olarak öngörülebilirse, bu durum canlı organizmaların bilinen fizik yasaları çerçevesinde tamamen açıklanabilir olduğuna dair gerçekten kesin bir kanıt olabilecektir. Ancak elbette bugün için bu tür şeyler yapılamaz. Bu yüzden böyle bir açıklamanın olası olduğunu kanıtlamanın hiçbir yolu yoktur. Olamaz da.

Bundan dolayı, mekanistik kuram morfogenezin bütün olgularının ilke olarak bilinen fizik yasaları çerçevesinde açıklanabilir olduğunu ifade ediyorsa, bu ifade yanlış da olabilir demektir: Bugün için çok az şey anlaşılmış durumdadır, bu nedenle bi-

linen yasaların bütün olguları açıklamak için yeterli olduğuna inanmak için hiçbir sağlam dayanak noktası yok gibi görünmektedir. Ancak, en azından test edilebilir bir kuramdır; yeni bir fizik yasasının bulunmasıyla çürütülebilecektir. Diğer yandan, mekanistik kuram canlı organizmaların hem bilinen hem de bilinmeyen doğa yasalarına uyduğunu söylüyorsa, bu durumda çürütülemez bir kuram olacaktır; ama yalnızca açıklama olasılığına duyulan inancın genel bir ifadesi olacaktır. Ayrıca organikçilik ve vitalizme de karşıt olmayacak; bunları içerecektir.

Uygulamada, mekanistik yaşam kuramı dikkatli bir biçimde tanımlanmış, çürütülebilir bir bilimsel kuram olarak ele alınmaz; daha çok var olan fizik ve kimya tarafından hazırlanan yapılanmış bir düşünce çerçevesi içinde tutucu bir çalışma yöntemi için bir gerekçe sağlamaya yarar. Genellikle, canlı organizmaların ilke olarak bilinen fizik yasaları çerçevesinde tamamen açıklanabilir olduklarını söylemeye çalışıyor biçiminde anlaşılmasına rağmen, yeni bir fizik yasası bulunacak olsa ve bu nedenle bilinen bir yasa hâline gelecek olsa bile, mekanistik kuram bunu da içerecek biçimde kolaylıkla değiştirilebilecektir. Değiştirilmiş olan bu yaşam kuramı mekanistik olarak adlandırılsın ya da adlandırılmasın, bu yalnızca bir tanım sorunu olacaktır.

Morfogenez ve davranışla ilgili olgular konusunda bilinenler bu kadar azken, bunların en azından bazılarının fiziğin henüz farkında olmadığı bir nedensel faktöre bağlı olabileceği olasılığı hiçbir şekilde gözardı edilemez. Mekanistik yaklaşımda ise bu soru basitçe bir yana atılır. Yine de geriye tamamen açık bir kapı kalmaktadır.

2.3 Vitalizm

Vitalizm, yaşam olgularının cansız sistemlerin incelenmesinden çıkarılan fiziksel yasalar çerçevesinde tam olarak anlaşılamayacağını, canlı organizmalarda işin içinde ek bir nedensel faktör

daha olduğunu ileri sürmektedir. On dokuzuncu yüzyıl vitalist tutumunun tipik bir örneği kimyacı Liebig tarafından 1844'de verilmiştir: Liebig, kimyacıların o günlerde her çeşit organik maddeyi zaten üretebilmelerine ve gelecekte çok daha fazlasını üretebilecek olmalarına rağmen, kimyanın hiçbir zaman bir göz ya da bir yaprak yaratacak bir konumda olamayacağını iddia etmiştir; ısı, kimyasal çekim, kohezyon ve kristalleşmenin formatif kuvvetleri konusundaki tanımlanmış nedenlerin yanı sıra, "canlı bedenlerde, kohezyon kuvvetini yöneten ve yeni biçimlerdeki elementleri birleştiren dördüncü bir neden daha katılır, bu sayede de yeni nitelikler -organizma dışında görünmeyen biçimler ve nitelikler- kazanırlar."[10]

Bu tür fikirler, büyük ölçüde destek bulmakla birlikte, mekanistik kurama etkili bir alternatif oluşturmak için oldukça belirsizdir. Neo-vitalist kuramlar, ancak bu yüzyılın başlarında bir parça ayrıntılı bir şekilde çalışılmıştır. Morfogenez konusunda, bunların en önemlisi embriyolog Hans Driesch'in çalışmasıdır. Modern bir vitalist kuram geliştirilecek olsa, Driesch'in çalışması bu kuramın üzerinde yapılandırılacağı en uygun temel olacaktır.

Driesch canlı organizmaların birçok özelliğinin fiziko-kimyasal terimlerle anlaşılabileceğini inkâr etmemiştir. Fizyoloji ve biyokimyanın elde ettiği bulguların ve ileriye dönük keşif potansiyelinin farkındadır: "Bir organizmada bulunan, farklı kimyasal sistem sınıflarına ait olan, bileşimleri kısmen bilinen, kısmense bilinmeyen birçok özel kimyasal bileşik vardır. Ancak bunlardan bugün için henüz bilinmeyenleri yakın bir gelecekte büyük olasılıkla biliniyor olacaktır ve albüminin [protein] bileşiminin ve nasıl "yapıldığının" bulunması konusunda kesinlikle hiçbir kuramsal imkânsızlık yoktur."[11] Driesch enzimlerin ("fermentler") biyokimyasal reaksiyonları katalize ettiklerini ve aynı işin deney tüplerinde de yapılabileceğini biliyordu: "Organizma içindeki hemen hemen bütün metabolik süreçlerin, fermentler ya da ka-

talitik materyallerin işe karışması yüzünden gerçekleştiği konusunda hiçbir itiraz yok; inorganik ve organik fermentler arasındaki tek fark ise, organik olanların oldukça kompleks karakteri ve son derece yüksek spesifikasyon dereceleridir."[12] Driesch Mendel genlerinin kromozomlarda yer alan materyal birimler olduğunu ve bunların olasılıkla belirli yapıları olan kimyasal bileşikler olabileceğini de biliyordu.[13] Metabolik regülasyon ve fizyolojik adaptasyonun birçok yönünün fiziko-kimyasal diziler boyunca anlaşılabileceğini[14] ve genelde "organizmada, makine benzeri sabit bir temelde, teleolojik ya da maksatlı bir şekilde devam eden ... birçok süreç" olduğunu düşünüyordu.[15] Bu konular hakkındaki görüşleri, fizyoloji, biyokimya ve moleküler biyoloji alanlarında daha sonra gözlenen ilerlemelerle doğrulanmıştır. Kuşkusuz, Driesch bu buluşların ayrıntılarını öngöremezdi, ancak bunları imkân dahilinde ve hiçbir şekilde vitalizmle çelişmez olarak görüyordu.

Morfogenez konusunda ise, "bir makinenin, sözcüğün tam anlamıyla bir makinenin, yalnızca normalse, yani yalnızca müdahale edilmemiş bir gelişimi varsa ve sistemimizden parçaların ayrılması fragmantal gelişime yol açıyorsa, genellikle organogenezin nedensel kuvveti olabileceğini kabul etmemiz gerekir,"[16] biçiminde düşünüyordu. Ancak, aslında, birçok embriyonik sistemde, embriyonun bir bölümünün alınmasının ardından bir regülasyon süreci gelmektedir, bu sayede geriye kalan dokular kendilerini yeniden düzenler ve az çok normal bir biçimi olan yetişkin bir organizma ortaya çıkarmaya devam eder.

Mekanistik kuram, gelişimi, embriyonun bölümleri arasındaki kompleks fiziksel ya da kimyasal etkileşimler çerçevesinde açıklamaya çalışmak zorundadır. Driesch, regülasyon gerçeğinin bu tip makine benzeri herhangi bir sistemi anlaşılamaz bir hâle getirdiğini, çünkü bu sistemin bir bütün olarak kalabileceğini ve tipik bir son ürün ortaya koyabileceğini, oysa makine benzeri, üç

boyutlu hiçbir kompleks sistemin, parçalarının keyfî bir şekilde alınmasından sonra bir bütün olarak kalamayacağını iddia etmiştir.

Bu iddia, teknolojideki şu anki ya da gelecekte görülebilecek ilerlemelerle geçersiz kılınabileceğinden itiraza açıktır. Ancak, en azından şimdiye kadar çürütülmemiş gibi görünmektedir. Örneğin, bilgisayar donanımlı sibernetik sistemler belirli tipte fonksiyonel karışıklıklara uygun bir biçimde tepki verebilmelerine rağmen, bu işi sabit bir yapı temelinde yaparlar. Kendi fiziksel yapılarını yenileyemezler; örneğin, bilgisayarın parçaları rastgele yok edilirse, bu parçalar makinenin kendisi tarafından yenilenemezler, ayrıca bu parçaların rastgele alınmasından sonra sistem normal olarak işlemeye devam edemez. Modern teknolojinin bu konuya uygun gibi görünen bir başka unsuru da bazı parçaları çıkarılabilen, ama hâlâ eksiksiz bir üç boyutlu görüntü sağlayabilen hologramdır. Bununla birlikte, hologram bu işi yalnızca lâzer, aynalar, vb'nin dahil olduğu daha büyük bir fonksiyonel bütünün bir parçası olduğunda gerçekleştirebilir. Bu yapılar rastgele verilen bir hasarın ardından, örneğin lâzer paramparça edildiğinde, yenilenemezler.

Driesch regülasyon, rejenerasyon ve üreme gerçeğinin, fiziksel bütünün bazı parçaları çıkarıldığı hâlde geriye bir bütünün kaldığı canlı organizmalar hakkında bazı şeyler gösterdiğine inanıyordu; bu şey fiziksel sistem üzerinde işlemekle birlikte kendi başına onun bir parçası değildi. Fiziksel olmayan bu nedensel faktöre *entelekya* adını verdi. Entelekyanın morfogenez süresince fiziko-kimyasal süreçleri düzenlediği ve kontrol ettiğini varsaydı; genler morfogenezin materyal araçlarını sağlamaktan sorumluydular -düzenlenecek olan kimyasal maddeler- ama düzenlemenin kendisi entelekya tarafından meydana getiriliyordu. Açıkça, morfogenez, morfogenezin araçlarını değiştiren genetik değişimlerden etkilenebiliyordu, ama bu yalnızca neden oldukları kimyasallar ve genler çerçevesinde açıklanabileceğini

kanıtlamayacaktı. Benzer şekilde, sinir sistemi de bir hayvanın hareketleri için araçlar sağlıyordu, ama entelekya bunu, bir piyanistin piyano çalması gibi, bir âlet gibi kullanarak beynin etkinliğini düzenliyordu. Yine, piyanonun hasar görmesinden piyanistin çaldığı müzik nasıl etkileniyorsa, davranış da beynin gördüğü bir hasardan etkilenebilecekti; ancak bu durum yalnızca piyanonun piyanist için gerekli bir araç olması gibi, beynin de davranış için gerekli bir araç olduğunu kanıtlıyordu.

Entelekya, kök olarak (en-telos [en: içinde; telos: son, sonuç]) sonucunu ya da amacını kendi içinde taşıyan, barındıran bir şeye işaret eden Yunanca bir sözcüktür; kontrolü altındaki bir sistemin yöneltildiği bir amacı "kapsar". Bu yüzden, gelişimin izlediği normal yol bozulursa, sistem aynı amaca farklı bir yoldan ulaşabilir. Driesch, gelişim ve davranışın, hepsi eninde sonunda organizmanın genel entelekyasından türeyen ve bu entelekyanın emrinde olan bir entelekyalar hiyerarşisinin kontrolü altında olduğunu düşünüyordu.[17] Herhangi bir hiyerarşik sistemde, örneğin bir orduda olduğu gibi, hata olasılığı hep vardı ve entelekyalar "aptalca" davranabilirlerdi; tıpkı gereksiz bir organın üretildiği fazla-rejenerasyon durumunda davrandıkları gibi.[18] Ancak bu tip aptallıklar, askerlerin zeki varlıklar olduğu gerçeğinin aksini kanıtlamadıkları gibi, entelekyanın varlığını da çürütemezler.

Driesch entelekyayı bir "yoğun çeşitlilik", uzamsal olmamakla birlikte (non-spatial) uzay üzerine etkiyen bir nedensel faktör olarak tanımlamıştır. Bunun fiziko-kimyasal süreçler üzerine etkiyen doğal (metafizik ya da mistik bir faktörün aksine) bir faktör olduğunu vurgulamıştır. Bir enerji biçimi değildi ve hareketleri termodinamiğin ikinci yasası, enerjinin korunumu yasasına ters düşmüyordu. Öyleyse nasıl çalışıyordu?

Driesch, yazılarını, genellikle bütün fiziksel süreçlerin tamamen deterministik, ilke olarak bütünüyle enerji, moment, vb. unsurlar çerçevesinde öngörülebilir olduğunun düşünüldüğü

klâsik fizik çağında yazmıştı. Ancak o, fiziksel süreçlerin tamamen belirlenemeyeceğini, çünkü enerjik olmayan bir entelekyanın başka türlü bunlar üzerinde etkiyemeyeceğini düşünüyordu. Bu nedenle de en azından canlı organizmalarda mikrofiziksel süreçlerin fiziksel nedensellik tarafından tamamen belirlenemediği, ancak ortalama olarak fiziko-kimyasal değişimlerin istatistiksel yasalara uydukları sonucuna varmıştı. Driesch, entelekyanın mikrofiziksel süreçlerin ayrıntılı zamanlamasını etkileyerek, bunları "askıya alarak" ve amacı için gerekli olduğunda serbest bırakarak çalıştığını ileri sürmüştü:

> İnorganik oluşumun geçici olarak askıya alınması yetisi, entelekyanın en temel ontolojik karakteristiği biçiminde düşünülmelidir... Entelekya, bizim görüşümüze göre, olayın önüne çıkan "engelleri" tamamen kaldıramaz ... böyle bir ortadan kaldırma eylemi enerji gerektirecektir, entelekya ise enerjik değildir. Yalnızca, entelekyanın gerçekleşmesini kendisinin engellediklerini, o ana dek askıya aldıklarını serbest bırakabileceğini kabul ediyoruz."[19]

Canlı organizmalarda fiziksel bir indeterminizme yönelik bu gözüpek öneri, deterministik klâsik fiziğin bakış açısına göre bütünüyle kabul edilemez gibi görünmesine rağmen, kuantum kuramı ışığında çok daha az korkunç gözükmektedir. Heisenberg belirsizlik ilkesini 1927'de çıkarmıştı, kısa bir süre sonra da mikrofiziksel olayların konum ve zamanlamalarının yalnızca olasılıklar çerçevesinde öngörülebileceği açığa çıktı. 1928'de fizikçi Sir Arthur Eddington, beyindeki kuantum olaylarının biçimine, bunların meydana geliş olasılığı üzerinde nedensel bir etki yoluyla tesir ederek zihnin bedeni etkilediğini tahmin edebilmişti. "Olasılık, adına yakışmayacak biçimde, sıradan fiziksel oluşumların olanak vermeyeceği bir şekilde değiştirilebilir."[20] Benzer fikirler, düşüncelerini aşağıdaki biçimiyle özetleyen nörofizyolog Sir John Eccles tarafından da öne sürülmüştü:

> Nörofizyolojik hipotez, "irade"nin, aktif serebral korteksin o eşsiz detektör işlevi aracılığıyla etkili hâle gelen uzam-zamansal (spatio-temporal) "etki alanları"nı kullanarak sinir ağının uzam-zamansal etkinliğini değiştirmesidir. Bu işlevsel etkinliği sağlaması için, "irade" ya da "zihinsel etki"nin kendisinin bir miktar uzam-zamansal örüntülü bir karaktere sahip olduğu dikkat çekecektir.[21]

Daha yakın zamanlarda, benzer, ancak daha ayrıntılı çok sayıda görüş fizikçiler ve parapsikologlar tarafından ileri sürülmüştür[22] (Kısım 1.8).

Bu yaklaşımlar paralelinde, modern bir vitalist kuram, Driesch'in terminolojisini kullanacak olursak, entelekyanın, enerjik nedenselliğin koyduğu istatistiksel sınırlar içindeki fiziksel açıdan indeterministik olayları etkileyerek fiziko-kimyasal sistemleri düzenlediği hipotezi temeline dayanabilecektir. Böyle olması için de kendisinin uzam-zamansal olarak örüntülü olması gerekecektir.

Peki, bu durumda entelekya bu örüntülü karakteri nasıl edinmektedir? Olası bir yanıt Kısım 1.7'de ana hatları verilen etkileşimci bellek kuramı tarafından önerilmektedir. Anılar beyinde fiziksel olarak depolanmıyor, ama bir şekilde zaman içinde doğrudan bir hareket içeriyorlarsa,[23] o hâlde tek tek beyinlerle sınırlı olmaları da gerekmez; kişiden kişiye aktarılabilecek ya da bir tür anı "havuzu" geçmişteki sayısız bireyden miras alınabilecektir.

Bu fikirler hayvanların içgüdülerini de kapsayacak biçimde genellenebilir. İçgüdüler türün kolektif belleği yoluyla kalıtsal olarak aktarılıyor olabilirler; bir içgüdü yalnızca bireyler tarafından değil, aynı zamanda bir bütün olarak türün kendisi tarafından kazanılmış bir alışkanlık gibi olabilecektir.

Bu tür fikirler birçok yazar tarafından ileri sürülmüştür;[24] örneğin, psişik araştırmacı W. Carington bir örümceğin ağ örmesi gibi içgüdüsel bir davranışın "tek bir varlığın (örneğin örümcek) türe ait bütün ağ örme deneyimlerinin depolandığı daha büyük bir sisteme (dilerseniz kolektif bilinçaltı da diyebilirsiniz) bağlanması sayesinde olabilir."[25] fikrini ortaya atmıştır. Zoolog Sir Alister Hardy, paylaşılan bu deneyimin bir tür "psişik plân" gibi çalıştığını öne sürerek bu fikri geliştirmiştir:

> Paralel iki bilgi akımı olabilecektir: seçim yoluyla etkide bulunacak olan organik akımın değişken fiziksel biçimini sağlayan DNA kodu ve ortak deneyimin psişik akımı. Çevreyle birlikte popülâsyonda ırkı daha iyi devam ettirebilecek üyeleri seçecek olan bilinçaltı tür "plânı" (blueprint).[26]

Bu görüşlerde, fiziksel olmayan bellek benzeri bir sürece bağlı olan kalıtım türü davranış dünyasıyla sınırlanmıştır. Bu düşüncenin, biçimin kalıtımını da kapsayacak biçimde daha ileri düzeydeki bir genellemesi Driesch'in entelekya kavramıyla bir ilişkiyi gündeme getirecektir: Entelekya tarafından fiziko-kimyasal bir sistem üzerine yüklenen karakteristik örüntü bir tür bellek süreciyle entelekyanın kendisinin uzam-zamansal örüntüsüne bağlı olacaktır. Örneğin, bir denizkestanesi embriyosu, entelekyası daha önceki bütün denizkestanelerinin gelişim süreçlerinin "belleğini" içerdiği için, geliştiği gibi gelişecektir; ayrıca, önceki denizkestanelerinin larval ve yetişkin biçimlerinin "belleği", embriyo zarar görse bile, entelekyanın bu normal amaçlar doğrultusunda gelişimi yönlendirmesini -yani regülasyonu- sağlayacaktır.

Sonuç olarak, morfogenezle ilgili olası bir vitalist kuram şu biçimde özetlenebilecektir: DNA'nın genetik kalıtımı organizmanın alabileceği tüm olası proteinleri belirler. Ancak hücre, do-

ku ve organların organizasyonu ve organizmanın bir bütün olarak gelişiminin koordinasyonu entelekya tarafından belirlenir. Entelekya, aynı türün geçmişteki üyelerinden materyal olmayan bir şekilde kalıtsal olarak alınır; bir madde ya da enerji tipi değildir, yine de kendi kontrolü altındaki organizmanın fiziko-kimyasal sistemleri üzerinde etkimektedir. Entelekyanın olasılıkçı süreçleri etkileyen bir "gizli değişkenler" grubu gibi davranabildiği için, bu etkime de mümkün olmaktadır.

Bu kuram, hiçbir şekilde anlamsız değildir, üstelik, olasılıkla, deneysel olarak da test edilebilir; temelde yetersiz gibi gözükmesinin tek nedeni vitalistik olmasıdır. Tanım gereği, entelekya özünde fiziksel değildir; hipotez gereği, kuantum kuramının bakış açısına göre "gizli" olan bir değişkenler grubu sağlayarak materyal sistemler üzerinde etkiyebilmesine rağmen, bu hâlâ benzemeyenin benzemeyen üzerindeki bir hareketi olabilecektir. Fiziksel dünya ve fiziksel olmayan entelekya hiçbir zaman birbirleri açısından açıklanamaz ya da anlaşılamaz.

Bütün vitalist kuramların doğasında var olan bu düalizm, ribozomlar ve virüsler kadar kompleks yapıların "kendiliğinden kümelenmeleri" konusunda moleküler biyolojinin buluşları ışığında, çeşit bakımından değil, derece açısından, kristalleşmeden farklı bir duruma işaret ettiği için, özellikle rastgele gibi görünmektedir. Bir bütün olarak canlı organizmaların kendiliğinden düzenlenmeleri, ribozom ya da virüslerinkinden daha kompleks olmasına ve daha büyük bir içsel heterojenlik ortaya çıkarmasına rağmen, burada da yine bir derece farkı olduğunu ileri sürmeye yetecek kadar benzerlik bulunmaktadır. Bu durum, en azından, hem mekanikçiler hem de organikçilerin düşünmeyi yeğledikleri şeydir.

Olasılıkla, yaşam olguları konusunda doyurucu başka bir açıklama tasarlanabilir olmadığı sürece, vitalist bir kuram da kabul edilmek durumunda olacaktır. Vitalizmin mekanistik kurama tek alternatif gibi göründüğü bu yüzyılın ilk dönemlerinde,

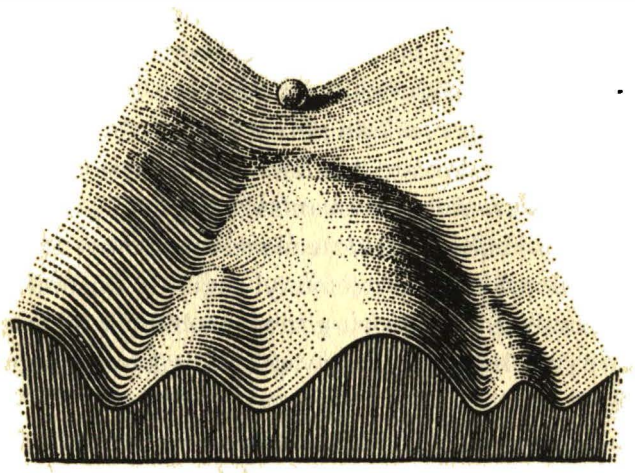
özündeki düalizme rağmen dikkate değer bir destek kazanmıştı. Ancak son elli yıl içinde organikçi kuramın gelişimi, daha geniş bir perspektif içinde vitalizmin birçok yönünü içererek, etkili bir biçimde bunun yerini alan başka bir olanak sunmuştur.

2.4 Organikçilik

Morfogenezle ilgili organizmik kuramlar çeşitli etkiler altında gelişmiştir: Bunların bazıları felsefî sistemlerden, özellikle A. N. Whitehead ve J. C. Smuts'unkilerden; bazıları modern fizikten, özellikle alan kavramından; bazıları, kendisinin de fiziksel alanlar kavramından oldukça etkilenmiş olan Gestalt psikolojisinden; bazıları da Driesch'in vitalizminden etkilenmiştir.[27] Bu kuramlar, Driesch'in mekanistik terimler çerçevesinde çözülemez olduklarını iddia ettiği aynı sorunlarla ilgileniyordu: regülasyon, rejenerasyon ve üreme. Ancak Driesch, gelişmekte olan organizmaların sergilediği bütünlük ve yönelimlilik (directiveness) özelliklerini açıklamak için, fiziksel olmayan entelekyayı önerirken, organikçiler morfogenetik (embriyonik; gelişimsel) *alanlar* kavramını önermişlerdir.

Bu fikir 1922'de A. Gurwitsch[28] ve 1926'da P. Weiss tarafından ayrı ayrı ileri sürülmüştür. Bununla birlikte, morfogenetik alanların morfogenezin kontrolü konusunda önemli bir rol oynadıklarını ifade etmenin dışında, bu yazarların ikisi de bunların ne oldukları ya da nasıl çalıştıklarını belirtmemişlerdir. Alan terminolojisi kısa sürede diğer gelişim biyologları tarafından da benimsenmiş, ama, canlı organizmaların özellikleri ve inorganik elektromanyetik sistemler arasında benzerlikler olduğunu ileri sürmeye yaramasına rağmen, kötü tanımlanmış olarak kalmıştır. Örneğin, bir demir mıknatıs iki parçaya ayrılırsa, manyetik alan özelliklerine sahip olan iki eksiksiz mıknatıs elde edilmiş olur; benzer şekilde, morfogenetik alanın da organizmaların, yeni organizmalar biçiminde gelişebilen bağımsız parçalarının "bütünlüğünü" açıkladığı varsayılmıştır.

C. H. Waddington morfogenetik alan fikrine ek olarak, gelişimin zamansal yönünü de hesaba katacak biçimde yeni bir kavram önermiştir. Bu yeni kavrama *kreod* (Yunanca *chre*, yani gerekli; ve *hodos*, yani yol) adını vermiş ve bunu basit bir üç boyutlu "epigenetik manzara" aracılığıyla göstermiştir (Şekil 5).[30] Bu modelde, topun aşağı doğru yuvarlanırken izlediği yol bir yumurtanın belirli bir parçasının gelişim öyküsüne karşılık gelir. Embriyoloji ilerledikçe, vadiler tarafından temsil edilen, dallanan bir alternatif yol dizileri ortaya çıkar. Bunlar farklı organ, doku ve hücre tiplerinin gelişim yollarına karşılık gelmektedir. Organizmada bunlar oldukça açıktır; örneğin, böbrek ve karaciğerin belirli bir yapısı vardır ve bir dizi aracı formlar yoluyla birbirinin derecelerine inmezler. Gelişim belirli bitiş noktalarına doğru kanalize edilmiştir. Genetik değişiklikler ya da çevresel düzensizlikler, gelişimin rotasını (topun izlediği yolla simgelenir)



Şekil 5: Kanalize edilmiş bir değişim yolu olarak kreod kavramını gösteren "epigenetik manzara"nın bir bölümü. (Waddington, 1957. George Allen & Unwin, Ltd.'nin izniyle kopyalanmıştır)

vadiden komşu yamaca aşağıdan yukarıya doğru iter, ama bir başka vadinin eşiğinden yukarıya çıkarmadığı sürece, gelişim süreci yine eski yolunu bulacaktır. Başladığı noktaya geri dönmeyecek, ancak gelişimin kanalize edilmiş yolu üzerindeki sonraki konumuna gelecektir. Bu durum da regülasyonu simgeler.

Kreod kavramı morfogenetik alan kavramına oldukça benzemektedir, ancak morfogenetik alan kavramında yalnızca gizli olan zaman boyutu burada açıktır.

Daha yakın tarihlerde, her iki kavram da matematikçi René Thom tarafından, yalnızca morfogenezi değil, aynı zamanda davranış ve dili de kapsayan matematiksel bir kuram oluşturmaya yönelik büyük bir girişimin bir bölümü olarak, büyük ölçüde geliştirilmiştir.[31] Thom'un temel ilgisi o güne dek matematiksel işleme direnmiş bu sorunlar için uygun bir matematiksel formalizm bulmaktır. Sondaki hedefi ise gelişimsel süreçlere olabildiğince yakın bir şekilde karşılık gelen matematiksel modeller üretmektir. Bu modeller topolojik, niceliksel değil niteliksel olacak ve belirli herhangi bir nedensel açıklama şemasına bağlı olmayacaktı: "Lokal modelleri kullanmamızın temel özelliklerinden biri, bunların 'gerçekliğin nihaî doğası' hakkında hiçbir şey ima etmemeleridir; bu durum betimlemenin ötesinde kompleksleşmiş olan analizlerle açığa çıkarılsa bile, yalnızca onun tezahürünün bir bölümü -sözde gözlemlenebilir olanlar- en sonunda sistemin makroskobik betimlemesiyle ilgilidir. Dinamik modelimizin faz aralığı, yalnızca bu gözlemlenebilirleri kullanarak ve artık az ya da çok kaotik temelli yapılarla ilgili olmaksızın tanımlanır."[32]

Bu yaklaşımla ilgili sorun, aslında betimleyici olmasıdır; morfogenezi pek açıklamamaktadır. Doğrusu, var olan bütün organizmik morfogenez kuramları için bu durum geçerlidir. Örneğin, Waddington'un kreod kavramını Driesch'in entelekyasıyla karşılaştırın. Her iki kavram da kendisi belirli bir zaman ve yerle sınırlanmış olarak düşünülemeyecek olan bir şey tarafından

gelişimin uzaya ve zamana yönlendirildiği ya da kanalize edildiği fikrini içermektedir; her ikisi de bunu, her nasılsa gelişimsel sürecin sonunu ya da amacını kendi içinde taşıyan bir şey olarak görmekte ve her ikisi de böylelikle regülasyon hakkında bir düşünme biçimi sağlamaktadır. Bu ikisi arasındaki temel fark Driesch'in, düşündüğü sürecin aslında nasıl işleyebileceğini söylemeye çalışması, diğer yandan Waddington'un ise bunu yapmamasıdır. Kreod kavramı, bu nedenle, saldırıya daha az açıktır, çünkü çok belirsiz kalmıştır.[33] Gerçekte, Waddington kreodlar ve morfogenetik alanlar kavramlarını "aslında betimsel bir kolaylık" olarak görmektedir.[34] Başka birçok organikçi gibi, o da bilinen fiziksel nedenler dışında herhangi bir şeyin işin içinde olduğunu ileri sürdüğünü inkâr etmiştir. Bununla birlikte, organikçilerin tümü bu inkâra katılmamaktadır; bazıları bu soruyu açık bırakmaktadır. Açık bir şekilde kesin bir yargı ifade etmeyen bu tutum, B. C. Goodwin'in morfogenetik alan konusunda aşağıda verilen görüşleriyle gösterilmektedir:

> Bu alanın bir özelliği elektriksel kuvvetlerin bunu etkileyebileceğidir. Gelişmekte ve kendini rejenere etmekte olan diğer organizmalarda da ilgi çekici ve dikkate değer elektriksel alan örüntülerine sahip oldukları bulunmuştur, ama morfogenetik alanların aslında elektriksel olduklarını ileri sürecek değilim. Kimyasal maddeler de gelişmekte olan organizmaların polarite ve diğer uzamsal yönlerini etkiler; ama yine, morfogenetik alanların öz yapı itibarıyla kimyasal ya da biyokimyasal oldukları sonucuna varacak değilim. Benim inancım bu konudaki incelemelerin bunlardan herhangi biri, hepsi ya da hiçbiri olabileceği varsayımı üzerinde ilerlemesi gerektiğidir; ancak, onun maddesel doğası hakkındaki agnostisizme (bilinemezcilik) rağmen, gelişimsel süreçte birincil bir rol oynadığına da inanmaktayım.[36]

Bu kavramın açıklığı, kavramı morfogenez konusunda ayrıntılı bir organizmik kuram için en umut verici başlangıç noktası yapmaktadır. Ancak belli ki morfogenetik alanların bilinen fizik ilkeleri çerçevesinde tamamen açıklanabilir oldukları düşünülürse, bunlar mekanistik kuramın sofistike bir versiyonu üzerine kurulmuş belirsiz bir terminolojiden başka bir şey anlatmamaktadır. Yalnızca, günümüzde fizik tarafından tanımlanmamış olan nedensel bir rol oynadıkları varsayılırsa, test edilebilir bir kuram geliştirilebilir. İlerleyen bölümlerde bu olasılık incelenmektedir.

Notlar

1 Tanımsal bir araştırmanın sonuçlarını göz önünde tutarak hipotezlerin oluşturulma şekli konusunda bir örnek için, bkz. Crick ve Lawrence (1975).

2 Yakın tarihli bir araştırma için, bkz. Wolpert (1978).

3 King ve Wilson (1975).

4 a.g.e.

5 MacWilliams ve Bonner (1979).

6 Sheldrake (1973).

7 Bu konuyla ilgili yakın tarihli kuramsal bir tartışma için, bkz. Meinhardt (1978).

8 Roberts ve Hyams (editörler) (1979).

9 Nicolis ve Prigogine (1977).

10 Driesch (1914), s.119.

11 Driesch (1929), s.290.

12 Driesch (1908), Cilt 1, s.203.

13 Driesch (1929) s.152-154, 293.

14 a.g.e., s.135, 291.

15 a.g.e., s.246.

16 a.g.e., s.103.

17 a.g.e., s.246.

18 a.g.e., s.266.

19 a.g.e., s.262.

20 Eddington (1935), s.302.

21 Eccles (1953).

22 Örneğin, Walker (1975); Whiteman (1977); Hasted (1978); Lawden (1980).

23 Karşılaştırınız: Bertrand Russell'ın tartıştığı "mnemik nedensellik" kavramı (1921).

24 Bellek ve içgüdünün aynı olgunun iki yönü olduğu fikri, diğer yazarların yanı sıra, Butler (1878); Semon (1921); ve Rignano (1926) tarafından ileri sürülmüştür. Bununla birlikte, bu yazarlar, belleğin kalıtımının, germ plâzması yoluyla, Lamarckçı bir tür kalıtım gerektiren bir şekilde, fiziksel olarak gerçekleştiğini varsaymışlardır.

25 Carington (1945).

26 Hardy (1965), s.257.

27 Bu etkilerle ilgili bir tartışma ve sonrasında organizmik fikirlerin gelişimiyle ilgili bir araştırma için, bkz. Haraway (1976). Morfogenez konusunda organizmik yaklaşımla ilgili ilk özetlerden en iyisi von Bertalanffy tarafından yapılmıştır (1933).

28 Gurwitsch (1922).

29 P. Weiss'in fikirlerinin sistematik bir şekilde ifadesi için, bkz. aynı yazarın *Principles of Development* (Gelişimin İlkeleri) adlı çalışması (1939).

30 Waddington (1957), Bölüm 2.

31 Thom (1975a).

32 a.g.e. s.6-7.

33 Waddington, meslek yaşamının sonuna doğru yazdığı aşağıdaki pasajda açıklanan nedenlerden ötürü, kavramlarının organizmik arka plânı konusunda bile açık olmadığını göstermiştir:

"Saldırgan bir karakterim olmadığı ve saldırgan bir şekilde antimetafizik bir dönemde yaşadığım için, bu felsefî görüşleri alenen

açıklamayı tercih etmedim. 1928'lerde yazdığım 'Vitalist-Mekanist Çekişmesi ve Soyutlama Süreci' konusundaki çalışmam hiç yayınlanmadı. Bunun yerine, belirli deneysel koşullarda kullanmak için Whitehead'çi bir görüş açısını yerleştirmeye çalıştım. Bu yüzden, metafizikle ilgili olmayan biyologlar, bunların ardında neyin gizli olduğunu fark etmiyorlar, ancak yine de kendilerini anlaşılması güç bir şekilde rahatsız hissetmişler gibi, genellikle tepki veriyorlar." (Waddington (editör), 1969, s. 72-81).

34 Waddington (editör) (1969), s.238, 242.

35 Örneğin, Elsasser (1966, 1975); von Bertalanffy (1971). Bu "mekanistik organikçilik" konusunda bir tartışma için bkz. Sheldrake (1981).

36 Goodwin (1979), s. 112-113.

3 Biçimin Nedenleri

3.1 Biçim Sorunu

Biçimin herhangi bir sorun ortaya koyduğu ilk bakışta açık değildir. Çevremizdeki dünya tamamen biçimlerle doludur; her algı eyleminde onların farkına varmaktayız. Ancak, deneyimimizin, basit bir şekilde kesinmiş gibi kabul ettiğimiz bu yönüyle, fiziğin ilgilendiği niceliksel faktörler arasında derin bir uçurum olduğunu kolaylıkla unuturuz: kütle, moment, enerji, sıcaklık, basınç, elektrik yükü, vb.[1]

Fiziğin niceliksel faktörleri arasındaki ilişkiler matematiksel olarak ifade edilebilir, fiziksel değişimler ise denklemler yoluyla betimlenebilir. Bu denklemlerin oluşturulması mümkündür, çünkü temel fiziksel nicelikler Kütle ve Enerji, Moment, Elektrik Yükü, vb'nin Korunumu İlkelerine göre korunmaktadır: Belirli bir fiziksel değişimden önceki toplam kütle ve enerji, moment, elektrik yükü vb. miktarı, sonraki toplam miktara eşittir. Ancak, biçim bu denklemlere girmez: vektörle ya da rakamlarla ifade edilebilen bir nicelik değildir, korunmaz da. Örneğin, bir çiçek demeti büyük bir ocağa atılır ve kül hâline getirilirse, madde ve enerji miktarı aynı kalır, ama çiçeklerin biçimi yok olur.

Fiziksel nicelikler çeşitli aygıtlarla yüksek bir kesinlik derecesinde ölçülebilirler. Ancak biçimler niceliksel bir ölçek üzerinde ölçülemez, zaten bilim adamlarının bile buna gereksinimleri yoktur. Bir botanikçi iki tür arasındaki farkı bir âletin kadranı üzerinde ölçmez; bir entomolojist (böcekbilimci) kelebekleri, bir anatomist kemikleri ya da bir histolojist (dokubilimci) hücreleri

bir makine aracılığıyla tanımaz. Tüm bu biçimler doğrudan tanınır. Bitki örnekleri herbaryumlarda (kurutulmuş bitki koleksiyonlarının saklandığı özel oda), kelebekler ve kemikler camlı dolaplarda, hücreler de mikroskop lâmlarında korunurlar. Biçim olarak yalnızca kendileridirler; başka herhangi bir şeye indirgenemezler. Biçimlerin betimlenmesi ve sınıflandırılması, aslında, birçok bilim dalının birincil ilgisidir; kimya gibi fiziksel bir bilimde bile önemli bir amaç, iki boyutlu "yapısal formüller" ya da "top ve çubuklar"dan oluşan üç boyutlu modeller biçiminde diyagramatik olarak temsil edilen moleküllerin biçimlerinin açıklanmasıdır.

En basit sistemler dışında her sistemin biçimi, yalnızca, fotoğraf, çizim, diyagram ya da modellerle, görsel olarak gösterilebilirler. Ancak matematiksel olarak temsil edilemezler. En gelişmiş topolojik yöntemler bile henüz, örneğin bir zürafa ya da bir meşe ağacı için matematiksel formüller sağlayacak derecede geliştirilebilmiş değildir. Thom ve başkaları tarafından geliştirilmiş olan yeni yöntemlerden bazıları, belki eninde sonunda bu gibi sorunların üstesinden gelebilecektir, ama yalnızca uygulamada değil, ilkede de matematiksel güçlükler bulunmaktadır.[2]

En basit statik biçimler dışında herhangi bir biçimin yalnızca betimlenmesi son derece kompleks bir matematiksel sorun sunuyorsa, biçimin değişiminin, morfogenezin betimlenmesi çok daha güçtür. Bu durum, Thom'un, olası biçim değişimi tiplerini, ya da "katastrof"u, genel terimler çerçevesinde sınıflandırdığı ve betimlediği "katastrof kuramı"nın konusudur. Morfogenetik bir sürecin sonunun ya da amacının, yani son biçimin, morfogenetik bir alan içindeki bir "çekici" (attractor) tarafından temsil edildiği matematiksel modeller kurarak, bu kuramı morfogenezle ilgili sorunlara uygular. Thom, her nesnenin ya da fiziksel biçimin bu tip bir çekici ile temsil edilebileceğini ve her morfogenezin "başlangıçtaki biçimleri temsil eden çekicilerin kaybolması ve son biçimleri temsil eden çekiciler tarafından ele geçirilip yer değiştirmesiyle betimlenebilir" olduğunu varsaymaktadır.[3]

Belirli morfogenetik süreçlere karşılık gelen topolojik modeller geliştirmek için, formüller, deneme-yanılma ve esinlenilmiş tahmine dayanan sonuç işinin bir kombinasyonuyla bulunur. Matematiksel bir ifade çok fazla çözüm veriyorsa, buna kısıtlamalar getirilmek durumundadır; öte yandan bir fonksiyon fazla kısıtlıysa, bunun yerine daha genellenmiş bir fonksiyon kullanılır. Bunlara benzer yöntemlerle, Thom eninde sonunda gerçek morfogenetik süreçlere ayrıntılarıyla karşılık gelen topolojik ifadeler geliştirmenin mümkün olması gerektiğini umar. Ancak yine de bu modeller, olasılıkla, niceliksel öngörülerin yapılmasına olanak tanımayacaktır. Bunların asıl değeri, farklı morfogenez tipleri arasındaki biçimsel benzerliklere dikkat çekmelerinde yatıyor olabilir.[4]

İlk bakışta, Bilgi Kuramının matematiksel formalizmi bu topolojik yaklaşıma yeğlenebilir gibi görünmektedir. Ancak, gerçekte, Bilgi Kuramı kapsamı açısından oldukça sınırlıdır. Başlangıçta, telefon mühendisleri tarafından, bir kanal yoluyla, kaynaktan alıcıya mesajların iletilmesiyle ilgili olarak geliştirilmiştir; aslında, bir kanalın karakteristiklerinin, belirli bir zaman içinde iletilebilen bilgi miktarını nasıl etkilediği sorusuyla ilgiliydi. Ulaşılan temel sonuçlardan biri, kapalı bir sistemde, bilginin biçimi, örneğin Mors alfabesinin nokta ve çizgilerinden sözcüklere geçmek gibi, değiştirilebilmesine rağmen, alıcıya kaynakta bulunandan daha fazla bilginin iletilemeyeceğidir. Bir olayın bilgi içeriği, neler olup bittiğiyle değil, yalnızca bunun yerine neler olmuş olabileceğiyle ilgili olarak tanımlanır. Bu amaçla, genellikle ikili semboller kullanılır, daha sonra da bir örüntünün bilgi içeriği, bilinen bir sınıf sayısından bir örüntünün hangi belirli sınıfının oluştuğunu belirtmek için kaç evet ya da kaç hayır kararının gerekli olduğu bulunarak belirlenir.

Biyolojide bu kuram sinir tellerinin impulsları iletimi konusundaki niceliksel araştırmalara yönelik ilgi uyandırmıştır; daha küçük bir boyutta ise, ana-baba DNA'daki baz dizisinin oğul döllerin DNA'sına iletilmesiyle ilgisi vardır, ancak; bunun gibi

basit bir durumda bile ciddî biçimde yanıltıcı olabilir, çünkü canlı organizmalarda telefon tellerinde meydana gelmeyen olaylar görülür: genler mutasyona uğrar, kromozomların bazı bölümleri inversiyon, translokasyon, vb. geçirir. Ancak Bilgi Kuramı biyolojik morfogenezle ilgili değildir: Yalnızca kapalı sistemlerde bilginin iletimine uygulanır ve bu süreç boyunca bilginin içeriğinde bir artışı hesaba katamaz.[5] Gelişmekte olan organizmalarsa kapalı sistemler değildir ve gelişimleri epigenetiktir, yani biçim ve organizasyonun kompleksliği giderek artar. Mekanistik biyologların sanki belirli bir anlamları varmış gibi sıklıkla "genetik bilgi", "pozisyonla ilgili bilgi"den söz etmelerine rağmen, bu bir yanılsamadır: Bilgi Kuramı'nın kendine özgü dilini ödünç almış, onun gösterdiği özeni ise geride bırakmıştır.

Bununla birlikte, hangi yöntemle olursa olsun, morfogenetik süreçlerin şaşırtıcı derecede ayrıntılı matematiksel modelleri yapılabilse ve bunlar deneysel kanıtlarla uyumlu öngörüler ortaya koysa bile, bu modellerin neye karşılık geldikleri sorusu yine de gündemde olacaktır. Aslında, herhangi bir bilim dalında, matematiksel modellerle ampirik gözlemler arasındaki bu benzerlik aynı soruyu ortaya çıkaracaktır.

Fisagorcu tipte matematiksel mistisizm tarafından bir yanıt sağlanmaktadır: Evrenin bir şekilde bütün ampirik olgulara yol açan temel bir matematiksel düzene bağlı olduğu düşünülür; bu transandantal düzen yalnızca matematik yöntemleri aracılığıyla açığa çıkarılır ve anlaşılabilir bir hâle getirilir. Bu tutum seyrek olarak açıkça desteklenmekle birlikte, modern bilimde güçlü bir etkiye sahiptir ve az çok gizli bir şekilde, matematikçilerle fizikçiler arasında sıklıkla görülebilir.

Alternatif olarak, bu benzerlik zihnin deneyde düzen arama ve bulma eğilimiyle de açıklanabilir: insan zihninin yaratıları olan matematiğin düzenli yapıları, deneyimin üstünde tutulur, buna uymayanlarsa bir kenara atılır; böylelikle doğal ayıklanmaya benzer bir süreçle, en iyi uyum gösteren matematiksel formüller elde tutulur. Bu görüşe göre, bilimsel etkinlik

yalnızca dünyanın az çok yalıtılmış ve tanımlanabilir yönleriyle ilgili matematiksel modellerin gelişimi ve ampirik olarak test edilmesiyle ilgilenir; gerçeklik konusunda herhangi bir temel anlayışa götüremez.

Yine de, biçim sorunu hakkında, ne Fisagorcu mistisizmin kabulünü, ne de açıklama yapma olasılığını bir kenara atmayı gerektiren farklı bir yaklaşım türü bulunmaktadır. Nesnelerin biçimi anlaşılacaksa, *sayılar* çerçevesinde değil, daha temel *biçimler* çerçevesinde açıklanmaları gerekir. Eflâtun duyular dünyasındaki biçimlerin transandantal, arşetipik Biçimler ya da İdealar'ın kusurlu yansımaları gibi oldukları düşüncesindeydi. Ancak, Fisagorcuların mistisizminden oldukça etkilenmiş olan bu öğreti, ebedî Biçim'lerin değişken fenomenler âlemiyle ne şekilde ilişkili olduğunu açıklayamamıştır. Aristo, bu sorunun nesnelerin biçimlerini, transandantal görmektense, içkin (immanent) olarak görerek üstesinden gelinebileceğine inanıyordu: Belirli biçimler yalnızca nesnelerin doğasında değildir, aynı zamanda gerçekten nesnelerin karakteristik biçimlerini almalarına neden olurlar.

Fisagorcu mistisizme alternatif olan bu tip, mekanistik olmayan modern morfogenez kuramlarında geliştirilmiştir. Açık bir şekilde Aristo'nun sistemine dayanan Driesch'in sisteminde, canlı organizmaların belirli biçimlerine enerjik olmayan bir aracı, yani entelekya yol açar. Organikçilerin morfogenetik alanları ve kreodları da belirli son biçime yönelik morfogenetik süreçlere kılavuzluk ederler. Ancak bugüne kadar bunların doğası belirsiz kalmıştır.

Bu belirsizlik, kısmen, en açık biçimiyle A. N. Whitehead'ın felsefe sisteminde görüldüğü gibi, birçok organizmik düşüncenin Eflâtuncu eğilimine bağlanabilir.[6] Whitehead bütün gerçek olayların Ebedî Nesneler adını verdiği şeyleri içerdiğini varsaymıştır; Ebedî Nesneler kolektif olarak olasılık dünyasını meydana getirirler ve bütün olası biçimleri kapsarlar; aslında, Eflâtuncu Biçimlere büyük ölçüde benzerler.[7] Ancak, açık bir şekilde,

Eflâtuncu Biçimler ya da Ebedî Nesneler'in bir yönü olarak metafiziksel bir morfogenetik alan düşüncesinin deneysel bilim için çok az değeri olacaktır. Bunlar yalnızca fiziksel etkileri olan fiziksel birimler biçiminde düşünülürlerse, bilimsel bir morfogenez anlayışı sağlamaya yardımcı olabilirler.

Organizmik felsefe hem biyoloji hem de fiziği kapsar; bu nedenle morfogenetik alanların biyolojik morfogenezde nedensel bir rol oynadıkları varsayılıyorsa, bunların aynı zamanda kristaller ve moleküller gibi daha basit sistemlerin morfogenezinde de nedensel bir rol oynamaları gerekir. Bu yüzden, var olan bu kuramların bütünüyle kimyasal olan sistemlerin morfogenezini ne derece açıklayabildiklerini dikkate almak önemlidir. Yeterli bir açıklama sağlayabilirlerse, bu durumda morfogenetik alanlar fikri gereksiz olacaktır; ama bunu sağlayamazlarsa, hem biyolojik sistemler hem de biyolojik olmayan sistemlerde morfogenetik alanlar yoluyla biçimin nedenselliğiyle ilgili yeni bir hipotez için yol açılacaktır.

3.2 Biçim ve Enerji

Newtoncu fizikte, bütün nedensellik, hareket ve değişimin ilkesi olan enerji çerçevesinde ele alınır.

Hareket eden her şeyin enerjisi vardır -termal titreşim, elektromanyetik radyasyon ve hareket eden cisimlerin kinetik enerjisi- ve bu enerji başka nesnelerin de hareket etmesine neden olur. Statik nesnelerin de hareket etme eğilimine bağlı olan potansiyel bir enerjisi vardır; statik olmalarının tek nedeni bu eğilime karşı gelen kuvvetlerce dizginleniyor olmalarıdır.

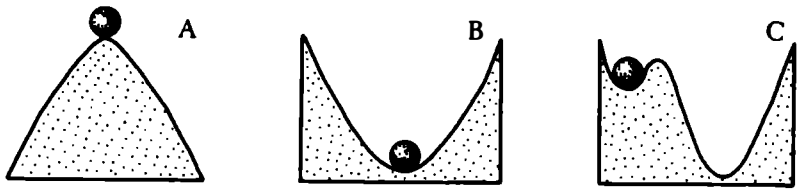
Yerçekimsel cazibenin, cisimlerin hareket etmesine neden olan ya da bu cisimlere bir hareket etme eğilimi, yani bir potansiyel enerji veren bir uzaklıkta etki eden bir kuvvete bağlı olduğu düşünülmekteydi. Bununla birlikte, bu çekim kuvvetinin kendisinin varolduğuna dair hiçbir neden sunulamaz. Aksine, yerçekimsel etkilerin yanı sıra elektromanyetik etkiler de artık

alanlar çerçevesinde açıklanmaktadır. Newtoncu kuvvetlerin materyal cisimlerden açıklanamayan bir şekilde çıktıkları ve bu cisimlerden uzama yayıldıkları sanılırken, modern fizikte bu alanlar temeldir: hem materyal cisimlerin hem de bunların arasındaki alanın temelini oluştururlar.

Bu tablo, birkaç farklı alan tipi olduğu gerçeğiyle karmaşık bir durum almaktadır. Bunların ilki, Einstein'ın Genel Görelilik Kuramı'nda uzay-zamanla eşit sayılan ve maddenin varolması durumunda eğileceği düşünülen yerçekimsel alandır. İkincisi, içinde elektriksel yüklerin lokalize oldukları ve elektromanyetik radyasyonların titreşimli distürbanslar şeklinde yayıldıkları elektromanyetik alandır. Kuantum kuramına göre bu distürbanslara ayrı enerji kuantumlarıyla ilişkili parçacık benzeri fotonlar gözüyle bakılır. Üçüncüsü, maddenin kuantum alan kuramına göre, atomaltı parçacıklar madde alanlarının uyarılma (excitation) kuantumları olarak düşünülür. Her parçacık türünün kendine özgü bir alanı vardır: Bir proton, proton-antiproton alanının; bir elektron, elektron-pozitron alanının bir kuantumudur, vb.

Bu kuramlarda, fiziksel olgular tek başına enerji çerçevesinde değil, uzamsal alanlar ve enerji kavramlarının bir kombinasyonuyla açıklanmaktadır. Böylelikle, enerji, değişimin nedeni olarak düşünülmekle birlikte, değişimin düzenlenişi alanların uzamsal yapılarına bağlıdır. Bu yapıların fiziksel etkileri vardır, ama kendileri bir enerji tipinde değildir; "geometrik" ya da uzamsal nedenler biçiminde davranırlar. Bu fikir ve yalnız enerji nedenselliği düşüncesi arasındaki radikal farklılık, Newton ve Einstein'ın yerçekimi kuramları arasındaki karşıtlıkla gösterilmektedir: örneğin, Newton'un kuramına göre ay dünyanın çevresinde döner, çünkü bir çekim kuvvetiyle ona doğru çekilir; Einstein'ın kuramına göre ise, bu dönüşün nedeni, içinde hareket ettiği uzamın eğilmesidir.

Kimyasal sistemlerin yapısıyla ilgili modern anlayış kuantum mekaniği ve elektromanyetizmanın kavramlarına dayanır; yerçekimsel etkiler nispeten çok küçüktür ve görmezden gelinebilir.



Şekil 6: Kararsız (instabil) (A), kararlı (stabil) (B) ve kısmen kararlı (C) durumların diyagramatik bir betimlemesi.

Atomların bir araya gelebildiği olası durumlar, elektronların yörüngelerinin olasılıklar çerçevesinde hesaplanabilmesini sağlayan Schrödinger kuantum mekaniği denklemiyle gösterilmektedir; maddenin kuantum alan kuramında, bu yörüngeler, elektron-pozitron alanı içindeki yapılar olarak görülür. Ancak, elektronlar ve atomik çekirdekler elektriksel olarak yüklendikleri için, bunlar aynı zamanda elektromanyetik alan içindeki uzamsal örüntülerle, bu yüzden de potansiyel enerjilerle ilişkilidir. Belirli sayıda atomun olası bütün uzamsal yerleşimleri aynı potansiyel enerjiye sahip değildir ve yalnızca en düşük potansiyel enerjisi olan yerleşim, Şekil 6'da gösterilen nedenlerden ötürü, kararlı olacaktır. Bir sistem, olası alternatif durumlardan daha yüksek enerjili bir durumda bulunuyorsa, herhangi bir küçük yer değişikliği (örneğin, termal ajitasyon yüzünden) onun başka bir duruma geçmesine neden olacaktır (A). Diğer yandan, olası alternatiflerden daha düşük enerjili bir durumda bulunuyorsa, küçük yer değişikliklerinden sonra, bu nedenle kararlı olan durumuna geri dönecektir (B). Bir sistem, bir "engel" düzeyinin üzerinde yerini değiştirmediği sürece, geçici olarak en kararlı olmayan bir durumda da bulunabilir (C); bu yer değiştirme gerçekleştiğinde ise, daha kararlı, yani düşük enerjili bir duruma geçecektir.

Enerjiyle ilgili bu düşünceler kimyasal bir yapının en kararlı durumunun hangisi olduğunu belirler, ancak bunun, Şekil

6'da topun aşağı yuvarlandığı ve hareketlerini sınırlayan engel görevini gören eğimlerle temsil edilen uzamsal karakteristiklerini açıklamazlar. Bunlar, madde ve elektromanyetizma alanları tarafından verilen uzamsal örüntülere bağlıdır.

Termodinamiğin ikinci yasasına göre, kapalı bir sistem içindeki kendiliğinden süreçler bir denge durumuna yönelme eğilimindedir; böyle oldukları için de sistemin farklı bölümleri arasında ısı derecesi, basınç, vb'de başlangıçta görülen farklılıklar yok olma eğilimi gösterir. Teknik bir dille söylemek gerekirse, kapalı bir makroskobik sistemin entropisi ya aynı kalır ya da artar.

Bu yasanın önemi popüler anlatılarda sıklıkla abartılmaktadır; özellikle entropi terimi sanki "düzensizlik"le eşanlamlıymış gibi ele alınmaktadır. Bu durumda da canlı organizmaların evrimi ve gelişiminde görülen düzen kompleksliğinin artışı, artan entropi ilkesine ters düşüyor gibi görünmektedir. Bu çelişki termodinamik biliminin sınırlarının yanlış anlaşılmasından kaynaklanmaktadır. Birincisi, termodinamik yalnızca kapalı sistemlere uygulanır, oysa canlı organizmalar çevreleriyle madde ve enerji alışverişi yapan açık sistemlerdir. İkincisi, termodinamik yalnızca ısı ve diğer enerji biçimleri arasındaki karşılıklı ilişkilerle ilgilenir; kimyasal ve biyolojik yapıları etkileyen enerjik faktörlerle ilgilidir, ama bu yapıların ilk baştaki varlığını açıklamaz. Üçüncü olarak da entropinin teknik tanımı teknik olmayan herhangi bir düzensizlik kavramıyla çok az ilişkilidir; özellikle kimyasal ve biyolojik sistemlerin belirli yapıların doğasında var olan düzen tipiyle ilgilenmez. Termodinamiğin üçüncü yasasına göre, mutlak sıfırda tüm saf kristal hâldeki katıların entropisi sıfırdır. Termodinamik bir bakış açısından bakıldığında, bunlar kusursuz bir biçimde "düzenli"dir, çünkü termal ajitasyona bağlı olan hiçbir düzensizlik söz konusu değildir. Ancak hepsi eşit derecede düzenlidir: Basit bir tuz kristali ve hemoglobin gibi son derece kompleks organik bir molekülün kristali arasında entropi bakımından hiçbir fark yoktur. Hemoglobinin daha büyük olan yapısal kompleksliği entropi çerçevesinde ölçülebilir değildir.

Sayısız atom ve molekülden oluşan büyük bir sistemdeki kimyasal ya da biyolojik yapı bakımından "düzen" ve sıcaklık, vb gibi eşitsizliklere bağlı termodinamik "düzen" arasındaki karşıtlık, kristalleşme süreciyle gösterilir. Bir tuz çözeltisi, soğuk bir ortam içindeki bir kaba yerleştirilirse, çözelti soğudukça tuz kristalleşir. Başlangıçta, bileşiğini meydana getiren iyonlar, çözelti içinde rastgele dağılmış durumdadır, ama kristalleşme meydana geldikçe, bu iyonlar kristallerin içinde büyük bir regülariteyle (düzenlilik) düzenli bir hâl alırlar, kristallerin kendileri de makroskobik olarak simetrik yapılar biçiminde gelişir. Morfolojik bir bakış açısından bakıldığında, düzende dikkate değer bir artış olmuştur; ancak termodinamik bakış açısından bakıldığında, çözeltiyle çevresi arasındaki ısı eşitlenmesi ve kristalleşme süreci boyunca ısının serbest bırakılması nedeniyle, çözücü moleküllerde de daha büyük bir termal ajitasyona yol açarak, "düzen"de bir düşüş, yani entropide bir artış gerçekleşmiştir.

Benzer şekilde, bir hayvan embriyosu büyüyüp gelişirken, embriyoyla, besin alıp, ısı ve boşaltım ürünleri bıraktığı çevreden oluşan termodinamik sistemin entropisinde bir artış görülür. Termodinamiğin ikinci yasası canlı organizmaların dış enerji kaynaklarına olan bu bağımlılığını vurgulamaya yardımcı olur, ama bunların belirli biçimlerini açıklama konusunda bir şey yapmaz.

En genel biçimiyle ifade edilecek olursa, biçim ve enerjinin birbiriyle ters sonuçlu bir ilişkisi vardır: Enerji değişimin temel nedenidir, ama bir biçim ya da yapı yalnızca belirli bir kararlılığı ve değişime karşı direnci olduğu sürece varlığını sürdürebilir. Bu karşıtlık maddenin hâlleriyle sıcaklık arasındaki ilişkide açıkça görülmektedir. Yeterince soğuk koşullar altında, maddeler moleküllerinin düzenleniş biçimlerinin yüksek bir regülarite ve düzen gösterdiği kristal biçimlerde bulunurlar. Sıcaklık arttıkça, belirli bir noktada termal enerji kristal biçimlerin bozunmasına yol açar; katı madde erimeye başlar. Sıvı hâlde, moleküller kendilerini sürekli kayan ve değişen geçici örüntüler şeklinde dü-

zenler. Moleküller arasındaki kuvvetler, basit biçimleri, küresel su damlalarında olduğu gibi, bir bütün olarak sıvıya basit biçimlerini veren bir yüzey gerilimi oluştururlar. Sıcaklık derecesinde daha fazla artış olduğunda ise, sıvı buharlaşır; gaz hâlindeyken, moleküller yalıtılır ve az çok birbirinden bağımsız bir şekilde davranır. Sıcaklık derecesi daha da arttığında, moleküller atomlar hâlinde bozunur; bundan da yüksek sıcaklık derecelerinde ise atomlar bile, elektronlar ve atomik çekirdeklerden oluşan karışık bir gaz, bir plâzma ortaya çıkaracak biçimde parçalanırlar.

Bu olaylar dizisi geriye doğru izlendiğinde, en kararlı olanlar ilk, en az kararlı olanlarsa en son olmak üzere, sıcaklık derecesi düştükçe, sürekli olarak daha kompleks ve daha düzenli yapılar ortaya çıkar. Bir plâzma soğudukça, uygun sayıda elektron, kendi uygun yörüngelerinde atomik çekirdekler çevresinde bir araya gelirler. Daha düşük sıcaklık derecelerinde ise atomlar moleküller hâlinde bir araya gelir. Daha sonra gaz damlacıklar hâlinde yoğunlaştıkça, supramoleküler kuvvetler etkili olmaya başlar. En sonunda, sıvı kristalleştiğinde, yüksek bir supramoleküler düzen düzeyi kurulmuş olur.

Bu biçimler kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Olumsuz anlamda, yalnızca belirli bir sıcaklık derecesinin altında oluşabilmeleri ve varlıklarını sürdürebilmeleri dışında, dışsal enerji çerçevesinde açıklanamazlar. İçsel enerji bakımından açıklanabilirler, ama bu da yalnızca olası bütün yapısal düzenlenişler içinde, bir tek en az potansiyel enerjisi olanın kararlı olması durumu için geçerlidir; bu da, bu nedenle, kendiliğinden alınma eğilimde olacak olan yapıdır.

3.3 Kimyasal Yapıların Öngörülmesi

Kuantum mekaniği, tüm kimyasal sistemlerin en basiti olan hidrojen atomunun enerji durumlarını ve elektronik yörüngeleri ayrıntılarıyla betimleyebilmektedir. Daha kompleks atomlar, hatta

en basit kimyasal moleküller söz konusu olduğunda ise, yöntemleri artık kesin değildir; hesaplamaların kompleksliği oldukça güçleşmekte ve yalnızca yaklaşık yöntemler kullanılabilmektedir. Kompleks moleküller ve kristaller içinse ayrıntılı hesaplamalar yapılması, en azından uygulamada, imkânsızdır. Kristaller içindeki atomik düzenlenişler ve moleküllerin yapıları, kimyasal ve kristalografik yöntemlerle ampirik olarak açığa çıkarılabilmektedir; bu yapılar aslında kimyacılar ve kristalograflar için ampirik yasalar temelinde az çok öngörülebilir durumdadır. Ancak bu, Schrödinger dalga denklemi aracılığıyla kimyasal yapılar hakkında temel bir açıklama sağlamaktan oldukça farklı bir konudur.

Kuantum mekaniğinin bu ciddî sınırlamalarının farkına varmak önemlidir. Elbette kimyasal bağlar ve kristallerin belirli yönleri konusunda, yalıtkanlarla elektrik iletkenleri arasındaki farklılıklar gibi, niceliksel ya da yarı niceliksel bir bilgi sağlamaya yardımcı olmaktadır. Ancak, en basit moleküllerin ve kristallerin bile biçim ve özelliklerinin, ilk ilkelerden öngörülebilmesini sağlamaz. Sıvı hâl konusundaysa durum daha da kötüdür, bu konuda hâlâ doyurucu bir niceliksel açıklama bulunmamaktadır. Kuantum mekaniğinin, en basit canlı hücrelerin bile biçim ve özelliklerinin çok daha büyük karmaşıklığından söz etmek bir yana, biyokimyacılar ve moleküler biyologlar tarafından incelenen oldukça kompleks moleküllerin ve makro-moleküler agregatların biçim ve özelliklerini, ayrıntılı ya da derinlemesine bir şekilde açıklayacağını düşünmek aldatıcı olur.

Kimyanın, yaşam konusunda mekanistik bir anlayışa yönelik sağlam bir temel sağlayacağı kanısı oldukça yaygın olmakla birlikte, kimyanın kendisinin dayandığı fiziksel kuramın temellerinin ne kadar yetersiz olduğunu vurgulamak gerekli olabilir. Linus Pauling'in sözcükleriyle:

> "Bize maddelerin tüm özelliklerinin bilinen yöntemlerle - Schrödinger denkleminin çözümü- hesaplanabileceğini söyleyen kuramsal fizikçilere inanabiliriz. Ancak, aslında

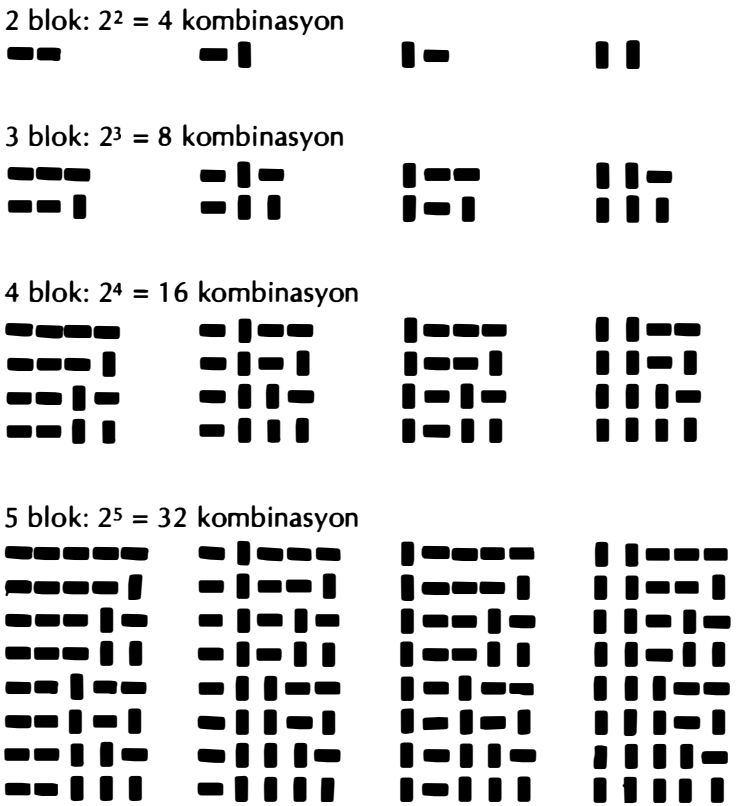
> Schrödinger denkleminin bulunduğundan beri geçen 30 yıl süresince, kimyacının ilgilendiği maddelerin özellikleriyle ilgili yalnızca çok az kesin, ampirik olmayan kuantum mekanik hesaplamalar yapılmıştır. Kimyacı, maddelerin özellikleri hakkındaki bilgisinin büyük çoğunluğu için hâlâ deneye güvenmek zorundadır."[8]

Bu sözlerin yayınlanmasının üzerinden bir 20 yıl daha geçmiş olmasına ve kuantum kimyacılarının kullanabileceği yaklaşık hesaplama yöntemleri konusunda önemli ilerlemeler kaydedilmesine rağmen, aslında bugün için de aynı durum söz konusudur.

Yine de ilke olarak ayrıntılı hesaplamaların yapılabileceği iddia edilebilir. Ancak, tartışmayı sürdürmek amacıyla, bu hesaplamaların gerçekten yapılabileceği varsayılsa bile, bu hesaplamaların doğru olacağı, yani ampirik gözlemlerle örtüşeceği önceden bilinemez. Bu yüzden, kompleks kimyasal ve biyolojik yapıların var olan fiziksel kuram çerçevesinde bütünüyle anlaşılabileceği şeklindeki geleneksel varsayım yönünde bugün için hiçbir kanıt bulunmamaktadır.

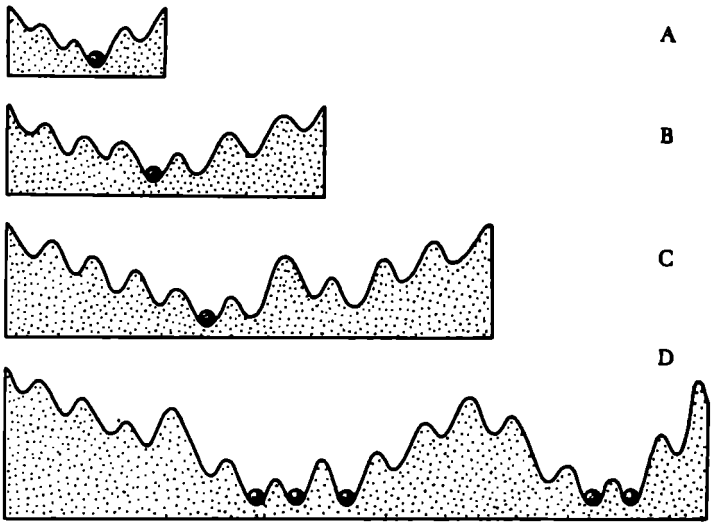
Kompleks bir kimyasal yapının biçiminin, bileşimini oluşturan atomların özellikleri temelinde öngörülmesi yönündeki güçlüğün nedenleri, basit bir örnek aracılığıyla belki daha iyi anlaşılabilecektir. Her defasında bir tane olmak üzere, dikine ya da yanlamasına birbirine eklenebilen temel yapı bloklarını düşünün (Şekil 7). İki yapı bloğu olduğunda, $2^2 = 4$ olası kombinasyon vardır; üç blokla $2^3 = 8$; dört blokla $2^4 = 16$; beş blokla $2^5 = 32$; on blokla $2^{10} = 1024$; yirmi blokla $2^{20} = 1.048.576$; otuz blokla $2^{30} = 1.073.741.824$ vb gibi devam eder. Olasılık sayısı kısa sürede akıl almaz bir hâl alır.

Kimyasal bir sistemde, atomların olası farklı düzenleniş biçimleri, aralarındaki elektriksel ve diğer etkileşimler nedeniyle, farklı potansiyel enerjilere sahiptir; sistem kendiliğinden minimum potansiyel enerjiye sahip yapıyı alma eğilimde olacaktır.



Şekil 7: Dikine ya da yanlamasına birbirine birleştirilebilen farklı sayıda yapı bloğunun olası kombinasyonları.

Yalnızca birkaç olası yapısı olan basit bir sistemde, bunlardan birinin diğerlerinden açıkça daha düşük bir enerjisi olabilir; Şekil 8 A'da bu, "potansiyel yuva"nın dibindeki minimumla gösterilmektedir; diğer daha az kararlı olasılıklarsa, "yuva"nın kenarındaki lokal minimumlarla gösterilmektedir. Artan kompleksliği olan sistemlerde, olası yapı sayısı da artmaktadır (Şekil 8 B, C, D); böyle olduğu için de benzersiz bir minimum-enerji yapısı olma şansı azalıyor gibi görünmektedir. Şekil 8 D'de gösterilen durumda, birkaç farklı yapı, enerjik bir bakış açısına göre eşit dere-



Şekil 8: Artan kompleksliği olan sistemlerin olası yapılarının diyagramatik olarak gösterilmesi. A'da benzersiz bir minimum-enerji yapısı bulunmaktadır, ancak D'de birkaç olası farklı yapı eşit derecede kararlıdır.

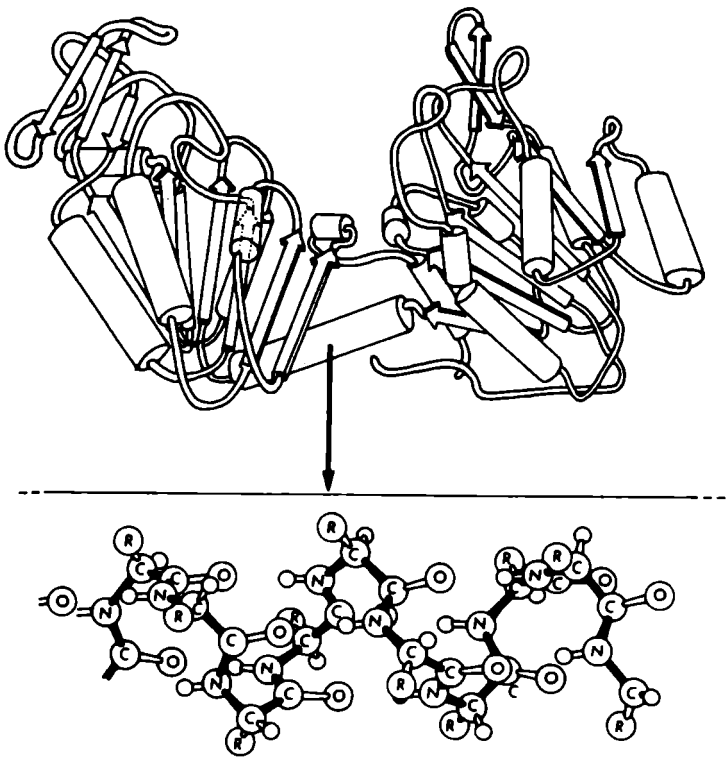
cede kararlı olacaktır. Sistemin bu olası yapılardan birini rastgele aldığı ya da bunların arasında salınım yaptığı bulunacak olursa, bu durumda hiçbir sorun olmayacaktır. Ancak, her zaman bu yapılardan yalnızca birini alıyorsa, enerji dışında bir faktörün bir şekilde bu belirli yapının diğer olasılıklardan daha çok gerçekleştirilmesini belirlediğini gösterecektir. Bugün için fiziğin tanıdığı bu tip hiçbir faktör bulunmamaktadır.

Kimyacılar, kristalograflar ve moleküler biyologlar bir sistemin minimum-enerji yapısını *a priori* olarak öngörmek için gerekli olan ayrıntılı hesaplamaları yapamamalarına rağmen, benzer maddelerin yapıları hakkındaki ampirik verilerle birlikte çeşitli yaklaşık yöntemler kullanabilmektedirler. Genelde, bu hesaplamalar tek başına yapıların (sistemlerin en basiti dışında) öngörülmesine olanak tanımaz, yalnızca, minimum enerjileri az

çok eşit olan olası bir yapılar yelpazesi için bu geçerlidir. Bu yüzden bu yaklaşık sonuçlar enerjik nedenlerin, kompleks bir kimyasal sistemin benzersiz bir yapısını açıklamak için yetersiz olduğu fikrini destekler görünmektedir. Ancak, bu sonuçtan, benzersiz kararlı yapının diğer herhangi bir olası yapıdan daha düşük bir enerjiye sahip olması gerektiğini yeniden iddia ederek her zaman kaçınılabilir. Bu iddia hiçbir zaman yanlışlanamaz, çünkü uygulamada yalnızca yaklaşık hesaplama yöntemleri kullanılabilir; bu nedenle, oluşan benzersiz yapı, aslında hesaplamaları atlatan süptil enerjik etkilere her zaman atfedilebilecektir.

Pauling'in aşağıda verilen görüşleri, inorganik kristallerin yapısı konusundaki durumu göstermektedir:

> "Alkali halojenidler gibi basit iyonik maddelerin çok az yapı seçeneği vardır; ayrıca, M^+X^- formülüne karşılık gelen nispeten kararlı birkaç iyonik düzenleniş biçimi bulunmaktadır, kristalin kararlılığını etkileyen çeşitli faktörler de birbiriyle karşı karşıya gelmektedir, sodyum klorid ve sezyum klorid düzenleniş biçimleri arasındaki karar hakkında, açık bir ifade bulan tek bir faktör ister istemez yoktur. Diğer yandan, mika $KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2$, ya da zünyit $Al_{13}Si_5O_{20}(OH)_{18}Cl$ gibi kompleks maddeler için, doğa ve kararlılık bakımından yalnızca küçük bir farklılık gösteren birçok akla uygun yapı ileri sürülebilir ve bu olası yapılar içinde en kararlı olanın, yani gerçekten maddenin aldığı yapının, iyonik kristallerin yapısını belirlemede önem taşıyan farklı faktörleri, kendine ait değişik özelliklerinde yansıtacağı beklenebilir. Kompleks iyonik kristallerin kararlılığı hakkında bir dizi kural formülleştirilebildi... Bu kurallar kısmen 1928'de bilinen yapılardan tümevarım yoluyla, kısmen de kristal enerji denklemlerinden tümdengelim yoluyla elde edildi. Ne türetilmeleri özenli, ne de kullanımları evrenseldi, ancak kompleks kristaller konusunda bildirilen yapıların olası doğruluğu için bir kriter olarak yararlı ve deneysel test için akla uygun yapıların önerilmesini olanaklı kılarak kristallerin X ışınlarıyla incelenmesine yardımcı olduğu bulunmuştur."[9]



Şekil 9: Üstte: At kasından izole edilen fosfogliserat kinaz enziminin yapısı. α - sarmalları silindirler, β - iplikleri oklarla gösterilmiştir.
Altta: Bir α - sarmal bölgesinin daha ayrıntılı yapısı. (Banks ve ekibi, 1979).

Olası yapılar yelpazesi, organik kimyada, özellikle de polipeptit zincirlerinin karmaşık üç boyutlu biçimler hâlinde büküldüğü, döndüğü ve katlandığı proteinler gibi makromoleküllerde çok daha genişlemektedir (Şekil 9). Belirli bir protein molekülü tipinin kararlı olduğu koşullar altında, bunun benzersiz bir yapı hâlinde katlandığına dair sağlam kanıtlar bulunmaktadır. Pek çok deneysel araştırmada, proteinlerin kendi kimyasal ortamlarını değiştirerek farklı derecelerde açılması sağlanmıştır; daha son-

ra, uygun koşullara yerleştirildiklerinde, yeniden kendi normal yapılarını oluşturacak biçimde katlanmışlardır; farklı başlangıç durumlarından yola çıkmalarına ve değişik katlanma "yolları" izlemelerine rağmen, aynı yapısal uç noktaya ulaşırlar.[10]

Bu kararlı son-noktanın bir minimum-enerji yapısı olması mümkündür. Ancak bu durum bir minimum enerjisi olan tek olası yapı olduğunu kanıtlamaz; aynı minimum enerjiye sahip başka birçok olası yapı da bulunabilir. Aslında, çeşitli yaklaşık yöntemler kullanarak proteinlerin üç boyutlu yapısını öngörmek için düzenlenmiş hesaplamalar kaçınılmaz bir şekilde çok fazla çözüm vermektedir. Proteinlerin katlanmasıyla ilgili literatürde, bu durum "çoklu-minimum sorunu" olarak bilinmektedir.[11]

Proteinin kendisinin doğru olanı bulana kadar bütün bu minimumları "test" etmediğini düşünmek için ikna edici nedenler bulunmaktadır:

> "Zincir, yapının çeşitli tek bağlarıyla ilgili rotasyonlar yoluyla bütün olası konfigürasyonları rastgele araştırıyor olsaydı, doğal konfigürasyona ulaşması çok zaman alırdı. Örneğin, katlanmamış bir polipeptit zincirinin benzersiz kalıntıları, gerçek değerinin oldukça altında bir tahminle, yalnızca iki hâlde varolabiliyorsa, bu durumda rastgele üretilmiş olası konformasyon sayısı 150 amino asit kalıntısından oluşan bir zincir için 1045'tir (ancak, elbette, bunların büyük bir çoğunluğu, muhtemelen mekânsal bakımdan imkânsız olacaktır). Her bir düzenleme gerçek değerinin üstünde bir tahminle, bir moleküler rotasyon frekansıyla (10^{12} saniye^{-1}) araştırılacak olsa, bütün olası düzen seçeneklerini incelemek yaklaşık 1026 yıl sürerdi. Ribonükleaz ya da lizozim gibi bir protein zincirinin sentezi ve katlanması yaklaşık 2 dakikada tamamlandığı için, bütün düzen seçeneklerinin katlanma sürecinde bir yandan diğer yana geçmediği açıktır. Aksine, bizde, lokal etkileşim-

> lere bir tepki olarak, peptit zincirinin, olasılıkla en düşük serbest enerjili düzen seçeneği doğrultusunda, benzersiz ara durumlardan geçerek, bir dizi olası düşük enerjili yol (nispeten az sayıda) boyunca yönlendirildiği fikrini uyandırmaktadır." (C. B. Anfinsen ve H. A. Scheraga.[12])

Ancak, katlanma süreci yalnızca belirli yollara "yönlendirilmekle" kalmaz, bunun yanı sıra aynı minimum enerjiye sahip olası herhangi bir düzen seçeneği yerine minimum enerjisi olan belirli bir düzen seçeneği doğrultusunda da yönlendirilebilir.

Bu tartışma, var olan fizik kuramlarının kompleks moleküller ve kristallerin benzersiz yapısını yeterince açıklayamadığı yönündeki genel sonuca doğru gitmektedir; olası bir minimum enerji yapıları yelpazesinin ileri sürülmesine olanak tanımaktadır, ama bu olası yapılar içinde herhangi bir tanesi yerine belli birinin gerçekleştirildiği gerçeğini açıklayabildiklerine dair hiçbir kanıt bulunmamaktadır. Bu nedenle, enerji dışında başka bir faktörün bu olasılıklar arasında "seçim yaptığı", böylelikle de sistem tarafından alınan belirli yapıyı da belirlediği fikri akla uygun görünmektedir.[13] Bu noktadan sonra geliştirilecek olan hipotez, bu "seçim"e, morfogenetik alanlar aracılığıyla, bugün için fizik tarafından bilinmeyen, yeni bir nedensellik tipinin sebep olduğu fikrine dayanmaktadır.

3.4 Biçimlendirici Nedensellik (Formative Causation)

Biçimlendirici nedensellik hipotezi, morfogenetik alanların her komplekslik düzeyindeki sistemlerin biçimlerinin gelişimi ve sürdürülmesinde nedensel bir rol oynadığını öne sürmektedir. Bu bağlamda, "biçim" sözcüğü bir sistemin yalnızca dış yüzeyi ya da sınırlarının şeklini değil, aynı zamanda bu sistemin iç yapısını da içerecek şekilde ele alınmaktadır. Morfogenetik alanlar tarafından önerilen biçime yönelik bu nedensellik, fiziğin za-

ten derinlemesine ele almış olduğu enerjik nedensellik tipinden ayırmak için, biçimlendirici nedensellik olarak adlandırılmaktadır.[14] Çünkü, morfogenetik alanlar etkilerini yalnızca enerjik süreçlerle birlikte gösterebilmelerine rağmen, kendi başlarına enerjik değillerdir.

Enerjik olmayan biçimlendirici nedensellik fikri, mimarlık konusundaki ilgili bir benzetmenin yardımıyla daha kolay kavranabilecektir. Bir ev yapmak için, tuğlalar ve diğer yapı malzemeleri, bu malzemeleri yerli yerinde kullanacak inşaatçılar ve evin biçimini belirleyen mimarî bir plân gereklidir. Aynı miktarda yapı malzemesi kullanarak, aynı toplam iş miktarıyla çalışan aynı inşaatçılar, farklı bir plân temelinde farklı bir ev yapabilirler. Bu nedenle, plân evin belirli biçiminin bir nedeni olarak düşünülebilir, ama elbette tek nedeni değildir: Yapı malzemeleri ve inşaatçıların etkinliği olmaksızın bu iş hiçbir zaman gerçekleştirilemez. Benzer şekilde, belirli bir morfogenetik alan, bir sistemin aldığı belirli bir biçimin bir nedeni olabilir, ancak uygun "yapı taşları" ve bunları yerlerine götürecek gerekli enerji olmaksızın bu gerçekleşemez.

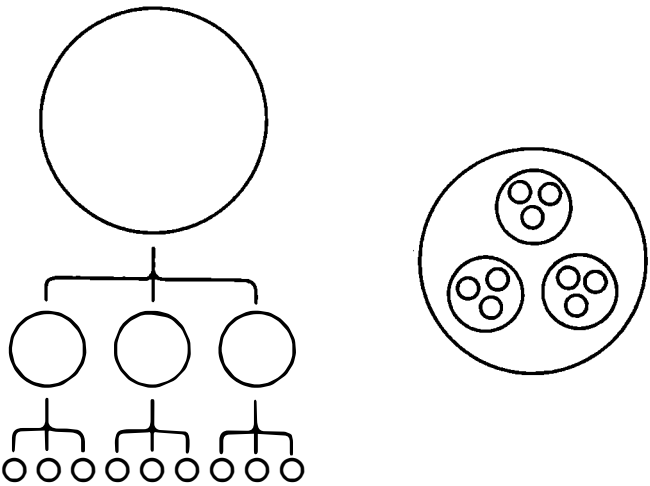
Bu benzetmeyle, morfogenetik alanların nedensel rolünün, bilinçli bir tasarıma bağlı olduğu fikrinin ileri sürüldüğü kastedilmemektedir, yalnızca tüm değişim süreçleri enerji gerektirmesine rağmen, bütün nedenselliğin enerjik olması gerekmediği vurgulanmak istenmiştir. Bir evin plânı özünde bir enerji tipi değildir. Bir kâğıt üzerine çizildiği ya da sonucunda bir ev biçiminde gerçekleştirildiğinde bile, herhangi bir ağırlığı yoktur ya da kendine ait bir enerjiye sahip değildir. Kâğıt yakılsa ya da ev yıkılsa, toplam kütle ve enerji miktarında hiçbir ölçülebilir değişim olmaz; yalnızca plân yok olmuş olur. Aynı şekilde, biçimlendirici nedensellik hipotezine göre, morfogenetik alanlar özlerinde enerjik değildir; ancak yine de ilişkili oldukları sistemlerin biçimlerini belirlemede nedensel bir rol oynarlar. Bu yüzden, bir sistem farklı bir morfogenetik alanla ilişkiliyse, farklı bir şekilde gelişecektir.[15] Bu hipotez, sistemler üzerinde etkisi olan morfo-

genetik alanların değiştirilebildiği durumlarda ampirik olarak test edilebilir (Kısım 5.6, 7.4, 7.6, 11.2, ve 11.4'e bakınız).

Morfogenetik alanların, kendileri doğrudan gözlenememelerine rağmen, fiziksel değişimleri düzenleyebildikleri bilinen fizik alanlarına paralel olarak düşünülebilirler. Yerçekimsel ve elektromanyetik alanlar görünmez, elle tutulmaz, işitilmez, tadı ve kokusu olmayan uzamsal yapılardır; bunlar yalnızca kendilerinin yerçekimsel ve elektromanyetik etkileri aracılığıyla saptanabilirler. Fiziksel sistemlerin, aralarında görünür herhangi bir maddî bağ olmaksızın, uzaktan birbirlerini etkiledikleri gerçeğini açıklamak için, bu hipotetik alanlar boş uzayı geçme, hatta gerçekten bu uzayı oluşturma özelliğini taşımak durumundadır. Bir anlamda, bunlar materyal değildir; ancak başka bir anlamda maddenin bir yüzüdür, çünkü yalnızca materyal sistemler üzerindeki etkileri aracılığıyla bilinebilirler. Aslında, maddenin bilimsel tanımı, basit bir şekilde, bunları da açıklayacak biçimde genişletilmiştir. Benzer biçimde, morfogenetik alanlar, yalnızca materyal sistemler üzerindeki morfogenetik etkileri aracılığıyla saptanabilen uzamsal yapılardır; maddenin tanımı kendilerini kapsayacak biçimde daha da genişletilirse, bunlar da maddenin bir yönü olarak düşünülebilirler.

Önceki Kısımlarda, yalnızca biyolojik ve kompleks kimyasal sistemlerin morfogenezi tartışılmış olmasına rağmen, biçimlendirici nedensellik hipotezinin her komplekslik düzeyindeki biyolojik ve fiziksel sistemlere uygulanabileceği varsayılacaktır. Her tür sistemin kendine ait karakteristik bir biçimi olduğu için, bunların her birinin belirli bir tür morfogenetik alana sahip olması gerekmektedir: böylelikle, protonlar için belli bir tür morfogenetik alan; azot atomları için başka bir tür; su molekülleri, sodyum klorid kristalleri, yer solucanlarının kas hücreleri, koyunların böbrekleri, filler, kayın ağaçları vb. için, hep ayrı bir tür morfogenetik alan olmak durumundadır.

Organizmik kurama göre, sistemler ya da "organizmalar" her komplekslik düzeyinde hiyerarşik bir şekilde düzenlenmiş-



Ağaç Diyagramı Çin Kutusu Diyagramı

Şekil 10: Basit bir hiyerarşik sistemi göstermenin alternatif yolları

lerdir.[16] Bu tartışmada bu sistemlerden *morfik birimler* olarak söz edilecektir. Morfik sıfatı (Yunanca kökü morphe = biçim) yapı yönünü, birim sözcüğü de sistemin birliğini ya da bütünlüğünü vurgulamaktadır. Bu anlamda, kimyasal ve biyolojik sistemler morfik birim hiyerarşilerinden meydana gelmektedir: Örneğin, bir kristal, molekülleri; moleküller, atomları; atomlarsa atomaltı parçacıkları içerir. Kristaller, moleküller, atomlar ve atomaltı parçacıklar morfik birimlerdir, aynı biçimde hayvanlar ve bitkiler, organlar, dokular, hücreler ve organeller gibi, morfik birimlerdir. Bu hiyerarşik düzen tipinin basit örnekleri gerek bir "ağaç" gerek bir dizi "Çin Kutusu" şeklinde diyagramatik olarak gösterilebilir (Şekil 10).

Üst düzeyde bir morfik birim bir şekilde kendini oluşturan parçaların düzenlenişini koordine etmek zorundadır. Bu işi, daha alt düzeydeki morfik birimlerin morfogenetik alanları üzerindeki kendi morfogenetik alanının etkisi aracılığıyla yaptığı var-

sayılmaktadır. Böylelikle, morfik birimlerin kendileri gibi, morfogenetik alanlar da özünde düzenleniş biçimleri açısından hiyerarşiktir.

Bir sonraki bölümde morfogenetik alanların kendi etkileri altındaki sistemler üzerinde etki gösterme biçimleri; Bölüm 5'de ise, kendilerinin nereden geldikleri ve bu belirli yapılarını onlara neyin verdiği sorusu tartışılmaktadır.

Notlar

1 Organik biçim sorunuyla ilgili mükemmel bir giriş Sinnott (1963) tarafından hazırlanmıştır.

2 Bu problemle ilgili bir tartışma için bkz. Thom (1975a).

3 a.g.e., s.320.

4 Thom (1975b).

5 Bilgi Kuramının biyolojiyle sınırlı ilgisine yönelik bir tartışma için, bkz. Waddington (1975), s 209-230.

6 Organizmik felsefenin yönlerinin, açık bir şekilde yeni Eflâtuncu spekülâsyonlarla birleştirildiği çok sayıda örnek, ABD'de, üyelerinin arasında birçok saygın bilim adamının da bulunduğu küçük bir neo-gnostik grupla ilgili anlatısında Ruyer (1974) tarafından verilmiştir.

7 Bkz. Emmet (1966).

8 Pauling (1960), s.220.

9 a.g.e., s.543.

10 Anfinsen ve Scheraga (1975).

11 Yakın tarihli bir çalışma için bkz. Némethy ve Scheraga (1977).

12 Anfinsen ve Scheraga (1975).

13 Karşılaştırınız. Elsasser'in (1975) "sonlu sınıflar ilkesi".

14 Biçimlendirici nedensellik ve enerjik nedensellik arasındaki bu ayırım Aristo'nun "biçimsel nedenler" ve "etkin nedenler" arasındaki ayırımına benzemektedir. Bununla birlikte, ilerleyen bölüm-

lerde geliştirilen biçimlendirici nedensellik hipotezi, ebedî ve ezelî olarak verilmiş biçimler olduğunu varsayan Aristo'nun kuramından kökten biçimde ayrılmaktadır.

15 Kuramsal bir bakış açısından, morfogenetik alanların nedensel rolü "karşı-gerçeklere dayanan şartlar" açısından analiz edilebilir. Bununla ilgili bir tartışma için, örneğin bkz. Mackie (1974).

16 Arthur Koestler bu tip "bütünlerin otonom özellikleriyle parçaların bağımlı özelliklerini sergileyen kendi kendini regüle eden açık sistemler" için *holon* terimini kullanmayı önermiştir (Koestler ve Smythies (editörler) (1969), s.210-211). Bu terim uygulaması açısından morfik birimden daha geniştir; örneğin, linguistik ve sosyal yapıları da içermektedir, ancak oldukça benzer bir kavramı simgelemektedir.

4 Morfogenetik Alanlar

4.1 Morfogenetik Germler

Morfogenez bir vakum içinde gerçekleşmez. Yalnızca, bir morfogenetik germ görevi yapan önceden düzenlenmiş bir sistemden başlayabilir. Morfogenez süresince, belirli bir morfogenetik alanın etkisi altında, bu germin çevresinde üst düzeyde yeni bir morfik birim meydana gelir. Peki, başlangıçta, bu alan bu morfogenetik germle nasıl ilişkili hâle gelmektedir?

Bu sorunun yanıtı, yalnızca, materyal sistemlerin yerçekimsel alanlarla ilişkisinin kendi kütlelerine, elektromanyetik alanlarla olan ilişkisininse kendi elektriksel yüklerine bağlı olması kadar basit olabilir, bu yüzden de sistemlerin morfogenetik alanlarla ilişkisi kendi biçimlerine bağlıdır. Bu nedenle, morfogenetik bir germ, kendi karakteristik biçimi yüzünden, belirli bir morfogenetik alan tarafından çevrelenmiş olur.

Morfogenetik germ ortaya çıkacak olan sistemin bir parçasıdır. Onun için, sistemin morfogenetik alanının bir bölümü kendisine karşılık gelmektedir. Bununla birlikte, alanın geri kalanı henüz "işgal edilmiş" ya da "doldurulmuş" değildir; ancak bütün materyal parçaları kendilerine uygun olan yerleri aldıklarında gerçekleşecek olan son sistemin tezahür etmemiş biçimini içermektedir. O zaman morfogenetik alan, sistemin gerçek biçimiyle uyum içinde olacaktır.

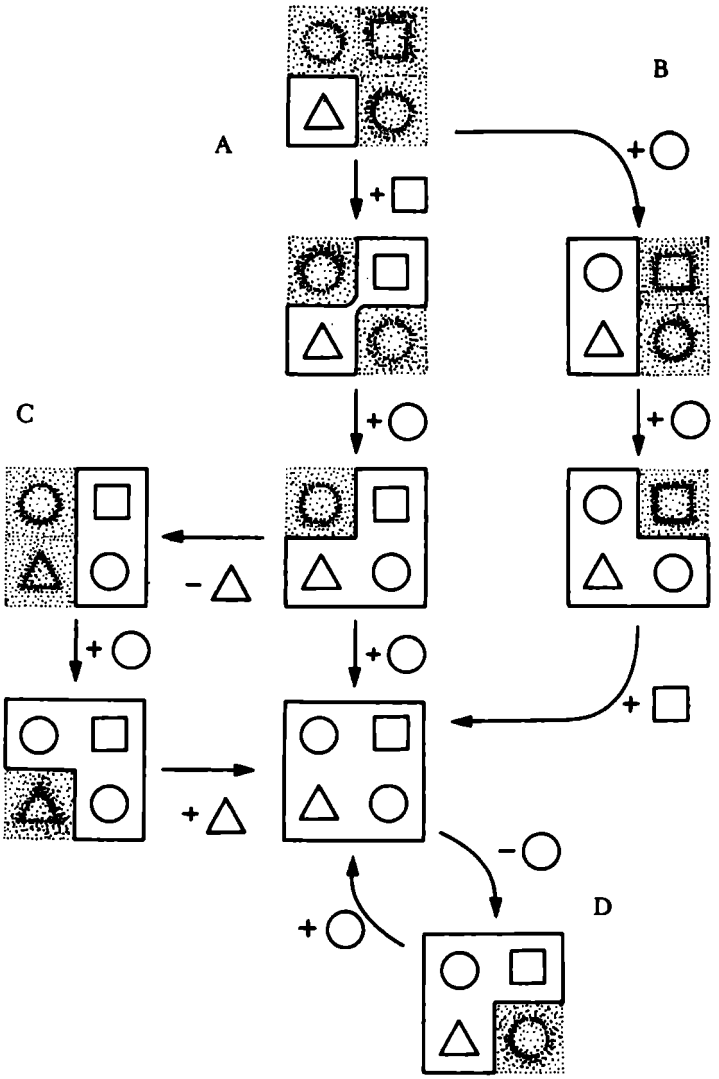
Bu süreçler Şekil 11 A'da diyagramatik olarak gösterilmektedir. Noktalı alanlar sistemin tezahür etmemiş biçimini, net çizgilerse gerçek (actual) biçimini göstermektedir. Morfogenetik alan, morfogenetik germi çevreleyen ya da içinde gömülü olduğu

ve asıl son biçimi içeren bir yapı olarak düşünülebilir; daha sonra bu alan etki alanının içindeki olayları, asıl biçimin gerçekleştirileceği bir şekilde düzenler. Son sistemin parçalarını oluşturan morfik birimlerin yokluğunda, bu alan saptanamaz; yalnızca, bu parçalar etki alanına girdiklerinde onlar üzerinde düzenleyici etkileri aracılığıyla kendisini açığa çıkarır. Bir mıknatısın çevresindeki manyetik alandaki "kuvvet çizgileri" kabaca bir benzetme olanağı sağlamaktadır; bu uzamsal yapılar, demir tozları gibi mıknatıslanabilme özelliği olan parçacıklar çevreye girdiklerinde ortaya çıkarlar. Yine de manyetik alanın, demir tozları olmadığında da varolduğu düşünülebilir; aynı şekilde, bir morfogenetik germ çevresindeki morfogenetik alanda sistemin son biçimi henüz gerçekleşmemiş olsa bile uzamsal bir yapı olarak bulunmaktadır. Bununla birlikte, morfogenetik alanlar elektromanyetik alanlardan köklü bir şekilde farklıdır: Elektromanyetik alanlar sistemin gerçek durumuna -yüklenmiş parçacıkların dağılımı ve hareketine- bağlıdır, oysa morfogenetik alanlar gelişmekte olan bir sistemin potansiyel durumuna bağlıdır ve son biçimini almadan önce zaten vardır.[1]

Şekil 11 A'da, morfogenetik germ ve son biçim arasında birkaç ara evre bulunmaktadır. Son biçime farklı bir morfogenetik yoldan da ulaşılabilir (Şekil 11 B), ancak genellikle belirli bir yol izleniyorsa, bu durum "kanalize değişim yolu" ya da kreod olarak ele alınabilir (karşılaştırınız: Şekil 5).

Gelişmekte olan sistem bir parçasının alınması yüzünden zarar görürse, yine de son biçimine ulaşabilecektir (Şekil 11 C). Bu, regülasyonu göstermektedir.

Son biçim gerçekleştikten sonra, morfogenetik alanla biçimi buna karşılık gelen sistem arasında devam eden işbirliği, sistemi kararlı bir hâle getirme eğiliminde olacaktır. Sistemin bu biçimden herhangi bir sapması, ona doğru geri çekilerek düzeltilme eğiliminde olacaktır. Sistemin herhangi bir bölümü alınmışsa da son biçim yine de gerçekleştirilmeye çalışılacaktır (Şekil 11 D). Bu, rejenerasyonu göstermektedir.



Şekil 11: Bir sistemin normal bir kreodla morfogenetik bir germden (üçgen şekil) gelişiminin diyagramatik olarak gösterilmesi (A). Alternatif bir morfogenetik yol (B). Regülasyon C ile rejenerasyon ise D ile gösterilmiştir. Morfogenetik alan içindeki tezahür etmemiş biçim noktalı alanlarla işaretlenmiştir.

Şekil 11'de gösterilen morfogenez tipi özünde toparlayıcıdır; önceden ayrılmış olan morfik birimler daha üst düzey bir morfik birim hâlinde bir araya gelirler. Morfogenetik germ olarak görev yapan bir morfik birim, zaten daha üst düzeyde farklı bir morfik birimin parçasıysa, bu durumda değişik tipte bir morfogenez tipi de mümkündür. Yeni morfogenetik alanın etkisi, orijinal üst düzey morfik birimin biçiminin yeni bir tanesinin biçimiyle yer değiştirdiği bir transformasyona yol açar. Kimyasal morfogenezlerin büyük çoğunluğu toparlayıcıdır, biyolojik morfogenezlerse genellikle dönüşümcü ve toparlayıcı süreçlerin bir bileşimini içerir. Aşağıdaki Kısım'larda bununla ilgili örnekler ele alınmaktadır.

4.2 Kimyasal Morfogenez

Toparlayıcı morfogenez inorganik sistemlerde sıcaklık derecesi azaldıkça ilerleyen bir şekilde meydana gelmektedir: bir plâzma soğudukça, atomaltı parçacıklar atomlar hâlinde toplanır; düşük sıcaklık derecelerinde atomlar moleküller hâlinde toplanır, daha sonra moleküller sıvıları oluşturacak biçimde yoğunlaşır; son olarak da sıvılar kristalleşir.

Plâzma durumunda, çıplak atom çekirdekleri, atomların morfogenetik germleri olarak düşünülebilirler; bunlar elektronların açığa çıkmamış yörüngelerini içeren atomik morfogenetik alanlarla ilişkilidirler. Bir anlamda, bu yörüngeler mevcut değildir, ancak başka bir anlamda da elektronların zaptedilmesiyle gerçeklik kazanırken, soğuyan plâzma içerisinde açığa çıkan bir gerçekliğe de sahiptirler.

Atomik yörüngelerde tutulan elektronlar, yine dış bir enerjinin etkisiyle ya da daha düşük bir potansiyel enerjinin asıl yörüngesine girerek yer değiştirebilirler. İkinci durumda, bir foton olarak ışın hâlinde yayılan ayrı bir enerji kuantumunu yitirirler. Birçok elektronu olan atomlarda, her bir yörünge yalnızca iki

elektron (karşıt dönüşlü) içerebilir; böylelikle, soğuyan bir plâzmada, ilk önce en düşük potansiyel enerjiye sahip olan asıl yörüngeler, daha sonra ikinci en düşük enerjisi olan yörüngeler elektronlarla doldurulur; çekirdeğin morfogenetik germi çevresinde tam bir atomik biçim gerçekleştirilene dek bu şekilde devam eder.

Atomlar moleküllerin, küçük moleküller de daha büyük moleküllerin morfogenetik germleridir. Kimyasal reaksiyonlar ya atomların ve moleküllerin daha büyük moleküller hâlinde toparlanmasını -örneğin, polimerlerin oluşumunda- ya da moleküllerin daha küçük moleküllere, atomlara ya da iyonlara ayrılmasını içermektedir, ayrılma olayında, örneğin yanmada olduğu gibi, bunlar sonrasında diğerleriyle birleşebilirler; dış enerjinin etkisi altında, moleküller atomlara ve iyonlara ayrılır, bunlar daha sonra H_2O ve CO_2 gibi küçük, basit moleküller oluşturacak şekilde oksijeninkilerle birleşirler. Bu kimyasal değişimler, morfogenetik germ görevini yapan atomlar ve moleküllerle ilişki hâlinde olan asıl biçimlerin gerçeklemesini içermektedir.

Moleküllerin gerçekleşmeden önce asıl biçimlere sahip oldukları fikri, özellikle iyi bilinen bir gerçek olan, tamamen yeni bileşiklerin, ilk önce kimyasal birleşimle ilgili ampirik olarak belirlenmiş ilkeler temelinde "düzenlenebildikleri", daha sonra da organik kimyacılar tarafından gerçekten sentezlendikleri gerçeğiyle açık bir şekilde ortaya konmaktadır. Bu lâboratuvar sentezleri adım adım yapılır; her evrede belirli bir molekül, sentezlenecek olan bir sonraki asıl biçim için morfogenetik germ görevi görür, tamamen yeni bir molekül biçimiyle de sona erer.

Kimyasal reaksiyonları morfogenetik süreçler olarak düşünmek çok yapay gibi görünse de hem organik hem de inorganik katalizörlerin etkisinin büyük bölümünün kendi morfolojilerine bağlı olduğu unutulmamalıdır. Örneğin, biyokimyanın birçok reaksiyonunun belirli katalistleri olan enzimler, reaksiyona

giren moleküllerin, çoğunlukla kilit ve anahtarınkilere benzetilen bir belirliliğe uyum gösterdiği yüzey, yiv, çentik ya da havuzlar hazırlamaktadırlar. Enzimlerin katalitik etkisi büyük bir ölçüde, reaksiyonun oluşması için, reaktant molekülleri uygun bağıl pozisyonlarda tutma şekline bağlıdır. (Serbest bir çözeltide, moleküllerin çarpışma şansı, her olası oryantasyonda gerçekleşir, bunların büyük çoğunluğu uygun değildir.)

Kimyasal morfogenezin ayrıntıları belirsizdir; bunun nedeni, kısmen büyük hızları, kısmen ara biçimlerin oldukça kararsız olmaları, kısmen de en son değişimlerin kimyasal bağları meydana getiren yörüngeler arasında elektronların probabilistik kuantum sıçramalarından oluşmasıdır. Oluşacak molekülün asıl biçiminin taslağı, atomik ya da moleküler morfogenetik germle ilişkili olan morfogenetik alanda çizilmektedir; başka bir atom ya da molekül uygun bir oryantasyonda yaklaştığında, sonuç molekülün biçimi, elektronların daha önce yalnızca açığa çıkmamış biçimler hâlinde var olan yörüngelere kuantum sıçramaları yapması aracılığıyla gerçekleşmektedir; aynı zamanda genellikle termal hareket şeklinde enerji açığa çıkar. Morfogenetik alanın bu süreçteki rolü, adeta, enerjik olarak pasif, ancak morfolojik olarak aktiftir; alt düzey morfik birimler "yerine oturma" ya da "yakalama" yaptıkça gerçekleştirilecek olan asıl yapılar yaratır, bu iş sırasında da enerji açığa çıkar.

Herhangi bir belirli atom ya da molekül tipi değişik birçok tip kimyasal reaksiyona katılabilir, bu nedenle de farklı birçok morfogenetik alanın potansiyel germleridir. Bunlar onun çevresinde "dolaşıp duran" olasılıklar şeklinde de düşünülebilirler. Bununla birlikte, uygun bir ayıraç atom ya da molekül yaklaşana kadar, olasılıkla onun üzerindeki belirli elektromanyetik ya da diğer etkileri nedeniyle, belirli bir morfogenetik alanın germi rolünü üstlenmeyebilirler.

Kristallerin morfogenezi, belirli bir atomik ya da moleküler düzen örüntüsünün belirsiz bir şekilde tekrarlanmasıyla, atom-

ların ve moleküllerin morfogenezinden farklıdır. Morfogenetik germi bu örüntünün kendisi sağlamaktadır. Uygun tipte bir kristalin "tohumları" ya da "çekirdekleri"nin eklenmesinin donma derecesinin altında dondurulmadan soğutulmuş sıvılar ya da fazla doymuş çözeltilerin kristalleşmesini büyük ölçüde hızlandırdığı çok iyi bilinmektedir. Bu tohumlar ya da çekirdekler olmadığında, kristalin morfogenetik germleri, yalnızca atomlar ya da moleküller, termal ajitasyon nedeniyle, şansa bağlı olarak, kendi uygun bağıl pozisyonlarını aldıklarında ortaya çıkmaktadır. Germin varolduğu durumda ise, morfogenetik alanın sağladığı kafes yapısının yinelenmesinden oluşan asıl biçimler, büyümekte olan kristalin yüzeylerinden dışarı doğru uzanır. Bu yüzeylere yaklaşan uygun serbest atom ya da moleküller yakalanırlar ve uygun pozisyonlarda "yerlerine otururlar"; bu iş sırasında yine termal enerji açığa çıkar.

Donma derecesinin altında dondurulmadan soğutulmuş sıvılar ya da fazla doymuş çözeltilerin tohumlanması ya da çekirdeklenmesi, daha az etkin bir şekilde olmakla birlikte, ilgisi olmayan maddelerin küçük parçalarıyla da gerçekleştirilebilir; örneğin, kimyacılar çözeltileri cam parçalarıyla tohumlamak için, çoğunlukla deney tüplerinin kenarlarını kazırlar. Bu parçalar, kristalin gerçek morfogenetik germini oluşturan atom ya da moleküllerin uygun bağıl pozisyonlarını kolaylaştıran yüzeyler sağlar. Kendi morfogenetik etkileri açısından, bu tohumlar kimyasal reaksiyonların katalistlerine benzerler.

Şu ana kadar ele alınan bütün kimyasal morfogenez tipleri özünde toparlayıcıdır. Transformasyonlar canlı olmayan sistemlerde çok daha az yaygındır. Örneğin, kristallerin büyük çoğunluğu diğer kristal biçimlerini oluşturacak şekilde transformasyon geçiremezler; eritilebilir ya da çözülebilirler, sonra da bileşenleri diğer kristalleşme süreçlerine katılabilir; ancak bu durum yeni bir toparlanma tipinin izlediği bir dağılmadır. Kimyasal

reaksiyonlar da aynı şekilde dağılmacı ve toparlanmacı değişimler içerir. Yine de proteinlerin katlanması gibi moleküler transformasyonla ilgili önemli örnekler ve belirli enzimler reaksiyonlarını katalize ettikleri moleküllere bağlandıklarında meydana gelen tersinir şekil değişiklikleri bulunmaktadır.[2]

Proteinlerin, "rastgele bir araştırma" ile son biçimlerini "bulmuş" olmaları durumunda beklenenden çok daha hızlı bir şekilde katlandıkları gerçeği, bunların katlanmalarının belirli yollar ya da sınırlı sayıda yol izlediğine işaret etmektedir (Kısım 3.3). Bu "kanalize değişim yolları" kreodlar olarak düşünülebilir. Yukarıda Kısım 4.1'de geliştirilen fikre göre, katlanma sürecine başlamak için, morfogenetik bir germ varolmalı ve bu germ, proteinin son biçiminde bulunan karakteristik üç boyutlu yapıya önceden sahip olmalıdır. Bu tip morfogenetik başlangıç noktalarının varolması, aslında, proteinlerin katlanmasıyla ilgili literatürde önceden ileri sürülmüştür:

> "Yeniden katlanmanın aşırı hızlı olması, istatistik, Ramachandran haritası adı verilen haritadaki stereokimyasal (stereokimya: atom ve moleküllerin bileşimini inceleyen kimya dalı) temel kural türleriyle büyük ölçüde sınırlandırıldığında bile, sürecin sınırlı sayıda yol boyunca meydana gelmesini gerekli kılmaktadır. Katlanma sürecinde uygun başlatıcı olayların sınırlı sayıda varolduğunu varsaymak gerekli bir hâle gelmektedir. Genellikle çekirdekleştirme denen bu tip olayların, rastgele ve işbirliği içinde kararlı hâle gelmiş düzenlemeler arasındaki bir araya getirici dengelere katılabilen polipeptit zinciri parçalarında meydana gelmesi oldukça mümkündür ... Ayrıca, protein moleküllerinin yapısı olmak üzere düzenlenmiş olan polipeptit zincirlerinin amino asit dizilerinin, yalnızca, kendilerini doğal protein molekülünde karakterize eden üç boyutlu düzenlemelerde bulunduklarında işlevsel bir

> anlam kazandıklarını vurgulamak da önemlidir. Bir protein zincirinin, katlanma için çekirdekleşme sitesi olarak çalışabilen bölümlerinin, ortaya çıkacak proteinde bulunan bir araya gelmenin içinde ve dışında 'oynayabilen' bölümler olacağını ve bir dizi ortaklaşa etkileşimle kararlı hâle getirilmiş nispeten sağlam bir yapı oluşturacaklarını öne sürmek de mantıklı gözükmektedir." (C. B. Anfinsen.[3])

Bu tip "çekirdekleşme siteleri" proteinin morfogenetik alanıyla ilişkileri aracılığıyla morfogenetik germler olarak görev yapabileceklerdir, daha sonra da bunlar karakteristik son biçime doğru katlanma yolunu kanalize edebileceklerdir.

4.3 "Olasılık Yapıları" Olarak Morfogenetik Alanlar

Atomik bir çekirdeğin çevresindeki elektronların yörüngeleri atomun morfogenetik alanı içindeki yapıları olarak düşünülebilirler. Bu yörüngeler Schrödinger denkleminin sonuçlarıyla betimlenebilirler. Bununla birlikte, kuantum mekaniğine göre, elektronların kesin yörüngeleri belirlenemez, yalnızca belirli noktalarda elektronları bulma olasılığı söz konusudur; bu yörüngeler uzaydaki olasılık dağılımları olarak düşünülmektedir. Biçimlendirici nedensellik hipotezi bağlamında, bu sonuç yalnızca atomların morfogenetik alanlarındaki bu yapıların, uzamsal olasılık dağılımları şeklinde düşünülmesi gerektiğini öne sürmektedir, bu yüzden genel anlamda morfogenetik alanlar kesin bir şekilde belirlenemezler, ancak olasılık dağılımlarıyla gösterilirler.[4] Gerçekte de durumun bu olduğu varsayılacak ve morfogenetik alanların yapılarından bundan böyle *olasılık yapıları* olarak söz edilecektir.[5] Bu alanların probabilistik doğası hakkında bir açıklama Kısım 5.4'de sunulacaktır.

Bir morfik birimin, kendileri de alt düzeyde birer morfik birim olan kısımlarının morfogenetik alanları üzerindeki morfogenetik alan etkisi (Kısım 3.4), bu üst düzey olasılık yapısının alt düzey olasılık yapısı üzerindeki etkisi çerçevesinde düşünülebilir; üst düzey alan alt düzey alanların olasılık yapılarını değiştirir. Sonuç olarak, morfogenez süresince, üst düzey alan kendi etkisi altındaki alt düzey morfik birimlerdeki probabilistik olayların olasılığını değiştirir.[6]

Serbest atomlar konusunda ise, elektronik olaylar, atomik morfogenetik alanların değişikliğe uğramamış olan olasılık yapılarınca belirlenen olasılıklar çerçevesinde meydana gelirler. Ancak, atomlar bir molekülün üst düzey morfogenetik alanının etkisi altına girdiklerinde, bu olasılıklar, son biçimin gerçekleşmesine doğru götüren olayların olasılığının artacağı, ama diğer olayların olasılığının azalacağı bir şekilde değişikliğe uğrarlar. Böylece, moleküllerin morfogenetik alanları, serbest atomların olasılık yapılarından başlayan hesaplamalar temelinde olması beklenen olası atomik konfigürasyon sayısını sınırlar. Gerçekte karşılaşılan da budur; örneğin protein katlanması durumunda, sürecin hızı, sistemin, atomların olasılıklar çerçevesinde düzenlenebileceği sayısız konfigürasyonu "araştırmadığını" göstermektedir (Kısım 3.3).

Benzer şekilde, kristallerin morfogenetik alanları da kendi bileşen moleküllerinin olasılık yapılarının izin verdiği olası düzenlemelerin büyük bir kısmını kısıtlamaktadır; bu nedenle, madde kristalleştikçe, akla gelebilecek başka herhangi bir yapı değil, belirli bir moleküler düzenleme örüntüsü alınır.

Sonuç olarak, atomların morfogenetik alanlarındaki elektron yörüngelerinin olasılık yapıları olmasıyla aynı anlamda, kristal ve moleküllerin morfogenetik alanları da olasılık yapılarıdır. Bu sonuç, basit atomik sistemlerin kuantum mekaniğince tanımlanması ile daha kompleks biçimlerin potansiyel bir kuan-

tum mekanikçi tanımlanması arasında, tür açısından hiçbir fark bulunmadığı şeklindeki geleneksel varsayımla da uyuşmaktadır. Ancak, biçimlendirici nedensellik hipotezinden farklı olarak, geleneksel kuram kompleks sistemleri, atomların kuantum mekaniksel özellikleri açısından, adeta aşağıdan yukarıya açıklamaya çalışır.

Bu iki yaklaşım arasındaki fark tarihsel bağlamda çok daha açık bir şekilde görülebilir. Kuantum kuramının kendisi aslında hidrojen atomları gibi basit sistemlerin özellikleriyle ilgili olarak geliştirilmiştir. Zamanla, atomların yaydığı ışık tayflarının ince yapısı üzerine yapılan gözlemler gibi ampirik gözlemleri açıklamak için yeni temel ilkeler ortaya konmuştur. Ayrı elektronik yörüngeleri karakterize eden başlangıçtaki kuantum sayılarına, açısal momentleri, bu nedenle de daha çok "dönüş"ü gösteren başka bir küme daha eklenmiştir. Dönüş, tıpkı elektrik yükünün olduğu gibi, parçacıkların indirgenemez bir özelliği olarak düşünülmektedir ve kendine ait bir korunum yasasına sahiptir. Nükleer parçacık fiziğinde, zaten kabul edilen kuantum faktörleri çerçevesinde açıklanamayan gözlemleri, az çok açıklamak amacıyla, "gariplik" ve "çekicilik" gibi indirgenmesi daha zor faktörlerle birlikte daha fazla korunum yasası da ortaya konmuştur. Ayrıca, çok sayıda yeni atomaltı parçacığın bulunuşu, madde alanının artmaya devam eden yeni türleriyle ilgili bir varsayıma da yol açmıştır.

Atomların ve atomaltı parçacıkların özelliklerini açıklamak için bu kadar çok yeni fiziksel ilke ve fiziksel alan ortaya konarken, atomunkinin üzerindeki organizasyon düzeyleri konusunda hiçbir yeni fiziksel ilke ya da alanın olmayacağı şeklindeki geleneksel varsayım dikkate değer bir biçimde keyfî gibi gözükmektedir. Aslında bu on dokuzuncu yüzyıl atomizminin bir kalıntısından başka bir şey değildir; artık bu atomlara çözümlenemez ya da bölünemez gözüyle bakılmadığı için, başlangıçtaki

kuramsal gerekçe de yok olmuş demektir. Biçimlendirici nedensellik hipotezinin bakış açısına göre, atomlar ve atomaltı parçacıkların özellikleriyle ilişkili olarak geliştirilmiş olan mevcut kuantum kuramı, morfogenetik alanların doğasına oldukça ışık tutmasına rağmen, daha kompleks sistemlerin morfogenetik alanlarını tanımlama konusunda buna dayalı bir tahminde bulunmak mümkün değildir. Atomların morfogenetik alanlarının doğanın düzeni içinde ayrıcalıklı bir konuma sahip olmaları gerektiğini düşünmek için hiçbir neden yoktur; bunlar yalnızca belirli bir komplekslik düzeyindeki morfik birimlerin alanlarıdır.

4.4 Biyolojik Morfogenezde Probabilistik Süreçler

Uzamsal sonuçları probabilistik olan birçok fiziksel süreç örneği bulunmaktadır. Genelde, bir simetri ya da homojenliğin kırılmasını içeren değişimler belirsizdir; gaz hâliyle sıvı hâl ve sıvı hâlle katı hâl arasındaki faz geçişlerinde bunun örnekleri ortaya çıkmaktadır. Örneğin, buharla doldurulmuş olan küresel bir balon, dış sıcaklık ve yerçekimi eğilimlerinin bulunmadığı bir ortamda, doyma noktasının altında soğutulursa, sıvı çeperlerde yoğunlaşarak görülmeye başlar, ancak sıvının en son dağılımı öngörülemez ve neredeyse hiçbir zaman küresel anlamda simetrik olmaz.[7] Termodinamik olarak, sıvı ve buharın bağıl miktarları önceden tahmin edilebilir, ama uzamsal dağılımları edilemez. Değişmeyen koşullar altındaki bir maddenin kristalleşmesinde, kristallerin uzamsal dağılımı, sayıları ve büyüklükleri öngörülemez; diğer bir deyişle, aynı süreç aynı koşullar altında yinelenirse, her defasında uzamsal sonuç ayrıntılar bakımından farklılık gösterecektir.

Kristallerin kendi biçimleri, kesin bir simetri sergilemelerine rağmen, yine de belirsiz olabilir; çok sayıda farklı şekil alabilen kar taneleri bilinen bir örnektir.[8]

Termodinamik dengenin çok uzağında bulunan makroskobik fiziksel ve kimyasal sistemlerin "dağılımcı yapıları"nda, örneğin ısıtılmış bir sıvıdaki konveksiyon hücreleri ya da Zhabotinski reaksiyonunun devam ettiği çözeltilerdeki renkli çizgilerde olduğu gibi rastgele dalgalanmalar uzamsal örüntülere yol açabilirler. Dengede olmayan termodinamik yöntemleriyle yapılan bu tip "dalgalanmalar yoluyla düzen" durumlarının matematiksel tanımları, faz geçişleriyle çarpıcı benzerlikler gösterirler.[9]

Uzamsal indeterminizmle ilgili bu örnekler oldukça basit fiziksel ve kimyasal süreçlerden alınmıştır. Canlı hücrelerde, fizikokimyasal sistemler inorganik dünyada karşılaşılanlardan çok daha komplekstir ve potansiyel olarak belirsiz olan birçok faz geçişi ve dengede olmayan termodinamik süreç içermektedir. Protoplâzmada dinamik bir karşılıklı ilişki hâlinde olan kristal, sıvı ve lipit fazlar bulunmaktadır; bu durumda kristal ya da yarı kristal bütünlük hâlinde bir araya gelebilen çok sayıda makromolekül tipi var demektir; koloitsel soller ve jellerin yaptığı gibi, sıvı ve katı hâller arasındaki sınırda dolaşan "sıvı kristaller" olarak lipit zarlar; öngörülemez bir şekilde dalgalanan, zarlardan geçen elektrik potansiyeller ve farklı inorganik iyon ve diğer maddelerin konsantrasyonlarını içeren, bu maddelerin probabilistik olarak hareket ettiği zarlarla ayrılan "bölmeler."[10] Bu tip bir komplekslik yüzünden, enerjik açıdan olası değişim örüntülerinin sayısı da oldukça fazla olmak durumundadır ve bu probabilistik süreçler üzerine örüntülerin yüklenmesi yoluyla, morfogenetik alanların işleyişi için geniş bir alan bulunmaktadır.

Ancak, bu söylenenler, canlı organizmalardaki her biçimin biçimlendirici nedensellikle belirlendiği anlamına gelmemektedir. Bazı örüntüler rastgele süreçler aracılığıyla ortaya çıkabilir. Bazıları da minimum enerji konfigürasyonu çerçevesinde tamamen açıklanabilir: örneğin, serbestçe yüzen yumurta hücrelerinin küresel şekilleri (örneğin, denizkestanelerininki) hücre

zarının yüzey gerilimi bakımından tam olarak açıklanabilirler. Bununla birlikte, biyolojik biçimlerle ilgili basit fiziksel açıklamaların oldukça sınırlı kalan başarısı,[11] biyolojik morfogenezin pek çok yönünün morfogenetik alanlar tarafından belirlendiği düşüncesini öne sürmektedir. Bu alanların tek başlarına değil, biyofizikçiler ve biyokimyacıların inceledikleri enerjik ve kimyasal nedenlerle birlikte çalıştıkları yeniden vurgulanmalıdır.

Protein alt birimlerinin kendiliğinden toparlanmasıyla oluşan küçücük, çubuk benzeri yapılar olan mikrotübüllerin yerleşmeleri, morfogenetik alanların hücrelerin içinde ne şekilde çalışabilecekleri konusunda bir örnek sunmaktadır. Mikrotübüller hem hayvan hem de bitki hücrelerinin içinde mikroskobik "yapı iskeleleri" olarak önemli bir rol oynarlar: Hücre bölünmesi (mitoz ve mayozdaki iğ iplikleri mikrotübüllerden yapılır) ve farklılaşmakta olan bitki hücrelerindeki hücre duvarı materyalinin örüntülü depozisyonu gibi süreçlere yol gösterir ve yön verirler; ayrıca ışınlılarda (radiolarian) olduğu gibi, belirli hücresel şekillerin korunmasında hücre içi iskeletler olarak görev yaparlar.[12] Bu durumda, hücreler içindeki birçok farklı türde süreç ve yapı örüntüsünden mikrotübüllerin uzamsal dağılımı sorumluysa, mikrotübüllerin uzamsal dağılımını kontrol eden nedir? Başka organizasyon örüntüleri sorumluysa,[13] sorun yalnızca bir adım geri gitmiş olur: bu organizasyon örüntülerinin kendilerini kontrol eden nedir? Ancak sorun belirsiz bir şekilde geri atılamaz, çünkü gelişim epigenetiktir, yani önceden var olan örüntü ya da yapılar çerçevesinde açıklanamaz olan uzamsal çeşitlilik ve düzenlemede bir artış içeriyor demektir; er ya da geç, mikrotübüllerin bir araya toplandıkları örüntünün ortaya çıkışını açıklayacak başka bir şey olmak zorundadır.

Şimdiki hipotezde, bu örüntü belirli morfogenetik alanların hareketine bağlıdır. Bu alanlar, önceden var olan bir organizasyon örüntüsünün kurulması yoluyla, doğrudan ya da dolaylı olarak, mikrotübüllerin uygun yerlerde toparlanma olasılığını bü-

yük ölçüde artırır. Açık bir şekilde, bu alanların örüntü oluşturma etkinliği hücre içinde mükrotübül alt birimlerinin fazla doymuş bir çözeltisinin varolmasına ve bir araya toplanmaları için uygun fizikokimyasal koşulların bulunmasına bağlıdır; bunlar mikrotübüllerin oluşumu için gerekli koşullardır, ancak mikrotübüllerin görüldüğü örüntüyü açıklamak için kendi başlarına yeterli değildir.

Hücre içinde örüntü oluşturan probabilistik süreçlerde biçimlendirici nedensellikle ilgili ileri sürülen bu etkinin, termodinamiğin ikinci yasasının lokal olarak bozulmasına yol açabileceği için, imkânsız olduğu şeklinde bir itiraz gelebilir. Ancak bu itiraz geçerli değildir. Termodinamiğin ikinci yasası yalnızca oldukça fazla sayıda parçacığın toplanmasından söz etmektedir ve mikroskobik ölçekteki süreçler için geçerli değildir. Ayrıca, yalnızca kapalı sistemlere uygulanır: Ne hücrenin bir bölgesi ne de genel anlamda canlı organizmalar kapalı bir sistemdir.

Kimyasal dünyada olduğu gibi canlı organizmalarda da morfogenetik alanlar hiyerarşik olarak düzenlenmiştir: organellerinki -örneğin hücre çekirdeği, mitokondriler ve kloroplast- bunlardaki fizikokimyasal süreçleri düzenleyerek hareket eder; bu alanlar hücrelerin üst düzey alanlarına bağlıdır; hücrelerin alanları dokuların alanlarına, dokularınki organların alanlarına, organlarınki de bir bütün olarak organizmanın morfogenetik alanına bağlıdır. Her bir düzeyde, bu alanlar başka türlü belirsiz kalacak olan süreçleri düzenleyerek çalışır. Örneğin hücre düzeyinde, morfogenetik alan mikrotübüllerin kristalleşmesini ve hücre bölünmesinin koordinasyonu için gerekli olan diğer süreçleri düzenler. Ancak hücrelerin bölündüğü düzlemler, bir üst düzey alan olmadığında belirsiz kalabilirler: Örneğin bitkilerde yara kalluslarında, hücreler kaotik bir kütle meydana getirecek biçimde az çok rastgele bir şekilde çoğalırlar.[14] Diğer yandan, organize bir dokuda, dokunun morfogenetik alanının işlevlerinden biri hücre bölünmesi düzlemine bir örüntü yüklemek,

böylelikle dokunun bir bütün olarak gelişme biçimini kontrol etmek olabilir. Bu durumda, dokuların gelişimi, yapay olarak doku kültüründe izole edilip yetiştirildiklerinde ortaya çıktığı gibi, birçok açıdan kendi doğası bakımından belirsiz olabilir;[15] normal koşullar altında bu belirsizlik organın daha üst düzeydeki alanıyla sınırlanır. Aslında, kimyasal sistemlerde olduğu gibi, biyolojik sistemlerde de her düzeyde, izole edilen morfik birimler, daha üst düzeyde bir morfik birimin parçasıyken davrandıklarından daha belirsiz bir şekilde davranabilirler. Üst düzey morfogenetik alanlar kendilerine özgü indeterminizmlerini kısıtlarlar ve kalıplandırırlar.

4.5 Biyolojik Sistemlerde Morfogenetik Germler

Hücre düzeyinde, morfogenetik transformasyonlarla ilgili germlerin, hücre farklılaşması sürecinin hem başlangıcında hem de sonunda bulunan hücrelerdeki alt düzey morfik birimler olmaları gerekmektedir. Bu transformasyonların olası morfogenetik germleri ilk bakışta belli değildir: organeller, makromoleküler topluluklar, sitoplâzmik ya da zarla ilgili yapılar ya da hücre çekirdekleri olabilir. Birçok durumda çekirdekler bu rolü başarıyla oynayabilirler. Ancak, aynı organizma içinde çok fazla sayıda farklılaşmış hücre tipi üretilebileceği için, çekirdekler morfogenetik germler olarak iş yapacaklarsa, farklı hücre tiplerinde farklı düzenleme örüntülerini üstlenebilmeleri gerekecektir: Bir hücrenin farklılaşmasından önce, bu hücrenin çekirdeğinin farklılaşması gereklidir; bu durum, hücrenin zarında, kromozomlarının düzenlenişinde, kromozomlardaki proteinler ve nükleik asitler arasındaki ilişkide, çekirdekçiklerde ya da diğer bileşenlerinde meydana gelen değişiklikler sayesinde gerçekleşir. Bu tip değişiklikler farklılaşmakta olan dokunun üst düzey morfogenetik alanının etkisi yoluyla doğrudan ya da dolaylı olarak meydana gelebilir. Aslında, birçok hücre farklı-

laşması tipinden önce çekirdekle ilgili değişimler olduğuna dair önemli kanıtlar bulunmaktadır. Burada geliştirilen fikir, bu değişimlerle ilgili alışılmış yorumlardan ayrılmaktadır; taşıdıkları önem, özel mesajcı RNA tipleri üretimi nedeniyle yalnızca kimyasal değil, aynı zamanda morfogenetiktir; değişikliğe uğrayan çekirdekler, farklılaşmış hücrelerin belirli morfogenetik alanlarıyla ilişkili bir hâle gelen germler olarak da görev yapabilirler.[16]

Çekirdeğin morfogenetik germ olamayacağı en azından bir hücresel morfogenez süreci bulunmaktadır: hücresel bölünme. Hücre zarı parçalandığı ve yok olduğunda ayrı bir yapı olarak kimliğini yitirir.[17] İkiye katlanmış, büyük ölçüde sarmallaşmış olan kromozomlar mitotik iğin ekvator bölgesinde aynı hizaya gelir, daha sonra da tüm bir takım her bir iğ kutbuna doğru hareket eder. Bundan sonra, oğul çekirdekleri oluşturacak şekilde, her kromozom takımının çevresinde yeni hücre zarları gelişir. Bu süreçlerle ilgili morfogenetik germlerin, çekirdek dışı yapılar ya da organeller olması ve bunlardan iki tane bulunması gerekmektedir.[18]

Doku ve organların gelişimi genellikle hem transformatif hem de agregatif değişimler gerektirir. Bu morfogenezlerde, morfogenetik germler hem son biçimin bir parçası hem de morfogenetik sürecin başlangıcında bulunan hücreler ya da hücre grupları olmak zorundadır; bunlar, süreç başladıktan hemen sonra ortaya çıkan uzmanlaşmış hücreler olamazlar. Bu yüzden, morfogenetik germlerin çok az değişim geçiren, nispeten uzmanlaşmamış hücreler olması daha olası gibi görünmektedir. Üst düzey bitkilerde, bu tip hücreler, örneğin meristemler ya da büyüme noktalarının uç bölgelerinde bulunmaktadır.[19] Sürgünlerde, çiçek açma uyaranı, yaprak ve başka vejetatif yapılardan çok, çiçek ortaya çıkaracak bir şekilde meristemleri transforme eder; çiçek açma uyaranıyla uygun biçimde değişikliğe uğramış olan uç bölgeler, bu transformasyon için morfogenetik germler

olabilirler. Hayvan embriyolarında, doku ve organların gelişiminde anahtar bir rol oynayan birçok "düzenleyici merkez" deneysel embriyologlar tarafından belirlenmiş durumdadır; gelişmekte olan kol/bacak tomurcuklarının ucundaki apikal ektodermal sırt, buna bir örnektir. Bu "düzenleyici merkezler" başlıca morfogenetik alanlarla ilişkili hâle gelen germler olabilirler.

Hem kimyasal hem de biyolojik alanlarda, morfogenetik germler ileri sürülebilmesine rağmen, gerçekte tanımlanmış değilse, özellikle her morfogenetik alanın belirli bir biçimi ve germiyle ilişkili hâle gelme şekli nedeniyle, pek çok nokta karanlıkta kalmaktadır. Bir sonraki bölümde bu sorunlar ele alınarak, şaşırtıcı ve alışılmadık olmasına rağmen, belki de anlaşılması daha kolay olan daha eksiksiz bir biçimlendirici nedensellik hipotezine gidilecektir.

Notlar

1 Morfogenetik alanların elektromanyetik alanlarla özdeşleştirilmesi, H. S. Burr'un elektrodinamik "Yaşam Alanları" kuramında var olan karışıklığın büyük bölümünden sorumludur. Burr (1972) canlı organizmaların, organizmaları değiştikçe değişen, elektromanyetik alanlarla ilişkili olduğu konusunda kesin kanıtlara yer verir, ancak daha sonra bu alanların, gelişim için birer "proje" (blueprint) şeklinde çalışarak morfogenezi kontrol ettiklerini savunmaya devam eder, bu ise oldukça farklı bir konudur.

2 Çözelti içindeki proteinlerde görülen konformasyonel değişimlerle ilgili bir literatür taraması için, bkz. Williams (1979).

3 Anfinsen (1973), s.228.

4 Probabilistik nedensellik konusunda genel bir tartışma için, bkz Suppes (1970).

5 Karşılaştırınız. Sir Karl Popper'ın olasılık ya da propansite alanları kavramı (Popper, 1967); Popper ve Eccles, 1977).

6 Bu öneri, Bohm (1969, 1980) ve Hiley (1980) tarafından savunulan kuantum fiziği yaklaşımına uyabilir.

7 R. Thom'un "genellenmiş katastroflar" olarak adlandırdığı şeylerle ilgili bu ve başka örnekler *Structural Stability and Morphogenesis* (Yapısal Kararlılık ve Morfogenez) adlı çalışmasının 6. Bölüm'ünde tartışılmaktadır.

8 Bentley ve Humphreys (1962).

9 Bkz. Nicolis ve Prigogine (1977). Bu problemle ilgili farklı bir çalışma için bkz. Haken (1977)

10 Stevens (1977).

11 Sir D'arcy Thompson klâsik denemesi *On Growth and Form* (1942) (Büyüme ve Biçim Üzerine) adlı çalışmasında, biyolojik morfogenezin birçok yönünün fiziksel kuvvetler çerçevesinde; örneğin, hücre bölünme düzlemi, minimum bir yüzey alanı sağlama eğilimi gösterecek olan yüzey gerilimi çerçevesinde, açıklanabileceğini ileri sürmüştür. Ancak bu basit yorumların çok az başarılı olduğu pek çok istisna bulunmaktadır. Thompson'un kuramlarıyla ilgili bir tartışma için, bkz. Medawar (1968).

12 Mikrotübüllerin özellikleri ve işlevleriyle ilgili yakın tarihli anlatılar için bkz. Dustin (1978); Roberts ve Hyams (editörler) (1979).

13 Granülsüz endoplâzmik retikulumun mikrotübül alt birimlerinin kümeleşerek bir araya toplanacakları yerlere taşınmasında rol oynaması önerilerden birisidir (Burgess ve Northcote, 1968). "Mikrotübül düzenleme merkezleri"nde birbirine bağlanabilen ya da bağlanmayabilen "çekirdekleyici unsurlar"ın varlığı da ileri sürülmüştür (J. B. Tucker, Roberts ve Hyams (editörler) 1979).

14 Street ve Henshaw (1965).

15 Örnekler için bkz. Willmer (1970).

16 Bazı durumlarda, çekirdekler farklılaşmanın son evrelerinde yok edilirler (örneğin, bitkilerde odun boruları damarları, memelilerde alyuvarlar). Bu durumlarda çekirdekler, sağlam kaldıkları noktaya kadar farklılaşma süreci için morfogenetik germler olarak

görev yapabilirler; daha sonra farklılaşmanın son evreleri morfogenetik emirlere bağlı olmayan, hidrolitik enzimlerin salıverilmesi yoluyla, doğrudan kimyasal süreçlerle yalnızca mekanistik bir şekilde ilerleyebilir.

17 Bazı alglerde, örneğin *Oedogonium*'da, çekirdek zarı mitoz süresince sağlam kalır; bu durum, olasılıkla, evrimsel olarak ilkel bir özelliktir (Pickett-Heaps, 1975).

18 Hayvanlarda, sentriyoller, bu rolün olası adayları olarak görülebilir, ancak üst düzey bitkilerin sentriyolleri yoktur. Her iki durumda da "mikrotübül düzenleme merkezleri" iğ kutuplarının gelişiminden rahatlıkla sorumlu olabilir; sentriyoller yalnızca bu merkezlerle bağlantı yoluyla oğul hücrelere eşit bölüntüyü sağlama bağlayan "yolcular" olabilir (Pickett-Heaps, 1969). (Sentriyoller olarak kirpik ve kamçıların gelişimi için düzenleme merkezleri ya da morfogenetik germler görev yaparlar.)

19 Clowes (1961).

20 Wolpert (1978).

5 Geçmişteki Biçimlerin Etkisi

5.1 Biçimlerin Sürekliliği ve Yinelenmesi

Atomlar oluşurken, her defasında, elektronlar çekirdeklerin çevresinde aynı yörüngeleri doldururlar; atomlar tekrar tekrar aynı moleküler biçimleri oluşturacak şekilde birleşirler; moleküller hep aynı uzamsal örüntüler hâlinde kristalleşirler; belirli bir türe ait tohum her yıl aynı görünüme sahip olan bitkiler ortaya çıkarır; kuşaktan kuşağa örümcekler aynı ağ tiplerini örerler. Biçimler tekrar tekrar oluşur ve her biçim her defasında aşağı yukarı aynıdır. Nesneleri tanıma, kimliğini belirleme ve adlandırma yeteneğimiz bu gerçeğe dayanmaktadır.

Bu süreklilik ve yinelenme, tüm biçimler değişmez fizik yasaları ya da ilkelerince belirlenmiş olsa, hiçbir sorun yaratmayacaktı. Bu varsayım, biçimin nedenselliğiyle ilgili geleneksel kuramda üstü kapalı olarak ifade edilmektedir. Bu temel fiziksel ilkelerin, nesnelerin gerçek biçimlerinden zamansal anlamda önce oldukları kabul edilmektedir: Kuramsal olarak, yeni sentezlenmiş bir kimyasalın kristalleşme şekli, kristalleri ilk kez ortaya çıkmadan önce hesaplanabilmelidir; aynı şekilde, bir hayvan ya da bitki DNA'sındaki belirli bir mutasyonun organizmanın biçimi üzerindeki etkileri de önceden belirlenebilmelidir. Elbette, uygulamada bu tip hesaplamalar hiçbir zaman yapılamamıştır; bu rahatlatıcı varsayım sınanmamıştır, çok büyük bir olasılıkla da sınanabilir değildir.

Buna karşılık, biçimlendirici nedensellik hipotezine göre, kompleks kimyasal ve biyolojik sistemlerin biçimleri bilinen fizik yasalarınca ayrı ayrı belirlenemez. Bu yasalar biçimlendirici

nedenlerin aralarından seçim yapabileceği bir olanak yelpazesi sağlamaktadır. Biçimlerin sürekliliği ve yinelenmesi, aynı tip morfogenetik alanın belirli tipte bir fiziko-kimyasal sistemle yinelenen ilişkisiyle açıklanmaktadır. Peki, bu durumda morfogenetik alanın kendine özgü biçimini belirleyen nedir?

Olası yanıtlardan biri morfogenetik alanların ebedî ve ezelî olduklarıdır. Yalnızca verilmişlerdir ve başka hiçbir şey çerçevesinde açıklanamazlar. Bu yüzden bu gezegen meydana gelmeden önce bile, yerküre üzerinde oluşmuş ya da gelecekte varolacak olan bütün kimyasallar, kristaller, hayvanlar ve bitkilerin morfogenetik alanları zaten gizil bir hâlde vardı.

Bu yanıt özünde Eflâtuncu, hatta Aristo da belirli biçimlerin ebedî ve ezelî sabitliğine inandığına göre Aristocu bir yanıttır. Bu biçimlerin enerjik nedensellik çerçevesinde öngörülemeyeceği noktasıyla, geleneksel fiziksel kuramdan ayrılır; ancak, bütün ampirik olguların ardında önceden var olan düzen ilkelerinin yattığını kesinmiş gibi kabul ettiği konusunda aynı görüştedir.

Başka bir olası yanıt ise temelden farklı bir yanıttır. Kimyasal ve biyolojik biçimler, değişmeyen yasalar ya da ebedî ve ezelî Biçimler tarafından belirlendikleri için değil, önceki benzer biçimlerden ileri gelen nedensel bir etkiden dolayı yinelenirler. Bu etki, bilinen herhangi bir fiziksel hareketin tersine, uzam ve zaman içinde bir hareket gerektirecektir.

Bu görüşe göre, bir sistemin aldığı benzersiz biçim ilk ortaya çıkışının öncesinde fiziksel olarak belirlenemeyecektir. Yine de sonradan gelen benzer sistemlerin aldığı biçimi kendisi belirleyeceği için, ilk sistemin biçimi yinelenecektir. Örneğin, enerjik bir bakış açısına göre hepsi eşit derecede olası olan, birkaç farklı olası biçimden, yani, P, Q, R, S'den, bir sistemin ilk durumda R biçimini aldığını düşünün. Bu durumda, bu tip bir ilk sistemden gelen uzamüstü (trans-spatial) ve zaman-üstü (trans-temporal) bir etki nedeniyle sonraki fırsatlarda benzer sistemler de R biçimini alacaktır.

Peki, bu durumda ilk durumda alınan biçimi belirleyen nedir? Bu soruya hiçbir bilimsel yanıt verilemez: bu soru, hipotez

gereği, sonraki her benzeri olayı kendileri etkilediği için, bir kere meydana geldikten sonra yinelenemez olan benzersiz ve enerjik olarak belirsiz olaylarla ilgilidir. Bilim yalnızca düzenliliklerle, yinelenebilir olan şeylerle ilgilenir. Belirli bir biçimin başlangıçtaki seçilimi şansa, maddenin doğasında bulunan yaratıcılığa, ya da transandantal, yaratıcı bir güce atfedilebilir. Ancak bu farklı olasılıkların deney yoluyla birbirinden ayrılabileceği bir yol yoktur. Aralarında yalnızca metafiziksel bir zeminde karar verilebilir. Bu soru, bu kitabın son bölümünde kısaca tartışılmaktadır; ancak şu anki hedefimiz açısından, bu olasılıkların hangisinin tercih edileceği önem taşımamaktadır. Biçimlendirici nedensellik hipotezi, ilk başta ortaya çıkış nedenleriyle değil, yalnızca biçimlerin yinelenmesi ile ilgilenir.

Bu yeni düşünme şekli, alışılmadık bir şekildir ve bizi henüz haritası çıkartılmamış topraklara götürür. Ancak, yalnızca bu topraklar keşfedilerek genelde biçim ve düzenlenme, özelde ise canlı organizmalara yönelik yeni bir bilimsel anlayışa ulaşma konusunda bir umut var gibi görünmektedir. Devam etme yönündeki alternatif, başlangıç noktasına geri dönmek olacaktır; seçim bir kere daha basit bir mekanistik inançla metafiziksel bir organikçilik arasında sıkışıp kalabilecektir.

Aşağıdaki tartışmada, bu hipotetik uzam-ötesi ve zaman-ötesi etkinin morfogenetik alanlar aracılığıyla geçtiği ve biçimlendirici nedenselliğin temel bir özelliği olduğu ileri sürülmüştür.

5.2 Zaman-ötesi Nedensel Bağlantıların Genel Olabilirliği

Biçimlendirici nedensellik hipotezi bilimin bugüne dek farkında olmadığı yeni bir zaman-ötesi, ya da diyakronik, bir nedensel bağlantı türü ileri sürmesine rağmen, zaman içinde "uzaktan etki"nin olabilirliği, genel anlamda birkaç filozof tarafından ele alınmıştır. Bunu dışarıda bırakmak için hiçbir *a priori* neden yok gibi görünmektedir. Örneğin, J. L. Mackie şunları yazmıştır:

> "En çok, bitişik sebep-sonuç ilişkileri hakkında mutlu olduğumuz ve gerek uzamsal gerek zamansal aralıktan 'uzaktan etki' fikrini şaşırtıcı bulduğumuz hâlde, bu fikri bütünüyle dışlamayız. Bizim sıradan nedensellik kavramımız, kesinlikle bitişikliği gerektirmiyor; bu, 'C, arada bağlar olmaksızın, uzamsal ya da zamansal, ya da hem uzamsal hem de zamansal aralık üzerinden E'ye neden olur' şeklinde bir ifadenin sözlerde çelişme yapacağı bir şekilde bizim nedensellik fikrimizin bir parçası değildir."[1]

Ayrıca, bilim felsefesinin bakış açısına göre, yeni nedensel bağlantı türlerinin ele alınmasını önleyecek hiçbir şey yoktur:

> "Bilimsel kuram genelde olaylar arasında herhangi bir belirli nedensel bağlantı şeklini öngörmez, yalnızca, anlaşılırlık, doğrulama ve çürütülebilirlik kriterlerini karşılayan, bazı modeller çerçevesinde ifade edilen, yasalar ve hipotezler bulmanın olası olduğunu varsayar. Her bir durumdaki nedensel bağlantı şekli model tarafından gösterilir ve modelin temel değişimleriyle değişir." (M. B. Hesse.[2])

Bununla birlikte, biçimlendirici nedensellik hipotezinde öne sürülen yeni nedensel bağlantı türü ilke olarak olabilir gözükse de bu hipotezin akla yakınlığı yalnızca bu hipotezden türetilen öngörüler ampirik olarak test edildikten sonra değerlendirilebilir.

5.3 Morfik Rezonans

Önceki sistemlerin biçimlerinin sonradan gelen benzer sistemlerin morfogenezlerini etkilediği bir süreç fikrini, var olan kavram-

lar çerçevesinde ifade etmek çok güçtür. Devam etmenin tek yolu benzetme aracılığıyla olacaktır.

En uygun gözüken fiziksel benzetme *rezonans*tır. Bir sistem kendi doğal titreşim frekansıyla çakışan almaşık bir kuvvetle etkileşime girdiğinde, enerjik rezonans meydana gelir. Gerilmiş tellerin, uygun ses dalgalarına tepki olarak oluşturdukları "sempatetik" titreşim; radyo alıcılarının vericiler tarafından yayılan radyo dalgalarının frekansına ayarlanması; belirli frekanstaki ışık dalgalarının, karakteristik emilim tayflarının ortaya çıkmasıyla sonuçlanarak atomlar ve moleküller tarafından emilmesi; ve elektronlarla atomik çekirdeklerin, Elektronik Dönüş Rezonansı ve Nükleer Manyetik Rezonans'ındaki elektromanyetik ışınıma, manyetik alanlar karşısında verdikleri tepki örnek olarak verilebilir. Tüm bu rezonans tiplerinde ortak olan, seçicilik ilkesidir: Sistemler, ne kadar karmaşık olursa olsun, bir titreşim karışımı içinden yalnızca belirli frekansı olanlara tepki verirler.

Biçimin biçim üzerindeki uzay ve zaman boyunca gerçekleşen "rezonant" etkisi, seçiciliği bakımından enerjik rezonansa benzer, ama bilinen rezonans tiplerinden herhangi biri çerçevesinde açıklanamaz, üstelik bir elektrik iletimi de gerektirmez. Enerjik rezonanstan ayırmak için bu süreç *morfik rezonans* olarak adlandırılacaktır.

Morfik rezonans bir açıdan daha enerjik rezonansa benzemektedir: bu rezonans da titreşen sistemler arasında gerçekleşir. Atomlar, moleküller, kristaller, organeller, hücreler, dokular, organlar ve organizmalar; bunların tümü durmaksızın salınım hâlindeki parçalardan yapılmıştır ve hepsi kendilerine ait karakteristik bir titreşim ve içsel ritm örüntüsüne sahiptir; morfik birimler statik değil, dinamiktir.[3] Ancak, enerjik rezonans yalnızca belirli frekanslara, "tek boyutlu" uyaranlara tepki verme özelliğine bağlıyken,[4] morfik rezonans üç boyutlu titreşim örüntülerine bağlıdır. Burada öne sürülen şey, morfik rezonans yoluyla, karakteristik iç yapısı ve titreşim frekansı olan bir sistemin biçiminin,

benzer biçimi olan sonraki bir sistem için hazır bulunduğu; ilk sistemin biçiminin uzam-zamansal (spatio-temporal) örüntüsünün kendisini ikincinin üzerine koyduğudur..

Morfik rezonans morfogenetik alanlar aracılığıyla gerçekleşir ve aslında bunların karakteristik yapılarına neden olur. Özelleşmiş bir morfogenetik alan yalnızca bir sistemin biçimini etkilemekle kalmaz (önceki bölümde tartışıldığı gibi), bu sistemin biçimi de morfogenetik alanı etkiler ve bunun aracılığıyla sonraki benzer sistemler için hazır hâle gelir.

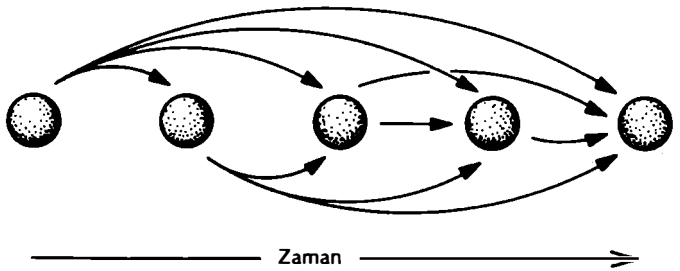
5.4 Geçmişin Etkisi

Morfik rezonans enerjik değildir, morfogenetik alanların kendileri de bir enerji ya da kütle tipi değildir. Bu yüzden, bunların cisimler, parçacıklar ve dalgalara uygulanmış olan yasalara uyması gerektiği konusunda *a priori* bir neden yok gibi gözükmektedir. Özellikle, benzer sistemler arasında gerek uzamsal gerek zamansal ayrılık yüzünden azalmış olması gerekmez; yarım metreden olduğu kadar on binlerce milden, bir saat uzaktan olduğu kadar bir yüzyıl öteden de etkili olabilirler.

Aslında zaman ve uzayın morfik rezonansı azaltmadığı varsayımı, sadelik açısından, geçici bir çalışma hipotezi olarak kabul edilecektir.

Aynı zamanda, yine sadelik açısından, morfik rezonansın yalnızca geçmişten bu yana meydana geldiği; yalnızca gerçekten varolmuş morfik birimlerin bugün üzerinde morfik bir etki uygulayabilecekleri varsayılacaktır. Henüz varolmayan gelecekteki sistemlerin zaman içinde "geriye doğru" nedensel bir etki uygulayabilecekleri fikri de mantıksal olarak akla gelebilir;[5] ancak yalnızca gelecekteki morfik birimlerden kaynaklanan fiziksel bir etkiyle ilgili ikna edici ampirik kanıtlar bulunursa, bu olasılığın ciddî bir şekilde ele alınması gerekli olacaktır.[6]

Bununla birlikte, morfik rezonansın yalnızca geçmişteki morfik birimlerden meydana geldiği ve zaman aralığı ya da uzaklıktan etkilenmediği varsayılıyorsa, bu etki nasıl meydana geliyor olabilir? Bu süreç, birkaç farklı metafor yardımıyla göz



Şekil 12: Morfik rezonans yoluyla geçmişteki sistemlerin sonradan gelen benzer sistemler üzerindeki kümülatif etkisini gösteren bir diyagram.

önüne getirilebilir. Geçmişteki bir sistemin morfik etkisi, uzay-zamandan "öteye" geçerek, daha sonra da benzer bir titreşim örüntüsü nerede ve ne zaman görülürse "yeniden devreye girerek" sonradan gelen benzer bir sistem için hazır hâle gelebilir; başka "boyutlar"la bağlantılı olabilir; sonradan gelen benzer bir sistem söz konusu olduğunda değişmeden ortaya çıkacak şekilde bir uzay-zaman "tünelinden" geçebilir; ya da basit bir şekilde, geçmişteki sistemlerin morfik etkisi her yerde bulunuyor olabilir. Bununla birlikte, morfik rezonans konusundaki bu farklı düşünme biçimleri, olasılıkla, birbirinden deneysel olarak ayrılabilir değildir. Hepsinin sonucu aynı olacaktır: Geçmişteki sistemler sonradan gelen benzer sistemler için otomatik olarak hazır hâle gelecektir.

Bu hipotezin hemen akla gelen bir sonucu, belirli bir sistemin benzer bir biçimi ve titreşim örüntüsü olan geçmişteki bütün sistemlerden etkilenebileceğidir. Bu geçmişteki sistemlerin etkisi zamansal ya da uzaysal ayrılıkla azalmaz. Yine de

geçmişteki sistemlerin sonradan gelen sistemleri etkileme yetisi, eylem sonucu zayıflatılabilir ya da yok edilebilir; yalnızca, morfik rezonansta harcanan sınırlı bir potansiyel etkiye sahip olabilirler. Bu olasılık aşağıda Kısım 5.5'de tartışılmaktadır. Ancak öncelikle bunların potansiyel eylemlerinin bu şekilde indirgenmediği olasılığını düşünün, bu olasılığın sonucu geçmişteki her sistemin sonradan gelen her sistemi etkileyeceği olacaktır (Şekil 12). Bu varsayım birkaç önemli sonuç taşımaktadır:

(i) Belirli bir biçimi olan ilk sistem bu tip bir ikinci sistemi, daha sonra hem birinci hem de ikinci sistem üçüncüyü etkiler ve bu durum kümülatif bir şekilde devam eder. Bu süreçte, belirli bir sistemin sonradan gelen herhangi bir sistem üzerindeki doğrudan etkisi zaman ilerledikçe giderek hafifler; sistemin mutlak etkisi yok olmamasına rağmen, benzer geçmiş sistemlerin toplam sayısı arttıkça, nispî etkisi azalır (Şekil 12).

(ii) En basit kimyasal morfik birimlerin bile biçimleri değişkendir: Atomaltı parçacıklar kesintisiz bir titreşimsel devinim hâlindedir, atomlar ve moleküller de mekanik çarpışma, elektriksel ve manyetik alanlar yüzünden deformasyona uğrarlar. Biyolojik morfik birimlerin değişkenliği daha da fazladır; hücreler ve organizmalar aynı genetik bileşime sahip olsalar ve aynı koşullar altında gelişseler bile, bunların her bakımdan özdeş olmaları olası değildir.

Morfik rezonans yoluyla, geçmişteki benzer bütün sistemlerin biçimleri, benzer biçime sahip olan sonraki sistemler için hazır durumdadır. Mutlak büyüklükteki farklılıkların ayarlandığı varsayılsa bile (bkz: Kısım 6.3), bunların birçoğu ayrıntılarda birbirinden farklılıklar göstereceklerdir. Bu yüzden, morfik rezonansla üst üste düşürüldüklerinde birbirleriyle tam olarak çakışmazlar. Bunun sonucu, geçmişteki sistemlerin büyük çoğunlu-

ğunda ortak olan yönlerin pekiştirileceği bir otomatik ortalama süreci olacaktır. Bununla birlikte, bu "ortalama" biçim morfogenetik alan içinde net bir şekilde tanımlanmış olmayacak, ama daha az ortak olan varyantların etkisi yüzünden, "belirsiz bir şekil" tarafından çevrelenmiş olacaktır.

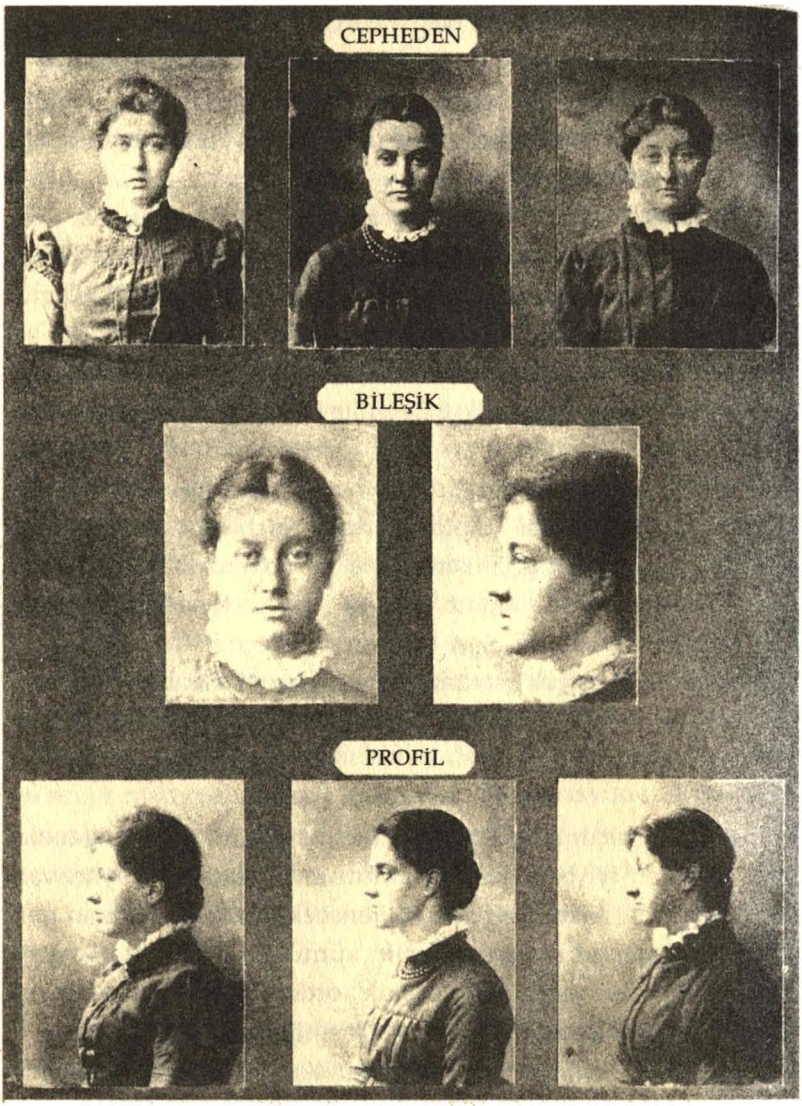
Bu süreç, farklı kişilerin fotoğraf görüntülerinin üst üste bindirilmesi yoluyla elde edilen "bileşik fotoğraflar" benzeşimiyle daha kolayca göz önüne getirilebilir. Bu üst üste bindirmenin bir sonucu olarak, ortak yönler pekiştirilmiş olur; ancak bireysel görüntüler arasındaki farklılıklar yüzünden, "ortalama" fotoğraflar keskin bir netlikte değildir (Şekil 13 ve 14).

(iii) Geçmişteki biçimlerin otomatik ortalaması, morfogenetik alan içinde uzamsal bir olasılık dağılımı, başka bir deyişle bir olasılık yapısı ile sonuçlanacaktır (karşılaştırınız: Kısım 4.3).

Morfogenetik bir alanın olasılık yapısı, etkisi altında bulunan belirli bir sistemin olası durumunu, geçmişteki bütün benzer sistemlerin gerçek durumlarına uygun olarak belirler; sistemin alacağı en olası biçim o ana kadar en sık oluşmuş olan biçimdir.

(iv) Bir biçimin geçmişinin ilk evrelerinde, morfogenetik alan nispeten iyi belirlenmemiş durumda olacak, bireysel varyantlardan da önemli ölçüde etkilenecektir. Ancak, zaman geçtikçe, daha önceki sayısız sistemin kümülatif etkisi bu alana giderek artan bir kararlılık verecektir; ortalama tipin olasılığı arttıkça, bunun gelecekte yinelenme olasılığı da artacaktır.

Farklı bir şekilde söylenecek olursa: İlk başta morfogenetik alanın çekim havzası nispeten sığ olacaktır, ama morfik rezonansa katılan sistemlerin sayısı arttıkça, bu havza da giderek derinleşecektir. Ya da bir başka metafor kullanılacak olursa, yinelenme yoluyla biçim sabit bir ize oturmaya başlayacak ve ne kadar çok yinelenirse, bu iz de o kadar derin olacaktır.



Şekil 13: Üç kız kardeşin, cepheden ve profilden çekilmiş fotoğraf portreleri ve bileşikleri. Bu resimler yaklaşık yüz yılı aşkın bir süre önce bileşik fotoğrafçılık tekniğini bulan Francis Galton tarafından yapılmıştır. (Pearson, 1924'den. Cambridge University Press'in izniyle alınmıştır).



Şekil 14: Üstte: Royal Engineer'dan subayların ve erlerin bileşik fotoğrafları; Francis Galton'dan. (Pearson, 1924'den. Cambridge University Press'in izniyle basılmıştır).

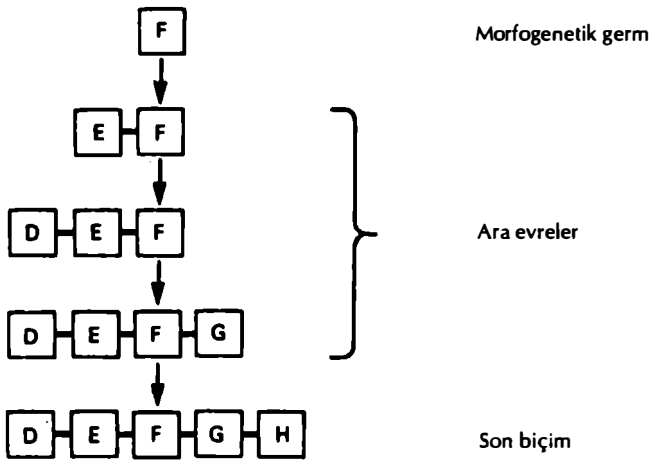
Altta: Norwich, John Innes Institute personelinden 30 kadın ve 45 erkeğin bileşik fotoğrafları. (John Innes Institute'un izniyle basılmıştır).

(v) Belirli bir sistemin sonradan gelen sistemler üzerindeki etki miktarı, varlığını sürdürdüğü süreye bağlı gibi görünmektedir: Varlığını bir yıl devam ettiren bir sistem, bir saniye sonra bozunan bir sistemden daha çok etkiye sahiptir. Bu yüzden, otomatik ortalama, uzun süre dayanan önceki biçimler lehine ağır basabilir.

(vi) Morfogenetik bir sürecin başlangıcında, morfogenetik germ üst düzey morfik birimlerin bir parçası olan geçmişteki benzer sistemlerle morfik rezonansa girer: Böylelikle, üst düzey morfogenetik birimin morfogenetik alanıyla ilişkili hâle gelir (Kısım 4.1). Morfogenetik germi, F morfik birimiyle, sistemin kendisine doğru çekildiği son biçimi ise D-E-F-G-H ile gösterelim. Morfogenezdeki ara evreler de Şekil 15'de gösterildiği gibi olsun. Bu durumda, morfogenetik germ ve ara evreler önceki benzer sistemlerin son biçimiyle morfik rezonansa girmekle kalmayacak, aynı zamanda ara evreler de önceki benzer morfogenezlerdeki E-F, D-E-F gibi benzer ara evrelerle morfik rezonansa girecektir. Bu yüzden, bu evreler morfik rezonansla kararlı bir hâle getirilecek ve bir kreodla sonuçlanacaktır. Bu belirli morfogenez yolu ne kadar sık izlenirse, bu kreod da o kadar pekiştirilmiş olacaktır. "Epigenetik manzara" modeli çerçevesinde (Şekil 5), gelişim kreodun vadisinden ne kadar sık geçerse, vadi de o kadar derinleşecektir.

5.5 Azalmış Bir Morfik Rezonansın İmaları

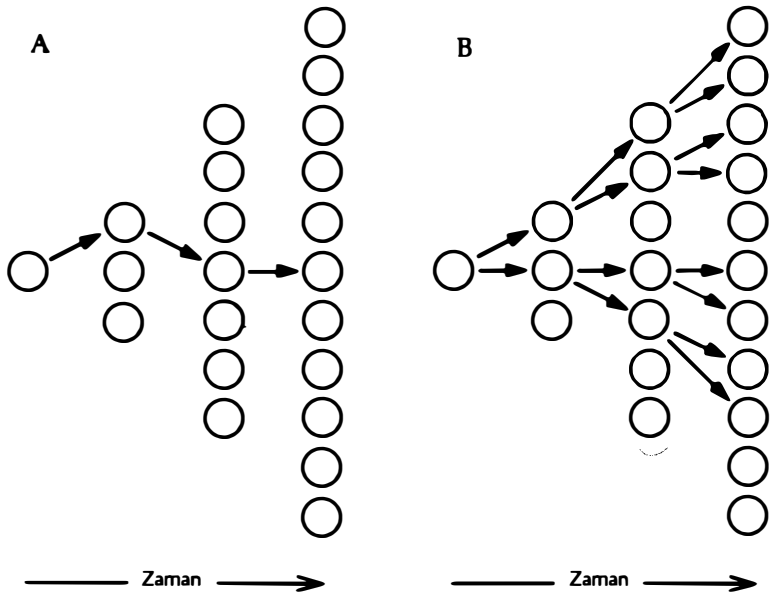
Önceki kısımda yapılan tartışma belirli bir sistemin morfik etkisinin, sonraki benzer sistemler üzerindeki eylemi sonucu tükenmediği, ama benzer sistemlerin sayısı arttıkça nispî etkisinin de hafiflediği varsayımına dayanmaktaydı. Bu etkinin bir şekilde tükendiği biçimindeki diğer olasılık ise burada tartışılacaktır.



Şekil 15: Morfogenetik germ F'den morfik birim D-E-F-G-H'ye doğru toparlayıcı morfogenezdeki evreleri gösteren diyagram.

Bu tip bir tükenme meydana geliyorsa, tükenme oranı yalnızca çok hızlı olursa fark edilebilir olacaktır. Bir sistemin etkisinin sonradan gelen tek bir sistemle morfik rezonans yoluyla harcandığı uç bir örnek düşünün. Benzer sistemlerin sayısı zamanla artıyorsa, bu durumda bunların büyük çoğunluğu önceki benzer sistemlerden morfik rezonans yoluyla etkilenmeyecek demektir (Şekil 16A). Bunlar, sonuç olarak "şans" ya da "yaratıcılık" yoluyla farklı biçimler alacak şekilde serbest olacaktır; bu nedenle bu sistemlerin biçimleri oldukça değişken olabilir.

İkinci olarak her bir sistemin sonraki iki sistemi etkileyebildiği bir durum düşünün. Şekil 16B'de gösterilen durumda, sonradan gelen biçimlerin, tümü olmasa da büyük çoğunluğu morfik rezonansla kararlılaştırılabilecektir. Her bir sistem sonradan gelen üç sistemi etkilerse, bunların hepsi kararlılaştırılabilecektir; bir biçim kararsızlığı, yalnızca, nüfus patlamasında olduğu



Şekil 16: Önceki sistemlerin etkisinin sonradan gelen yalnızca bir sistem (A) ve iki sistemle (B) morfik rezonans yoluyla tükenmesini gösteren diyagram.

gibi, sonradan gelen benzer sistemlerin sayısı büyük bir hızla artarsa, ortaya çıkabilecektir. Her bir sistem sonradan gelen birçok sistemi etkilediğinde ise, morfik etkinin düşük ama sınırlı tükenme hızı uygulamada saptanamaz olacaktır.

Kolayca anlaşılması için, sistemlerin sonraki benzer sistemler üzerindeki morfik etkisinin hiç tükenmediği varsayılacaktır; ancak bu varsayımın geçici olduğu da akılda tutulmalıdır. Bu sorun, eninde sonunda en azından bir yandan morfik etkinin hızlı bir tükenme oranı ve diğer yandan yavaş ya da sıfırlık bir tükenme oranı arasında ayırım yapacak kadar, ampirik olarak incelenebilecektir.

5.6 Olası Bir Deneysel Araştırma

Geleneksel kurama göre, kimyasal ve biyolojik sistemlerin benzersiz biçimleri, bunlar ilk kez ortaya çıkmadan önce, kuantum mekaniği, elektromanyetizm, enerjik nedensellik vb ilkeleri çerçevesinde öngörülebilir olmalıdır. Bunun aksine, biçimlendirici nedensellik hipotezine göre, benzersiz biçimler önceden öngörülebilir olamaz, yalnızca bir olası biçimler yelpazesi vardır. Bu nedenle, ilke olarak, geleneksel kuramın eşsiz öngörüler ortaya çıkaramaması kendine karşı ve biçimlendirici nedensellik hipotezinden yana kanıtlar sunacaktır. Ancak uygulamada bu başarısızlıktan bir sonuç çıkarılması hiçbir şekilde mümkün olmayacaktır: yalnızca yaklaşık hesaplamalar yapılabilir, bu yüzden de bu kuramı savunanlar, gelecekte daha ince hesaplamalar yapılabilirse, eşsiz öngörülerin de mümkün olabileceğini her zaman iddia edebileceklerdir.

Neyse ki biçimlendirici nedensellik hipotezi önemli ikinci bir konuda da geleneksel kuramdan ayrılmaktadır. Geleneksel kurama göre, gerek ilk durumda, gerek yüzüncü ya da milyarıncı durumda olsun, bir biçim oluşmasına yol açan nedenler tamamen aynı şekilde işlemek durumundadır, çünkü bunların değişmez oldukları varsayılmaktadır. Aynı beklenti ampirik olarak gözlemlenebilir biçimleri dış arşetipik Biçimler ya da transandantal matematik gerçekleri çerçevesinde açıklamaya çalışan kuramlar için de geçerlidir. Ancak, biçimlendirici nedensellik hipotezine göre, bir sistemin biçimi önceki benzer sistemlerin kümülatif morfik etkisine bağlıdır. Bu yüzden bu etki milyarıncı durumda, bininci ya da onuncuda olduğundan daha güçlü olacaktır. Biçimlendirici nedenselliğin bu kümülatif yönü ampirik olarak kanıtlanabilecek olsa, bu hipotez hem geleneksel kuramdan, hem de Eflâtuncu ve Fisagorcu kuramlardan ayrılabilirdi.

Çok uzun bir zaman süresince varlığını sürdüren morfik birimler konusunda -hidrojen atomu için bu süre milyarlarca yıl anlamına gelir- morfogenetik alan gerçekte değişmez olacak bir şekilde iyi yapılanmış olacaktır. Birkaç yüzyıl ya da kırk elli yıl gibi yakınlarda ortaya çıkmış olan morfik birimlerin morfogenetik alanları bile birçok geçmişteki sistemin etkisine -bu etkideki herhangi bir artış fark edilemeyecek kadar küçük olacak şekildebağlı olabilir. Ancak yepyeni biçimler söz konusu olduğunda, kümülatif morfik etkinin deneysel olarak ayırt edilmesi mümkün olabilir.

Daha önce hiç varolmamış, yeni sentezlenmiş bir organik kimyasal düşünün. Biçimlendirici nedensellik hipotezine göre, bu kimyasalın kristal biçimi önceden öngörülemez, bu biçim için henüz hiçbir morfogenetik alan da varolmayacaktır. Ancak bir kez kristalleştikten sonra, kimyasalın kristallerinin biçimi morfik rezonans yoluyla sonradan gelen kristalleşmeleri etkileyecektir; ne kadar sık kristalleşirse, bu etki de daha sağlam olacaktır. Bu durumda, ilk elde, madde hiç de kolayca kristalleşmeyebilir; ancak sonraki durumlarda, morfik rezonans yoluyla morfogenetik alanına katkıda bulunan geçmişteki kristal sayısı arttıkça, kristalleşme de çok daha kolay meydana gelecektir.

Aslında tamamen yeni kimyasallar sentezleyen kimyacılar çoğunlukla bu maddeleri ilk başta kristalleştirmede büyük güçlüklerle karşılaşırlar. Ancak zaman geçtikçe, bu maddeler giderek daha rahat kristalleşme eğilimi gösterirler.

Kristaller hakkındaki bir ders kitabından alınan, yeni bir tip kristalin kendiliğinden ve beklenmedik bir şekilde ortaya çıkışıyla ilgili aşağıdaki anlatıda bu ilke gösterilmektedir:

> "Yaklaşık on yıl önce, bir şirket sulu çözeltilerden büyük, tek etilen diyamin tartrat kristalleri üreten bir fabrika işletiyordu. Kristalleri bu fabrikadan bunları endüstriyel kullanım için kesip cilâlayan millerce uzaktaki başka bir

fabrikaya gönderiyordu. Fabrika açıldıktan bir yıl sonra, büyüme tanklarındaki kristaller çok büyümeye başladı; başka bir şeyin -çok daha hızlı büyüyen bir şeyin- kristalleri bunlara yapışmıştı. Kısa bir süre sonra sorun diğer fabrikaya da sıçradı: kesilmiş ve cilâlanmış kristallerin yüzeylerinde de aynı hastalık vardı ...
İstenen materyal susuz etilen diyamin tartratdı, istenmeyen materyalse bu maddenin monohidratı olacaktı. Üç yıllık araştırma ve geliştirme, bir yıllık da üretim süresince, hiçbir monohidrat tohumu oluşmadı. Bundan sonraysa sanki her yerdeydiler." (A. Holden ve P. Singer.[7])

Bu yazarlar, başka gezegenlerde dünyada yaygın olan kristal tiplerinin henüz görülmemiş olabileceğini ileri sürmüş ve eklemişler: "Belki de bizim dünyamızda diğer birçok olası katı tür henüz bilinmemektedir, karışımlarındaki maddeler bulunmadığı için değil, yalnızca uygun tohumlar henüz görünmedikleri için."[8]

Maddelerin genellikle bir kere kristalleştikten sonra çok daha kolay kristalleştikleri ve kristalleşmedeki bu kolaylığın, genel olarak kristalleşme daha sık oldukça arttığı gerçeğinin geleneksel açıklaması, önceki kristal parçalarının sonraki çözeltilere "bulaştıkları" şeklindedir. Bu tohumların bir yerden bir yere taşınabildiği belli hiçbir araç olmadığında ise, bunların mikroskobik toz parçacıkları şeklinde atmosfer boyunca yol aldıkları varsayılmaktadır.

Fazla doymuş bir çözeltinin uygun kristal tohumla "bulaşması"nın kristalleşmeyi büyük ölçüde kolaylaştıracağı konusunda hiçbir kuşku olamaz. Ancak biçimlendirici nedensellik hipotezine göre, yalnızca daha önce kristalleşmiş olmasıyla da bir maddenin kristalleşmesi kolaylaşabilecektir. Bu yüzden maddelerin daha sık kristalleştikçe daha kolay kristalleşeceği de görülüyorsa, atmosferdeki görünmeyen tohumlarının sayısının

artması tek açıklama olmayabilir. Bu sorun, toz parçacıklarının havayı filtre ederek alındığı ve diğer potansiyel bulaşmaların da ortadan kaldırıldığı koşullar altında deneysel olarak incelenebilecektir. Yeni sentezlenmiş bir maddenin fazla doymuş bir çözeltiden kristalleşmesi için geçen zaman süresi, tohumların olmadığı, dikkatlice standartlaştırılmış koşullar altında, bu maddenin başka herhangi bir yerde tekrar tekrar kristalleşmesinden hem önce hem de sonra ölçülebilir. Bu sürede görülecek bir azalma biçimlendirici nedensellik hipotezinden yana bir kanıt sağlayacaktır.

Daha karmaşık deneylerde, yalnızca belirli bir kristal türünün morfogenetik alanının geçmişteki kristallerin kümülatif etkisine bağlı olduğunu değil, yanı sıra bu alanın yapısının bu tip ilk kristal ortaya çıkmadan önce belirlenemediğini de kanıtlamak mümkün olabilir. Örneğin, aşağıdaki prosedürü ele alın.

Yeni sentezlenmiş bir kimyasalın çözeltisi, tohumlara çapraz bulaşmadan kurtulmak için ek bir önlem olarak her birinin diğer lâboratuvarlardan binlerce mil uzaklıkta bulunan farklı bir lâboratuvara getirildiği, diyelim P, Q ve R gibi farklı gruplara ayrılır. Şimdi, kristal biçimi, hipoteze göre, henüz belirlenmemiş olan yeni kimyasalın kristalleşmesinin farklı örüntülerinin önünü açmak için bir girişim olarak her bir grup bilerek farklı bir kristal tipiyle tohumlanır. Bu kristalleşmeler mümkün olduğunca eşzamanlı gerçekleşir. P, Q ve R'nin her birinin farklı bir kristal tipi ortaya çıkardığını varsayalım. Bu kristallerin örnekleri analiz edilir ve yapıları X-ışınları kristalografisiyle belirlenir. Sonra, rastgele biri, diyelim ki R, seçilir ve büyük bir kimyasal grubu R-tipi kristallerin tohumları kullanılarak tekrar tekrar kristalleştirilir. Biçimlendirici nedensellik hipotezine göre, bu çok sayıda R-tipi kristal sonraki tüm kristalleşmeler üzerinde, başlangıçtaki küçük P ve Q tipi kristal örneklerinden daha güçlü bir etkiye sahip olacak, bu yüzden de R tipi kristal elde etme olasılığı P ve Q tipinden daha yüksek olacaktır.

Bu noktada, başlangıçta kullanılan aynı tohum türleriyle P ve Q tipi kristalleşmelerini yinelemek için bir girişim yapılır. Kristalleşme herhangi bir tohumun olmadığı durumda da yapılır. Tüm bu durumlarda, R tipi kristal elde edilirse, bu sonuç biçimlendirici nedensellik hipotezini kuvvetli bir şekilde destekleyecektir. Bu tip deneyler yeni sentezlenmiş farklı birçok madde için yinelenebilirse, gerçekten de inandırıcı bir kanıt yığını oluşturulabilecektir.

Bununla birlikte, başlangıçta P, Q ve R'de yalnızca tek bir kristal tipi elde edilirse, bir sonuca varılamamış olacaktır. Bir yandan, bu çözeltilerden herhangi birinde kristalleşme diğerlerinden kısa bir süre önce başlayacak olursa, morfik rezonans yoluyla bu kristallerin etkisi, diğer çözeltilerde de aynı tip kristalleşmenin oluşmasına yol açmaya yetecek kadar güçlü olabilecektir. Diğer yandan, bu sonuç, tek bir minimum enerji yapısı olduğu için tek bir kristal biçiminin elde edilebileceğini söyleyen geleneksel varsayıma da uygun olabilecektir. Yine de tek bir kristal tipi olsa bile, geçmişteki bu tip kristallerin giderek artan sayısı, morfik rezonans yoluyla morfogenetik alana katkıda bulundukça, standart koşullar altında maddenin kristalleşmesi için geçen zamanda bir azalma belirlemek mümkün olabilecektir.

Kristallerle ilgili deneyler biçimlendirici nedensellik hipotezinin test edilebileceği yollardan yalnızca biridir. Biyolojik sistemlerle ilgili olası deney örnekleri Kısım 7.4, 7.6, 11.2 ve 11.4'de tartışılmaktadır.

Notlar

1 Mackie (1974), s.19.

2 Hesse (1961), s.285.

3 Biyolojik sistemler içinde salınım konusunda birçok örnek betimlenmiştir. Örneğin, hücre düzeyindeki salınımlarla ilgili bir tarama için bkz. Rapp (1979).

4 "Tek boyutlu" bir enerjik uyaran tarafından meydana getirilen bir sistemin titreşimi, aslında, kesin biçim ve örüntülere yol açabilir: Titreşen bir diyafram üzerinde kum ya da başka küçük parçacıkların oluşturduğu "Chladni şekilleri" bunun en basit örnekleridir. Titreşen yüzeylerde çok sayıda iki ve üç boyutlu örüntü çizimi, Jenny'de (1967) bulunabilir. Ancak bu, morfik rezonans yoluyla ortaya çıkan morfogenez tipine benzemez.

5 Gelecekteki olaylardan kaynaklanan nedensel etkilerin olabilirliği konusunda bir tartışma için, bkz. Hesse (1961) ve Mackie (1974).

6 Prekognisyona (önceden bilme) yönelik kanıtlar, zihinsel durumların, metafizik temelde, bedenin fiziksel durumlarının bir yönü olduğu, ya da bunlara paralel gittiği, ya da bunların epifenomenleri olduğu varsayılırsa ancak bu savla ilişkili olabilecektir. Bununla birlikte, Etkileşimcilik bakış açısına göre, gelecekteki *zihinsel* durumlardan kaynaklanan bir etki, mutlaka zaman içinde "geriye doğru" geçmek için bir *fiziksel* etki gerektirmeyecektir. Bu metafizik alternatifler Bölüm 12'de tartışılmaktadır.

7 Holden ve Singer (1961), s.80-81.

8 a.g.e., s.81

6 Biçimlendirici Nedensellik ve Morfogenez

6.1 Ardışık Morfogenezler

Atomaltı parçacıklar atomlar hâlinde toplandıktan sonra, atomlar molekül, moleküller de kristaller hâlinde birleşebilirler. Kristaller, sıcaklık derecesi erime noktalarının altında kaldığı sürece, biçimlerini süresiz olarak korurlar. Aksine, canlı organizmalarda ise morfogenetik süreçler sonsuza dek yinelenen büyüme ve üreme döngüleri hâlinde süresiz olarak devam eder.

En basit canlı organizmalar tek hücrelerden oluşur, büyümelerini bölünme, bölünmeyi de büyüme izler. Bu nedenle, bölünmenin kreodlarına yönelik morfogenetik germler, tam anlamıyla büyümüş olan hücrelerin son biçimlerinde görülmelidir; yeni bölünmüş hücreler ise hücresel büyüme ve gelişim kreodları için başlangıç noktaları olarak görev yaparlar.

Çok hücreli organizmalarda, bu döngüler hücrelerin yalnızca bazılarında, örneğin germ hücreleri hattı, "kök" hücreleri ve meristem hücrelerde devam eder. Diğer hücreler, aslında bütün dokular ve organlar, çok az morfogenetik değişim geçiren çeşitli uzmanlaşmış yapılar hâlini alır: Hasar gördükten sonra yenilenme yetisini korumalarına rağmen, büyümeyi bırakırlar ve er ya da geç ölürler. Gerçekte, kesin bir şekilde ölümlü olmalarının nedeni büyümelerinin durmasıdır.[1]

Çok hücreli organizmaların gelişimi, birbirini izleyen morfogenetik alanlar tarafından kontrol edilen bir dizi evre boyunca

meydana gelir. İlk olarak embriyonik dokular birincil embriyonik alanların kontrolü altında gelişir. Sonra, er ("mozaik" gelişmede) ya da geç ("regülatif" gelişmede), farklı bölgeler ikincil alanların etkisi altına girer: bunlar hayvanlarda kol/bacaklar, gözler, kulaklar vb; bitkilerde yapraklar, taç yapraklar, stamenler, vb'dir. Genel olarak konuşmak gerekirse, birincil alanların neden olduğu morfogenez çok görkemli değildir, ama (bu hipoteze göre) organ alanlarının morfogenetik germler olarak çalışabilmesini sağlayan farklı bölgelerdeki hücreler arasında karakteristik farklılıklar kurması nedeniyle temel bir önem taşımaktadır. Sonra da kendi etkileri altında gelişen dokularda, ikincil alanların germleri ortaya çıkar, bu alanlar bir bütün olarak organ içindeki yapıların morfogenezini kontrol eden alanlardır: Bir yaprakta yaprak ayaları, stipuller, petiyoller, vb.; bir gözde saydam tabaka, iris, mercekler vb. Bundan sonra ise, daha alt düzey morfogenetik alanlar ortaya çıkar: Örneğin, bir yaprağın yaprak ayasında vasküler farklılaşma ya da yüzeyindeki gözenek ve tüy hücrelerinin farklılaşmasına yönelik olan alanlar gibi.

Gelişmekte olan organizmaların embriyonik dokunun farklı bölgeleri hasar gördükten sonra ve bir bölgeden alınan doku başka bir bölgeye nakledildikten sonra regülasyon yetileri incelenerek bu alanların deneysel olarak araştırılmaları mümkündür, bazı araştırmalar da zaten yapılmıştır. Hem hayvan embriyolarında hem de bitkilerin meristem bölgelerinde, dokuların gelişimi ilerledikçe, farklı bölgeler de artan bir otonomiyle davranmaya başlarlar; bir bütün olarak sistem regülasyon yetisini yitirir, ancak birincil embriyonik alanlar yerlerini daha fazla sayıda ikincil alana bıraktıkça, gelişmekte olan organlarda lokal regülasyonlar meydana gelir.[2]

6.2 Morfogenetik Alanların Polaritesi

Biyolojik morfik birimlerin büyük çoğunluğu en azından bir yönde polarizedir. Bunların, polarize olmuş asıl biçimleri içeren

morfogenetik alanları, morfogenetik germleri de özünde polarize ise, otomatik olarak uygun yönelimleri alacaklardır; ama değillerse, ilk önce bunlara bir polarite yüklenmelidir. Örneğin, *Fucus* alginin küresel yumurta hücrelerinin doğasında hiçbir polarite yoktur, gelişimleri de bunlar ancak ışık, kimyasal eğilim ve elektrik akımları gibi uyaranların dahil olduğu çeşitli yönelimsel uyaranlarla polarize edildikten sonra başlayabilir; bu tip herhangi bir uyaran yoksa, bir polarite, tahminen şansa bağlı dalgalanmalar yüzünden, rastgele edinilir.

Neredeyse bütün çok hücreli organizmalar sürgün-kök ya da baş-kuyruk yönünde polarizedir, bir çoğunda ikinci bir yön (ventral-dorsal) daha bulunur, bazılarında ise her üçü de (baş-kuyruk, ventral-dorsal ve sol-sağ) vardır. Söz konusu son iki durum, bunun bir sonucu olarak asimetriktir ve spiral kabuklu salyangozlar örneğinde olduğu gibi, potansiyel olarak birbirinin aynadaki yansıması olan biçimler hâlinde varolabilirler. Bilateral (iki kenarlı) olarak simetrik olan organizmalarda da her iki kenarda da ortaya çıkan asimetrik yapılar, sağ ve sol el örneğindeki gibi, ister istemez hem sağlak hem de solak biçimlerinde meydana gelecektir.

Bu ayna yansımalı biçimlerin morfolojisi aynıdır ve tahminen aynı morfogenetik alanın etkisi altında gelişir. Bu alan, basit bir şekilde; ilişkili olduğu morfogenetik germin sağlak ya da solaklığını alır. Böylelikle hem sağ hem de solak olan önceki sistemler morfik rezonans yoluyla sonradan gelen hem sağ hem de solak sistemleri etkiler.

Bu yorum biyokimyanın çok iyi bilinen bazı gerçeklerince de desteklenmektedir. Amino asit ve şekerlerin molekülleri asimetriktir ve hem sağ hem de solak biçimler hâlinde varolabilirler. Ancak canlı organizmalarda, proteinlerdeki bütün amino asitler solakken, şekerlerin büyük çoğunluğu sağlaktır. Bu kimyasal asimetrilerin sürekliliği, moleküllerin sentezini katalize eden enzimlerin asimetrik yapılarıyla mümkün olmaktadır.

Doğada, amino asitlerin ve şekerlerin büyük çoğunluğu canlı organizmalar dışında hiç oluşmasa da nadiren meydana gelir. Bu nedenle, bu belirli asimetrik biçimler morfik rezonans yoluyla moleküllerin morfogenetik alanlarına karşı konulmaz bir şekilde katkıda bulunacaklardır. Ancak, yapay olarak sentezlendiklerinde, eşit oranlarda sağlak ve solak biçimler elde edilir, bu durum da morfogenetik alanların kendilerine özgü hiçbir sağlak ya da solaklığı olmadığını göstermektedir.

6.3 Morfogenetik Alanların Büyüklükleri

Belirli bir atomik ve moleküler morfik birimin boyutları aşağı yukarı sabittir. Bu yüzden, farklı ölçülerde kristaller ortaya çıkaracak şekilde sonsuz bir şekilde yinelenmelerine rağmen, kristal kafesleri için de aynı durum geçerlidir. Biyolojik morfik birimlerse daha değişkendir: Yalnızca belirli tipte hücre, organ ve organizmalar arasında farklılıklar bulunmakla kalmaz, aynı zamanda tek tek morfik birimlerin kendi ölçüleri de büyüdükçe değişir. Morfik rezonans benzer biçimlerde ama farklı büyüklüklerde olan geçmişteki sistemlerden meydana gelecekse ve belirli bir morfogenetik alan büyümekte olan bir sistemle ilişki hâlinde kalacaksa, bu durumda biçimlerin morfogenetik alan içinde "büyütülme" ya da "küçültülme" yetisine sahip olmaları gerekmektedir. Bu nedenle, bunların esas özellikleri bileşen parçalarının mutlak değil, nispî pozisyonlarına ve rölatif titreşim oranlarına dayanması gerekecektir. Farklı hızlarda çalan bir gramofon plâğının ortaya çıkardığı müzik benzetmesiyle basit bir örnek sunulabilir: Notaların ve ritmin birbiriyle ilişkisi aynı kalacağı için, her perde ve ritmdeki mutlak değişimlere rağmen yine de tanınabilecek bir durumda kalır.

Morfogenetik alanlar mutlak büyüklük açısından ayarlanabilir olmalarına rağmen, bir sistemin büyüklüğünün değişebileceği alan bazı ciddî fiziksel sınırlılıklar yüzünden kısıtlı kalır. Üç

boyutlu sistemlerde, yüzey alanı ve hacimdeki değişimler lineer boyutların kare ve küp kuvvetleri şeklinde nispeten farklılaşmaktadır. Bu basit gerçek, biyolojik sistemlerin, kararsız olmaksızın, sınırsız ölçüde büyütülemeyecek ya da küçültülemeyecekleri anlamına gelmektedir.[3]

6.4 Morfogenez Süresince Morfik Rezonansın Artan Spesifikleşmesi

Enerjik rezonans bir "ya hep ya hiç" süreci değildir: maksimum tepki yalnızca bir frekans kendi frekansıyla çakıştığında ortaya çıkmasına rağmen, bir sistem kendi doğal frekansına aşağı yukarı yakın olan bir frekans dağılımına tepki olarak rezonans gösterir. Benzer şekilde, morfik rezonans da geçmişteki ve şimdiki sistemler en yakın ölçüde benzer olduklarında, en büyük spesifiklikle meydana gelerek, az çok ince bir şekilde "ayarlanabilir."

Morfogenetik bir germ, önceki sayısız üst düzey sistemlerin biçimleriyle morfik rezonansa girdiğinde, bu biçimler tam olarak çakışmaz ama bir olasılık yapısı oluşturur. Morfogenezin ilk evreleri meydana gelirken, yapılar, olasılık yapısının gösterdiği bölgelerdeki belirli yerlerde gerçekleşir. Sistem artık daha gelişmiş ve daha iyi belirlenmiş bir biçime sahiptir, bunun sonucu olarak da önceki bazı benzer sistemlerin biçimlerine diğerlerinden daha çok benzer. Gelişme ilerledikçe morfik rezonansın seçiciliği daha da artacaktır.

Döllenmiş bir yumurtadan bir organizmanın gelişimi, bu ilkeyle ilgili çok genel bir örnek sağlamaktadır. Embriyolojinin ilk evreleri çoğunlukla pek çok başka türün, hatta familya ve takımın evrelerine benzemektedir. Gelişme ilerledikçe, takım, familya, cins ve son olarak da türün belirli özellikleri birbiri ardına görünmeye başlar ve bireysel organizmayı aynı türün diğer bireylerinden ayıran nispeten küçük farklılıklar genelde en son ortaya çıkar.

Giderek artan spesifik morfik rezonans, önceki organizmalarda ifade edilen son biçimin belirli varyantlarına doğru gelişimi kanalize etme eğilimi gösterecektir. Gelişimin ayrıntılı yolu hem genetik hem de çevresel faktörlerden etkilenecektir: Belirli bir genetik yapısı olan bir organizma, aynı genetik yapıya sahip önceki organizmalarla spesifik morfik rezonansa girecek şekilde gelişme eğiliminde olacaktır; gelişim üzerindeki çevresel etkiler de organizmayı aynı çevrede gelişmiş olan önceki organizmaların spesifik morfik etkisi altına sokma eğilimi gösterecektir.

Aynı organizmanın parçası olan önceki benzer morfik birimlerin ise daha spesifik bir etkisi olacaktır. Örneğin, bir ağaçtaki yaprakların gelişiminde, aynı ağaçtaki önceki yaprakların biçimlerinin, bu belirli ağacın yaprak biçimi karakteristiğini kararlı hâle getirme eğilimi göstererek, morfogenetik alana özellikle önemli bir katkıda bulunması mümkün olacaktır.

6.5 Biçimlerin Korunumu ve Kararlılığı

Bir morfogenez sürecinin sonunda, bir sistemin gerçek biçimi, morfogenetik alanın sağladığı asıl biçimle çakışmaya başlar. Sistemin morfogenetik alanıyla devam eden ilişkisi en açık hâliyle rejenerasyon olgusunda görülür. Sistemin biçiminin, son biçimden küçük sapmalardan sonra onarılması daha belirsiz olmakla birlikte, daha az önemli değildir: Morfik birim sürekli olarak morfogenetik alanıyla kararlı hâle getirilir. Biyolojik sistemlerde, bir dereceye kadar kimyasal sistemlerde de, biçimin bu şekilde korunumu, bileşen parçaları "çevrildikçe" ve yenilendikçe değişse bile, morfik birimlerin devam edebilmesini sağlar. Morfogenetik alanın kendisi de geçmişteki benzer sistemlerin süregelen etkisi nedeniyle devam eder.

Devam eden bir biçimi olan bir sistem üzerinde etki eden morfik rezonansın olağanüstü ilginç bir özelliği, bu rezonansın sistemin kendisinin geçmişteki hâllerinden bir katkı alacak ol-

masıdır. Bir sistem, geçmişteki kendisine, geçmişteki herhangi bir diğer sisteme benzediğinden daha çok benzediğine göre, bu kendiliğinden-rezonans oldukça özgül olacaktır. Aslında, sistemin kimliğinin korunmasında en temel önemi taşıyor olabilir.

Madde artık zaman içinde dayanan küçücük bilârdo topları gibi katı parçacıklardan yapılmış olarak düşünülemez. Materyal sistemler kendilerini sürekli olarak yeniden oluşturan dinamik yapılardır. Bu hipoteze göre, materyal biçimlerin devam etmesi, sistemin kendi morfogenetik alanının etkisi altında sürekli olarak yinelenen gerçekleşmesine bağlıdır; aynı zamanda morfogenetik alan da geçmişteki benzer biçimlerden kaynaklanan morfik rezonansla sürekli olarak yeniden oluşturulur. En benzer olan, bunun sonucu olarak da en büyük etkiye sahip olacak olan biçimler, sistemin kendisinin yakın geçmişteki biçimleri olacaktır. Bu sonuç, büyük fiziksel imalara sahip gibi görünmektedir: Bir sistemin yakın geçmişteki kendisiyle ayrıcalıklı rezonansının, yalnızca zaman içinde değil, aynı zamanda belirli bir yerde de devamlılığını açıklamaya yardımcı olabilecektir.[4]

6.6 Fiziksel "düalizm"le İlgili Bir Not

Bütün gerçek morfik birimler, enerji biçimleri olarak düşünülebilir. Bir yandan, yapıları ve etkinlik örüntüleri ilişkili oldukları morfogenetik alanlara bağlıdır ve meydana geldikleri etki altındadır. Diğer yandan, varlıkları ve diğer materyal sistemlerle etkileşebilme yetileri, içlerindeki enerji yüzündendir. Ancak, biçim ve enerjinin bu özellikleri kavramsal olarak birbirinden ayrılabilmesine rağmen, gerçekte, birbirleriyle her zaman ilişki hâlindedir. Hiçbir morfik birimin biçim olmaksızın enerjisi olamaz, hiçbir materyal biçim de enerji olmaksızın varolamaz.

Biçimlendirici nedensellik hipoteziyle açığa çıkarılan biçim ve enerjinin bu fiziksel "düalite"si, kuantum kuramının dalga-parçacığı düalitesiyle birçok ortak noktaya sahiptir.

Biçimlendirici nedensellik hipotezine göre, atomların morfogeneziyle molekül, kristal, hücre, doku, organ ve organizmaların morfogenezi arasında yalnızca küçük bir derece farkı vardır. Düalizm, atomlarda elektronların yörüngelerinin dalga ve parçacık ya da biçim ve enerji düalitesini içerecek bir şekilde tanımlanacak olursa, üst düzey morfik birimlerin daha kompleks biçimleri için de aynı durum söz konusu olacaktır; ancak ilki düalistik olarak düşünülmüyorsa, diğerleri de bu şekilde ele alınır.[5]

Biçimlendirici nedensellik hipotezi ve geleneksel kuram arasında, benzerliklerine rağmen, elbette çeşit açısından bir fark bulunmaktadır. Geleneksel kuram, biçimleri tanımlayan denklemler ya da "matematiksel yapılar"ın nedensel bir rol oynadığını varsaymadıkça, biçimlerin nedenselliğine yönelik temel bir anlayış sağlamaz; böyle olduğunda ise, matematikle gerçeklik arasında oldukça gizemli bir düalizm olduğu ima ediliyormuş gibi görünecektir. Biçimlendirici nedensellik hipotezi ise, önceki sistemlerin biçimlerini sonradan gelen benzer biçimlerin nedenleri şeklinde ele alarak bu güçlüğün üstesinden gelmektedir. Geleneksel bakış açısına göre, bilinen herhangi bir fiziksel hareket tipinden farklı olarak zaman ve uzay boyunca bir hareket gerektirdiği için, bu çözüm hastalığın kendisinden daha kötü gibi görünebilir. Bununla birlikte, bu metafiziksel değil, fiziksel bir öneridir ve deneysel olarak test edilebilir.

Bu hipotez deneysel kanıtlarla desteklenirse, bu durumda yalnızca kuantum alan kuramının çeşitli madde alanlarının, morfogenetik alanlar çerçevesinde yorumlanabilmesi sağlanmakla kalmayacak, aynı zamanda diğer fiziksel alanlara yönelik yeni bir anlayışa da götürebilecektir.

Bir atomun morfogenetik alanında, asıl yörüngelerle çevrelenmiş çıplak bir atomik çekirdek, elektronlar için morfogenetik bir "çekici" olarak görev yapar. Belki de çekirdek ve elektronlar arasındaki elektriksel çekim denen olgu, bu atomik morfogenetik alanın bir yönü olarak düşünülebilir. Atomun son biçimi

elektronların ele geçirilmesiyle gerçekleştirilmiş olduğunda, artık bir morfogenetik "çekici" olarak hareket etmez, elektrik terminolojisinde nötrdür. Bu yüzden, elektromanyetik alanların atomların morfogenetik alanlarından türeyebileceği fikri kavranılamaz bir şey değildir.

Benzer bir şekilde, kuvvetli ve zayıf nükleer güçleri atomik çekirdek ve nükleer parçacıkların morfogenetik alanları çerçevesinde yorumlamak da eninde sonunda mümkün olabilecektir.

6.7 Biçimlendirici Nedensellik Hipotezinin Bir Özeti

(i) Fizikçe bilinen enerjik nedensellik tiplerine ve bilinen fiziksel alanların yapılarına bağlı nedenselliklere ek olarak, bir başka nedensellik tipi de bütün materyal morfik birimlerin (atom altı parçacıklar, atomlar, moleküller, kristaller, kristalimsi kümeleşmeler, organeller, hücreler, dokular, organlar, organizmalar) biçimlerinden sorumludur. Burada kullanılan anlamıyla biçim yalnızca morfik birimin dış yüzeyinin biçimini değil, aynı zamanda iç yapısını da kapsamaktadır. *Biçimlendirici nedensellik* olarak adlandırılan bu nedensellik, enerjik nedenselliğin yol açtığı değişikliklere uzamsal (spatial) bir düzen yükler. Kendisi enerjik değildir ve bilinen fiziksel alanların yol açtığı nedenselliğe indirgenemez. (Kısım 3.3, 3.4)

(ii) Biçimlendirici nedensellik, materyal sistemler üzerinde morfogenetik etkilere sahip yapılar olan *morfogenetik alanlara* bağlıdır. Her bir morfik birimin, kendine özgü karakteristik bir morfogenetik alanı vardır. Belirli bir morfik birimin morfogenezinde, bu karakteristik bölümlerin -bunlardan *morfogenetik germ* olarak söz edilir- biri ya da daha fazlası bütün morfik birimin morfogenetik alanıyla çevrelenmiş ya da bu alanın içine yerleşmiştir. Bu alan, etki alanına giren ve kendi uygun rölatif pozisyonlarına oturan uygun bileşen parçaları olarak gerçekleştirilen

morfik birimin tezahür etmemiş biçimini içermektedir. Bir morfik birimin parçalarının pozisyona oturmasına, genellikle ısı hâlinde, enerji açığa çıkışı eşlik eder ve termodinamik olarak kendiliğindendir; enerjik bakış açısına göre, morfik birimlerin yapıları potansiyel enerjinin minimumları ya da "yuvaları" şeklinde görülür. (Kısım 3.4, 4.1, 4.2, 4.4, 4.5.)

(iii) Pek çok inorganik morfogenez hızlıdır, ama biyolojik morfogenezler nispeten yavaştır ve bir dizi ara evreden geçer. Belirli bir tip morfogenez genellikle belirli bir gelişimsel yol izler: Bu tip kanalize bir değişim yolu kreod olarak adlandırılmaktadır. Yine de morfogenez son biçime doğru, regülasyon ve rejenerasyon olgularında olduğu gibi, farklı yollardan ve morfogenetik germlerden ilerleyebilir. Hücre büyümesi ve hücre bölünmesi döngülerinde ve çok hücreli organizmaların farklılaşmış yapılarının gelişiminde, bir dizi morfogenetik süreç bir dizi morfogenetik alanın etkisi altında gerçekleşir (Kısım 2.4, 4.1, 5.4, 6.1.)

(iv) Belirli bir morfik birimin karakteristik biçimi, *morfik rezonans* olarak adlandırılan bir süreçle, zaman ve uzay üzerinden etkiyen önceki benzer sistemlerin biçimlerince belirlenir. Bu etki morfogenetik alan aracılığıyla gerçekleşir ve sistemlerin üç boyutlu yapılarına ve titreşim örüntülerine bağlıdır. Morfik rezonans özgüllüğü açısından enerjik rezonansa benzemektedir, ancak bilinen herhangi bir rezonans tipi çerçevesinde açıklanabilir değildir ve bir enerji iletimi içermez. (Kısım 5.1, 5.3.)

(v) Bütün geçmiş benzer sistemler morfik rezonans yoluyla sonraki benzer bir sisteme etkir. Bu etkinin uzay ya da zaman tarafından hafiflemediği ve sonsuz biçimde devam ettiği varsayılmaktadır; bununla birlikte, morfik rezonansa katkıda bulunan benzer sistemlerin sayısı arttıkça, belirli bir sistemin nispî etkisi de düşer. (Kısım 5.4, 5.5.)

(vi) Biçimlendirici nedensellik hipotezi biçimlerin yinelenmesini açıklamakta, ama belirli bir biçimin ilk örneğinin nasıl meydana geldiğini anlatmamaktadır. Bu benzersiz olay şansa, maddenin doğasında varolan bir yaratıcılığa ya da transandantal bir yaratıcıya atfedilebilir. Bu alternatifler arasında yalnızca metafiziksel bir zeminde bir karara varılabilir, bu da bu hipotezin kapsamının dışında kalmaktadır. (Kısım 5.1)

(vii) Morfogenezin önceki benzer sistemlerinin ara evrelerinden kaynaklanan morfik rezonans sonraki benzer morfogenetik süreçleri aynı kreodlara kanalize etme eğilimi gösterir. (Kısım 5.4)

(viii) Karakteristik bir polaritesi olan geçmiş sistemlerden kaynaklanan morfik rezonans, ancak sonraki bir sistemin morfogenetik germi uygun şekilde polarize edildikten sonra etkili bir şekilde meydana gelebilir. Her üç boyutu açısından da asimetrik olan ve "sağlak" ya da "solak" biçimler hâlinde varolan sistemler, morfik rezonans yoluyla sağlaklık ya da solaklığa bakmaksızın sonraki benzer sistemleri etkiler. (Kısım 6.2)

(ix) Morfogenetik alanlar mutlak büyüklüklere ayarlanabilir ve belli sınırlar içinde "büyütülebilir" ya da "küçültülebilir." Bu nedenle önceki sistemler, mutlak büyüklükleri farklı olsa bile, morfik rezonans yoluyla benzer biçimleri olan sonraki sistemleri etkiler. (Kısım 6.3)

(x) Büyüklük ayarlandıktan sonra bile, morfik rezonans yoluyla sonraki bir sistemi etkileyen önceki sistemlerin çoğu özdeş değil, yalnızca biçim açısından benzerdir. Bu nedenle, bunların biçimleri morfogenetik alan içinde kesin bir şekilde üst üste binmez. Önceki biçimin en sık yinelenen tipi, morfik rezonans yoluyla en büyük katkıyı, en az yinelenen ise en az katkıyı sağlar:

Morfogenetik alanlar kesin bir şekilde tanımlanmış değildir, ama önceki benzer sistemlerin istatistiksel dağılımına bağlı olan olasılık yapıları ile gösterilirler. Schrödinger denkleminin çözümleriyle betimlenen elektronik yörüngelerin olasılık dağılımları, bu tip olasılık yapılarına bir örnektir, ayrıca tür açısından üst düzeylerdeki morfik birimlerin morfogenetik alanlarının olasılık yapılarına benzerler. (Kısım 4.3, 5.4.)

(xi) Morfik birimlerin morfogenetik alanları bileşen parçalarının morfogenetik alanlarına etkiyerek morfogenezi etkiler. Böylelikle, doku alanları hücrelerin, hücrelerin alanları organellerin, kristallerin alanları moleküllerin, moleküllerin alanları atomlarınkini vb. etkiler. Bu eylemler, üst düzey olasılık yapılarının alt düzey olasılık yapıları üzerindeki etkisine bağlıdır, bu yüzden de özünde probabilistiktir. (Kısım 4.3, 4.4.)

(xii) Bir morfik birimin son biçimi bir kere gerçekleştikten sonra, benzer geçmiş sistemlerden kaynaklanan morfik rezonansın devam eden hareketi bunu kararlı hâle getirir ve korur. Bu biçim devam ederse, buna etkiyen morfik rezonans kendi geçmiş durumlarından bir katkı da içerecektir. Sistem kendi geçmiş durumlarına diğer sistemlerinkinden daha çok benzediğine göre, bu morfik rezonans da oldukça spesifik olacak, belki de sistemin kimliğinin korunmasında dikkate değer bir önem taşıyacaktır. (Kısım 6.4, 6.5.)

(xiii) Biçimlendirici nedensellik hipotezi deneysel olarak test edilebilecek durumdadır. (Kısım 5.6) (Bu kitabın ilk yayınlanışından sonra gerçekleştirilen çeşitli deneyler için EK kısmına bakınız.)

Notlar

1 Yaşlanmanın önemli bir nedeninin, en azından hücre düzeyinde, hücrelerin yok edemedikleri zararlı atık maddelerin birikmesi olması mümkün gözükmektedir. Yakın tarihli bir kurama göre, hücreler yeterince hızlı büyürse, kendilerini bu birikmenin "bir adım önünde" tutabilirler, çünkü büyüme bu maddelerin hafiflemesine yol açar. Ayrıca, üst düzey hayvan ve bitkilerde yaygın olan asimetrik hücre bölünmelerinde, bu maddeler oğul hücrelere eşit olmayan bir şekilde geçirilir: Bir hücrenin artan ölümlülük olasılığı pahasına bir başkası gençleşebilir. Bu gençleşme büyüme ve hücre bölünmesine bağlıdır: Morfogenetik uç noktaların -çok hücreli organizmaların farklılaşmış hücre, doku ve organları- ister istemez ölümlüdürler (Sheldrake, 1974).

2 Hayvanlarla ilgili örnekler için bkz. Weiss (1939); bitkiler için, Wardlaw (1965).

3 Bu basit, ama önemli noktayla ilgili klâsik bir tartışma Thompson (1942)'da "Büyüklük Üzerine" (On Magnitude) adlı bölümde yer almaktadır.

4 Sistem kendini belirli bir yerle "özdeşleştiriyorsa" ve burada kalması yakın geçmişteki kendisiyle morfik rezonansa bağlıysa, bu yerden götürülmeye olan direnci -*süredurumsal kütlesi*- bu kendi kendiyle olan rezonansın meydana gelme frekansıyla ilişkili olmak durumundadır. Rezonans karakteristik titreşim döngülerine bağlı olduğundan, birdenbire ortaya çıkmaz, çünkü bir titreşim döngüsü zaman alır. Titreşim frekansı ne kadar yüksekse, kendiyle rezonansın gerçekleştiği geçmiş durumlar da o kadar yakın tarihli olacak; bu yüzden de sistemin yakın geçmişteki yerine "bağlılığı" da o kadar büyük olacaktır. Aksine, titreşim frekansı ne kadar düşükse, bir sistemin belirli bir yerde kendiyle "özdeşleşme" eğilimi de o kadar zayıf olacaktır: Diğer nesnelere göre, durumun "farkına varmadan" önce, daha hızlı hareket edebilecektir.

Yukarıda öne sürülen ilişkiyle, Broglie denkleminde bir parçacığın kütlesi ve madde dalgası frekansı arasındaki oranlılık arasında dikkate değer bir benzerlik vardır:

$$M = \frac{hv}{C^2}$$

Burada m, parçacığın kütlesi; v, titreşim frekansı; h, Planck sabiti ve c, ışık hızını göstermektedir. Bu ilişki kuantum mekaniği için temeldir ve deneysel kanıtlarla yeterince desteklenmektedir.

5 Diğerlerinin yanı sıra, Sir Karl Popper parçacık ve dalga düalizminden konuşmanın birçok karışıklığa yol açtığını savunmuş ve düalizm teriminden vazgeçilmesi gerektiğini ileri sürmüştür:

"Bunun yerine, (Einstein'ın yaptığı gibi) parçacık ve *ilişkili olduğu* propansite alanlarından (buradaki çoğul kullanım, bu alanların yalnızca parçacığa değil, aynı zamanda diğer koşullara da bağlı olduğunu göstermektedir) konuşmayı, bu şekilde simetrik bir ilişki fikrinden kurtulmayı öneriyorum. Bu tip bir terminoloji oturtmaksızın ("düalizm" yerine "ilişki"), 'düalizm' sözcüğünün, bağlantılı olduğu bütün yanlış kanılarla birlikte varlığını sürdürmesi kesin gibi görünmektedir; çünkü önemli bir şeye dikkat çeker: Parçacıklarla propansitelere ait alanlar arasında varolan bir ilişki." (Popper, 1967, s. 41.)

Propansite alanları morfogenetik alanları da içerecek şekilde ele alınacak olursa, bu öneri biçimlendirici nedensellik hipoteziyle uyumlu gözükecektir.

7 Biçimin Kalıtımı

7.1 Genetik ve Kalıtım

Başka açılardan benzer organizmalar arasındaki kalıtsal farklılıklar genetik farklılıklara; genetik farklılık ise DNA'nın yapısındaki ya da kromozomlardaki düzenlenişinde görülen farklılıklara bağlıdır; bu farklılıklar da proteinlerin yapısında ya da protein sentezinin kontrolünde değişikliklere yol açar.

Ayrıntılı bir kanıt yığınıyla desteklenen bu temel bulgular, proteinlerin ya da örneğin orak hücreli anemi veya metabolizmanın kalıtsal kusurları gibi, az çok belirli proteinlere doğrudan bağlı olan karakteristiklerin kalıtımıyla ilgili doyurucu ve net bir anlayış sağlamaktadır. Ancak, biçimin kalıtsal farklılıkları genellikle belirli proteinlerin sentezi ya da yapısındaki değişikliklerle yakın ve açık hiçbir ilgisi bulunmamaktadır. Yine de bu tip değişiklikler metabolik enzimler, hormon sentezleyen enzimler, yapısal proteinler, hücre zarlarındaki proteinler vb. üzerindeki etkiler yoluyla çeşitli şekillerde morfogenezi etkileyebilecektir. Bu etkilerle ilgili birçok örnek zaten bilinmektedir. Ancak çeşitli kimyasal değişimlerin morfogenezin normal örüntüsünün değişmesi ya da bozulmasına yol açtığı kabul edilecek olsa bile, bu durumda morfogenezin kendi normal örüntüsünü belirleyen ne olacaktır?

Mekanistik kurama göre, hücre, doku, organ ve organizmalar doğru zaman ve doğru yerde doğru kimyasalların sentezinin bir sonucu olarak uygun biçimlerini alırlar. Morfogenezin fiziğin

kurallarına uygun bir şekilde kompleks fiziko-kimyasal etkileşimlerin bir sonucu olarak kendiliğinden ilerlediği varsayılmaktadır. Peki, bunlar hangi fizik yasalarıdır? Mekanistik kuram bu soruyu açık bırakmaktadır (Kısım 2.2).

Biçimlendirici nedensellik hipotezi bu soruyla ilgili yeni bir yanıt şekli önermektedir. Enerjik olarak belirsiz dalgalanmalara önemli bir rol atfetmenin yanı sıra, kristalleşme gibi fiziksel süreçlerle benzerliği vurgulayan biyolojik morfogenez konusunda bir yorum ileri sürdüğüne göre, mekanistik kuramın beklentilerini inkâr etmek bir yana, bunları yerine getirmektedir. Ancak mekanistik kuram uygulamada kalıtımla ilgili tüm olguları DNA'da kapsanmış olan genetik kalıtıma bağlarken, biçimlendirici nedensellik hipotezine göre, organizmalar aynı zamanda aynı türe ait geçmişteki organizmaların morfogenetik alanlarını da kalıtsal olarak alırlar. Bu ikinci tip kalıtım, genler aracılığıyla değil, morfik rezonans yoluyla gerçekleşir. Bu yüzden kalıtım hem genetik kalıtımı hem de benzer geçmiş sistemlerden gelen morfik rezonansı içerir.

Aşağıdaki benzetmeyi düşünün. Bir radyonun hoparlöründen gelen müzik *hem* radyonun materyal yapısı ve onu besleyen enerjiye, *hem de* radyonun ayarlandığı dalgaya bağlıdır. Müzik elbette elektrik telleri, transistörler, kondansatörler vb'deki değişikliklerden etkilenebilir ve piller çıkarıldığında kesilir. Elektromanyetik alan aracılığıyla görülmeyen, dokunulamayan ve işitilemeyen titreşimlerin iletilmesi hakkında hiçbir şey bilmeyen bir kişi, bu nedenle, bunun tamamen radyoyu oluşturan parçalar, bunların düzenlenme biçimi ve çalışmasının bağlı olduğu enerji çerçevesinde açıklanabileceği sonucunu çıkarabilir. Dışarıdan herhangi bir şeyin girme olasılığını düşünse bile, radyonun aynı düğmeyle açılıp kapatıldığını fark ettiğinde, bu olasılığı aklından çıkaracaktır. Bu durumda, müziğin ritmik ve armonik örüntülerinin, radyoyu oluşturan parçalar arasındaki pek çok karmaşık etkileşimin bir sonucu olarak meydana geldiğini varsaymak

zorunda kalacaktır. Radyoyu dikkatlice inceleyip analiz ettikten sonra, radyonun, orijinaliyle tam olarak aynı sesleri üreten bir kopyasını bile yapabilir, bu sonucu da büyük olasılık kuramının çarpıcı bir kanıtı olarak görebilecektir. Ancak elde ettiği başarıya rağmen, aslında müziğin yüzlerce mil uzaktaki bir yayın stüdyosundan kaynaklandığından tamamen habersiz kalabilir.

Biçimlendirici nedensellik hipotezi çerçevesinde, "radyo yayını" önceki benzer sistemlerden kaynaklanacak, bu yayının "alınması" da alıcı sistemin ayrıntılı yapısı ve düzenine bağlı olacaktır. Bir radyoda olduğu gibi, "alıcının" düzenlenişindeki iki tip değişimin önemli etkileri olacaktır. Birincisi, sistemin "ayarlarındaki" değişiklikler çok farklı "yayınların" alınmasına yol açabilir: tıpkı radyonun farklı istasyonlara ayarlanabilmesi gibi, gelişmekte olan bir sistem de farklı morfogenetik alanlara "ayarlanabilir". İkincisi, belirli bir istasyona ayarlanmış bir radyonun içindeki değişiklikler hoparlörden gelen müziğin değişmesine ve bozulmasına yol açabildiği gibi, belirli bir morfogenetik alanın etkisi altında gelişmekte olan bir sistemdeki değişiklikler de son biçimde çeşitli değişim ve bozulmalara neden olabilir.

Bu nedenle, gelişmekte olan organizmalarda, hem çevresel, hem de genetik faktörler morfogenezi iki farklı şekilde etkileyebilir: Bunlar ya morfogenetik germlerin "ayarlarının" değişmesi ya da normal son biçimin varyantlarının üretileceği bir şekilde morfogenezin olağan yolunun değişmesidir.

7.2 Değişikliğe Uğramış Morfogenetik Germler

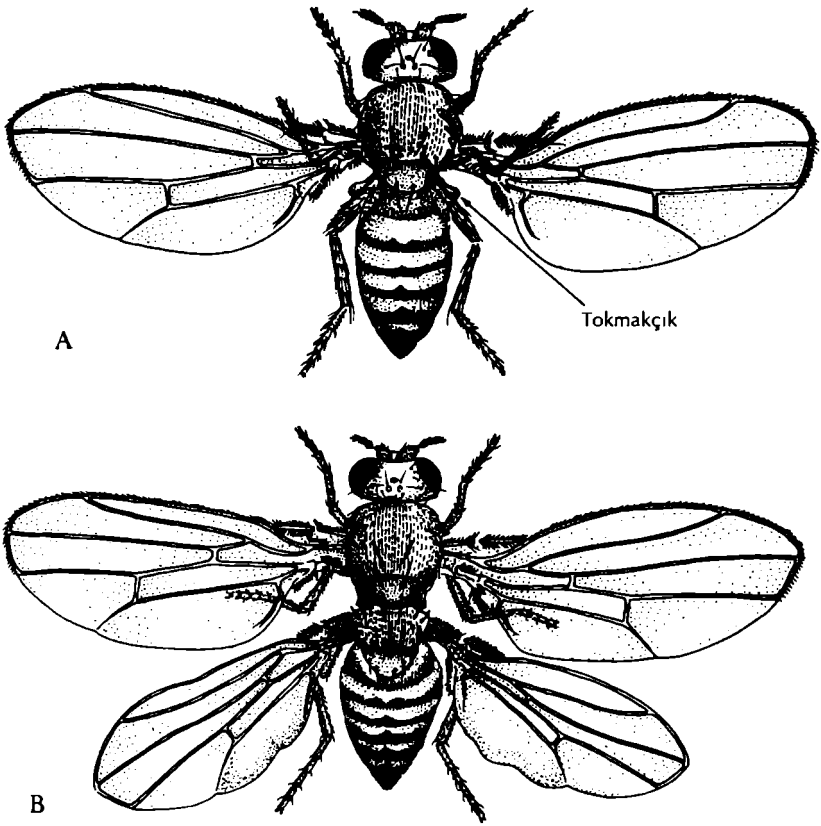
Organların ya da dokuların gelişimiyle ilgili genler, karakteristik yapıları ve salınım örüntüleri olan hücre ya da hücre gruplarıdır (Kısım 4.5, 6.1). Alışılmamış çevresel koşullar ya da genetik değişimlerin bir sonucu olarak, bir germin yapısı ve salınım örüntüsü yeterli derecede değiştirilecek olursa, alışılmış üst düzey

alanla artık ilişkili olmayacaktır: Ya artık bir germ olarak görev yapamayabilir -bu durumda tüm bir yapı organizmada ortaya çıkamayacaktır- ya da farklı bir morfogenetik alanla ilişkiye girebilir; bu durumdaysa organizmanın ilgili bölümünde, orada olması beklenen yapının yerine normalde orada bulunmayan bir yapı gelişecektir.

Bu tip tüm bir yapının yitirilmesi ya da başka birine yerini bırakmasıyla ilgili birçok örnek betimlenmiştir. Kimi zaman, aynı değişikliklere, gelişmekte olan organizmanın bulunduğu çevredeki değişimler ve genetik faktörler neden olabilir; çevreyle ilgili değişikliklere genetik literatüründe "fenokopi" denmektedir.

Bu tip değişikliklerin etkileri Drosophila meyve sineğinde oldukça ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Belirlenmiş kayda değer sayıda mutasyon, bu sineğin tüm bölgelerinin transformasyonuna neden olmaktadır; örneğin, "antenapedya" antenleri bacaklara çevirir, "bitoraks" gen kompleksindeki mutasyonla ise normalde iki tokmakçık taşıyan metatorakik bölütün (art göğüs bölütünün) sanki bir mezotorakik bölüt (orta göğüs bölütü) gibi gelişmesine neden olur (Şekil 17). Sonuçta ortaya çıkan organizmalar bitişik bölütler üzerinde iki çift kanat taşımaktadır.[1]

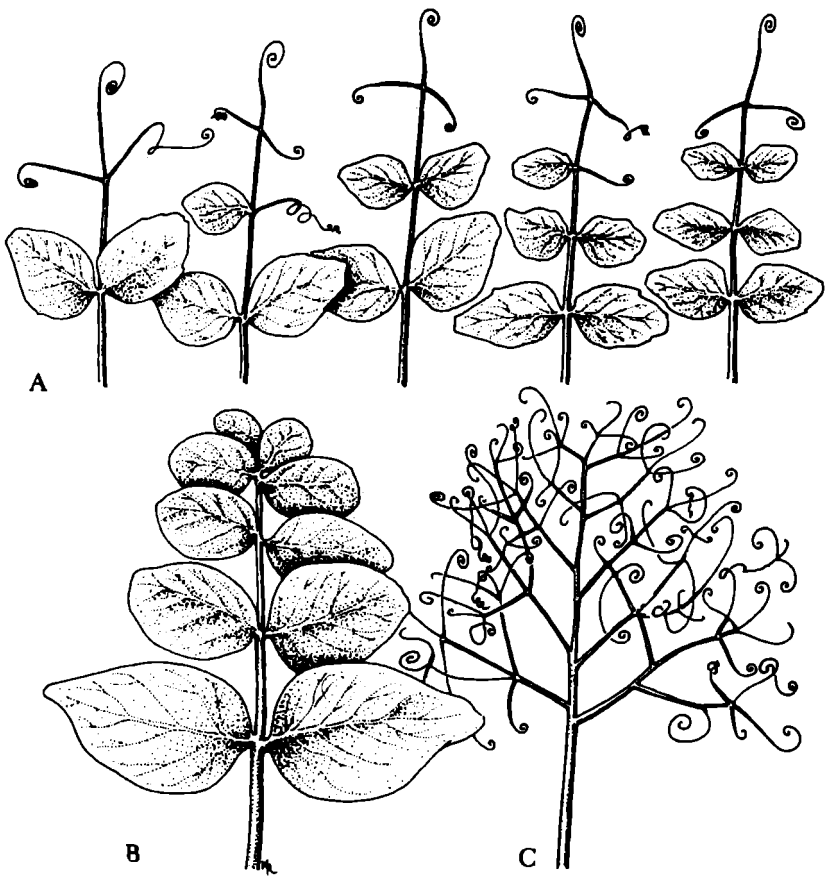
Benzer bir olgu bitkilerde de görülmektedir. Örneğin, bezelyelerde, yapraklar normalde köklerine doğru yaprakçıklar, uçlarında da tendriller (bıyık) taşır. Bazı yapraklarda tendriller karşıt yaprakçıklarda oluşur; bu durum benzer primordiyumların (ilk şeklini almaya başlayan gelişmekte olan yapı) her iki tip yapıyı da ortaya çıkarabileceğini gösterir (Şekil 18); tahminen bu primordiyumlar içindeki hücreler, kendilerinin ya bir tendril ya da bir yaprakçığın morfogenetik germinin yapı ve salınım örüntüsü karakteristiğini almasına yol açan embriyonik bir yaprak içindeki faktörlerden etkilenmektedir. Bununla birlikte, mutant tiplerin birinde, tendrilleri oluşturabilme yetisi baskılanmakta ve bütün primordiyumlar yaprakçıklara yol açmaktadır; diğer mutantta ise (farklı bir kromozom üzerindeki gene bağlı olarak)



Şekil 17: Normal bir Drosophila meyve sineği (A) ve mutant bir sinek (B) örneği; üçüncü torakik bölütü ikinci torakik bölüte benzeyecek bir şekilde transforme olmuştur. Bunun sonucu olarak sineğin bir yerine iki çift kanadı vardır.

yaprakçık oluşumu baskılanmakta ve bütün primordiyumlar tendrillere yol açmaktadır[2] (Şekil 18).

Bu konudaki geleneksel yorum bu etkilerden sorumlu olan genlerin, normal morfogenez süreci için gereken proteinlerin sentezinin kontrolüyle de uğraştığıdır. Biçimlendirici nedensellik hipotezi çerçevesindeki yorum ise, bu varsayımla çelişmeyecek,



Şekil 18:
A: Hem yaprakçık hem de tendril taşıyan normal bezelye yaprakları.
B: Yalnızca yaprakçıkların oluştuğu mutant bitkinin yaprağı.
C: Yalnızca tendrillerin oluştuğu mutant bitkinin yaprağı.

aksine onu tamamlayacaktır. Söz konusu genin ürünü, yalnızca karmaşık bir kimyasal etkileşim dizisini "açan" ve "kapayan" bir şey olarak değil, bunun yanı sıra bir morfogenetik germin ya-

pısını da etkileyen bir şey olarak dikkate alınacaktır. Bu işin yapılabileceği, örneğin hücre zarlarının özelliklerini değiştiren bir proteinin kodlanması gibi, akla uygun birçok yol bulunmaktadır. Mutasyon bu proteinin yapısını değiştiriyor, bunun sonucu olarak da zarların özelliklerinin değişmesine neden oluyorsa, morfogenetik germin hücrelerinin yapıları ya da salınım örüntüleri de artık alışılmış morfogenetik alanla ilişkili olmayacakları bir şekilde değiştirilebilir. Bu nedenle, bütün bir morfogenez yolu da kapanacaktır. Bu yolla ilgili hücreler artık normal gelişimlerini ve farklılaşmalarını geçiremeyecekleri için, bu süreçlerin karakteristik proteinlerini de sentezlemeyeceklerdir. Bu morfogenetik germ, morfik rezonans yoluyla farklı bir morfogenetik alanla ilişkiye geçecek şekilde değişikliğe uğrarsa, gelişmekte olan hücreler bu durumda bu belirli morfogenetik süreçlere uygun olan proteinleri sentezleyeceklerdir.

Bu nedenle, bir morfogenez yolunun kapanmasına ya da yerine başka birinin geçmesine neden olan bir mutasyon, aslında, mekanistik kuramın varsaydığı gibi, örüntülenmiş protein sentezlerini dolaylı olarak kontrol eden bir gen ürününü değiştirecektir. Bununla birlikte, bu kontrol yalnızca karmaşık kimyasal etkileşimlere bağlı olmayacak, bu işe morfogenetik alanlar tarafından da aracılık edilecektir.

7.3 Değişikliğe Uğramış Morfogenez Yolları

Morfogenetik germleri etkileyen faktörlerin, bir yapının yokluğu ya da bir yapının yerini başka bir yapıya bırakmasıyla sonuçlanan morfogenez üzerinde niteliksel etkileri bulunmakla birlikte, birçok çevresel ve genetik faktör, morfogenez süreçleri üzerindeki etkileri aracılığıyla yapıların son biçimleri üzerinde niceliksel değişikliklere neden olurlar. Örneğin, belli çevresel koşullar altında yetişen, belirli bir türe ait kültür bitkilerinde, sürgün ve kök sistemlerinin genel şekli, yaprakların morfolojisi, hatta çeşitli

organların anatomisi ayrıntıda farklılık gösterir; ama yine de karakteristik varyeteyle ilgili biçim tanınabilir kalır. Aynı çevrede yetişen aynı türe ait farklı varyetelerde, hepsi karakteristik özgül bir biçimin tanınabilir varyantları olmasına rağmen, bitkiler birbirinden birçok ayrıntıda farklılık gösterir: Bununla birlikte, türler aslında kendi morfolojileri çerçevesinde tanımlanır.

Genetik ve çevresel faktörler, yapısal bileşenler, enzimik etkinlik, hormonlar vb. üzerindeki çeşitli niceliksel etkiler yoluyla gelişimi etkiler (Kısım 7.1). Bu etkilerin bazıları nispeten spesifik değildir ve birkaç farklı morfogenez yoluna etki eder. Diğerleri ise normal gelişim yönünü karıştırabilir ama regülasyon nedeniyle bunların son biçim üzerinde çok az etkisi vardır.

Dikkat çeken belli genetik etkiler, belirli genlere kadar izlenebilirken, pek çoğu, bireysel etkileri küçük, tanılanmasıyla analiz edilmesi ise güç olan çok sayıda genin bileşik etkisine bağlıdır.

Biçimlendirici nedensellik hipotezine göre, aynı varyete ya da ırka ait organizmalar, yalnızca genetik açıdan benzer oldukları, bu nedenle de morfogenez süresince benzer genetik etkilere bağlı oldukları için değil, yanı sıra bunların karakteristik varyasyonel kreodları aynı çeşide ait geçmişteki organizmalardan kaynaklanan morfik rezonansla desteklenip kararlı bir hâle getirildikleri için de birbirine benzeyeceklerdir.

Bir türün morfogenetik alanları sabit değildir, tür evrim geçirdikçe değişir. Morfogenetik alanların olasılık yapılarına en büyük istatiksel katkıyı, aynı zamanda en olağan çevre koşulları altında gelişen en yaygın morfolojik tipler yapacaktır. En basit durumlarda, morfik rezonansın otomatik ortalama etkisi tek bir en olası biçim, "yaban tipi" çevresinde morfogenetik alanları kararlı hâle getirecektir. Ancak, türler, karakteristik varyete ya da ırkların evrim geçirdiği iki ya da daha fazla coğrafî ya da ekolojik olarak farklı çevrede bulunuyorlarsa, türün morfogenetik alanları tek bir olası biçim içermeyecek, morfolojik açıdan farklı varye-

te ve ırkların sayısı ve bunların geçmişteki popülasyonlarının nispî büyüklüğüne bağlı olarak, çok-modlu bir biçim dağılımı gösterecektir.

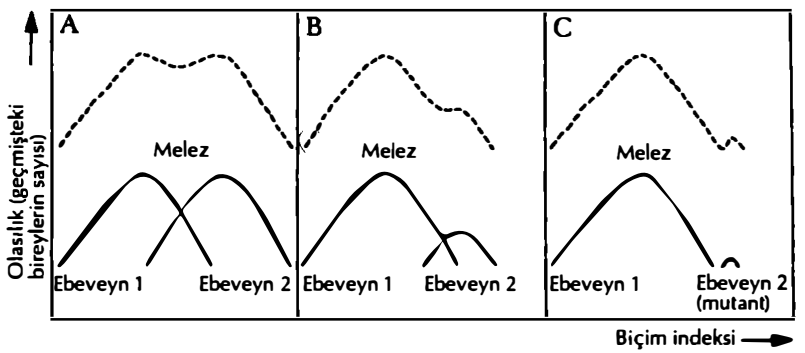
7.4 Baskınlık

İlk bakışta, varyasyonel biçimlerin, aynı varyeteye ait geçmişteki organizmalardan kaynaklanan morfik rezonansla kararlı hâle getirildikleri fikri, yalnızca genetik benzerlik çerçevesinde geleneksel açıklamaya çok az katkıda bulunuyormuş gibi görünebilir. Bununla birlikte, iki farklı ana-baba tipinden kaynaklanan morfik rezonansa bağlı olan melez organizmalar ele alındığında bunun önemi görülecektir.

Radyo benzetmesine dönecek olursak; normal koşullar altında, radyo belli bir zamanda yalnızca bir istasyona ayarlıdır, tıpkı bunun gibi, bir organizma da normal olarak aynı varyeteye ait geçmişteki benzer organizmalara "ayarlı"dır. Ancak, radyo eşzamanlı olarak iki farklı istasyona ayarlanırsa, ortaya çıkan ses bu istasyonların sinyallerinin göreceli gücüne bağlı olacaktır: Biri oldukça güçlü, diğeri ise çok zayıfsa, zayıf olanın etkisi çok az olur; ama her ikisi de benzer güçlerdeyse, radyo her iki kaynaktan gelen seslerin bir karışımını üretir. Benzer şekilde, iki varyetenin çaprazlanmasından üretilen bir melezde, her ikisinin genleri ve gen ürünleri karakteristiklerinin varolması gelişmekte olan organizmayı her iki ana-baba tipinin geçmişteki organizmalarıyla morfik rezonansa geçirme eğilimi gösterecektir. Bu durumda, melezin morfogenetik alanları içindeki toplam olasılık yapıları, iki ana-baba tipinden gelen morfik rezonansın göreceli gücüne bağlı olacaktır. Her iki ana-baba da geçmişteki bireylerle ilgili karşılaştırılabilir sayılarla temsil edilen varyetelerden geliyorlarsa, her ikisi de morfogenezi benzer derecelerde etkileme eğiliminde olacak, ortaya iki ana-baba tipinin bir bileşimi ya da "bileşkesi" çıkacaktır (Şekil 19A). Ancak varyetelerin biri

diğerinden daha az bireyle temsil ediliyorsa, bunların toplam olasılık yapılarına katkıları, diğer ana-baba varyetesinin biçiminin üstün olma eğilimi göstereceği anlamına gelecektir (Şekil 19B). Ana-babalardan biri yeni bir kökene ait mutant bir hattan geliyorsa, bu tipin geçmişteki bireylerinin az olan sayısından kaynaklanan morfik rezonans, melezlerin olasılık yapısına önemsiz bir katkı yapacaktır (Şekil 19C).

Bu beklentiler gerçeklerle uyum içindedir. Birincisi, iyi yapılanmış varyeteler ya da türler arasındaki melezler genellikle her ikisinin özelliklerini de birleştirirler ya da ara bir biçime sahiptirler. İkincisi, nispeten yeni bir varyete ile uzun zaman önce yapılanmış bir varyete arasındaki melezlerde, uzun süreli olanın karakterleri genellikle az çok baskın durumdadır. Üçüncü olarak da morfolojik karakterleri etkileyen yeni mutasyonlar hemen hemen çekiniktir.



Şekil 19: Ana-baba ve melezlerin morfogenetik alanlarının olasılık yapılarının diyagramatik olarak gösterilmesi.

Anlamlı bir şekilde, mekanistik baskınlık kuramları, az çok belirli proteinlere bağlı olan karakteristikler konusu dışında, hem belirsiz hem de spekülâtiftir. Mutant bir gen, örneğin defektif bir enzime neden olarak, bir işlevin yitirilmesine yol açarsa, melezlerde normal bir genin varlığı normal enzimin üretilebil-

mesini, bu nedenle de normal biyokimyasal reaksiyonların oluşmasını sağlayacağı için, bu çekinik olacaktır. Bununla birlikte, bazı durumlarda, defektif gen ürünü, örneğin mutasyonun hem baskın hem de ölümcül olma eğilimi gösterebileceği bir durumda zarların geçirgenliğini engelleyerek, olumlu anlamda zararlı olabilir.

Bu açıklamalar aslında doyurucu açıklamalardır; ancak herhangi bir mekanistik morfogenez anlayışının olmadığı bir durumda, biçimin kalıtımındaki baskınlığı moleküler düzeyden önceki bilgilere dayalı bir tahminle açıklama girişimi, kaçınılmaz bir şekilde iddiayı kanıtlanmış varsayacaktır.

Baskınlıkla ilgili geleneksel genetik kuramları tek başına biyokimyasal kuramdan daha ileridir; bu kuramlar baskınlığın sabit olmadığını, onun da evrim geçirdiğini vurgulamaktadır. Ölümcül olmayan pek çok mutasyonun çekinik olduğu yaban popülasyonlarının göreceli birbirine benzerliğini açıklamak amacıyla, "yaban tipi"nin baskınlığının doğal ayıklanma yoluyla kayırıldığını varsaymaktadır. Kuramlardan biri, diğer genlerin baskınlığını değiştiren genlerin seçimi[3], bir diğer kuram ise söz konusu baskın karakterleri kontrol eden genlerin giderek artan etkin versiyonlarının seçimi[4] fikrini öne sürer. Ancak her iki kuramdan yana çok az, bunlara karşı ise daha fazla kanıt olduğu gerçeği sayılmazsa, bu kuramların sıkıntısı, baskınlığı açıklamaktan çok bunları önceden varsaymaktan kaynaklanmaktadır.[5]

Biçimlendirici nedensellik hipotezine göre, baskınlık temelde farklı bir nedenden ötürü evrim geçirecektir. Doğal seçimin kayırdığı tipler, varlığını sürdürme değeri daha düşük olan tiplerden daha fazla sayıda bireyle temsil edilecektir; zaman geçtikçe, kayrılan tipler morfik rezonansın kümülâtif etkisi yoluyla giderek daha baskın olacaklardır.

Bu hipotez, ilkede, bütün mekanistik baskınlık kuramlarından deneysel olarak ayrılabilir. Mekanistik kuramlara göre, belli çevresel koşullar altında, baskınlık yalnızca bir melezin genetik

yapısına bağlıdır, oysa biçimlendirici nedensellik hipotezine göre bu hem genetik yapı hem de ana-babadan gelen morfik rezonansa bağlıdır. Bu nedenle, ana-baba tiplerinden gelen rezonansın nispî gücü değişirse, melezin genetik yapısı aynı kalsa bile, birinin diğeri üzerindeki baskınlığı da değişecektir.

Aşağıdaki deneyi düşünün. İyi tanımlanmış bir varyete (P_1) ve mutant bir soya (P_2) ait bitkiler arasındaki bir çaprazlamadan melez tohumlar elde edilir. Bu melez tohumların bazıları soğuk bir depoya konur, diğerleri ise kontrol edilen koşullar altında yetiştirilir. Melez bitkilerin karakteristikleri dikkatlice gözlenir, bitkilerin kendileri de korunur. Bu bitkilerde P_1 morfolojisi tamamen baskındır (Şekil 19C). Daha sonra, mutant tipe ait oldukça fazla sayıda bitki (P_2) arazide yetiştirilir. Sonradan, melezlerin bazıları, aynı tohum grubundan, yine daha önce olduğu gibi aynı koşullar altında yetiştirilir. P_2 artık morfik rezonansla daha fazla katkı sağlayacağı için, P_1 yalnızca kısmen baskın olabilir (Şekil 19B). Daha çok P_2 bitkisi yetiştirildikten sonra, melezlerin biçimi iki ana-baba tipi arasında bir noktada olabilir (Şekil 19A). Sonra daha çok sayıda P_2 tipi bitkisi daha fazla miktarlarda yetiştirilir; bunun ardından melezler de yine aynı tohum grubundan gelen önceki melezler gibi aynı koşullar altında yetiştirilir. Bu durumda, P_2 tipi morfik rezonans yoluyla P_1 tipinden daha büyük bir katkı yapacak ve P_2 morfolojisi baskın olacaktır.

Bu sonuç, morfik rezonans baskınlık hipotezini kuvvetli bir şekilde destekleyecek ve geleneksel genetik kuramının bakış açısına göre anlaşılamaz bir şey olacaktır. Bu deneyle ilgili tek sorun, P_1 oldukça uzun bir zamandır varolan iyi tanımlanmış bir varyeteyse -bir yaban varyetesinin belki de binlerce, hatta milyonlarca yıllık olması hâlinde- karşılaştırılabilir sayıda P_2 tipi yetiştirmek yapılabilir bir şey olmayacağı için, uygulamada gerçekleştirilmesinin güç olabilmesidir. Bu deney, yalnızca P_1 nispeten az sayıda bireyin geçmişte yetişmiş olduğu yeni bir varyete ise uygulanabilir olacaktır.

7.5 Familya Benzerlikleri

Belli bir varyete içinde, organizmalar her çeşit küçük ayrıntıda birbirinden ayrılır. Karışarak üreyen bir popülasyonda, her birey genetik olarak az çok benzersizdir, bu nedenle de genlerinin çeşitli niceliksel etkileri altında kendi karakteristik gelişim yolunu izleme eğilimindedir. Ayrıca, morfogenez probabilistik olaylardaki olasılık yapılarının etkisine bağlı olduğu için, tüm süreç bir şekilde belirsizdir. Yerel çevreler de çeşitlilik göstermektedir. Bütün bu faktörlerin bir sonucu olarak, her bireyin karakteristik bir biçimi vardır ve sonradan gelen morfogenetik alanlara kendine özgü bir katkıda bulunur.

Belki de, belirli bir organizma üzerinde etki gösteren en özgül morfik rezonans, benzer bir genetik yapısı olan yakından ilişkili önceki bireylerden gelen, familya benzerliklerini açıklayan morfik rezonanstır. Bu özgül morfik rezonans aynı varyetenin çok sayıdaki geçmiş bireyinden gelen daha az özgül rezonansa, sonrasında da türün bütün geçmiş üyelerinden gelen morfik rezonansın arka plânına uygulanacaktır.

Bir kreodun vadi modelinde (karşılaştırınız. Şekil 5), en özgül morfik rezonans bir akıntı yatağına bağlı olarak ayrıntılı morfogenez yolunu, aynı varyetenin önceki bireylerinden gelen en az özgül morfik rezonans ise küçük bir vadinin yatağını belirleyecektir. Aynı tür içindeki farklı varyetelerin varyant kreodları, bir bütün olarak türün kreodunu temsil eden, daha büyük bir vadi içindeki birbirine karşı ya da paralel vadilere uyacaktır.

7.6 Çevresel Etkiler ve Morfik Rezonans

Organizmaların biçimleri, değişen ölçülerde geliştikleri çevresel koşullardan etkilenir. Biçimlendirici nedensellik hipotezine göre,

bu organizmaların biçimleri morfik rezonans yoluyla morfogenetik alanlarına katkıda bulundukları için, önceki benzer organizmaların geliştiği çevresel koşullardan da etkilenmektedir. Radyo benzetmesi çerçevesinde, hoparlörden gelen müzik yalnızca alıcı içindeki değişikliklerden değil, yayın stüdyosu içindeki değişikliklerden de etkilenir: bir orkestra farklı bir müzik parçası çalmaya başlarsa, ayarı ve iç yapıları aynı kalmasına rağmen radyo farklı sesler üretecektir.

Örneğin, işlenmiş bir türün yeni bir varyetesini ele alın. Bu varyeteye ait oldukça fazla sayıda bitki tek bir çevrede, çok azı ise başka çevrelerde yetiştirilirse, çok sayıda olanlar varyetal morfogenetik alanların olasılık yapılarına daha büyük bir katkıda bulunacaktır; bunların biçimi varyetenin en olası biçimi olacak, bu nedenle de farklı çevrelerde yetişseler bile aynı varyetenin sonradan gelen tüm bitkilerinin morfogenezini etkileme eğilimi göstereceklerdir.

Bu öngörüyü test etmek amacıyla, belki de kendini polenleyen bir ürüne ait yeni bir varyete kullanmak en iyisi olacaktır; bu bitkiler birbirine genetik açıdan oldukça benzeşecek, diğer varyetelerle karşı çaprazlanma tehlikesi de olmayacaktır. Başlangıç olarak, oldukça farklı iki çevrede, X ve Y'de, çok az sayıda bitki yetiştirilip bunların morfolojik karakterleri dikkatlice kaydedilir. Orijinal tohum gruplarından bazıları soğuk depolara yerleştirilir. Sonra, oldukça çok sayıda bitki Y çevresinde yetiştirilir (ya bir sezon ya da birkaç kuşak boyunca). Bunun ardından, soğuk depoda tutulan orijinal tohumlar kullanılarak, çok az sayıda bitki bir kere daha bu kez X çevresinde yetiştirilir. Bunların morfogenezi artık Y çevresinde yetiştirilen genetik açıdan benzer çok sayıda bitkiden gelen morfik rezonanstan etkilenmek durumundadır. Bunun sonucu olarak, Y tipi morfolojiye, orijinal X tipi morfolojiden daha fazla benzerlik göstermeleri gerekir. (Elbette, farklı durumlarda X'de yetişen bitkilerle ilgili geçerli bir karşı-

laştırma için, koşulların uygulamada özdeş olmalarını sağlamak gerekecektir; bu iş arazide mümkün değildir, bir fitotronda yapay olarak kontrol edilen bir çevrede nispeten daha kolaylıkla gerçekleştirilebilir.)

Bu sonuç gerçekten elde edilirse, biçimlendirici nedensellik hipotezi adına olumlu bir kanıt sağlayacak, mekanistik kuram açısından ise açıklanamaz olacaktır.

Olumsuz bir sonuç iki nedenden ötürü bir sonuca götürmeyecektir: Birincisi, X çevresinin morfogenetik süreçler üzerindeki doğrudan etkileri, bu yollardaki morfik rezonansın nispeten küçük kararlı hâle getirici etkisine rağmen, morfogenezi her zaman X tipi kreodlara kanalize edecek kadar güçlüdür. İkincisi, aynı türün diğer varyetelerine ait bitkiler, daha az özgül bir şekilde olmasına rağmen, morfik rezonans yoluyla gelişimi etkileyebilecektir; yine de bu etki, özellikle bu çevreler türün önceki varyetelerinin normalde yetiştiği çevrelere benziyorsa, ya X ya da Y tipi kreodları ya da her ikisini kararlı hâle getirme eğiliminde olabilir. Bu etki uygun bir çevre seçimiyle en aza indirilebilir.

7.7 Kazanılmış Karakteristiklerin Kalıtımı

Önceki organizmaların morfik rezonans yoluyla sonraki benzer organizmalar üzerindeki etkisi, kalıtım yalnızca genlerin ve diğer materyal yapıların ana-babadan yavrulara transferine bağlı olsa akla uygun bir şekilde meydana gelemeyecek olan etkilere neden olabilecektir. Bu olasılık, "kazanılmış karakteristiklerin kalıtımı" sorununun yeni bir ışık altında görülmesini olanaklı kılmaktadır.

On dokuzuncu yüzyılın sonu ve yirminci yüzyılın başlarındaki şiddetli tartışmalarda, hem bir yandan Lamarckçılar, hem de diğer yandan Weismanrı ve Mendel'i izleyenler, kalıtımın yalnızca genelde germ plâzması, özelde ise genlere bağlı olduğunu varsayıyorlardı. Bu nedenle, organizmanın çevreye tepki olarak

kazandığı karakteristikler kalıtsal olarak aktarılıyorsa, germ plâzması ya da genler de belirli değişimlerden geçmek zorunda olacaktı. Lamarck karşıtları bu tip değişimlerin imkânsız değilse bile, son derece olanak dışı göründüğünü vurgulamışlardı. Lamarckçıların kendileri bile bu değişimlerin meydana gelebileceği akla yakın herhangi bir mekanizma öneremiyorlardı.

Diğer yandan, Lamarck'ın kuramı hayvanlarda ve bitkilerde kalıtsal adaptasyonlarla ilgili akla yakın bir açıklama getirir gibi görünüyordu. Örneğin, develerin dizlerinde nasırlar (kallositeler) vardır. Bunların develer diz çökerken derinin aşınmasına bir tepki olarak nasıl kazanıldığını anlamak kolaydır. Ancak yavru develer de bu nasırlarla doğar. Bu tip gerçekler, kazanılmış özellikler bir şekilde kalıtsal oluyorsa, akıllıca bir anlam kazanacaklardır.

Bununla birlikte, Mendelciler bu olasılığı reddeder ve rastgele mutasyon çerçevesinde başka bir yorum ileri sürerler: Söz konusu kazanılmış özelliklere sahip organizmalar doğal ayıklanma yoluyla kayırılıyorsa, bunların kazanılmasına gerek olmaksızın aynı karakteristikleri üretecek şekilde meydana gelen rastgele mutasyonlar da doğal ayıklanma yoluyla kayırılacak, böylelikle de bu karakteristikler kalıtsal olacaktır. Kazanılmış karakteristiklerin kalıtımıyla ilgili bu hipotetik simülasyon, adını bunu ilk öne süren evrim kuramcılarından biri olan Baldwin'den alarak, kimi zaman Baldwin etkisi olarak adlandırılır.[6]

Yirminci yüzyılın başlarında, onlarca bilim adamı çeşitli hayvan ve bitki türlerinde kazanılmış karakteristiklerin kalıtımını kanıtladıklarını iddia etmişti.[7] Lamarck karşıtları da Weismann'ın, peş peşe 22 kuşak boyunca farelerin kuyruklarını kestiği ve bunların yavrularının hâlâ kuyruklu doğduklarını bulduğu ünlü deneyini tekrar tekrar aktararak karşı örneklerle buna yanıt verdiler. Başka bir sav ise, birçok kuşağın sünnet edilmesinden sonra Yahudilerin hâlâ sünnet derisiyle doğdukları gerçeğine dikkat çekiyordu.

Önde gelen Lamarckçılardan biri olan P. Kammerer'in, 1926'da, intihar etmesinin ardından, Mendelcilik Batıda neredeyse meydan okunmayan bir kabul olarak yerleşti.[8] Bu arada, Sovyetler Birliği'nde, T. D. Lysenko'nun öncülüğünde, kazanılmış karakteristiklerin kalıtımına inananlar, 1930'larda biyolojik kurumların kontrolünü elde ettiler ve 1964'e kadar egemen kaldılar. Bu dönem boyunca, Mendelci rakiplerinin birçoğuna acımasızca eziyet edildi.[9] Bu kutuplaşma her iki tarafta da kötülük ve dogmatizm yarattı.

Bununla birlikte, artık kazanılmış karakteristiklerin gerçekten kalıtsal olarak aktarılabileceği konusunda sağlam kanıtlar bulunmaktadır; sorun bir yorum sorunu olmuştur. Önemli bir deney dizisinde, C. H. Waddington yaban tipi meyve sineği popülasyonlarının yumurta ya da pupalarını, sineklerden bazılarının anormal bir şekilde gelişmelerine neden olacak biçimde, eter dumanına ya da yüksek sıcaklık derecelerine maruz tuttu.[10] Sonraki kuşak bu anormal sineklerden üretildi ve yumurtalar ya da pupalar yine çevresel strese maruz bırakıldı; yine anormal sinekler seçildi ve üretildi; bu şekilde devam edildi. Peş peşe gelen kuşaklarda, anormal sinek oranı arttı. Belli sayıda kuşaktan sonra (bazı durumlarda 14, bazılarında 20 ve üstü), anormal sineklerin yavruları çevresel stres olmaksızın normal bir çevrede yetiştirildiğinde, bu sineklerinin bazıları hâlâ karakteristik anormallikler geliştirdi. Ayrıca, bu anormallikler, normal koşullar altında yetişen soylarında da görülmeye devam etti. Waddington'un sözcükleriyle: "Bütün bu deneyler, seçim belli bir anormal çevrede kazanılmış bir karakterin olması için gerçekleşiyorsa, bunun sonucu olarak seçilen soyların da normal çevreye aktarıldıklarında bu karakteri sergilemeye eğilimli olduklarını kanıtlamaktadır."[11]

Waddington anormal sineklerdeki değişikliğe uğramış yapılardan bazı fiziksel ya da kimyasal etkilerin genlerinde kalıtsal olarak aktarılabilir değişikliklere yol açmış olabileceği olasılığı üzerinde durmuştu,[12] ancak moleküler biyolojinin bulguları bu

tip herhangi bir mekanizmayı son derece imkânsız gösterdiği için, bu düşünceden vazgeçmişti.[13] Son yorumu, hem anormal şekilde gelişerek çevresel strese tepki vermeye yönelik genetik potansiyel için seçimin oynadığı rolü hem de değişikliğe uğramış morfogenezle uğraşan "gelişimin kanalizasyonu"nu vurguluyordu. "Biraz pitoresk bir dil kullanmak gerekirse, seçimin yalnızca bir eşiği aşağı çekmekle kalmadığı, aynı zamanda gelişmekte olan sistemin bir kez bu eşiği aştıktan sonra hangi yönde ilerleyebileceğini belirlediği de söylenebilir."[14] Waddington, yönelmiş, kanalize gelişim fikrini ifade etmek için kreod sözcüğünü kendisi türetmiştir. Bir kreod tarafından alınan yönün belirlenmesini onun "ayarlanması" çerçevesinde düşünmüştür. Ancak, bir şekilde genlerin seçimine bağlı olduklarına dair belirsiz önerilerde bulunmak dışında, bu kanalizasyonun ya da "ayarlamanın" nasıl meydana geldiğini açıklayamamıştır.[15]

Biçimlendirici nedensellik hipotezi Waddington'un yorumunu tamamlamaktadır: kreodlar ve yöneldikleri son biçimler, önceki benzer organizmalardan gelen morfik rezonansa bağlıdır; Waddington'un incelediği türdeki "kazanılmış karakteristiklerin kalıtımı" hem genetik seçime hem de gelişimlerinin anormal çevrelere tepki olarak değişikliğe uğradığı organizmalardan gelen morfik rezonanstan kaynaklanan doğrudan bir etkiye bağlıdır.

Genelde, çevresel ya da genetik faktörlerce değişikliğe uğratılan morfogenez yolları, morfik rezonans yoluyla, sonradan gelen benzer organizmalardaki benzer morfogenez süreçlerini kanalize etme ve kararlı hâle getirme eğilimi gösterecektir. Bu etkinin gücü rezonansın spesifikliğine ve morfogenezi değişikliğe uğramış olan önceki benzer organizmaların sayısına bağlı olacaktır; değişiklikler doğal ya da yapay seçimle kayırılıyorsa, bu sayı yüksek, değilse küçük olma eğiliminde olacaktır.

Tam anlamıyla oluşmuş yapıların mutilasyonları, rejenerasyon yapmadıkça, morfogenez yollarını değiştirmeyecektir. Bu

nedenle, rejenerasyon göstermeyen yapıların mutilasyonlarının, sonraki organizmaların gelişiminde etkisi olması beklenmeyecektir. Bu sonuç, farelerin kuyruklarının kesilmesi ve Yahudilerin sünnetinin önemli hiçbir kalıtsal etkisi olmadığı yönündeki bulgularla uyum içindedir.

Notlar

1 Morata ve Lawrence (1977).

2 Snoad (1974).

3 Fisher (1930).

4 Haldane (1939).

5 Serra (1966).

6 Baldwin (1902).

7 Daha fazla kanıt için Semon (1912) ve Kammerer (1924) tarafından derlenmiştir.

8 Koestler (1971).

9 Medvedev (1969).

10 Bu deneyleri anlatan makaleler Waddington (1975)'de uygun bir şekilde bir araya getirilmiştir.

11 a.g.e., s.65.

12 Waddington (1957).

13 Koestler ve Smythies (editörler) (1969), s. 382-391'de geçen C. H. Waddington ve A. Koestler arasındaki tartışmaya bakınız.

14 Waddington (1975), s.87.

15 a.g.e., s.87-88.

8 Biyolojik Biçimlerin Evrimi

8.1 Yeni-Darwinci Evrim Kuramı

Geçmişteki evrimin ayrıntıları konusunda gerçekte çok az şey biliniyor, belki de çok az şey bilinebilecektir. Evrim bugün için kolaylıkla gözlemlenebilir bir şey değildir. Milyonlarca yılla ölçülen bir zaman ölçeğinde bile, yeni türlerin ortaya çıkışı nadir, cinsler, familyalar ve takımlarınki ise çok daha seyrek karşılaşılan bir durumdur. Son yüzyıl boyunca gerçekten gözlemlenen evrimsel değişimler, genel olarak, yapılanmış türler içinde yeni varyete ya da ırkların gelişimiyle ilgilidir. Belgelenmiş en iyi örnekler, endüstriyel kirliliğin, kuruldukları yerlerde siyahlaşmaya neden olduğu bölgelerde bulunan birkaç Avrupa güvesinin koyu renkli ırklarının ortaya çıkışıdır. Koyu renkli mutantlar, kendilerini daha iyi kamufle ettikleri, bu yüzden de kuşlar tarafından avlanmaya daha az maruz kaldıkları için doğal ayıklanma tarafından kayırılırlar.

Bu tip doğrudan kanıtların çok az olması ve deneysel araştırma yapma olasılığının düşüklüğü yüzünden, evrimin mekanizmasıyla ilgili herhangi bir yorumun spekülâtif olması neredeyse kesindir: Ayrıntılı gerçeklerle zorlanmamış olduğu için, büyük ölçüde, kalıtımın doğası ve kalıtsal olarak aktarılabilir değişimlerin kaynakları hakkında başlangıçtaki varsayımlarının inceden inceye işlenmesinden oluşacaktır.

Bu geleneksel mekanistik yorum yeni-Darwinci kuram tarafından getirilmektedir; yeni-Darwinci kuram orijinal Darwin

kuramından iki önemli noktada ayrılmaktadır: Birincisi, kalıtımın genler ve kromozomlar çerçevesinde açıklanabileceğini, ikinci olarak da kalıtsal olarak aktarılabilir değişkenliğin temel kaynağının genetik materyalin rastgele mutasyonu olduğunu varsaymaktadır. Bu kuramın başlıca özellikleri şu şekilde özetlenebilir:

(i) Mutasyonlar rastgele olur.

(ii) Genler, eşeysel üreme, yani kromozomların "krosingover"i ve kromozom yapısındaki değişiklikler yoluyla yeniden birleşir. Bu süreçler yeni etkilere neden olabilen yeni gen permütasyonları üretir.

(iii) Uygun bir mutasyonun yayılmasının, küçük popülasyonlarda, karşılıklı üreyen büyük popülasyonlara kıyasla daha hızlı olması mümkündür. Büyük dalgalanmalar geçiren küçük ya da orta büyüklükteki popülasyonlarda, mutant genler, doğal ayıklanmanın bir sonucu olmaktan çok, "genetik sürüklenme" yoluyla rastgele kaybolur ya da korunurlar.

(iv) Doğal ayıklanma zararlı etkileri olan mutant genleri yok etme eğilimi gösterir. Seçim araçları, predatörleri (yırtıcı hayvan); parazit ve bulaşıcı hastalıkları; yer, besin vb. için rekabeti; iklimsel ve mikro iklimsel koşulları ve eşeysel seçimi içerir.

(v) Yeni seçim baskıları, çevre koşulları ve organizmaların kendi davranış örüntülerindeki değişikliklerin bir sonucu olarak ortaya çıkar.

(vi) Popülasyonlar coğrafî ya da ekolojik olarak ya da herhangi bir nedenden ötürü ayrılacak olurlarsa, bunların farklı bir evrim geçirmeleri olasıdır.

(vii) Özellikle bitki âleminde, genellikle kısır olmalarına rağmen, kimi zaman poliploidinin bir sonucu olarak verimli olan türler arası melezlerden yeni türler ortaya çıkabilir.

Bu yeni-Darwinci kuramın temel özelliklerinden bazılarının kuramsal popülasyon genetiği alanında matematiksel olarak ayrıntılarına inilmiştir. Matematiksel modeller oluşturmak için, genellikle, kolay anlaşılabilirlik adına, genlerin (gerçekte kromozomlarla birbirine bağlı durumda olmalarına ve diğer genlerle etkileri açısından etkileşmelerine rağmen) birbirinden ayrı bir şekilde seçime maruz kaldıkları varsayılmıştır. Bu durumda, seçim baskıları, mutasyon oranları ve popülasyon büyüklüklerine sayısal değerler vererek, belli bir sayıda kuşakta gen frekansında görülen değişiklikler üzerinde çalışılabilecektir. Bu yöntemler, morfolojik karakterler ve içgüdülerin tek tek genler ya da genlerin kombinasyonlarınca belirlendiği varsayılarak evrimin her yönünü kapsayacak şekilde genişletilmiştir.[1]

Yeni-Darwinci kuramcıların büyük çoğunluğu, uzun zaman dönemleri boyunca doğal ayıklanmanın etkisi altındaki birbirinden uzaklaşan evrimin yalnızca yeni ırklar, varyeteler ve alt türlerin değil, aynı zamanda yeni türler, cinsler, familyalar, takımlar ve dalların da gelişmesine yol açacağını varsaymaktadır.[2] Bu görüş sözü edilen üst taksonomik bölümler arasındaki farklılıkların, yavaş yavaş transformasyonlarla ortaya çıkması için çok büyük oldukları temelinde tartışılmıştır; her şey bir yana, organizmalar çoğunlukla kromozom sayıları ve yapıları açısından farklılıklar gösterir. Birkaç yazar, bu büyük ölçekli evrimsel değişimlerin makromutasyonların bir sonucu olarak birdenbire oluştuğunu ileri sürmüştür. Yapılarının transformasyona uğratıldığı, yeniden kopyalandığı ve bastırıldığı canavarımsı hayvan ve bitkiler, bu tip anî değişikliklerle ilgili günümüz örneklerini ortaya koyarlar. Evrim sırasında zaman zaman "ümit verici ca-

navarlar" varlıklarını sürdürmüş ve üremiş olabilirler.[3] Bu görüşten yana olan savlardan biri, seçim baskısı altındaki yavaş yavaş değişimlerin kesin bir adaptif değeri olan biçimler ortaya çıkarması gerekirken (belki "genetik sürüklenme"ye bağlı olan küçük popülasyonlar dışında), makro-mutasyonların, yalnızca olumlu bir şekilde zararlıysa doğal seçim tarafından ayıklanacak olan görünürde gereksiz her çeşit büyük ölçekli değişikliği ortaya çıkaracağıdır; bu düşünce canlı organizmaların şaşılacak derecedeki çeşitliliğini de açıklamaya yardımcı olacaktır.[4]

Bu yazarlar anî büyük değişimlerin önemini vurgulamalarına rağmen, bir bütün olarak evrimin, yalnızca, doğal ayıklanmayla birlikte rastgele mutasyonlara ve genetik kalıtıma bağlı olduğu yönündeki geleneksel varsayıma katılmıyor değillerdir.

Daha köktenci eleştirmenler ise, doğal ayıklanmanın yalnızca, bu işi yapmaya yetecek derecede uyum sağlamışlarsa organizmaların varlığını sürdürmesi ve üremesine olanak tanıyacağı kabul edilse bile, bütün adaptif yapıların ve canlı organizmaların içgüdülerinin bütünüyle şans eseri ortaya çıkmış olabileceği düşüncesinin akla yatkın olmadığını iddia ederek, bu temel ilkelerin kendilerine karşı çıkarlar. Ayrıca, oldukça benzer morfolojik karakterlerin farklı taksonomik gruplarda birbirinden ayrı olarak ortaya çıktığı paralel ve birbirine yaklaşan evrimin bazı örneklerinin, paralel seçim baskıları kabul edilse bile, evrimde bazı bilinmeyen faktörlerin işlediğini gösterdiğini savunmaktadırlar. Son olarak, bazıları da bir bütün olarak evrimin tamamen amaçsız olduğu şeklindeki dolaylı ya da açık mekanistik varsayımlara karşı çıkmaktadırlar.[5]

Evrim sürecinde herhangi bir yaratıcı araç ya da amaç olduğuna yönelik metafiziksel inkâr, mekanistik kuramın oldukça yakından ilişkisinin bulunduğu materyalizm felsefesinden çıkmaktadır.[6] Ancak, bilimsel ve metafizik konular umutsuz bir şekilde karıştırılmadıkça, ampirik bilimin sınırlı bağlamı çerçevesinde, yeni-Darwinci kuram metafizik bir dogma değil, bilimsel

bir hipotez olarak ele alınmalıdır. Aslında, bu kurama kanıtlanmış gözüyle bakılamaz: En iyi hâliyle, genetik kalıtım ve mutasyonların rastgeleliği konusundaki varsayımlarının temelinde evrim süreciyle ilgili akla yakın bir yorum sunmaktadır.

Biçimlendirici nedensellik hipotezi, kalıtımın yeni bir ışık altında görülebilmesini sağlamakta, bu nedenle de oldukça farklı bir evrim yorumu getirmektedir. Ancak, genetik mutasyonların rastgele olduğu şeklindeki yeni-Darwinci varsayımla anlaşmakla birlikte, materyalizmin metafiziğini ne doğrular ne de reddeder (Kısım 8.7).

8.2 Mutasyonlar

Organizmalar kuşaklar boyu aynı çevrede gelişse ve döllerine özdeş gen ve kromozomlar geçirseydi, genetik kalıtım ve morfik rezonansın bileşik etkisi aynı eski biçimlerin sonsuz yinelenmesine yol açmış olurdu. Ancak, gerçekte, değişimler organizmalara hem genetik mutasyon yoluyla içeriden, hem de çevredeki değişimler yoluyla dışarıdan yüklenmektedir.

Mutasyonlar, genlerin ya da kromozomların yapısında meydana gelen rastlantısal değişimlerdir ve probabilistik olaylara bağlı olduğu için, kendi başlarına uygulamada olduğu kadar ilke olarak da öngörülebilir değildir. Bunların yeni-Darwinci kuramın varsaydığı gibi rastgele oldukları konusunda kuşku duymaya hiçbir neden yok gibi görünmektedir.

Birçok mutasyonun öldürücü olacak derecede zararlı etkileri vardır. Ancak daha az zararlı olanların bazıları, morfogenez yollarındaki niceliksel etkileri aracılığıyla morfogenezi etkiler ve normal biçimlerin varyantlarına yol açar (Kısım 7.3); bazıları da bütün morfogenez yolunu kapayacak ya da başka bir yolla değiştirecek şekilde morfogenetik germleri etkiler (Kısım 7.2).

Mutasyonların doğal ayıklanmanın kayırdığı değişimlere yol açtığı bu nadir durumlarda, yeni-Darwinci kurama uygun

olarak, yalnızca popülasyondaki mutant genlerin oranı artma eğilimi göstermekle kalmayacak, yanı sıra artan sayıda organizmada yeni morfogenez yollarının yinelenmesi yeni kreodları destekleyecektir: bir türün yalnızca "gen havuzları" değil, aynı zamanda morfogenetik alanları da doğal ayıklanmanın bir sonucu olarak değişecek ve evrim geçirecektir.

8.3 Kreodların Birbirinden Uzaklaşması

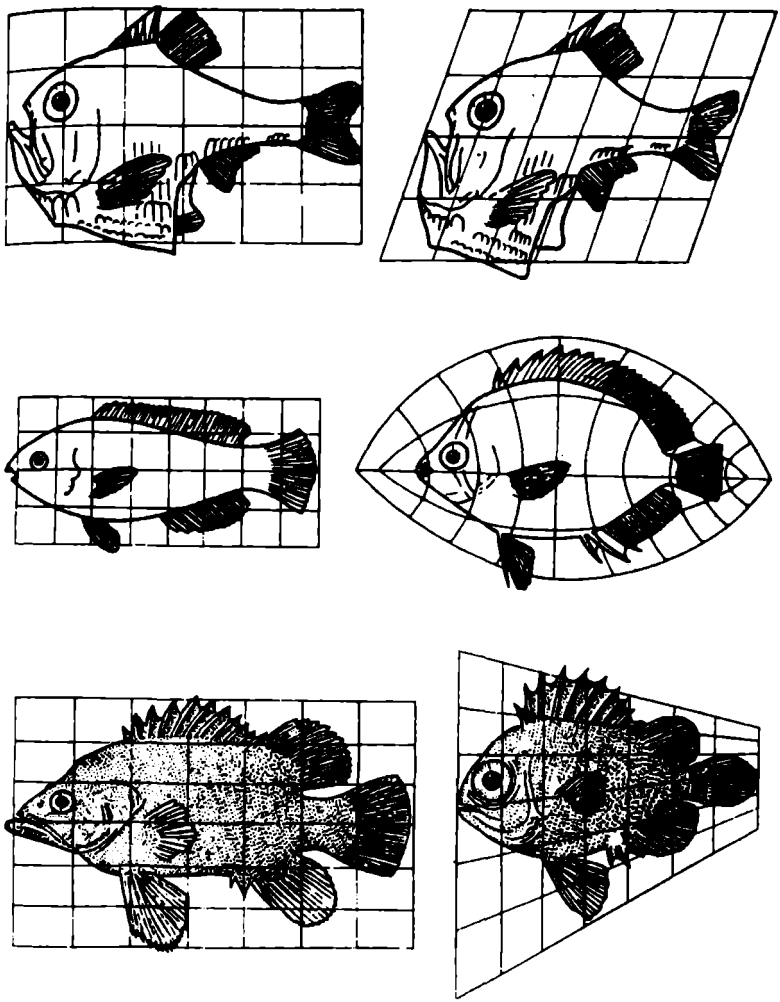
Bir mutasyon ya da çevresel bir değişiklik, nispeten erken bir evrede normal morfogenez yolunu bozarsa, sistem regülasyon gösterebilir ve bu aksamaya rağmen normal bir son biçim üretecek şekilde devam edebilir. Bu süreç kuşaklar boyu yinelenirse, kreodik sapma morfik rezonans yoluyla kararlı bir hâle getirilecektir; bunun sonucu olarak da bir türe ait bütün bir ırk ya da varyete, hâlâ olağan yetişkin biçimiyle sonuçlanan anormal bir morfogenez yolunu izlemeye başlayacaktır. Aslında, gelişimde geçici sapmalar olarak adlandırılan bu tip birçok durum tanımlanmıştır. Örneğin, *Prorhynchnus stagnitilis* türbelar solucanında, yumurta hücreleri spiral ya da radyal bir tarzda bölünür ve gelişmekte olan embriyolar vitellüste ya da yüzeyinde büyürler. İlk embriyolojideki bu farklılıklara bağlı olarak, organların bazıları farklı sıralarda oluşur; yine de yetişkin hayvanlar özdeş olur. *Nereis* yassı solucanının tek bir türünde ise, oldukça farklı iki tip larva üretilir; ama bunların her ikisi de aynı yetişkin biçimi alır.[7] Bu tip bazı durumlarda, geçici sapmalar, örneğin larval yaşam koşullarına, adaptif olabilir, ancak büyük çoğunluğunda hiçbir görünür nedenden ötürü meydana gelmez.

Kreodların bu birbirinden uzaklaşmalarının evrimsel açıdan daha büyük önem taşıyanları, regülasyon yoluyla tam olarak düzeltilmeyen, bu nedenle de varyant bir son biçime yol açanlarıdır. Gelişim yolundaki bu tip değişimler, mutasyonların (Karşılaştırınız: Kısım 7.3) ya da olağandışı çevre koşullarının

(karşılaştırınız: Kısım 7.6) bir sonucu olarak ortaya çıkabilecektir. Değişmemiş bir çevrede meydana gelen mutasyon durumunda, sapma gösteren son biçim seçim açısından bir avantaja sahipse, mutant genler popülasyon içinde frekans olarak artış gösterecek, ayrıca yeni kreod da morfik rezonans yoluyla giderek desteklenecektir. Olağandışı çevre koşullarına tepki olarak ortaya çıkan varyant biçimin seçim açısından avantaj taşıdığı daha karmaşık bir durumda ise, yeni kreod önceki gibi desteklenecek, aynı zamanda seçim de bu şekilde tepki vermeye yönelik genetik kapasitesi olan organizmaların seçilmesi yönünde işleyecektir (Karşılaştırınız: Waddington'un meyve sinekleri üzerindeki deneyleri, Kısım 7.7). Bu yüzden kazanılmış karakteristikler bir genetik seçim ve morfik rezonans bileşimi aracılığıyla kalıtsal olacaktır.

Doğal koşullar altında, farklı seçim baskılarının, bir türün coğrafî ya da ekolojik olarak izole edilmiş popülasyonları üzerinde işleyişi, bunların hem "gen havuzları" hem de kreodlarının birbirinden uzaklaşmasıyla sonuçlanacaktır. Sayısız hayvan ve bitki türü, aslında, genetik ve morfolojik olarak farklı ırklar ve varyeteler hâlinde birbirinden uzaklaşmıştır; evcil hayvanlar ve kültür bitkileri iyi bilinen örnekler sunmaktadır.[8] Örneğin, Afgan tazısından Pekin köpeğine dek uzanan şaşırtıcı ölçüde farklı köpek cinslerini düşünün.

Bazı durumlarda, morfolojik birbirinden uzaklaşma, diğerleri nispeten etkilenmeden kalırken, yalnızca belirli bir yapı ya da küçük bir yapı grubunu etkiler. Örneğin, *Belone acus* (zargana) balığında, gelişimin ilk evrelerinde çeneler ilgili bazı türlerin çenelerine benzer, ancak daha sonra son derece uzamış bir burun hâlinde gelişir.[9] Birçok yapısal abartı, örneğin geyiklerin boynuzları, eşeysel seçimin etkisi altında evrimleşmiştir. Çiçeklerde de farklı bileşen bölümlerin birbirinden uzaklaşan gelişimiyle ilgili binlerce örnek bulunmaktadır: Örneğin, farklı orkide türlerinde taç yaprakların değişikliklerini karşılaştırın.



Şekil 20: Farklı balık türlerinin biçimlerinin karşılaştırılması. (Thompson, 1942'den, Cambridge University Press'in izniyle alınmıştır).

Bazı durumlarda ise, birçok farklı yapının biçimi karşılıklı ilişki hâlinde değişmiştir. Aslında, biçimler özellikle tekbiçimli ve uyumlu bir şekilde değişiyorsa, bunlar, Sir D'arcy

Thompson'un *Büyüme ve Biçim Üzerine* adlı denemesinin "Transformasyonların Kuramı, ya da İlişkili Türlerin Karşılaştırması" başlıklı bölümünde gösterdiği gibi, üst üste bindirilmiş koordinatların sistematik bozulmasıyla diyagramatik olarak karşılaştırılabilirler (Şekil 20).

Bu tip evrimsel değişimler, zaten varolan morfogenetik alanlar bağlamı çerçevesinde meydana gelmektedir. Bunlar belirli temalar üzerinde değişiklikler üretirler. Ancak bu temaları kendi başlarına açıklayamazlar. Thompson'un sözleriyle:

> "Herhangi bir basit ve mantıklı deformasyon ya da temel ilkelere indirgeme dışında herhangi bir yolla, bir omurgasızı omurgalıya ya da bir sölenteri bir solucana transforme edemeyiz. Belirli akrabalık ve yakınlık sınırları ya da dereceleri içindeki hayvanların benzerliklerine yönelik emin bir kılavuz olarak güvendiğimiz biçimlendirici benzerlikten gördüğümüz yardım, diğer bazı belirli koşullarda kesilir, çünkü belirli koşullar altında onun da varolma durumu biter. Geometrik benzeşimlerimiz, Darwin'in küçük, sonsuz, sürekli değişiklik kavramına karşı büyük ölçüde ağır basmaktadır; bunlar sürekli olmayan değişikliklerin doğal bir şey olduğunu, ... zaman zaman anî değişimlerin olması ve yeni "tipler"in ortaya çıkmasının az çok kesin olduğunu göstermeye yardımcı olur."10

8.4 Kreodların Bastırılması

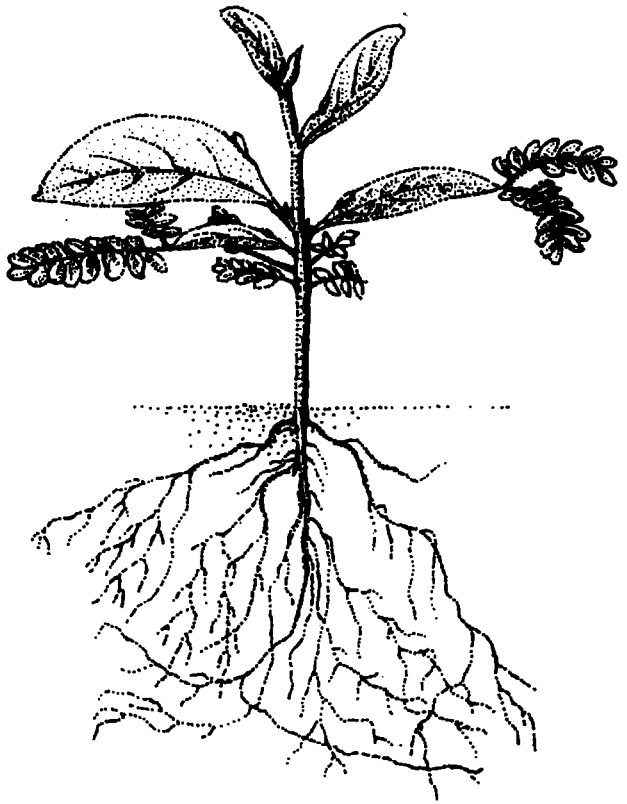
Varolan morfogenetik alanlar içindeki kreodların birbirinden uzaklaşması sürekli ya da niceliksel biçim değişikliklerine olanak tanırken, kreodların bastırılması ya da bir kreodun başkasıy-

la yer değiştirmesini içeren gelişimsel değişimler niteliksel süreksizliklerle sonuçlanır. Biçimlendirici nedensellik hipotezine göre, bu etkilere morfogenetik germlerde değişikliğe yol açan mutasyonlar ya da çevresel faktörler neden olur (Kısım 7.2). Şekil 18'de gösterilen, yaprakçıkların tendrillerin yerini aldığı mutant bezelye yaprakları ve Şekil 17'de gösterilen *Drosophila*'nın "bitoraks" mutantı birer örnektir.

Bu tip değişimler evrim boyunca olasılıkla sık sık ortaya çıkmıştır. Örneğin, belirli *akasya* türlerinde yapraklar bastırılmış, bunların rollerini yassılaşmış yaprak-sapları üstlenmiştir. Bu süreç, ilk oluşan yaprakların tipik bir şekilde tüysü oldukları fidelerde gerçekten görülebilir (Şekil 21). Kaktüs familyası üyelerinde ise, yapraklar yerini dikenlere bırakmıştır. Böcekler arasında, neredeyse her takımda, kanatların, belli parazit sineklerde olduğu gibi her iki eşeyde ya da ateş böceği olarak bilinen dişi kınkanatlılarda olduğu gibi yalnızca tek bir eşeyde bastırıldığı türler bulunmaktadır. Karıncalarda ise dişi larvalar, besinlerinin kimyasal yapısına bağlı olarak, kanatlı kraliçe ya da kanatsız işçiler hâlini alır.

Bazı türlerde, olgunlaşmamış biçimler eşeysel olarak olgundur ve yetişkinin karakteristik yapısını oluşturmaksızın, sanki kısa devre yapar gibi, üreyebilirler. Larval karakteristiklerini yitirmeksizin tam büyüklüğe ulaşan ve eşeysel olarak olgun hâle gelen iribaş kaplan semenderi, aksolotl bu konuda klâsik bir örnektir. Aksolotllara tiroit hormonu verilecek olursa, hava soluyan yetişkin biçim hâlinde başkalaşım (metamorfoz) gösterecek ve sudan karaya çıkacaktır.

Kreodların bastırılmasıyla ilgili en uç örnekler, bazılarının, ilgili serbest-yaşayan biçimlerin neredeyse bütün yapı karakteristiklerini yitirdiği parazitler arasında görülmektedir.



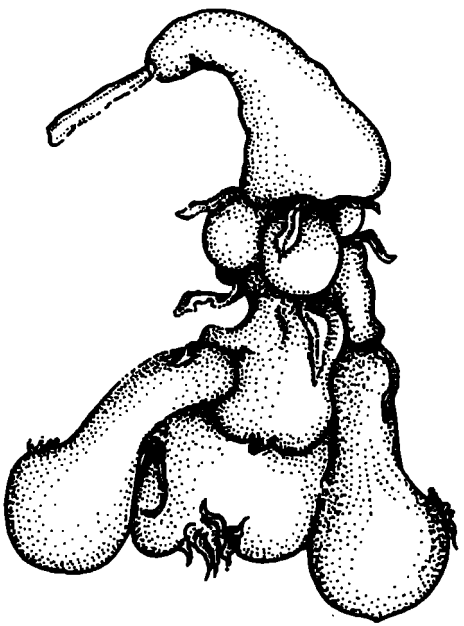
Şekil 21: Bir Akasya türünün fidesi. (Goebel"den, 1898).

8.5 Kreodların Yinelenmesi

Bütün çok hücreli organizmalarda, bazı yapılar birkaç kere ya da çok sayıda yinelenir: Hydra'nın dokunaçları, denizyıldızının kolları, kırkayakların bacakları, kuşların tüyleri, ağaçların yaprakları vb. Daha sonra ise, yinelenen yapısal birimlerden birçok organ meydana gelir: böbrek tübülleri, meyve bölümleri gibi. Üstelik elbette mikroskobik düzeyde, dokular birkaç temel hücre tipinin binlerce, hatta milyonlarca kopyasını içermektedir.

Mutasyonlar ya da çevresel değişimlerin bir sonucu olarak, gelişmekte olan organizmalarda fazladan morfogenetik germler oluşursa, bu durumda belirli yapılar da olağandan daha çok yinelenebilir. Fazladan taç yaprak içeren "çift" çiçekli olanlar, bahçecilik alanında iyi bilinen bir örnektir. İnsan bebekleri de kimi zaman fazladan el ya da ayak parmaklarıyla doğar. Teratolojideki standart metinlerde, çift başlı buzağılardan, çoklu devasa armutlara dek, anormal bir şekilde yinelenen yapılarla ilgili birçok örnek bulunabilir (Şekil 22).

Bu fazladan yapılar gelişirken, organizmanın geri kalanıyla az çok tam olarak birleşecek şekilde regülasyon meydana gelir: Örneğin, çift çiçeklerde fazladan taç yaprakların normal vasküler bağlantıları vardır, fazladan el ve ayak parmakları da uygun bir kan dolaşımı ve sinir yapısına sahiptir.



Şekil 22: Anormal bir armut (Masters, 1869)

Yeni tip hayvan ve bitkilerin evriminde temel bir rol oynamış olmaları gereken yapısal birimlerin yinelenmesi olayı, varolan organizmalar içindeki yapısal yinelenmelerden de bellidir. Üstelik, hayvan ve bitkilerin şu an birbirinden farklı olan birçok yapısı orijinal olarak benzer birimlerden evrimleşmiş olabilir. Örneğin, böceklerin, her birinin bacak benzeri bir çift uzantı taşıdığı az çok özdeş bir bölüt dizisi olan ilkel kırkayaklara benzeyen yaratıklardan evrimleştiklerine inanılmaktadır. Ön uçtaki bölütlerde bulunan bu uzantılar ağız parçalarını ve antenleri ortaya çıkarmış, diğer yandan bölütlerin kendileri de kafayı oluşturacak biçimde birleşmiş olabilir. Kuyruk ucunda da uzantıların bazıları çiftleşme ve yumurtaların manipülasyonuyla ilgili yapılar ortaya çıkaracak biçimde değişikliğe uğramış olabilir. Abdominal bölütlerde, uzantılar bastırılmış, üç torakik bölütte ise korunmuş ve şimdiki böcek bacakları hâlinde evrimleşmiştir.[11]

Köken olarak benzer kreodların bu tip birbirinden uzaklaşması, yalnızca bölütsel morfogenetik germler yapıları açısından birbirinden farklılaşmışsa mümkün olabilecektir; aksi durumda bunların hepsi morfik rezonans yoluyla aynı morfogenetik alanlarla ilişkili olmaya devam etmek durumunda olacaktır. Modern bir böcekte bile, bölütsel primordiyumların bu çeşitlenmesi embriyolojinin ilk evreleri süresince oluşmamışsa, bölütler arasındaki normal farklılıklar yitirilmiş olacaktır. Aslında, "bitoraks" gen kompleksindeki mutasyonların bir sonucu olarak Drosophila meyve sineğinde meydana gelen şey de tam anlamıyla budur; bazı mutasyonlar üçüncü torakik bölüt yapılarını ikincininkilere transforme etmiştir, bu yüzden sineğin bir yerine iki çift kanadı vardır (Şekil 17); bazı mutasyonlar da abdominal bölütleri, bacakları taşıyan torakik tipte bölütlere transforme etmiştir; bazı mutasyonların ise ters etkisi vardır, torakik bölütleri abdominal tipte bölütlere transforme etmiştir.[12]

8.6 Diğer Türlerin Etkisi

Hayvan ve bitki üreticileri uzun zaman önce kültür varyetelerinin zaman zaman atasal yaban tipine benzeyen döller ürettiklerini fark etmişlerdir. Üstelik, iki farklı kültür varyetesi çaprazlandığında, döllerin karakterleri kimi zaman iki ana-baba tipine de değil, bunların yaban atalarına benzemiştir. Bu olguya "reversiyon" (iki veya daha fazla kuşak boyunca görülmemiş olan ilkel özelliklerin yeniden belirmesi) ya da "atavizm" denir.

Evrimsel bir bağlamda, belirli tür morfolojik anormallikler, benzer şekilde, az çok uzak ata türlerinin gelişim örüntülerine reversiyonlar olarak da düşünülebilir. Örneğin, Drosophila'nın "bitoraks" mutantlarında iki çift kanadın anormal oluşumu (Şekil 17), bu sineklerin dört kanatlı atalarının gelişim karakteristiği tipine bir "geri dönüş" olarak yorumlanmıştır.[14] Teratolojik literatürde varsayılan atavizmle ilgili birçok örnek bulunabilir.[15] Elbette, bu tip yorumlar yalnızca spekülâtif olabilir, ama gerçek payı çok az olan şeyler olmaları da gerekmez. Mutasyonlar ya da anormal çevre faktörleri, benzer morfogenetik sonuçları olan, atasal tiplere benzeyen embriyonik dokulardaki içsel koşulları oluşturabilirler.

Pek çok bitki ve hayvanda, kromozomal DNA'nın yalnızca küçük bir oranı, belki de yüzde beşten daha azı, organizmaların proteinlerini kodlayan genleri içermektedir. DNA'nın büyük kısmının işlevi ise bilinmemektedir. Belli bir kısmı protein sentezi kontrolünde bir rol oynuyor olabilir; bir kısmının kromozomlarda yapısal bir rolü olabilir; bir kısmı da artık ifade edilmeyen "fazlalık" atasal genlerden oluşmuş olabilir. Bir mutasyon -örneğin, kromozom yapısının yeniden düzenlenmesine bağlı olan bir mutasyon- bu tip "gizil" genlerin ifade edilmesine yol açarsa, bazı durumlarda uzun süre önce kaybolmuş yapıların yeniden ortaya çıkışıyla sonuçlanarak, uzak ataların protein karakteristiklerini birdenbire yeniden üretilebilir.[16]

Biçimlendirici nedensellik hipotezi açısından, bu tip herhangi bir değişim, bir morfogenetik germin atasal türlerinkine benzeyen bir yapı ve titreşim örüntüsü almasına yol açarsa, milyonlarca yıl önce soyu tükenmiş olsa bile, bu türün bir morfogenetik alanının etkisi altına girebilecektir. Üstelik, bu etki atasal tiplerle sınırlanmak zorunda değildir. Mutasyonun sonucu olarak (ya da başka herhangi bir nedenden ötürü) gelişmekte olan bir organizmadaki bir germ yapısı, varolan ya da soyu tükenmiş diğer herhangi bir türdeki bir morfogenetik germe yeterince benziyorsa, bu diğer türün kreod karakteristiğine "ayarlanacaktır." Hücreler de uygun proteinleri sentezleme yetisine sahipse, bu durumda sistem gerçekten onun etkisi altında gelişecektir.

Evrim boyunca, yakından ilişkili yapılar kimi zaman az çok uzak bir şekilde ilişkili soylarda oldukça bağımsız olarak ortaya çıkmış gibi görünmektedir. Örneğin, Akdeniz kuru bölge salyangozları arasında, genitalyalarıyla tanınabilir olan, başarılı bir şekilde farklılaşmış cinslere ait türlerin, neredeyse özdeş şekil ve yapılara sahip kabukları vardır; amonit fosil cinsleri yinelenen, paralel, omurga şeklinde ve yivli kabuk gelişimi gösterir; benzer ya da özdeş kanat örüntüleri oldukça farklı kelebek familyalarında da görülmektedir.

Bir mutasyon bir organizmanın başka bir türün kreodlarına "ayarlanması", bunun sonucu olarak da diğer türlerin yapı karakteristiklerinin gelişmesiyle sonuçlanırsa, bu yapılar varlıklarını sürdürme şanslarını indirgediğinde, doğal ayıklanma tarafından kısa bir süre sonra yok edilecektir. Diğer yandan, doğal ayıklanma tarafından kayırılırlarsa, popülasyondaki bu tip organizmaların oranı artma eğilimi gösterecektir. Aslında, bunun artışını kayıran seçim baskıları diğer türlerdeki bu belirli karakterin orijinal evrimini kayıran baskılara benzeyebilir. Kimi zaman yapısal benzerlik kendi hatırına bile kayrılabilir, çünkü kesin olarak organizmanın diğer türün üyelerini taklit edebilmesini sağlar. Bu nedenle, evrimsel paralellik çoğunlukla hem bir türün diğerinin morfogenetik alanlarını "toplamasına" hem de paralel seçim baskılarına bağlı olabilecektir.

Diğer yandan, benzer seçim baskıları, farklı morfogenetik alanların değişikliğe uğramasıyla, farklı türlerde yüzeysel olarak benzeyen yapıların da birbirinden uzaklaşan evrim göstermesine yol açacaktır. Ancak böyle durumlarda, yapılar dış şeklin yanı sıra iç ayrıntılar açısından da birbirine yakından benzemedikçe, morfik rezonans yoluyla etkileşmeleri olası olmayacaktır.

8.7 Yeni Biçimlerin Kökeni

Biçimlendirici nedensellik hipotezine göre, morfik rezonans ve genetik kalıtım birlikte, arka arkaya gelen bitki ve hayvan kuşaklarında morfogenezin karakteristik örüntülerinin yinelenmesini açıklar. Ayrıca, çevreye tepki olarak kazanılmış bir karakteristik morfik rezonans ve genetik seçimin bir birleşimi aracılığıyla kalıtsal olabilir. Organizmaların morfolojisi kreodların bastırılması ya da yinelenmesi yoluyla değiştirilebilir; bazı çarpıcı paralel evrim örnekleri kreodların bir türden diğerine "geçirilmesine" atfedilebilir.

Bununla birlikte, ne yineleme, değişikliğe uğrama, birbirine eklenme ya da birbirinden çıkarılma, ne de varolan morfogenetik alanların permütasyonu bu alanların kökenlerinin kendisini açıklayabilir. Yine de evrim süresince, kendi morfogenetik alanları olan tamamen yeni morfik birimler ortaya çıkmıştır: Organellerin, temel hücre, doku ve organ tiplerinin ve temelde farklı alt ve üst düzey bitki ve hayvan türlerinin morfik birimleri gibi.

Genetik mutasyonlar ve çevresel değişikliklerin, yeni biyolojik morfik birimlerin ortaya çıkması için uygun fırsatlar sağlamış olabileceği gerçeğine rağmen, bunların morfogenetik alanlarının biçimleri tam olarak ne enerjik nedensellik, ne de daha önceden varolan biçimlendirici nedenlerle belirlenebilecektir (Kısım 5.1). Belirli bir morfogenetik alanın büyük bir "sıçramayla" birdenbire mi, yoksa bir dizi küçük sıçramayla daha yavaş bir şekilde mi ortaya çıktığı bir varsayım sorunudur. Ancak her iki durumda da bu "sıçramalarla" alınan yeni biçim önceki nedenler açısından bilimsel çerçevede açıklanamaz.

Yeni biçimlerin kökeni, doğayı kaplayan ve aşan bir aracın yaratıcı etkinliğine; doğanın yapısında bulunan yaratıcı bir güce (impetus) ya da kör ve amaçsız bir şansa atfedilebilecektir. Ancak bu metafiziksel olasılıklar arasındaki bir seçim, ampirik olarak test edilebilir herhangi bir bilimsel hipotez temelinde asla yapılamaz. Bu nedenle, doğa bilimlerine göre, evrimsel yaratıcılık sorunu ancak açık bırakılabilecek bir sorudur.

Notlar

1 Örnek için bkz. Wilson (1975).

2 Yeni-Darwinci görüşle ilgili kapsamlı ifadeler Huxley (1942); Rensch (1959); Mayr (1963) ve Stebbins (1974)'de bulunabilir.

3 Goldschmidt (1940); Gould (1980).

4 Bu sav Willis (1940) tarafından birçok örnekle birlikte ileri sürülmektedir.

5 Mekanistik evrim kuramının en çarpıcı eleştirisi belki de hala H. Bregson'un *Creative Evolution* (Yaratıcı Evrim) (1911) adlı eseridir. Bergson, bir bütün olarak evrimin bir hedefi ve yönü olduğunu savunmaz. Bu durum P. Teilhard de Chardin (1959) tarafından da ileri sürülür. Yakın tarihli bir tartışma için, bkz. Thorpe (1978).

6 Örnek için bkz. Monod (1972).

7 Rensch (1959).

8 Daha fazla örnek için, bkz. Darwin (1875).

9 Rensch (1959).

10 Thompson (1942), s.1094-1095.

11 Wigglesworth (1964).

12 Lewis (1963, 1978).

13 Bkz. Darwin (1875)'de "Reversiyon mu Atavizm mi" (Reversion or Atavism) başlıklı bölüm.

14 Lewis (1978).

15 Örneğin, Penzig (1922). Yakın tarihli bir tartışma için bkz. Dostal (1967) ve Riedl (1978).

16 R. J. Britten, Duncan ve Weston-Smith (editörler) (1977)

17 Rensch (1959).

9 Hareketler ve Motor Alanlar

9.1 Giriş

Önceki bölümlerdeki tartışma, biçimlendirici nedenselliğin morfogenezdeki rolüyle ilgiliydi. Bu ve izleyen iki bölümün konusu ise biçimlendirici nedenselliğin hareketin kontrolündeki rolü olacaktır.

Bitki ve hayvanların hareketlerinin bir bölümü kendiliğindendir; yani, çevreden kaynaklanan herhangi bir belirli uyaran olmadan gerçekleşir. Bazı hareketler çevresel uyaranlara tepki olarak meydana gelir. Elbette, organizmalar büyük fiziksel kuvvetlere pasif bir şekilde tepki verirler -bir ağaç rüzgar tarafından sürüklenebilir ya da bir hayvan güçlü bir su akıntısıyla götürülebilir- ancak birçok tepki aktiftir ve bir bütün olarak organizma üzerinde bir uyaranın büyük fiziksel ya da kimyasal etkileri şeklinde açıklanamaz; bunlar organizmanın çevreye duyarlılığını gösterir. Bu duyarlılık, genel olarak uzmanlaşmış reseptörlere ya da duyu organlarına bağlıdır.

Bu uzmanlaşmış reseptörlerin çevreden gelen uyaranlar tarafından uyarılmalarının fiziko-kimyasal temeli, sinir impulslarının fizyolojisi ve kaslarla diğer motor yapıların işleyişi oldukça ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Ancak davranışın kontrolü ve koordinasyonu hakkında çok az şey bilinmektedir.

Bu bölümde, biçimlendirici nedenselliğin enerjik olarak belirsiz süreçler üzerine örüntü ve düzen yükleyen alanların olasılık yapıları aracılığıyla morfogenezi düzenlemesi gibi, hare-

ketleri, bu nedenle davranışı da düzenlediği ileri sürülmektedir. Morfogenez ve davranış arasındaki benzerlikler ilk bakışta açık değildir, ama en kolay, hareketleri özünde morfogenetik olan *Amoeba* gibi tek hücreli hayvanlarda ve bitkilerde anlaşılabilir. İlk olarak bunlar ele alınacaktır.

9.2 Bitkilerin Hareketleri

Bitkiler genellikle büyüme yoluyla hareket ederler.[1] Bu gerçek, bitkilerin hızlandırılmış filmlerinde izlendiğinde daha kolay değerlendirilebilir; sürgünler uzar ve ışığa doğru eğilir; kök uçları toprağın içlerine ilerler; tendril uçları ve tırmanıcı gövdeler, sağlam bir destekle temas kurup bunun etrafında dolanana kadar havada geniş spiraller çizer.[2]

Bitkilerin büyümesi ve gelişimi bunlara karakteristik biçimlerini veren morfogenetik alanlarının kontrolü altında gerçekleşir. Ancak bu büyümenin yönelimi büyük ölçüde yerçekimi ve ışıkla ilgili yönelimsel uyaranlarla belirlenir. Çevresel faktörler de gelişim tipini etkiler: Örneğin, loş ışıkta bitkiler "etiyole" (ışıksızlıktan dolayı ağarma) olurlar; sürgünleri daha parlak bir ışığa gelene kadar nispeten hızlı bir şekilde uzun ve zayıf bir tarzda büyür.

Yerçekimi, aşağı doğru giden ve hücrelerin en alt bölümlerinde biriken nişasta tanecikleri üzerindeki etkileriyle "hissedilir".[3] Işığın geldiği yön, sarı bir karotenoit pigmenti tarafından, organların ışık alan ve gölgede kalan taraflarında radyant enerjinin diferansiyel emilimi ile saptanır.[4] Tırmanıcı sürgünler ve tendrillerin sağlam desteklerin yerini saptamasını sağlayan "dokunma" duyusu, mekanik olarak uyarılan yüzey hücrelerinden *etilen* adlı basit bir kimyasalın serbest bırakılmasıyla ilgili olabilir.[5] Etiyole durumdan normal büyümeye geçiş ise, fitokrom adlı mavi bir protein pigmenti tarafından ışığın emilmesine bağlıdır.[6]

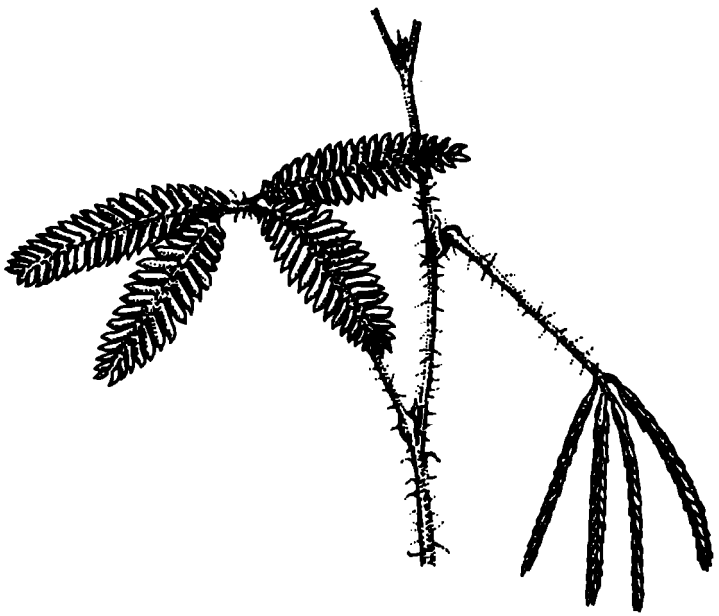
Bu uyaranlara yönelik tepkiler hücre ve dokularda karmaşık fiziko-kimyasal değişiklikler içermektedir, bazı durumlarda ise oksin gibi hormonların diferansiyel dağılımına bağlıdır. Bununla birlikte, reaksiyonlar tek başına bu fiziko-kimyasal değişimler çerçevesinde açıklanamaz, yalnızca bitkilerin genel morfogenetik alanları bağlamında anlaşılabilir. Örneğin, doğalarında varolan polarite nedeniyle, bitkiler bir uçta sürgün, diğerinde ise kökler verir. Yerçekiminin yönelimsel uyaranı, bu polarize gelişimi, sürgünler yukarı, kökler aşağı doğru büyüyecek şekilde yönlendirir. Hücrelerin içindeki nişasta taneleri üzerindeki yerçekimi alanı etkinliği ve bunun sonucu olarak hormonal dağılımdaki değişiklikler, gerçekte bu yönelimli büyüme hareketlerinin nedenleridir, ama kendi başlarına önceden varolan polariteyi; ana sürgün ve köklerin tamamen zıt yönlerde olduğu gerçeğini; ağaçların, otların, tırmanıcı sarmaşıkların ve sürüngen bitkilerin farklı büyüme alışkanlıklarını ya da farklı türlerin sürgün ve kök sistemlerindeki belirli dallanma örüntülerini açıklayamazlar. Bütün bu karakteristikler morfogenetik alanlara bağlıdır.

Bitkilerin hareketlerinin büyük çoğunluğunun, yalnızca büyümekte olan yavru organlarda meydana gelmesine rağmen, bazı yapılar olgunlaştıklarında bile hareket etme yetisini yitirmez; örneğin, günlük açan ve kapanan çiçekler ve gece kıvrılan yapraklar gibi. Bu hareket ışık şiddeti ve diğer çevresel faktörlerden etkilenir; bunlar ayrıca "fizyolojik bir saatin" kontrolü altındadır ve bitkiler değişiklik göstermeyen bir çevreye yerleştirildiklerinde bile, yaklaşık olarak günlük aralıklarla meydana gelirler.[7] Yapraklar ya da taç yapraklar, altlarındaki "menteşe" bölgesinde bulunan uzmanlaşmış hücreler su alarak şiştiği için açılırlar; zarlarının inorganik iyonlara karşı geçirgenliğindeki değişiklikler nedeniyle bu hücreler su kaybettiklerinde ise kapanırlar.[8] Turgorun yeniden kazanılması, büyümeye kıyasla, aktif, enerji gerektiren bir süreçtir.

Bazı türlerin yaprakları, "uyku" hareketleri yapmalarına ek olarak, gün boyunca güneşin değişen konumuna tepki olarak hareket ederler. Örneğin, güvercin bezelyesi cajanus cajan'da, güneşe maruz kalan yaprakçıklar güneş ışınlarına yaklaşık olarak paralel bir şekilde yönelirler, böylece yoğun tropikal ışımaya karşı minimum yüzey alanı maruz kalır. Ancak gölgede bulunan yapraklar var olan ışımaya göre kendilerini doğru açıda yönlendirir, böylelikle de maksimum ışık miktarı yakalarlar. Bu tepkiler, uzmanlaşmış yaprak eklemleri olan pulvinuslara düşen ışık şiddeti ve yönüne bağlıdır. Gün boyunca yapraklar ve yaprakçıklar, güneş gökyüzünde hareket ettikçe, sürekli olarak kendi konumlarını ayarlarlar. Gece düşey "uyku" pozisyonlarını alırlar: pulvinuslar ışığa olduğu kadar yerçekimine de duyarlıdır.

"Duyarlı bitki" *Mimosa pudica*'da, başka birçok baklagillerde olduğu gibi, gece yaprakçıklar kapanır ve yapraklar aşağı doğru çevrilirler. Ancak bu hareketler aynı zamanda mekanik uyarılmaya tepki olarak gün içinde de hızlı bir şekilde meydana gelir (Şekil 23). Uyaran, yapraktan geçen, sinir impulsuna benzer bir elektrik depolarizasyonu dalgasına yol açar; uyaran yeterince kuvvetliyse, bu impuls diğer yapraklara da yayılır ve onlar da katlanır.[9] Benzer şekilde, Venüs sinek kapanı *Dionaea muscipula* da, yaprak yüzeyindeki duyarlı tüylerin mekanik uyarımı suyla şişmiş "menteşe" hücrelerine giden bir elektrik impulsu yaratır, bu durum da hızla su kaybına yol açar; yaprak şanssız böcekler etrafında bir kapan gibi kapanır, sonra da bu böcekler sindirilir.[10]

Yaprak ve yaprakçıkların ışığa, yerçekimine ve mekanik uyarıma tepki olarak yaptıkları bu hareketler, uzmanlaşmış hücrelerin su kaybetme, sonra da yeniden "büyüme" yetileri gerçeğiyle mümkün olmaktadır; sonuç olarak basitleştirilmiş bir morfogenetik potansiyeli korumuş olurlar, oysa diğer dokuların büyük çoğunluğunun bu özelliği, olgunlaşıp büyümeleri durdu-

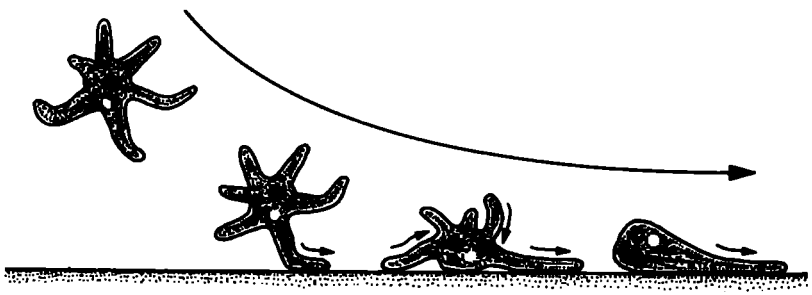


Şekil 23: Duyarlı bitki Mimosa pudica'nın yaprakları. Soldaki uyarılmamış; sağdaki uyarılmış hâlidir.

ğunda yitirilmiş olur. Bu uzmanlaşmış yapıların tersinir hareketleri, biçim değişikliklerinin basmakalıp ve yinelemeli bir hâle geldiği morfogenezin sınırlayıcı durumları olarak görülebilir. Ancak bunların yarı mekanistik basitlikleri evrimsel açıdan birincil değil, ikincildir; çevresel uyaranlara duyarlılığın bir bütün olarak bitkinin büyümesi ve morfogeneziyle ilişkili olduğu bir geçmişten evrimleşmiştir.

9.3 Amipsi Hareket

Amipler sitoplâzma hacimlerinin, büyüme çıkıntıları olan yalancı ayaklara akışı aracılığıyla hareket ederler. Bunlar normalde ön uçlarının sürekli uzaması yoluyla katı nesnelerin yüzeyi boyunca sürünürler. Ancak bu yalancı ayaklara dokunulacak olursa ya da çeşitli kimyasallardan oluşan sıcak veya güçlü çözeltilerle karşılaşacak olurlarsa, büyümeyi durdururlar; bunun yerine diğerleri gelişir, böylelikle hücreler de yollarını değiştirmiş olur. Yeni yalancı ayaklar potansiyel olarak zararlı herhangi bir uyaranla tekrar karşılaşırsa, bunlar da durur ve amipler başka bir yönde hareket etmeye başlar. Bu "deneme ve yanılma" sistem engel ya da olumsuz uyaranın olmadığı bir yol bulana dek devam eder.[11]



Şekil 24: Yüzen bir amipin katı bir yüzeye geçiş yöntemi (Jennings, 1906).

Herhangi bir belirli yönelim uyaranına maruz kalmamış serbest yüzen amiplerde, hiçbir sürekli büyüme yönelimi yoktur; yalancı ayaklar içlerinden biri üzerinde sürünebileceği bir yüzeyle temas edene dek çeşitli yönlerde gelişimini sürdürür (Şekil 24).

Yalancı ayakların uzaması tahminen spesifik bir polarize morfogenetik alanın etkisi altında gerçekleşmektedir. Yeni yalancı ayakların biçimlenmeye başladığı yönelim, büyük ölçüde hücre içindeki şans eseri dalgalanmalara bağlı olabilir; hücre gövdesinden dışarı doğru çıkan asıl yalancı ayaklar, daha sonra, sitoplâzma içindeki kasılgan filamentler ve diğer yapıların organizasyonu aracılığıyla gerçekleşir. Bu süreç yalancı ayakların gelişimi çevreden gelen uyaranlar tarafından engellenene ya da diğer yönlerde büyüyen yalancı ayaklar rekabete girene dek devam eder.

Amipsi hareketlerin sürekli morfogenetik süreçlere bağlı olduğu gerçeği, bir şekilden diğerine değişmeyi sürdüren mitik deniz tanrısına bir benzetme olarak, özgün Latince adı *Amoeba proteus*'da uygun bir şekilde gösterilmektedir.

Amipler, bakteriler gibi, besin parçacıklarını içine çekerek, fagositoz süreciyle beslenirler: yalancı ayaklar hücre yüzeyiyle temasta olan parçacığın çevresinde büyür; yalancı ayakların zarları birleşir ve parçacık bir hücre zarı parçasıyla çevrelenmiş olan hücre içinde kapalı kalır. Sindirim enzimleri içeren diğer zarbağlı kesecikler bu fagositotik kesecikle birleşir ve besin sindirilir. Bu morfogenez tipi, hücresel yer değiştirme morfogenezinden farklıdır ve tahminen yönelimi potansiyel besin parçacığının zarla temasına bağlı olan farklı bir morfogenetik alanın etkisi altında gerçekleşir. Zarla temasa geçen bu parçacık morfogenetik germ olarak düşünülebilir; son biçim de hücre içine çekilen parçacıktır. Bu son biçime yol açan fagositoz kreodu, geçmişteki benzer amiplerin bütün benzer fagositozlarından kaynaklanan morfik rezonansla sağlanır.

9.4 Uzmanlaşmış Yapıların Yinelenen Morfogenezi

Pek çok hayvanın hareketi, bir bütün olarak vücudunkinden çok, belirli uzmanlaşmış yapıların biçiminin değişmesine bağlıdır.

Birçok tek hücreli organizma, kırbaca benzer çıkıntılar olan kamçı ya da kirpiklerin çarpma hareketiyle ilerlerken, hücrenin geri kalanının biçimi az çok sabit kalır (Şekil 25). Bu kendiliğinden hareket edebilen organeller, sitoplâzmik mikrotüpçüklere çok benzeyen uzun tübüler elemanlar içerir; tübüllerle ilişkili olan proteinlerin şeklinin değişmesi kamçı ya da kirpiklerin bükülmesiyle sonuçlanan, kayan bir kesme kuvveti oluşturur.[12]

Kirpiklilerde, ayrı ayrı birçok kirpiğin çarpma dalgaları hücre yüzeyinin üzerinden geçecek şekilde koordine edilir. Bazı türlerde, bu koordinasyon kirpiklerin komşuları üzerindeki mekanik etkisine bağlı gibi görünmektedir; bazılarında ise hücre içindeki uyarıcı bir sistem, muhtemelen kirpiklerin köklerini birbirine bağlayan ince fibrillerle (telcik) ilişkilidir.[13]

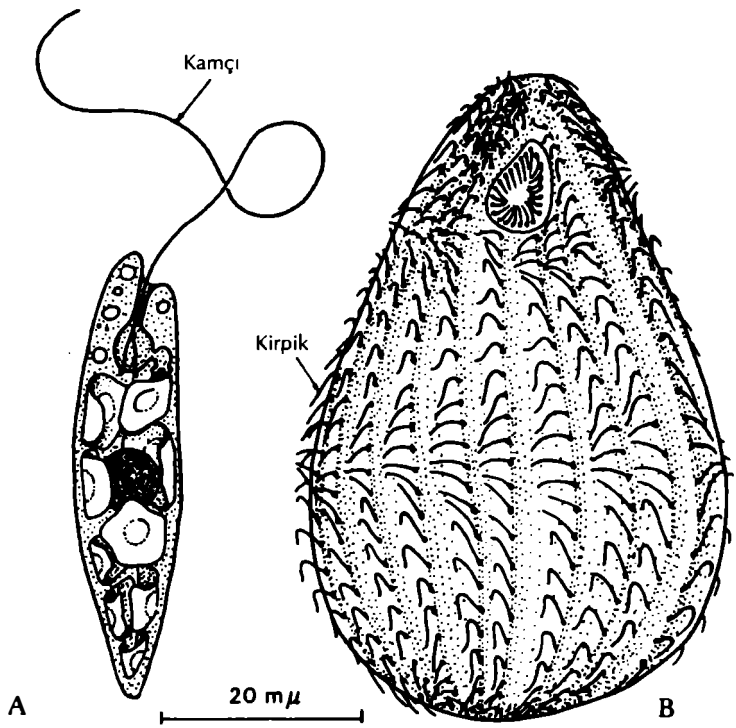
Yüzen bir kirpikli, örneğin *Paramecium*, olumsuz bir uyaranla karşılaşırsa, kirpiklerin çarpış yönü tersine döner: organizma geri çekilir ve yeni bir yönde ileri doğru yüzer.[14] Bu kaçınma tepkisi, olasılıkla, uyaranın neden olduğu zar geçirgenliğindeki bir değişmenin sonucu olarak, hücreye kalsiyum ya da başka iyonların girmesiyle başlatılır.[15]

Çarpmanın kontrolünün yanı sıra, bu çarpma hareketini yapan kamçı ya da kirpiklerin biçiminin değişimi de neredeyse makine gibi görünen kalıplaşmış ve yinelemeli bir şekilde meydana gelmektedir.

Bu yarı mekanistik yapı ve işlev uzmanlaşması, çok hücreli hayvanlarda daha ileri gitmektedir. Bütün hücreler ya da hücre grupları kasılma ve gevşeme döngülerinde, yinelemeli ve basitleşmiş bir morfogenez geçirecek şekilde uzmanlaşırlar; bazılarının ışık, kimyasallar, basınç, titreşim ya da diğer uyaranlara yönelik bir uzmanlaşmış duyarlılıkları vardır; sinirler ise son derece uzamış aksonlarıyla elektrik impulslarını bir yerden diğerine iletecek biçimde uzmanlaşmıştır ve duyu organlarıyla kasları sinir ağına ya da merkezî sinir sistemine bağlarlar.

9.5 Sinir Sistemleri

Bir kirpiklinin yüzeyinde ayrı ayrı kirpiklerin çarpma hareketinin belirli fiziksel bağlantılar yoluyla komşu kirpiklerinkiyle koordine olması gibi, ayrı ayrı kas hücrelerinin kasılması da sinirlerden geçen deterministik impulslar aracılığıyla koordine edilir. Birkaç komşu hücre tek bir sinir tarafından harekete geçirildiğinde, bunların eşzamanlı olarak kasılmalarına yol açabilir. Bu sinirin etkinliği, daha üst düzey bir kontrol sisteminin bir parçası ol-



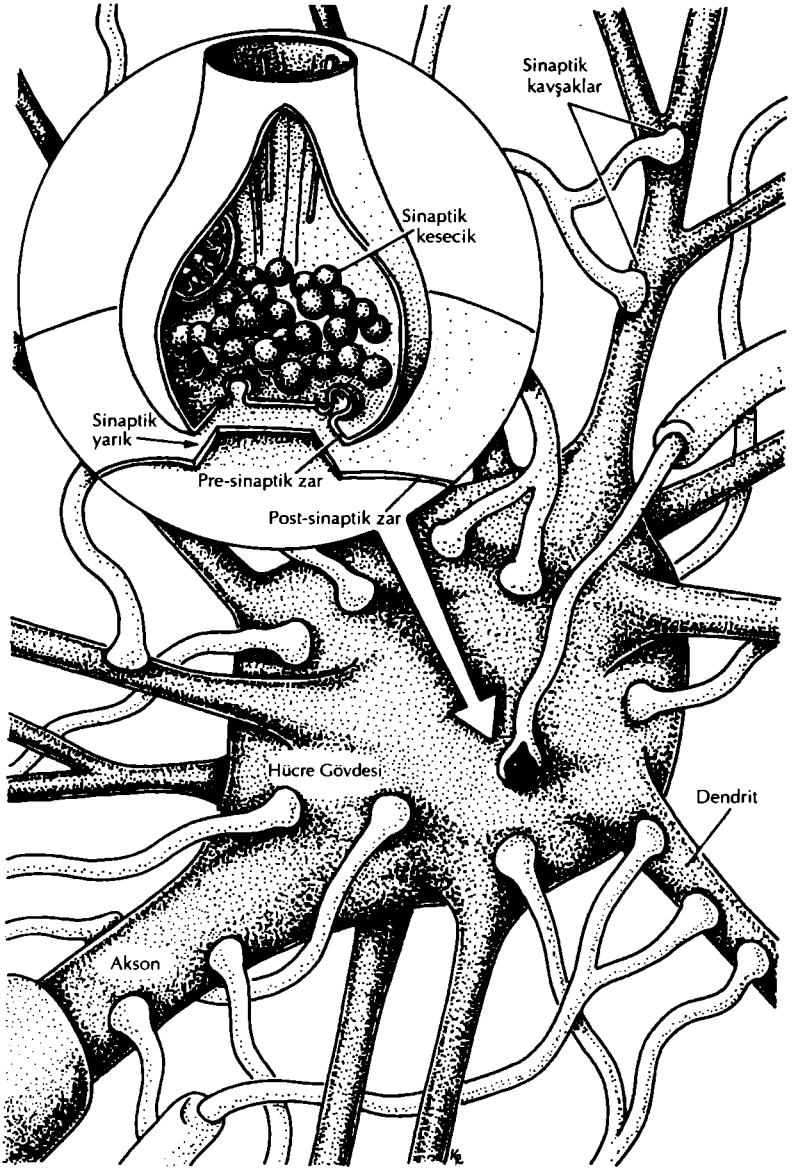
Şekil 25: A: Bir kamçılı, Euglena gracilis. (Raven ve ekibi, 1976). B: Bir kirpikli, Tetrahymena pyriformis. (Mackinnon ve Hawes, 1961).

duğunda, farklı hücre gruplarının kasılımı, gerilimini belirli bir zaman süresince koruyan bir kasta olduğu gibi, ritmik bir tarzda koordine edilebilir. Daha üst düzey sistemler de farklı kaslardaki, örneğin koşan bir hayvanın bacaklarındaki, kasılmanın yinelemeli döngülerini kontrol eder. Böylelikle sinir sisteminin hiyerarşik bir şekilde organize olmuş etkinlikleri, farklı koordinasyon düzeylerine olanak tanır ki, organizmaların hareketlerini kontrol eden alanlar kas hücreleri üzerinde doğrudan etki göstermiş olsalar bu imkânsız hâle gelecektir.

Ancak sinirler bir yandan, "ya hep, ya hiç" impulslarının bir yerden diğerine iletilmesinde deterministik bir şekilde çalışırken, diğer yandan, eğer sinirlerin etkinliği aynı zamanda probabilistik karakterde olmasa, biçimlendirici nedensellik hayvanların hareketlerini sinir sistemi aracılığıyla kontrol edemeyecektir. Gerçekte de bu etkinlik probabilistiktir.

Sinir impulslarının ateşlenmesi, sinir hücrelerinin zarlarının inorganik iyonlara, özellikle sodyum ve potasyuma karşı geçirgenliğindeki değişimlere bağlıdır. Bu değişimler, ya elektriksel uyarım ya da sinaptik kavşaklardaki sinir uçlarından serbest bırakılan spesifik kimyasal ileticiler (örneğin, asetilkolin) aracılığıyla oluşturulabilir (Şekil 26). Eşik düzeyi yakınlarında elektriksel uyaranlarla sinirlerin uyarılmasının probabilistik olarak gerçekleştiği uzun süredir bilinmektedir.[16] Bunun temel nedeni, zardaki elektrik potansiyelinin rastgele bir şekilde dalgalanmasıdır.[17] Ayrıca, kimyasal ileticilerin neden olduğu post-sinaptik zar potansiyellerindeki değişiklikler de rastgele dalgalanmalar gösterir,[18] bunlar zar boyunca iyonik "kanalların" probabilistik şekilde açılıp kapanmasına bağlı gibi görünmektedir.[19]

Post-sinaptik zarların kimyasal ileticilere tepkilerinde yalnızca doğasından gelen bir probabilizm yoktur, aynı zamanda pre-sinaptik sinir uçlarından ileticilerin serbest bırakılmasında da probabilizm söz konusudur. İletici molekülleri çok sayıda mikroskobik kesecikte depolanır (Şekil 26) ve bu kesecikler zarla



Şekil 26: Yüzeyinde çok sayıda sinaps bulunan bir sinir hücresi bölümü. Ortadaki bölüm tek bir sinapsı daha ayrıntılı bir şekilde göstermektedir. (Krstic, 1979 temel alınmıştır).

birleştiklerinde sinaptik yarığa bırakılırlar. Bu süreç, minyatür uç plâğı potansiyelleri denen potansiyellerin boşalmasına yol açarak, rastgele aralıklarla kendiliğinden gerçekleşir. Bir impuls sinir ucuna vardığında salgılanma oranı büyük ölçüde artar, ama burada yine keseciklerin zarla birleşmesi probabilistik bir şekilde meydana gelir.[20]

Beyinde, tipik bir sinir hücresinin, diğer sinir hücrelerindeki sinaptik kavşaklarda sona eren iplik benzeri binlerce çıkıntısı vardır; buna karşılık, diğer hücrelerin de yüzlerce ya da binlerce çıkıntısı da bu hücrenin yüzeyindeki sinapslarda son bulur (Şekil 26). Bu sinir uçlarının bir kısmı, bir impulsun ateşlenmesini destekleme eğilimi gösteren uyarıcı iletkenleri serbest bırakırlar; bir kısmı ise engelleyicidir ve sinirin ateşlenme eğilimini düşürürler. Aslında, impulsların başlatılması yüzlerce sinapstan gelen uyarıcı ve engelleyici etkiler arasındaki dengeye bağlıdır. Belirli bir zamanda, beyindeki sinir hücrelerinin birçoğunda, bu denge, hücre zarları ya da sinapslardaki probabilistik dalgalanmaların bir sonucu olarak, ateşlenmeyi oluşturacak ya da oluşturmayacak kadar kritik bir şekilde dengelenmiş durumdadır.

Sonuç olarak sinir impulslarının vücut içinde bir yerden diğerine deterministik yayımı, bu hipoteze göre biçimlendirici nedensellik tarafından düzenlenen ve örüntülenen merkezî sinir sistemi içindeki üst düzey bir indeterminizmle birleştirilir.

9.6 Morfogenetik Alanlar ve Motor Alanlar

Hayvanlarda uzmanlaşmış motor yapıların biçiminin değişimlerini kontrol eden alanlar aslında morfogenetik alanlar olmasına rağmen, bunlar net biçim değişikliklerinden çok, hareketler meydana getirir. Bu nedenle, bunlara motor alanlar adını vermek daha uygun gözükmektedir. ("Motor" sözcüğü burada hareket [motion] isminin sıfatı olarak kullanılmaktadır.) Morfogenetik alanlar gibi, motor alanlar da önceki benzer sistemlerden

kaynaklanan morfik rezonansa bağlıdır ve asıl biçimin gerçekleşmesiyle ilgilidir. Bir son biçime ya da duruma doğru kanalize olmuş yollara, motor alanlar bağlamında, tıpkı morfogenetik alanlar bağlamında olduğu gibi, kreodlar denilebilir.

Morfogenetik alanlar gibi, motor alanlar da hiyerarşik bir şekilde düzenlenmiştir ve genellikle gelişim, varlığını sürdürme ya da üremeyle ilişkilidir. Bitkilerde bu süreçler neredeyse tamamen morfogenetikken, hayvanlarda aynı zamanda harekete de bağlıdır. Gerçekte, pek çok hayvanda, vücudun normal işlevlerinin sürdürülmesi, bağırsak, kalp ve solunum sistemi gibi iç organların sürekli hareketini gerektirmektedir.

Bitkilerin aksine, hayvanların gelişmek ve biçimlerini sürdürmek için diğer canlı organizmalarla beslenmeleri gerekmektedir. Bu yüzden, bütün hayvanlarda önemli bir genel motor alan, beslenmeyle ilgili olandır. Bu alan, besin olarak kullanılacak bitki ya da hayvanların bulunması, korunması ve yenmesinden sorumlu olan ikincil alanları kontrol eder. Bazı hayvanlar yerleşiktir ve besinin kendilerine doğru sudaki akıntılarla hareket etmesini sağlar; bazıları yiyebilecekleri bitkileri bulana kadar çevrede dolanır; bazıları sezdirmeden yaklaşıp diğer hayvanları avlar; bazıları avlarını yakalamak için tuzak hazırlar; bazıları parazitik, bazıları ise leşçildir, vb. Bütün bu beslenme yöntemleri özgül kreodların hiyerarşisine bağlıdır.

Bir başka temel motor alan tipi olumsuz koşullardan kaçınmayla ilgilenir. *Amoeba* ve *Paramecium* en basit reaksiyon tipini gösterir: olumsuz koşuldan geri çekilir ya da başka tarafa sapar ve başka bir yönde uzaklaşırlar. Stentor ve Hydra gibi yerleşik hayvanlar, orta derecede olumsuz uyaranlara vücutlarını kasarak tepki verirler, ama daha şiddetli uyaranlara tepki olarak uzaklaşır ve başka bir yere yerleşirler. Genel kaçınma reaksiyonlarına ek olarak, birçok hayvan ayrıca kendilerinin yırtıcı hayvanlardan kurtulmalarına yardımcı olan spesifik bir davranış tipi de sergiler; örneğin, hızla kaçabilir, olduğu yerde kalıp bir

şekilde yırtıcı hayvanı korkutabilir ya da çok daha zor görülmelerini sağlayacak biçimde "donup kalabilirler".

Gelişim ve varlığını sürdürmeyle ilgili genel alanların, optimal koşullar altında tam anlamıyla yetişmiş hayvanlar olarak kendi son biçimleri vardır. Bu duruma ne zaman ulaşılırsa, hayvanın artık özellikle bir şey yapması için neden kalmaz; ancak bu durumdan sapmalar, hayvanı onun restorasyonuna doğru yönlendiren değişik motor alanların etkisi altına sokar. Aslında, bu tip sapmalar sık sık tekrarlanır; hayvanın sürekli metabolizması besin rezervini tüketir, çevredeki değişiklikler onu olumsuz koşullara maruz bırakır ve yırtıcılar beklenmedik bir şekilde yaklaşabilirler. Bunlar ve diğer değişiklikler duyusal yapılar tarafından saptanır ve sinir sisteminin karakteristik değişiklikleriyle sonuçlanır, daha sonra belirli motor alanlar için germ yapısı hâlini alır.

Üremeyle ilgili genel alanın son biçimi, yaşayabilecek durumda olan yavruların ve soyun kurulmasıdır. Tek hücreli organizmalarda ve *Hydra* gibi basit çok hücreli hayvanlarda, bu durum bir morfogenetik süreçle başarılır: organizmalar ikiye bölünür ya da yeni bireyler verecek şekilde "tomurcuklanırlar". Benzer şekilde, ilkel eşeysel üreme yöntemleri de özünde morfogenetiktir: alt düzey bitkilerin (örneğin, Fucus yosunu) yanı sıra, birçok alt düzey hayvan da (örneğin, denizkestaneleri) çevrelerindeki suya milyonlarca yumurta ve sperm bırakır.

Daha gelişmiş hayvanlarda ise, spermler rastgele bırakılmaz, uzmanlaşmış bir çiftleşme davranışının bir sonucu olarak yumurta çevresine bırakılır. Üremeyle ilgili genel alan, bu durumda, eş arama, kur yapma ve çiftleşmeye yönelik motor alanları kapsar. Organizmalar, potansiyel eşten gelen kokusal, görsel ya da diğer uyaranların yanı sıra, hormonların da aracılık ettiği içsel fizyolojik değişikliklerin bir sonucu olarak, sırayla ilk motor alanın etkisi altına girebilirler. İlk alanın son noktası, ikincisi için bir germ oluşturur ve bu şekilde devam eder: bir eş arama-

nın ardından, başarılı olursa çiftleşme kreodunun başlangıç noktasına götürecek olan kur yapma davranışı gelir. En basit durumlarda, bütün dizinin son biçimi, erkek için ejakülasyon, dişi içinse yumurta bırakılmasıdır. Birçok suda yaşar organizmada, bunlar suya bırakılır, ancak kara hayvanlarında yumurtaların bırakılması çoğunlukla kompleks ve oldukça spesifik davranış örüntüleri içerir; örneğin, tırtırlar (ichneumon fly) yumurtalarını belirli türlerin tırtıllarına enjekte ederler; bu tırtılların içinde larvaları parazitik olarak gelişir; çömlekçi eşek arıları da yumurtalarını avın üzerine bırakmadan ve "çömlekleri" kapatmadan önce içine paralize olmuş avlarını yerleştirdikleri küçük "çömlekler" yaparlar.

Bazı doğurucu türlerde, yavru doğumda bırakılır ve terk edilir. Ancak, yavru doğduktan ya da yumurtadan çıktıktan sonra bakıldığında, yeni bir motor alan dizisi kullanılmaya başlanır; bu hâlâ ana-babaların üremeyle ilgili genel alanı altındadır, ama aynı zamanda yavrunun gelişim ve varlığını sürdürme alanına da yardımcı olur. Sonuç olarak, hayvanların davranışı sosyal bir boyut kazanır. En basit durumlarda, topluluklar geçicidir ve yavrular bağımsız hâle geldiklerinde dağılırlar; bazılarında davranışın kompleksliğinde artışa yol açarak devam ederler. Spesifik motor alanları, bireyler arasındaki çeşitli iletişim tiplerini ve farklı bireylerin yerine getirdiği farklılaşmış görevleri kontrol eder.

Olağanüstü kompleks termit, karınca, arı ve eşek arısı topluluklarında, benzer ve özdeş genetik yapıları olan bireyler, oldukça farklı görevler yaparlar, hatta aynı birey farklı zamanlarda farklı roller üstlenebilir; örneğin, yavru bir işçi arı ilk önce kovanı temizleyebilir, birkaç gün sonra kuluçka bakıcısı olarak çalışır, sonra bal peteklerinin yapılmasına yardımcı olur, sonra polen alır ve depolar, sonra kovanı korur, en son olarak da yiyecek aramaya gider.[21] Bu rollerin her biri belirli uzmanlaşmış görevlerle ilgilenen alt düzey kreodları kontrol eden üst düzey bir mo-

tor alan kapsamında gerçekleşmek durumundadır. Sinir sistemindeki değişiklikler böceğin bu belirli rolü yerine getiren önceki işçilerle morfik rezonansa girmesine yol açarak, söz konusu üst düzey alanlardan bir ya da daha fazlasının etkisi altına girmesini sağlamalıdır. Bu tip değişimler, bir dereceye kadar böcek yaşlandıkça fizyolojisinde görülen değişikliklere bağlıdır, ama bunlar aynı zamanda dış uyaranlardan da büyük ölçüde etkilenirler: bireylerin rolleri kovan ya da topluluğun rahatsızlıklarına tepki olarak değişir; bütün sistem regülâsyon gösterir.

Beslenme, sakınma, üreme, vb ile ilgili üst düzey motor alanlar, genellikle, birinin son biçiminin diğeri için germ yapısı sağladığı sırayla etkinlik gösteren bir alt düzey alanlar dizisini kontrol eder. Hiyerarşide daha altta olan motor alanlar da çoğunlukla yürürken bacakların, uçarken kanatların ve çiğnerken dişlerin hareketleri gibi, yinelemeli hareketler ortaya çıkaracak şekilde döngü içinde çalışır. En alt düzeyde olanlar ise kaslardaki hücrelerin kasılmasının ayrıntılı kontrolüyle ilgilenen alanlardır.

Üst düzey motor alanlar yalnızca duyu organları, sinir sistemi ve kasları kapsamaz, bunların yanı sıra hayvanı dışarıya da yönlendirir. Örneğin, beslenme motor alanını düşünün. Genel süreç -besinin yakalanması ve yenmesi- aslında spesifik bir toparlayıcı morfogenez tipidir (Karşılaştırınız: Kısım 4.1). Acıkan hayvan germ yapısıdır ve bu motor alanın, yani kendisi de dahil olmak üzere iyi beslenmiş bir durumda olan geçmişteki benzer hayvanların önceki son biçimleriyle morfik rezonansa girer. Bir yırtıcı söz konusu olduğunda, bu son biçimin başarılması avın yakalanması ve yenmesine bağlıdır. Yakalama motor alanı, kendini hayvanın çevresindeki ortama projekte eder ve onun içine avın sanal (virtual) biçimini dahil eder (Karşılaştırınız: Şekil 11). Bu sanal biçim, ona yeterince benzer olan bir varlık predatöre yaklaştığında gerçeğe dönüşür; av fark edilir ve yakalama kreodu başlatılır. Kuramsal olarak, bu motor alan, duyu organları, kaslar ve avın kendisi de dahil olmak üzere, kapsadığı herhangi

bir sistemdeki probabilistik olayları etkileyebilecektir. Ancak pek çok durumda, bunun etkisi, hayvanın hareketlerini son biçimin başarılmasına, bu durumda avın yakalanmasına yönlendirerek, olasılıkla, merkezî sinir sistemindeki probabilistik olayların değişiklikleriyle sınırlı gibi görünmektedir.

9.7 Motor Alanlar ve Duyular

Morfik rezonans yoluyla, bir hayvan, karakteristik yapısının ve salınım etkinliğinin içsel örüntüsünün bir sonucu olarak, özgül motor alanların etkisi altına girer. Bu örüntüler, hayvanın vücudunda ortaya çıkan değişimler ve çevreden kaynaklanan etkilerle değişikliğe uğratılırlar.

Farklı uyaranlar hayvanda aynı değişimlere yol açıyorsa, bu durumda aynı motor alanlar etkili olacaktır. Çok çeşitli fiziksel ve kimyasal uyaranlara karşı aynı kaçınma tepkisini veren tek hücreli organizmalarda meydana gelen şey de budur: olasılıkla, bu tepkilerin hepsinin hücrenin fiziko-kimyasal durumu üzerinde, örneğin, hücre zarının kalsiyum ya da diğer iyonlara karşı geçirgenliğini değiştirmek gibi benzer etkileri bulunmaktadır.

Nispeten az duyusal uzmanlaşması olan basit çok hücreli hayvanlarda, uyarana verilen tepki dağılımı tek hücrelilerde olduğundan çok daha fazla değildir. Örneğin, *Hydra* birçok farklı fiziksel ve kimyasal uyarana karşı aynı sakınma tepkisini göstermekte ve yalnızca mekanik bir temasın sonucu olarak besin parçacıkları gibi nesnelere tepki vermektedir. Bununla birlikte, belirli tek hücreli organizmalarda olduğu gibi, katı nesnelere tepkisi de kimyasal uyaranlar tarafından değiştirilir. Basit bir deneyle bu kanıtlanabilir: küçük filtre kâğıdı parçaları aç bir *Hydra*'nın dokunaçlarına değdirilirse, dokunaçlar hiçbir tepki göstermez; ama bu kâğıt parçaları önce et suyuna batırılacak olursa, dokunaçlar bunları yutulacakları yer olan ağza doğru taşırlar.[22]

Buna karşılık, görüntü oluşturan gözlere sahip hayvanlar nesneleri uzakta olsalar da fark edebilirler; bunun sonucu olarak motor alanlar çevrede çok daha uzaklara yayılabilirler; hayvanın davranış alanı ve kapsamı büyük ölçüde artar. Benzer şekilde, işitme duyusu da uzaktaki nesnelerin fark edilmesini sağlar, bu nedenle de motor alanların uzamsal alanının gözle görülemeyen bölgelere bile bir uzanmasına olanak tanır. Bazı hayvanlarda, özellikle yarasalarda, bu duyu genişletilmiş motor alanın temeli olarak görmenin yerini almıştır. Mormyrid ve Gymnotid elektrik balığı gibi birkaç suda yaşar türde, uzmanlaşmış reseptörler, kendi elektrik organlarından kaynaklanan nabız atışı gibi hareketlerle çevrelerinde oluşturdukları elektrik alanındaki değişimleri saptarlar; bu duyu onların yaşadıkları bulanık tropikal nehirlerde avın ve diğer nesnelerin yerini saptamalarını sağlar.

Hayvanlar hareket ettikçe, bu hareketlerinin bir sonucu olarak hem vücutları hem de çevrelerinde ortaya çıkan duyusal uyaranlar değişim gösterir. Bu sürekli geribildirim motor alanlarıyla hareketlerinin koordinasyonunda temel bir rol oynar.

Morfogenetik alanlar gibi, motor alanlar da kendi üç boyutlu salınım örüntüleri temelindeki fiziksel sistemlerle morfik rezonans yoluyla ilişkili hâle gelen olasılık yapılarıdır. Bu nedenle, bütün duyusal girdilerin, sinir sistemi içinde uzamsal-zamansal etkinlik örüntülerine çevrilmesi temel bir önem taşımaktadır. Dokunma duyusu açısından bakıldığında ise, uyaranlar vücudun belirli bölümlerine etki eder, bu bölümler spesifik sinir yolları aracılığıyla beyinde "haritası yapılmış" yerlerdir; görmede, ağ tabakaya düşen görüntüler optik sinirlerde ve görsel kortekste uzamsal olarak örüntülenmiş değişimlere neden olurlar; koku, tat ve duyuyla ilgili uyaranlar doğrudan uzamsal olmamalarına rağmen, ilgili duyu organları aracılığıyla uyardıkları sinirlerin belirli konumları vardır ve bu sinirlerle merkezî sinir sistemine götürülen impulslar, karakteristik uyarım örüntüleri oluştururlar.

Sonuç olarak, uyaranlar ve uyaran kombinasyonları, karakteristik uzamsal-zamansal etkilere sahiptir. Bu dinamik etkinlik örüntüleri, sinir sistemini benzer durumlarda olan geçmişteki benzer sinir sistemleriyle morfik rezonansa sokar, bu yüzden de belirli motor alanların etkisi altına getirir.

9.8 Regülâsyon ve Rejenerasyon

Morfogenetik alanlar gibi, motor alanlar da sistemleri kendi etkileri altında karakteristik son biçimlerine doğru götürürler. Bu işi genellikle belirli bir sırada bir dizi hareket başlatarak yaparlar. Ara evreler morfik rezonans yoluyla kararlı hâle getirilir; başka bir deyişle bunlar kreodlardır. Ancak kreodlar yalnızca son biçimlere doğru en olası yollardır. Normal yol kapanır ya da sistemin herhangi bir nedenden ötürü yönü değişirse, aynı son biçime farklı bir şekilde ulaşılabilir: sistem regülâsyon yapar (Kısım 4.1). Hepsi değilse de birçok morfogenetik sistem, bu yüzden de motor sistemler, regülâsyon yapabilir.

Regülâsyon hiyerarşideki her düzey motor alanın etkisi altında meydana gelir: örneğin, bir köpeğin bacağındaki birkaç kas ya da sinir zarar görürse, bacak normal bir şekilde işlevini yerine getirecek biçimde diğer kaslardaki kasılma örüntüsü ayarlanır. Bacak kesilecek olursa, geri kalan bacakların hareketleri, aksayarak da olsa köpeğin yine de yürüyebileceği bir şekilde değişim gösterir. Serebral korteksinin bazı bölümleri zarar görürse, bir süre sonra az çok tamamen iyileşecektir. Kör olursa, hayvan geri kalan duyularına daha çok güvenmeye başladıkça, çevrede hareket etme yetisi de yavaş yavaş gelişecektir. Yuvasına, besine ya da yavrularına normal gidiş yolu engellenirse, amacına ulaşmak için yeni bir yol bulana kadar, alışkın olduğu hareket dizisini değiştirir.

Rejenerasyonun davranışsal karşılığı, bir kreodun son biçimi önce gerçekleştirilip sonra engellendiğinde meydana gelir:

örneğin, bir fare yakalayan bir kediyi düşünün, son nokta yakalama kreodudur. Fare pençeleri arasından kaçacak olursa, kedinin hareketleri onu yeniden yakalamaya yönelecektir.

"Davranışsal rejenerasyon"la ilgili bütün örnekler içinde, morfogenetik rejenerasyonla benzerlik en açık biçimde karakteristik yapıların oluşturulmasıyla ilgili olan "morfogenetik davranış"ta görülür. Bazı durumlarda hayvanlar zarar görmelerinin ardından bu yapıları onarırlar. Örneğin, çömlekçi eşek arılarının, kimi zaman çömlekleri yaparken normalde hiç kullanmadıkları hareketler aracılığıyla, deneyciler tarafından bu çömleklerin duvarlarında açılan delikleri doldurdukları gözlemlenmiştir.[23] Termitler de galerilerine ve yuvalarına gelen zararları, birçok böceğin kooperatif ve koordineli etkinliğiyle onarırlar.[24]

Bunlar gibi etkinlikler, kesin bir şekilde sabit bir içgüdüsel tarzda davranan hayvanların alışılmadık durumlara bu kadar esnek tepkiler veremeyeceği temel alınarak, kimi zaman zekânın bir kanıtı olarak yorumlanmıştır.[25] Ancak, aynı şekilde düşünülürse, regülâsyon yapan denizkestanesi embriyoları ve rejenerasyon yapan yassı solucanların da zekâ sergiledikleri söylenebilecektir. Bununla birlikte, psikolojik terminolojinin bu uzantısı, yardımcı olmaktan çok, kafa karıştırıcıdır. Biçimlendirici nedensellik hipotezinin bakış açısına göre, benzerlikler fark edilebilir, ama başka şekillerde de yorumlanabilirler. Morfogenetik regülâsyon ve rejenerasyon temelinde bakıldığında, hayvanların alışık olmadıkları şekillerde davranışsal amaçlara ulaşabilme yetileri, temel olarak yeni hiçbir ilke ortaya çıkarmaz. Üst düzey hayvanlarda, belirli davranış tipleri artık standart kreodları izlememeye başladığında, -davranışsal regülâsyon sanki istisnadan çok bir kural olduğunda- bu esneklik morfogenetik ve motor alanların doğasında varolan olasılıkların bir uzantısı olarak görülebilir.

Notlar

1 Klâsik bir anlatı için, bkz. Darwin (1880).

2 Darwin (1882).

3 Audus (1979).

4 Curry (1968).

5 Jaffé (1973).

6 Siegelman (1968).

7 Bünning (1973).

8 Satter (1979).

9 Bose (1926); Roblin (1979).

10 Bentrup (1979).

11 Değişik Amip türleri, hareket ve tepki örüntüleri açısından ayrıntıda iyi bilinen A. *proteus* tipinden farklılık gösterirler; A. *limax* birkaç yalancı ayak oluşturur ve genellikle tek bir uzunlamasına kütle olarak hareket eder; A. *verrucosa* neredeyse sabit bir biçimde yavaşça hareket eder; A. *velata* genellikle serbest bir dokunaç benzeri yalancı ayağı suya bırakır. Yine de genel hareket örüntüsü aynı gibi görünmektedir. Daha fazla ayrıntı ve referans için, bkz. Jennings (1906).

12 F. D. Warner, Roberts ve Hyams (editörler) (1979).

13 Sleigh (1968).

14 Jennings (1906).

15 Eckert (1972).

16 Örneğin, Pecher (1939).

17 Verveen ve de Felice (1974).

18 Katz ve Miledi (1970).

19 Stevens (1977).

20 Katz (1966).

21 Lindauer (1961).

22 Jennings (1906).
23 Hingston (1928).
24 Marais (1971); von Frisch (1975).
25 Hingston (1928).

10 İçgüdü ve Öğrenme

10.1 Geçmiş Eylemlerin Etkisi

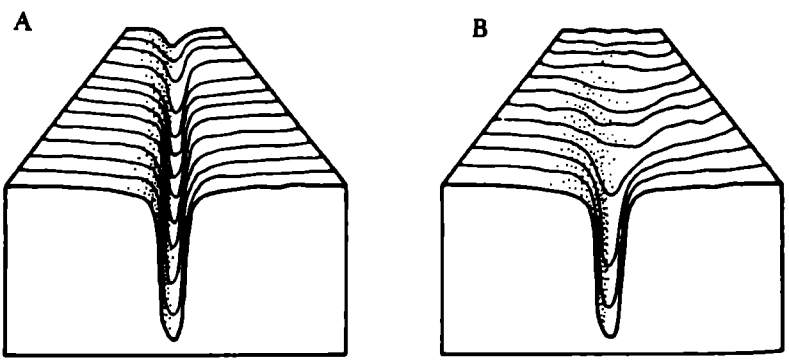
Morfogenetik alanlar gibi, motor alanlar da önceki benzer sistemlerden kaynaklanan morfik rezonans tarafından belirlenirler. Bir hayvanın ayrıntılı yapısı ve onun sinir sistemi içindeki salınım etkinliğinin örüntüleri, genellikle başka herhangi bir hayvandan çok, *kendisine* benzeyecektir. Bu nedenle, üzerinde etki gösteren en spesifik morfik rezonans, kendi geçmişinden gelen rezonans olacaktır (karşılaştırınız: Kısım 6.5). Bir sonraki en spesifik morfik rezonans, aynı çevrede yaşamış ve genetik olarak benzer hayvanlardan; en az spesifik olanı ise, farklı çevrelerde yaşayan diğer ırklara ait hayvanlardan gelecektir. Kreod vadisi modelinde (Şekil 5), en az spesifik olanı vadinin genel hatlarını kararlı bir hâle getirecek, oysa daha spesifik olan rezonans vadi tabanının ayrıntılı topolojisini belirleyecektir.

Kreodik vadinin "dış hatları" aynı ırk ya da türden benzer hayvanların davranışları arasındaki benzerlik derecesine bağlıdır. Hareket örüntüleri küçük değişiklikler gösteriyorsa, morfik rezonans sarp vadilerle gösterilen, derin ve dar kreodlar oluşturacaktır (Şekil 27 A). Bunların, sonradan gelen bireylerin davranışı üzerinde güçlü bir kanalize edici etkisi olacak, bu nedenle de oldukça benzer şekillerde davranma eğilimi göstereceklerdir. Alt düzeyde, bu tip kreodların yol açtığı kalıplaşmış hareket örüntüleri refleksler şeklinde, üst düzeydekiler ise içgüdüler şeklinde ortaya çıkar.

Diğer yandan, benzer hayvanlar farklı davranış örüntüleriyle motor alanlarının son biçimlerine ulaşıyorlarsa, bu kreodlar bu kadar iyi tanımlanmış olmayacaktır (Şekil 27 B); bu yüzden davranışta bireysel farklılıklara yönelik daha geniş bir kapsam olacaktır. Ancak, belirli bir hayvan kendi yolu üzerindeki davranışsal amaca bir kere ulaştıktan sonra, bunun sonucu olan davranışlar da kendine ait geçmiş durumlardan kaynaklanan morfik rezonans yoluyla aynı şekilde kanalize olma eğilimi gösterecektir; bu hareketler ne kadar sık yinelenirse, bu kanalizasyon da o kadar güçlü olacaktır. Bu tip karakteristik bireysel kreodlar, kendilerini alışkanlıklar şeklinde gösterirler.

Sonuç olarak, biçimlendirici nedensellik hipotezinin bakış açısına göre, içgüdülerle alışkanlıklar arasında yalnızca küçük bir derece farkı vardır: her ikisi de -içgüdüler aynı türe ait önceki sayısız bireyden, alışkanlıklar ise temelde aynı bireyin geçmiş durumlarından kaynaklanan- morfik rezonansa bağlıdır.

Bu, refleks ve içgüdülerin, oldukça özgül bir şekilde örüntülü bir sinir sistemi morfogenezine bağlı olmadığı anlamına



Şekil 27: Derin bir şekilde kanalize olmuş bir kreod (A) ve başlangıç evrelerinde bulunan zayıf bir şekilde kanalize olmuş bir kreodun (B) diyagramatik olarak gösterilmesi.

gelmez. Elbette bağlıdırlar. Öğrenme süreci boyunca, sinir sisteminde, bir hareket örüntüsünün yinelenmesini kolaylaştıran, hiçbir fiziksel ya da kimyasal değişikliğin meydana gelmediği anlamına da gelmez. Belki de kalıplaşmış işlevleri yerine getiren basit sinir sistemlerinde, bu tip değişimlere yönelik potansiyel, öğrenmenin yarı-mekanik olarak gerçekleştiği bir düzende, sistemin içinde kendiliğinden var olabilir. Örneğin, *Aplysia* salyangozunda, sinir sisteminin yapısının farklı bireylerde, belirli hücrelerdeki uyarıcı ve engelleyici sinapsların düzenleniş biçimlerinin ince ayrıntılarına kadar, neredeyse özdeş olduğu bulunmuştur. Oldukça basit öğrenme tipleri, solungacın manto boşluğuna refleks olarak geri çekilmesiyle bağlantılı olarak meydana gelmektedir, yani zararsız uyarana alışma, zararlı olana ise duyarlılaşma oluşur; bu şekilde davrandıkça, ayrı ayrı sinir hücrelerine etkiyen belirli uyarıcı ve engelleyici sinapsların etkinlikleri de belirli şekillerde değişikliğe uğrar.[1] Elbette, bu süreçlerin yalnızca tanımlanması, kendi özünde değişikliklerin nedenlerini açıklamaz; bunlar şu an için bir varsayım sorunudur. İleri sürülen fikirlerden biri, bu değişimlerin kimyasal olduğu, belki de proteinlerin fosforilasyonunda değişiklikler içerdiğidir.[2] Peki, bu ayrıntılı yapı ve sinirlerle sinapslardaki işlev uzmanlaşması ilk başta nasıl oluşmaktadır? Bu soru morfogenez alanına kaymaktadır.

Üst düzey hayvanların sinir sistemleri, bireyden bireye, *Aplysia* gibi omurgasızlarda olduğundan çok daha değişken ve çok daha karmaşıktır. Öğrenilmiş davranış örüntüsünün nasıl korunduğu hakkında çok az şey bilinmektedir,[3] ancak bulunanlar, sinir dokuları içinde spesifik şekilde yerleşmiş fiziksel ya da kimyasal "izler" çerçevesinde hiçbir basit açıklama olamayacağını ortaya çıkarmaya yetmektedir.

Çok sayıda araştırma, memelilerde öğrenilmiş alışkanlıkların çoğunlukla beynin serebral korteksi ya da alt-kortikal bölge-

lerindeki büyük hasarlardan sonra da devam ettiğini göstermiştir. Ayrıca, bellek kaybı oluştuğunda, bu durum lezyon bölgesinden çok, yok olan genel doku miktarıyla yakından ilişkilidir. K. S. Lashley yüzlerce deneyin sonucunu aşağıdaki şekliyle özetlemiştir:

> "Sinir sistemi içinde herhangi bir yerde bir bellek izinin izole yerleşimini göstermek mümkün değildir. Sınırlı bölgeler belirli bir etkinliğin öğrenilmesi ya da yitirilmemesi için gerekli olabilir, ama bu tip bölgeler içindeki bölümler işlevsel açıdan eşittir."[4]

Benzer bir olgu bir omurgasız olan ahtapotta da gösterilmiştir: beynin vertikal lobunun değişik bölümleri yok edildikten sonra öğrenilmiş alışkanlıkların varlığını sürdürmesi konusundaki gözlemler, görünürde paradoksik olan "bellek, hem her yerde hem de hiçbir yerdedir" sonucuna götürmüştür.[5]

Bu bulgular mekanistik bir bakış açısına göre son derece şaşırtıcıdır. Bunları açıklamaya yönelik bir girişimde, bellek "izlerinin", bir şekilde, hologramdaki girişim örüntülerinde bilginin depolanmasına benzer bir tarzda beyin içerisine dağılmış oldukları önerilmiştir.[6]

Biçimlendirici nedensellik hipotezi, beynin zarar görmesine rağmen öğrenilmiş alışkanlıkların devam etmesini çok daha az şaşırtıcı hâle getiren başka bir yorum sunmaktadır: alışkanlıklar, beyinde yer almayan, fakat morfik rezonans yoluyla doğrudan kendi geçmiş durumlarından kaynaklanan motor alanlara bağlıdır.

Biçimlendirici nedensellik hipotezinin içgüdü ve öğrenmeyle ilgili imalarından bazıları sonraki kısımlarda ele alınmaktadır; Bölüm 11'de de bu hipotezden çıkarılan öngörülerin deney yoluyla mekanistik kuramınkilerden ne şekilde ayrılabilecekleri konusunda öneriler sunulmaktadır.

10.2 İçgüdü

Bütün hayvanlarda, belirli motor etkinliği örüntüleri öğrenilmiş olmaktan çok, doğuştan gelmektedir. En temel olanları, kalp ve bağırsak gibi iç organların motor etkinlikleridir, ancak kol, kanat ve diğer motor yapıların hareket örüntülerinin birçoğu da doğuştan gelmektedir. Bu durum en açık hâliyle hayvanlar neredeyse doğar doğmaz ya da yumurtadan çıkar çıkmaz yeterli bir şekilde çevrede hareket edebildiklerinde görülmektedir.

Doğuştan gelen ve öğrenilen davranış arasında ayrım yapmak her zaman kolay değildir. Genelde, izolâsyon hâlinde yetişen yavru hayvanlarda gelişen karakteristik davranışlar çoğunlukla doğuştan gelme olarak ele alınır; diğer yandan, yalnızca kendi türlerinin diğer üyeleriyle temasa girdiklerinde görülen davranışlar da doğuştan olabilir, ama bunların ifade edilmesi için diğer hayvanlardan uyaran gelmesi gerekmektedir.

Çok çeşitli hayvanların içgüdüsel davranışlarıyla ilgili çalışmalar, etholojinin (hayvanların davranışlarını inceleyen bilim dalı) klâsik kavramlarını oluşturan birkaç genel sonuca götürmüştür.[7] Bunlar, aşağıdaki gibi özetlenebilir:

(i) İçgüdüler birbiri üstüne binmiş bir "sistemler" ya da "merkezler" hiyerarşisi şeklinde düzenlenir. Her düzey aslında altındaki düzeyde bulunan bir sistem tarafından etkin hâle getirilir. Başlıca içgüdülerin her birinin en yüksek merkezi, birtakım hormonlar, hayvanların iç organlarından gelen duyusal uyaranlar ve çevreden gelen uyaranlar tarafından etkilenebilir.

(ii) Başlıca içgüdülerin etkisi altında meydana gelen bir davranış, çoğunlukla *sabitleşmiş hareket örüntüleri* adlı az çok kalıplaşmış davranış örüntüleri zincirinden oluşur. Bu tip bir sabit davranış örüntüsü büyük ya da küçük bir içgüdüsel davranış

zincirinin uç noktası olduğunda, buna *konsümatör hareket* adı verilir. İçgüdüsel davranış zincirinin, örneğin besin arama gibi, ilk bölümlerindeki davranış daha esnek olabilir ve genellikle apetitif davranış olarak adlandırılır.

(iii) Her bir sistem etkin hâle getirilmek ya da *salıvermek* için spesifik bir uyarana gereksinim duyar. Bu uyaran ya da salıverici, hayvanın vücudunun içinden ya da çevreden gelebilir. İkinci durum genellikle *işaret uyaranı* olarak anılır. Belirli bir salıverici ya da işaret uyaranının reaksiyonu serbest bırakan doğuştan gelen salıverme mekanizması adlı spesifik bir sinirsel-duyusal mekanizmaya etkidiği varsayılır.

Bu kavramlar, önceki bölümde geliştirilen motor alanlarla ilgili fikirlerle dikkate değer bir uyum göstermektedir. Sabit hareket örüntüleri kreodlar çerçevesinde, doğuştan gelen salıverme mekanizması ise uygun motor alanların germ yapıları olarak yorumlanabilir.

10.3 İşaret Uyaranları

Hayvanların işaret uyaranlarına karşı içgüdüsel tepkileri, bunların bir şekilde kendi çevrelerinden spesifik ve yinelenebilir özellikler çıkardıklarını göstermektedir:

> "Bir hayvan, genel çevre koşullarının bir bölümüne 'kör gibi' tepki verir, duyu organları bunları mükemmel bir şekilde algıladığı hâlde görmezden gelir... Bu etkili uyaranlar, olası uyaranlardan birine ya da diğerine yönelik farklılık gösteren çeşitli durumlara tepkileri test edilerek kolayca bulunabilirler. Ayrıca, bir duyu organı bir tepkinin verilmesine karıştığında, uyaranın yalnızca alabileceği bölümü gerçekte etkilidir. Kural olarak, hayvanın çok sayıda ayrıntıyı algılaması için duyusal donanımı olması-

na rağmen, içgüdüsel bir tepki, ancak oldukça az uyarana tepki verir, çevrenin büyük bölümünün ise çok az etkisi vardır ya da hiç etkisi yoktur." (N. Tinbergen.[8])

Aşağıdaki örnekler[9] bu ilkeleri göstermektedir:

Çiftleşme dönemi süresince, erkek dikenli balığın diğer erkek dikenli balıklara karşı saldırgan tepkileri, temelde, kırmızı karnının işaret uyaranı tarafından serbest bırakılır: oldukça kaba şekli olsa da kırmızı karınları olan modellere, doğru şekli olan, ama kırmızı rengi olmayan modellerden çok daha fazla saldırılır. Kırmızı göğüslü nar bülbülü (kızılgerdan) ile yapılan deneylerde de benzer sonuçlar elde edilmiştir: bir bölgeyi tutmuş olan erkek, çok benzer kırmızı göğüslü modeller, hatta yalnızca kırmızı bir tüy demeti olanları bile tehdit etmiş, ancak kırmızı göğüslü olmayan doğru modellere daha az tepki vermiştir.

Yavru ördekler ve kazlar, kuşun uçuş hâlindeki şekline bağlı bir tarzda av kuşlarının yaklaşmasına içgüdüsel olarak tepki verirler. Karton modellerle yapılan çalışmalar, en önemli özelliğin kısa bir boyun -gündüz yırtıcıları (şahin, doğan, atmaca vb.) ve diğer yırtıcı kuşların karakteristiği- olduğunu göstermiş, kanatların ve kuyruğun büyüklüğü ve şekli nispeten önemsiz kalmıştır.

Belirli güvelerde, normalde dişiler tarafından üretilen eşey kokusu, yani feromon, erkeklerin bu kokuyu taşıyan herhangi bir nesneyle çiftleşme girişimine yol açar.

Ephippiger ephippiger türü ekin çekirgelerinde, erkekler çiftleşmek isteyen dişileri şarkılarıyla çekerler. Dişiler şarkı söyleyen erkeğe belli bir uzaklıktan çekilir, ama oldukça yakında olsalar bile sessiz erkekleri görmezden gelirler. Kanatları birbirine yapıştırılarak sessizleştirilen erkekler, dişileri çekemezler.

Tavuklar, tehlike ötüşlerine tepki olarak civcivlerini kurtarmaya gelir, ama onları tehlike hâlinde, örneğin ses geçirmeyen camdan bir engelin gerisinden, yalnızca görüyorlarsa, kurtarmaya gelmezler.

Biçimlendirici nedensellik hipotezine göre, bu işaret uyaranlarının farkına varılması, benzer uyaranlara maruz kalmış olan önceki benzer hayvanlardan kaynaklanan morfik rezonansa bağlı olmak zorundadır. Otomatik ortalama süreci yüzünden, bu rezonans, yalnızca, sinir sisteminde bu uyaranların neden olduğu uzamsal-zamansal etkinlik örüntülerinin ortak özellikleri vurgulanacaktır. Sonuç, yalnızca bu belirli spesifik uyaranların çevreden ayırt edilmesi, diğerlerinin ise görmezden gelinmesi olacaktır. Örneğin, civcivleri tehlikede olan tavuklara etkiyen uyaranı ele alın. Farklı birçok durumda civcivlerin tehlike içindeyken çekilmiş fotoğraflarını düşünün. Gece çekilmiş olanlarda hiçbir şey görülmeyecek; gündüz çekilmiş olanlar ise önden, arkadan, yandan ya da yukarıdan görülen farklı büyüklük ve farklı şekillerdeki civcivleri gösterecektir; ayrıca bunlar her büyüklükte ve şekilde nesneye yakın, hatta bunların arkasında gizlenmiş olabilirler. Şimdi, tüm bu fotoğrafların negatifleri bileşik bir görüntü oluşturacak şekilde üst üste bindirilirse, ne olursa olsun hiçbir özellik pekiştirilmeyecektir; sonuç yalnızca belirsiz bir şekildir. Buna karşılık, fotoğrafların çekilmesiyle aynı anda alınan bir dizi ses kaydı düşünün. Bu kayıtların hepsinde tehlike çığlığı vardır, bu sesler üst üste bindirilirse, otomatik olarak ortalaması çıkarılmış bir tehlike çığlığı üretecek şekilde birbirini pekiştirecektir. Fotoğrafların ve ses kayıtlarının üst üste bindirilmesi, tehlike içindeki bir tavuktan gelen uyarana maruz kalan sonraki bir tavuk üzerindeki önceki tavukların sinir sistemlerinden kaynaklanan morfik rezonansın etkilerine benzer: görsel uyaranlar hiçbir spesifik rezonansa yol açmaz ve hiçbir içgüdüsel tepki uyandırmaz, bununla birlikte, bir civciv, gözleyen bir insana acıklı gözükmeyebilir, oysa işitsel uyaranlar bu tepkiyi uyandırır.

Bu örnek genel bir ilkenin ne olabileceğini göstermeye yardımcı olur: şekiller çoğunlukla işaret uyaranları olarak etkili değildir. Bunun olası nedeni, şekillerin nesnelerin görüldükleri açıya bağlı oldukları için oldukça değişkenlik göstermeleridir. Bu-

na karşılık, renklerin görüş açısına bağlılığı daha az kritiktir, seslerin ve kokuların ise neredeyse hiç yoktur. Dikkate değer bir şekilde, renkler, sesler ve kokular içgüdüsel tepkilerin salıvericileri olarak önemli roller üstlenirler; şekillerin etkili olduğu durumlarda ise belirli bir görüş açısı sabitliği söz konusudur. Örneğin, yerdeki yavru kuşlar, üzerlerinde uçan yırtıcıları silüet hâlinde görürler, gerçekten de aslında bu şekillere tepki verirler. Şekiller ve örüntüler eşeysel işaret uyaranları olarak çalışırken, bunu, kur davranışında, hayvanların potansiyel eşlerine göre belirli duruşlar aldıkları gösteri ya da "sunuşlar" şeklinde yaparlar. Aynı durum, boyun eğme ve saldırganlık gösterileri için de geçerlidir.

10.4 Öğrenme

Öğrenmenin, geçmiş deneyimlerin bir sonucu olarak, davranışta nispeten kalıcı herhangi bir adaptif değişim olduğunda meydana geldiği söylenebilir. Dört genel kategori göz çarpmaktadır:[10]

(i) Tek hücreli organizmalarda bile görülen[11] en evrensel tip, ardından herhangi bir tür pekiştirmenin gelmediği yinelenen bir uyaranın sonucu olarak bir tepkinin zayıflaması şeklinde tanımlanabilen alışkanlıktır. Zararsız olduğu ortaya çıkan yeni uyaranlara alarm ya da kaçınma tepkilerinin sönmesi yaygın bir örnektir: hayvanlar bunlara alışırlar.

Bu olgu, uyaranların yinelendiklerinde tanınmalarını olanaklı kılan bir tür belleğin varolduğunu göstermektedir. Biçimlendirici nedensellik hipotezinde, bu tanıma aslında, yeni duyusal uyaranlar tarafından ortaya çıkarılanların da dahil olduğu, kendine ait geçmiş durumları olan organizmanın morfik rezonansına bağlıdır. Bu rezonans organizmanın geçmişteki kendisiyle özdeşliğini korumasına, aslında bunu tanımlamasına yarar (Kısım 6.5). Tepkilerin pekiştirilmediği çevreden gelen yinelemeli

uyaranlar, etkili bir şekilde organizmanın kendine ait "geçmişinin" bir bölümü hâline gelecektir. Tersine, çevreden gelen herhangi bir yeni özellik, bu şekilde tanınmayacağı için, göze çarpacaktır; uyaran tanıdık olmadığından, hayvan genellikle alarm ya da kaçınmayla kesin bir şekilde tepki verecektir.

Aplysia salyangozunda solungacın geri çekilme refleksi gibi belirli kalıplaşmış tepkilerde ise, alışkanlık, sinir sisteminde önceden varolan yapısal ya da biyokimyasal uzmanlaşmalar temelinde yarı mekanistik bir tarzda meydana gelebilir (Kısım 10.1). Ancak durum böyle ise, bu uzmanlaşma ikincildir ve olasılıkla, alışkanlığın morfik rezonansa daha doğrudan bağlı olduğu bir durumdan evrimleşmiş gibi görünmektedir.

(ii) Bütün hayvanlarda, doğuştan gelen motor etkinlik örüntüleri, bireyler büyüdükçe, ortaya çıkmaktadır. Bunların bazıları yapıldıkları ilk anda mükemmel bir şekilde gerçekleştirilirken, bazıları da zamanla gelişir. Örneğin, yavru bir kuşun ilk uçma ya da yavru bir memelinin ilk yürüme girişimi, yalnızca kısmen başarılı olabilir, ama girişimler yinelendikçe daha iyi olmaya başlar. Bu tip bütün gelişmeler uygulamaya bağlı değildir: bazı durumlarda, yalnızca bir olgunlaşma sorunudur ve hareketsiz bırakılan hayvanlarda zamanın geçişi bile bunu ortaya çıkarır.[12] Yine de birçok motor beceri tipi olgunlaşmaya atfedilemeyecek bir şekilde gelişir.

Biçimlendirici nedensellik hipotezinin bakış açısına göre, bu tip öğrenme davranışsal regülâsyon çerçevesinde yorumlanabilir. Türün geçmişteki sayısız üyesinden kaynaklanan morfik rezonans otomatik olarak ortalaması alınmış bir kreod sağlar, bu kreod hayvanın belirli bir doğuştan gelen hareket örüntüsünü ilk yapma girişimini yönetir. Bu standart kreod, örneğin hayvanın duyu organları, sinir sistemi ya da motor yapılarındaki normdan sapmalar nedeniyle yalnızca yaklaşık olarak doyurucu sonuçlar verebilir. Hareketler yapıldıkça, regülâsyon, genel kreod-

da ve bunun kontrolü altındaki alt düzey kreodlarda kendiliğinden "ince ayarlar" meydana getirecektir.

(iii) Hayvanlar, bir uyarana, normalde farklı bir uyaran tarafından harekete geçirilen bir tepkiyle karşılık vermeye başlayabilirler. Bu tip öğrenme, yeni uyaran orijinaliyle aynı zamanda ya da hemen öncesinde uygulandığında meydana gelir. I. P. Pavlov tarafından köpeklerde oluşturulan "şartlı refleksler" bu konuda klâsik örneklerdir. Örneğin, yiyecek verildiğinde köpek salya akıtır. Defalarca tekrar edilen durumlarda, yiyecek verilir verilmez bir zil çalınmış ve bir süre sonra köpekler yiyecek olmasa bile zil sesiyle salya akıtmaya başlamıştır.

Bu tip öğrenmeyle ilgili uç bir örnek, yavru kuşların, özellikle de ördek ve kaz yavrularının "şartlandırılma"sında görülmektedir. Yumurtadan çıktıktan kısa bir süre sonra, bu yavrular çevrelerinde hareket eden makul büyüklükte herhangi bir nesneye içgüdüsel bir şekilde söz konusu nesneyi takip ederek tepki verirler. Normalde bu nesne annesidir; ancak kendilerini besleyen başka bir anne, bir insan, hatta önlerinden geçirilen cansız nesneleri bile takip edeceklerdir. Nispeten kısa bir süre sonra, hareket eden nesnenin genel özelliklerini, daha sonra da spesifik özelliklerini fark etmeye başlarlar. Takip etme tepkisi, bu durumda, yalnızca şartlandırıldıkları belirli bir kuş, insan ya da nesneyle sağlanabilir.

Benzer şekilde, hayvanlar çoğunlukla eşlerinin ve yavrularının bireysel özelliklerini görme, ses, koku ya da dokunma yoluyla tanımayı öğrenirler. Bu tanımanın gelişmesi zaman alır: örneğin, yeni yumurtadan çıkmış civcivleri olan bir su tavuğu çifti, kendi yavrularına görünüşleri benzer olan yabancı civcivleri de besleyecek, hatta yavrusu olarak kabul edecektir; ancak bu yavrular yaklaşık iki haftalık olduklarında bunları bireysel olarak tanırlar, bu andan sonra da benzer olsalar bile yabancılara göz yummazlar.[13]

Benzer bir süreç, olasılıkla, yer işaretleri ve bu yerlerle ilişkili diğer özellikler aracılığıyla, yuva yerleri gibi belirli yerlerin tanınmasından sorumludur. Aslında, bu tip öğrenme, genel anlamda görsel tanımanın gelişiminde önemli bir rol oynar gibi görünmektedir. Bir nesneden gelen uyaranlar görüldükleri açıya göre değiştikleri için, hayvan bütün bunların aynı şeyle bağlantılı olduğunu öğrenmek zorundadır. Aynı şekilde, aynı nesneden gelen farklı duyusal uyaran türleri -görme, işitme, koku, tat ve dokunmayla ilgili- arasındaki ilişkiler de genellikle öğrenilmek zorundadır.

Yeni uyaran ve orijinal uyaran eşzamanlı meydana geldiklerinde, ilk bakışta beyinde neden oldukları farklı fiziko-kimyasal değişim örüntülerinin, sıklıkla yinelenmenin bir sonucu olarak yavaş yavaş birbiriyle bağlantılı olmaları mümkün gözükmektedir. Ancak görünüşe göre basit olan bu yorumun önünde iki güçlük durmaktadır. Birincisi, yeni uyaran alışıldık olanla eşzamanlı olmayıp, bundan önce gelebilir. Bu durumda, uyaranın etkisinin bir süre devam ettiğini, bu yüzden de alışıldık uyaran meydana geldiğinde hâlâ var olduğunu varsaymak gerekli görünmektedir. Bu tür bellek, bir benzetmeyle, yavaş yavaş azalan bir yankı şeklinde düşünülebilir. Bu tip bir kısa süreli belleğin var olması aslında ampirik olarak kanıtlanmıştır;[14] beyin içinde yansıyan elektrik etkinliği devreleri çerçevesinde akla yakın bir şekilde açıklanabilir.[15]

İkincisi, bağlantısal öğrenme belirli bazı kesintiler içeriyor gibi görünmektedir: bu adım adım ya da evreler hâlinde meydana gelir. Nedeni ise belki de yeni ve orijinal uyaran arasındaki bağlantının yeni bir motor alanın kurulmasını gerektirmesidir: orijinal tepkiden sorumlu olan alan, bir şekilde yeni uyaranı içerecek biçimde genişlemiş olmak zorundadır. Aslında, yeni bir motor birimin ortaya çıktığı bir sentez meydana gelir. Yeni bir birim yavaş yavaş değil, ancak anî bir "kuantum sıçraması" (ya da arka arkaya birkaç "sıçrama") ile ortaya çıkabilir.

(iv) Belirli bir uyarana aldıktan *sonra* tepki vermenin öğrenilmesinin yanı sıra, hayvanlar hareketlerinin bir sonucu olarak bir amaca ulaşacakları bir şekilde davranmayı da öğrenebilirler. Davranışçı okulun terminolojisinde, bu "operant koşullama"da hayvan tarafından "çıkarılan" tepki pekiştiren uyarandan önce gelir. "Skinner kutuları"ndaki fareler bu konuda klâsik örnekler sunmaktadır. Bu kutularda, üzerine basıldığında bir besin parçası bırakan bir manivelâ bulunur. Defalarca denemenin ardından, fareler manivelâya basmayla ödülü birleştirmeyi öğrenirler. Benzer şekilde, acı veren bir elektrik şoku uyaranından kaçınmak amacıyla da bir manivelâya basmayı öğrenebilirler.

Bir ödül alma ya da cezadan kaçınmayla, belirli bir hareket örüntüsünün birleştirilmesi, genellikle deneme-yanılmanın bir sonucu olarak meydan gelir gibi gözükmektedir. Ancak, primatlarda, özellikle şempanzelerde, tamamıyla daha üst düzey bir düzenin zekâsı olduğu kanıtlanmıştır. Elli yıldan daha uzun bir süre önce gerçekleştirilen iyi bilinen bazı deneylerinde, W. Köhler bu maymunların "kavrayıcı" (insightful) bir şekilde problemleri çözebildiklerini bulmuştur.[16] Örneğin, şempanzeler tırmanılması imkânsız duvarları olan ve tavanında erişemeyecekleri kadar yükseğe olgun bir muz hevenginin asıldığı çok yüksek bir odaya yerleştirilmişti. Şempanzeler, arka ayakları üzerinde yükselerek ve zıplayarak meyveleri almaya yönelik birkaç girişimden sonra, bu yaklaşımdan vazgeçmişti. Bir süre sonra, içlerinden biri, deneyin başlangıcında yerleştirilmiş birkaç ahşap kutudan birine, sonra da muzlara bir göz atmış; daha sonra kutuyu muzların altına çekmiş, üzerine çıkmıştı. Bu onu yeterli yüksekliğe ulaştırmamış, bu yüzden başka bir kutuyu alıp getirmiş ve ilk kutunun üstüne koymuştu, ama hâlâ yeterince yüksek değildi; bir üçüncü kutu daha eklemiş, üstüne tırmanmış ve meyveyi kapmıştı.

Sonradan gelen araştırmacılar da kavrayıcı davranışla ilgili birçok örnek göstermiştir: örneğin, bir deneyde şempanzeler kafeslerin dışında ulaşamayacakları bir yerde duran yiyecekleri toplamak için değnekleri kullanmayı öğrenmişlerdir. Daha önceden birkaç gün değneklerle oynamalarına izin verildiğinde, bu işi daha kısa bir sürede yapmışlardır; bu süre boyunca, değnekleri kollarının işlevsel uzantıları olarak kullanmaya başlarlar. Sonuç olarak, yiyecekleri toplamak için değneklerin kullanılması, "önceki deneyimler süresince kazanılan motor bileşenlerin yeni ve uygun davranış örüntüleriyle birleşmesi"ni göstermektedir.[17]

Hem "deneme-yanılma" hem de "kavrayıcı" öğrenmede, var olan kreodlar yeni üst düzey motor alanlarla birleştirilmektedir. Bu sentezler yalnızca anî "sıçramalar"la ortaya çıkabilir. Yeni davranış örüntüleri başarılı olursa, yinelenme eğilimi göstereceklerdir. Bu yüzden yeni motor alanlar, öğrenilmiş davranış alışkanlık hâline geldikçe, morfik rezonans yoluyla kararlı hâle getirilecektir.

10.5 Doğuştan Gelen Öğrenme Eğilimleri

Öğrenmenin özgünlüğü, mutlak olabilir: yeni bir motor alanı yalnızca bireyin geçmişinde ilk kez değil, zaman içinde de ilk kez ortaya çıkıyor olabilir. Diğer yandan, bir hayvan türünün diğer üyelerinin geçmişte zaten öğrendiği bir şeyler öğrenebilir. Bu durumda, uygun motor alanın ortaya çıkışı önceki benzer hayvanlardan kaynaklanan morfik rezonans yoluyla kolaylaştırılabilir. Bir motor alan, birçok bireyde yinelenmesi yoluyla giderek iyi yapılanmış bir hâle geliyorsa, öğrenmenin de gelişme anlamında daha kolay olması mümkündür: bu belirli davranış örüntüsünü kazanmaya yönelik doğuştan gelen güçlü bir yatkınlık olacaktır.

Sonuç olarak, oldukça sık yinelenen öğrenilmiş davranış, yarı içgüdüsel olma eğilimi gösterecektir. Tersi bir süreçle, içgüdüsel davranış da yarı öğrenilmiş olmaya başlayabilir. İçgüdüsel

ve öğrenilmiş davranış arasındaki yukarıda söz edilen ikinci tip yavaş yavaş birbirine karışma, kuşların şarkılarında özellikle net bir şekilde görülebilir.[18] Kumru ve guguk kuşu gibi bazı türlerde, şarkı örüntüsü neredeyse tamamen doğuştan gelir, bu yüzden de bir kuştan diğerine çok az değişiklik gösterir. Ancak, ispinoz gibi başka kuşlarda, şarkı, türün genel bir yapı karakteristiğini taşırken, ince ayrıntılarında bireyden bireye değişmektedir; bu farklılıklar diğer kuşlar tarafından kolaylıkla ayırt edilebilir ve kuşun aile ve sosyal yaşantısında önemli bir rol oynar. İzole edilerek yetiştirilmiş kuşlar türlerinin şarkılarının basitleşmiş ve daha az özellik taşıyan versiyonlarını ortaya koyarlar; bu durum onun genel yapısının doğuştan geldiğini göstermektedir. Bununla birlikte, normal koşullar altında kendi türlerine ait diğer kuşları taklit ederek şarkılarını geliştirir ve ilerletirler. Bu süreç alaycı kuşgillerde daha da ileri gider; örneğin, kendilerinin dışındaki türlerin de şarkılarından unsurlar alırlar. Bazı kuş türleri, özellikle papağanlar ve minahlar, yapay kafes koşulları altında, kendilerine bakan insanların seslerini taklit edecek kadar ileri giderler.

Şarkıları neredeyse tamamen doğuştan gelen türlerde, bireysel değişimin olmaması oldukça iyi tanımlanmış ve kararlı hâle gelmiş motor kreodların hem bir nedeni hem de sonucudur (karşılaştırınız: Şekil 27 A): aynı hareket örüntüsü ne kadar çok yinelenirse, gelecekte yinelenme eğilimi de o kadar yüksek olacaktır. Ancak şarkılarında bireysel farklılıklar olan türlerde, morfik rezonans daha düşük ölçüde iyi tanımlanmış kreodlar ortaya çıkaracaktır (Karşılaştırınız: Şekil 27 B): kreodun genel yapısı otomatik ortalama süreciyle sağlanacak, ayrıntıları bireylere bağlı olacaktır. Şarkı söylemeye ilk başladığında yaptığı hareket örüntüsü, kendine ait geçmiş durumlardan kaynaklanan morfik rezonansın spesifikliği nedeniyle, sonraki şarkılarını etkileyecektir; yinelemeyle, karakteristik şarkı örüntüsü, bireysel kreodları derinleşip kararlı hâle geldikçe alışkanlık olacaktır.

Notlar

1 Kandel (1979).

2 a.g.e.

3 H. A. Buchtel ve G. Berlucchi; Duncan ve Weston-Smith (editörler) (1977).

4 Lashley (1950), s.478.

5 Boycott (1965).

6 Pribram (1971).

7 Kapsamlı bir tarama ve tartışma için, bkz. Thorpe (1963).

8 Tinbergen (1951), s.27.

9 a.g.e.

10 Thorpe (1963).

11 Örneğin, Jennings (1906).

12 Hinde (1966).

13 Thorpe (1963), s.429.

14 Spear (1978).

15 Hebb (1949) tarafından ileri sürülmüş olan bu fikir yıllarca savunulmasına rağmen, ne kesin bir şekilde reddedilmiş ne de deneysel kanıtlarla ikna edici biçimde desteklenmiştir.

16 Köhler (1925).

17 Loizos (1967), s.203.

18 Thorpe (1963).

11 Davranışın Kalıtımı ve Evrimi

11.1 Davranışın Kalıtımı

Biçimlendirici nedensellik hipotezinde, davranışın kalıtımı genetik kalıtıma ve sinir sisteminin gelişimini ve bir bütün olarak hayvanı kontrol eden morfogenetik alanlara ve önceki benzer hayvanlardan kaynaklanan morfik rezonans yoluyla sağlanan motor alanlara bağlıdır. Buna karşılık, geleneksel kurama göre, doğuştan gelen davranışın DNA'da "programlanmış" olduğu varsayılmaktadır.

Davranışın kalıtımıyla ilgili, büyük ölçüde, nitelenmesinin güç olması nedeniyle, nispeten çok az araştırma yapılmıştır. Yine de çeşitli girişimlerde bulunulmuştur: örneğin, çeşitli farelerle yapılan deneylerde, davranış bu hayvanların koşarak çark çevirme hızı; eşeysel etkinliğin sıklığı ve süresi; birim zamanda belirli bir bölgede bırakılan dışkı topağı miktarı olarak belirlenen dışkı skorları; lâbirent öğrenme yetileri; ve çok yüksek seslerden kaynaklanan odyojenik nöbetlere dirençsizlik çerçevesinde ölçülmüştür. Yüksek ya da düşük skorlar alan hayvanlar üretilerek bu tepkilerin kalıtsal olarak aktarılabilen bir bileşeni olduğu kanıtlanmıştır. Yavrular, ana-babalarınkine benzer skorlar alma eğilimi göstermiştir.[1] Bu tip araştırmalarla ilgili sıkıntı, bunların davranışın örüntülerinin kalıtımı konusunda çok az şey açığa vurmalarıdır; üstelik, çok sayıda farklı faktörden etkilenmeye açık oldukları için, bu sonuçların yorumlanması da zordur. Örneğin, düşük bir çark çevirme hızı ya da çiftleşme sıklığında azalma yalnızca kalıtsal olarak aktarılabilir olan metabolik bir

eksikliğin sonucu olarak ortaya çıkan kuvvet durumunda genel bir azalmaya da bağlı olabilir.

Bazı durumlarda, davranışın genetik değişikliklerinin nedenleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Küçük bir iplik solucanı olan *Caenorhabditis*'de, anormal bir şekilde kıvrılma hareketi yapan belirli mutantlar, sinir sistemlerinde yapısal değişiklikler gösterir.[2] *Drosophila*'da, ışığa karşı normal tepkiyi ortadan kaldıran çeşitli "davranışsal mutasyonlar"ın, foto-reseptörleri ya da periferal görsel sinir hücrelerini etkilediği bulunmuştur.[3] Farelerde, birkaç mutasyonun, bütün beyin bölgesinde defektlere yol açarak, sinir sisteminin morfogenezini etkilediği bilinmektedir. İnsanlarda, sinir sisteminin doğuştan gelen değişik anormallikleri, örneğin, bir mongolizm tipi olan Down sendromunda olduğu gibi, anormal davranışla ilişkilidir. Davranış kalıtsal, fizyolojik ve biyokimyasal defektlerden de etkilenebilir; örneğin, insanlarda zekâ geriliği ile ilişkili fenilketonurya durumu, fenilalanin hidroksilaz enzimindeki bir yetersizlik yüzündendir.

Doğuştan gelen davranışın, duyu organları, sinir sistemi vb.nin yapı ve işlevinde genetik olarak belirlenmiş değişikliklerden etkilendiği gerçeği, elbette, bunun kalıtımının tek başına genetik faktörler çerçevesinde açıklanabileceğini kanıtlamaz; bu durum yalnızca normal bir davranış için normal bir vücut gerektiğini gösterir. Radyo benzetmesini bir kez daha düşünün: radyonun içindeki değişiklikler onun performansını etkiler; ama bu durum hoparlörlerden gelen müziğin radyonun kendi içinde meydana geldiğini kanıtlamaz.

Davranış alanında, biyokimyasal, fizyolojik ve anatomik değişiklikler germ yapılarının ortaya çıkışını engelleyebilir, bu nedenle de bütün motor alanlar işlemeyebilir; ya da bunların bu alanlar tarafından kontrol edilen hareketler üzerinde çeşitli niceliksel etkileri olabilir. Aslında, sabit hareket örüntüsünün kalıtımı konusundaki araştırmalar, "performansı küçük çapta etkileyen varyasyonlar bulmanın güç olmadığını, ama birim, tama-

men yok olmadıysa, hâlâ açıkça tanımlanabilir bir şekilde ortaya çıkmakta"[4] olduğunu göstermektedir.

Motor alanların kalıtımı, olasılıkla, morfogenetik alanların kalıtımıyla ilgili önceden tartışılmış olan faktörlere bağlıdır (Bölüm 7). Genel olarak konuşmak gerekirse, iki ırk ya da tür arasındaki melezlerde, birinin motor alanlarının, diğerininkiler üzerindeki baskınlığı, olasılıkla, ana-baba tiplerinden gelen morfik rezonansın nispî güçlülüğüne bağlıdır (karşılaştırınız: Şekil 19). İçlerinden biri iyi yapılanmış bir ırk ya da türe, diğeri de küçük bir geçmiş popülasyonu olan nispeten yeni bir ırk ya da türe aitse, iyi yapılanmış olanın motor alanlarının baskın olması beklenecektir. Ancak ana-baba ırk ya dà türleri eşit derecede iyi yapılanmışsa, melezlerin, benzer ölçüde her ikisinin de etkisi altına girmesi beklenecektir.

Gerçekte, meydana gelenler de bunun gibi görünmektedir. Ana-baba tiplerinin davranış örüntüleri birbiriyle uyumlu oldukları için, bazı durumlarda sonuçlar oldukça garip olur. İki çeşit muhabbet kuşunun çaprazlanmasından üretilen melezler bu konuda bir örnek olarak verilebilir. Her iki ana-baba türü de yuvalarını yapraklardan benzer bir şekilde yırttıkları şeritlerden yaparlar, ancak biri (Fischer muhabbet kuşu) bu şeritleri yuvasına gagasıyla taşırken, diğeri (şeftali yüzlü muhabbet kuşu) bunları tüylerinin içine sokar. Melezler de şeritleri yapraklardan normal bir şekilde yırtar, ama sonrasında oldukça karışık bir tarzda davranırlar, kimi zaman şeritleri tüylerinin içine sokar, kimi zamansa gagalarında taşırlar; ancak gagalarında taşırken bile, alt arka ve bacak üstlerindeki tüyleri kaldırıp, şeritleri buraya sokmaya çalışırlar.[5]

11.2 Morfik Rezonans ve Davranış: Deneysel Bir Araştırma

Mekanistik biyolojide, doğuştan gelen davranışla öğrenilmiş davranış arasına keskin bir ayrım konur: doğuştan gelenin

DNA'da genetik olarak "programlandığı" ya da "kodlandığı" varsayılırken, öğrenilmiş olanların sinir sistemindeki fiziko-kimyasal değişimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu tip değişikliklerin spesifik bir şekilde DNA'yı nasıl değiştirebilecekleri (Lamarckçı kuramın gerektirdiği gibi) konusunda akla yakın hiçbir açıklama yoktur; bu nedenle öğrenilmiş davranışın bir hayvan tarafından döllerine kalıtsal olarak aktarılmasının (elbette, döllerin ana-babalarından davranış örüntülerini öğrendikleri "kültürel kalıtım" dışında) imkânsız olduğu kabul edilir.

Buna karşılık, biçimlendirici nedensellik hipotezine göre, doğuştan gelenle öğrenilmiş davranış arasında hiçbir fark yoktur, her ikisi de morfik rezonans yoluyla sağlanan motor alanlara bağlıdır (Kısım 10.1). Bu nedenle, bu hipotez öğrenilmiş davranışın bir hayvandan diğerine olası bir aktarımını kabul eder ve yalnızca geleneksel kalıtım kuramının öngörülerinden değil, aynı zamanda Lamarckçı kuramınkilerden de farklı olan test edilebilir öngörüler ortaya koyar.

Aşağıdaki deneyi düşünün. Aynı soydan hayvanların dölünden elde edilmiş bir soydan gelen bir hayvan belirli bir uyarana karakteristik bir şekilde tepki vermeyi öğreneceği koşullar altına yerleştirilir. Bu hayvanlara daha sonra bu davranış örüntüsü birçok kere tekrar ettirilir. Hipotez gereği, yalnızca eğitilen hayvanların davranışının giderek daha çok alışkanlık hâlini almasına neden olmayacak, aynı zamanda, daha az spesifik olmasına rağmen, benzer bir uyarana maruz benzer bir hayvanı da etkileyecek olan morfik rezonans yoluyla, bu yeni motor alan pekiştirilecektir: geçmişte bu görevi yapmayı öğrenen hayvan sayısı ne kadar çoksa, sonraki hayvanlar için bunu yapmayı öğrenmek o kadar kolay olacaktır. Bu nedenle, bu tip bir deneyde, yalnızca eğitilmiş atalardan gelen hayvanlarda değil, yanı sıra eğitilmemiş atalardan gelen genetik olarak benzer hayvanlarda da öğrenme oranında ileriye doğru bir artış gözlemlemek mümkün olacaktır. Bu öngörü, yalnızca eğitilmiş hayvanlardan gelenlerin

daha hızlı öğreneceğini söyleyen Lamarckçı kuramınkinden farklılık gösterir. Geleneksel kuramda ise, eğitilmiş ya da eğitilmemiş hayvanlardan gelenlerin öğrenme oranında hiçbir artış olmayacaktır.

Özetleyecek olursak: hem eğitilmiş hem de eğitilmemiş soydan gelen sonraki kuşaklarda artan öğrenme oranı, biçimlendirici nedensellik hipotezini; yalnızca eğitilmiş soydaki bir artış Lamarckçı kuramı; ikisinde de artış olmaması ise geleneksel kuramı destekleyecektir.

Bu tip deneyler, aslında daha önceleri de yapılmıştır. Sonuçlar biçimlendirici nedensellik hipotezini desteklemektedir.

İlk deney, W. McDougall tarafından 1920'de Harvard'da, Lamarckçı kalıtım olasılığı hakkında kapsamlı bir araştırma sağlama umuduyla başlatılmıştır. Deney hayvanları, birçok kuşaktır lâboratuar koşulları altında dikkatli bir şekilde aynı soydan üretilmiş Wistar soyundan gelen beyaz farelerdi. Bu farelerin görevi özel olarak yapılmış bir su tankından, suyun dışına çıkaran iki geçitten birinden yüzerek kurtulmayı öğrenmekti. "Yanlış" geçit parlak bir şekilde aydınlatılmış, "doğru" geçit ise aydınlatılmamıştı. Fare aydınlatılmış geçitten geçerse, bir elektrik şoku alıyordu. İki geçit, bir defada biri olmak üzere, sırayla aydınlatılıyordu. Bir farenin, aydınlatılmamış geçitten geçerek tanktan kurtulmayı öğrenmeden önce yaptığı hata sayısı, onun öğrenme oranının bir ölçümünü sağlıyordu:

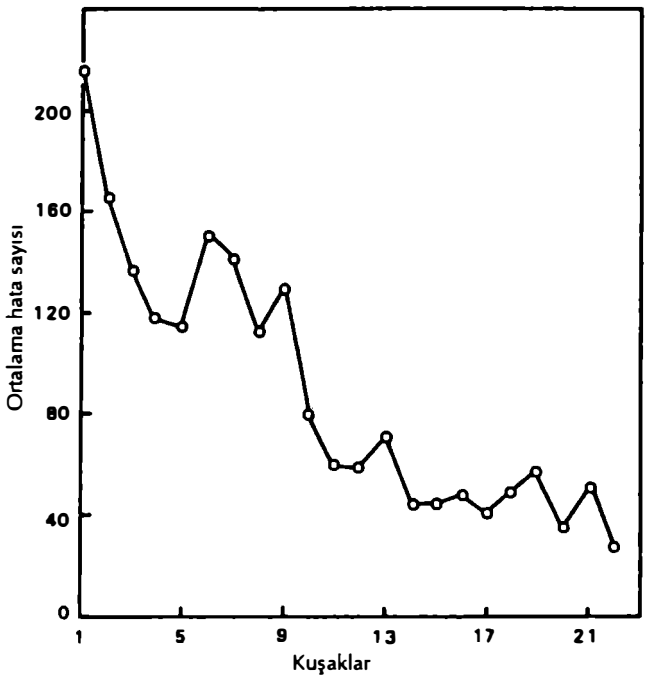
> "Bazı farelerin parlak geçitten kaçınmayı öğrenmeden önce, 330 kez suya batmaları gerekti, bu sayının yaklaşık olarak yarısı da elektrik şoku içeriyordu. Öğrenme süreci her durumda anîden kritik bir noktaya ulaşan bir süreçti. Uzun bir süre boyunca, hayvan parlak geçitten kaçınmayla ilgili açık kanıtlar göstermişti; sık sık önünde duraksıyor, geri dönüyor ya da umutsuz bir aceleyle geri çekiliyordu; ancak, parlak ışık ve şok arasındaki sabit bir

> korelasyonu olan basit ilişkiyi kavramadan önce, parlak yolu en az diğeri ya da yaklaşık en az diğeri kadar kullanmayı sürdürmüştü. En sonunda, eğitiminde, kendini parlak ışıkla karşı karşıya bulursa kesin ve kararlı bir şekilde geri döndüğü, diğer geçidi aradığı ve yavaşça karanlık olan geçitten çıktığı bir noktaya gelindi. Bu noktaya varıldıktan sonra, hayvanların hiçbiri parlak kapıdan bir kere daha geçme hatası yapmadı, yaptıysa da bu yalnızca oldukça seyrek olmuştu."[6]

Her kuşakta, bir sonraki kuşağın üretileceği fareler, çiftleşme test edildikten hemen sonra gerçekleşmesine rağmen, öğrenme oranları ölçülmeden önce rastgele seçiliyordu. Bu prosedür, daha hızlı öğrenen farelerden yana herhangi bir bilinçli ya da bilinçsiz seçim olasılığından kaçınmak için benimsenmişti.

Bu deney 32 kuşak boyunca sürdü ve tamamlanması 15 yıl aldı. Lamarckçı kuram uyarınca, sonradan gelen kuşaklardaki farelerde daha hızlı öğrenme yönünde belirgin bir eğilim vardı. İlk sekiz kuşakta farelerin yaptığı ortalama hata sayısı da bu durumu göstermektedir: bu sayı 56'nın üzerindedir, sekiz kuşağın iki, üç ve dördüncü gruplarında bu sayı sırasıyla 41, 29, ve 20 olmuştur.[7] Bu farklılık yalnızca niceliksel sonuçlarda belirgin değildir, farelerin sonraki kuşaklarda daha dikkatli ve kuşkucu hale gelen gerçek davranışlarında da görülmüştür.[8]

McDougall, her kuşakta ana-baba seçimini rastgele yapmasına rağmen, daha hızlı öğrenen farelerden yana bir tür seçimin yine de deneye sızmış olabileceği şeklinde bir eleştiri gelebileceğini önceden tahmin etmişti. Bu olasılığı test etmek amacıyla, ana-babaların gerçekten öğrenme skorları temelinde seçildiği farklı bir fare grubuyla yeni bir deneye başladı. Bir seride her kuşaktan yalnızca hızlı öğrenenler, diğerinde ise yalnızca yavaş öğrenenler üretildi. Beklendiği gibi, hızlı öğrenenlerin yavruları nispeten daha hızlı öğrenme eğilimi gösterirken, yavaş öğrenen-



Şekil 28: Her kuşakta öğrenme yavaşlığına göre seçilen farelerin arka arkaya gelen kuşaklarındaki ortalama hata sayısı. (Veriler McDougall, 1938"den alınmıştır).

lerin yavruları nispeten yavaş öğreniyordu. Bununla birlikte, daha sonraki serilerde bile, yavaş öğrenenlerden yana tekrar tekrar seçim yapılmasına rağmen, sonraki kuşakların performansı önemli derecede artmıştı (Şekil 28).

Bu deneyler dikkatle yapılmıştı ve eleştirmenler teknikteki herhangi bir hata temelinde sonuçları reddedemediler. Ancak deney tasarımındaki bir zayıflığa dikkat çektiler: McDougall ana-babaları eğitilmemiş olan farelerin öğrenme oranındaki değişiklikleri sistematik olarak test edememişti.

Bu eleştirmenlerden birisi, Edinburgh'dan F.A.E. Crew, benzer tasarımı olan bir tank kullanarak aynı soydan gelen farelerle McDougall'ın deneyini tekrarladı. Bazılarının her kuşakta öğrenme oranının test edildiği, test edilmeyen diğerlerinin ise bir sonraki kuşak için ana-baba olarak kullanıldığı paralel bir "eğitilmemiş" fare soyunu dahil etmişti. Bu deneyde 18 kuşak boyunca, Crew eğitilmiş ya da eğitilmemiş soylardan herhangi birinde öğrenme oranında sistematik hiçbir değişim bulamadı.[9] Başlangıçta bu durum McDougall'ın bulguları hakkında ciddî kuşkular yaratacak gibi görünüyordu. Bununla birlikte, Crew'in sonuçları üç önemli açıdan doğrudan kıyaslanabilir değildi. Birincisi, bazı nedenlerden ötürü farelerin verilen görevi kendi deneyinde, McDougall'ın ilk kuşaklarındakilerden çok daha kolay öğrendikleri bulunmuştu. Bu etki çok belirgindi, çünkü hem eğitilmiş hem de eğitilmemiş soydan gelen farelerin dikkate değer bir bölümü, görevi tek bir elektrik şoku bile almadan hemen "öğrenmişti!" Başlangıçtan sağa doğru Crew'in farelerinin ortalama skorları, McDougall'ın 30 kuşaklık eğitimin sonrasında ulaştığı skorlara çok yakındı. Crew de McDougall da bu tutarsızlığa doyurucu bir açıklama getiremedi. Ancak, McDougall'ın işaret ettiği gibi, araştırmanın amacı eğitimin sonraki kuşaklar üzerinde bir etkisi olup olmadığına ışık tutmak olduğu için, bazı farelerin hiç eğitim almadığı, bazılarınınsa çok az aldığı bir deney bu etkiyi kanıtlamak için yeterli olmayacaktı.[10] İkincisi ise, Crew'in sonuçları kuşaktan kuşağa, McDougall'ın sonuçlarındaki dalgalanmalardan çok daha büyük ve görünürde rastgele dalgalanmalar göstermişti; bu durum sonraki kuşaklardaki skorlarda gelişmeye yönelik herhangi bir eğilimi rahatlıkla örtmüş olabilirdi. Üçüncüsü, Crew her kuşaktq yalnızca erkek ve kız kardeşleri çaprazlayarak, oldukça yoğun bir arılaştırma politikası benimsemişti. Fareler başlangıçta da aynı soydan geldikleri için bunun ters bir etkisi olabileceğini beklememişti:

> "Yine de kullandığım soyun geçmişi, kendileşme konusunda yapılan bir deneyi andırıyor. Geniş bir aile soyu tabanı ve geri kalan iki soyun dar bir doruk noktası var. Üreme oranı düşüyor ve soydan soya ilerledikçe yok oluyor."[11]

Varlığını sürdüren soylarda bile, dikkate değer sayıda hayvan deneyden çıkarılmalarını gerektiren oldukça uç anormalliklerle doğmuştu. Bu yoğun akraba çiftleştirmelerinin zararlı etkileri, öğrenme oranının gelişmesi yönündeki herhangi bir eğilimi rahatlıkla maskelemiş olabilirdi. Tamamıyla, Crew'in deneyindeki bu eksiklikler sonuçların, yalnızca, kesin bir noktaya varmadığı şeklinde ele alınabileceği anlamına geliyordu; aslında kendisi de sorunun yanıtsız kaldığı fikrindeydi.[12]

Neyse ki bu, öykünün sonu değil. Bu deney, Melbourne'de W.E. Agar ve arkadaşları tarafından, Crew'in deneyinin dezavantajlarını içermeyen yöntemler kullanılarak yeniden gerçekleştirildi. 20 yılı aşkın bir süre, arka arkaya 50 kuşak boyunca eğitilmiş ve eğitilmemiş soyların öğrenme oranlarını ölçtüler. McDougall'ın bulgularıyla uyumlu bir şekilde, sonraki kuşaklarda, eğitilmiş soydan gelen farelerin daha hızlı öğrenmeye yönelik dikkate değer bir eğilimleri olduğunu buldular. Ancak aynı eğilim tam anlamıyla eğitilmemiş soyda da bulundu.[13]

McDougall'ın kendi eğitilmemiş fare soyunda neden benzer bir etki gözlemediği merak edilebilir. Yanıt ise gözlemiş olduğudur. Başlangıçtaki eğitilmemiş soydan gelen kontrol farelerini yalnızca ara sıra test etmesine rağmen, "1926, 1927, 1930 ve 1932 yıllarında, bu soydan gelen kontrol gruplarının, 1927'den 1932 yılına kadar ortalama hata sayısında bir azalma gösterdikleri şeklinde rahatsız edici bir gerçek" ile karşılaşmıştır. Bu sonucun, olasılıkla, rastlantı eseri olduğunu düşünmüş, ama eklemiştir:

> "1927'den 1932 yılına kadar ortalama hata sayısındaki bu azalmanın yalnızca bütün soyun yapısındaki gerçek bir değişimi, doğasıyla ilgili hiçbir şey ileri süremediğim bir ilerlemeyi (bu özel beceri konusunda) göstermesi mümkündür."[14]

Agar'ın grubunun 1954 yılında son raporunun yayınlanmasıyla, "McDougall'ın Lamarckçı Deneyi" hakkındaki uzun süren tartışmalar da sona erdi. Hem eğitilmiş hem de eğitilmemiş soylarda görülen benzer gelişmeler Lamarckçı bir yorumu ortadan kaldırdı. McDougall'ın çıkarımı çürütüldü ve konu kapanmış gibi gözüktü. Ancak diğer yandan, elde ettiği sonuçlar doğrulandı.

Bu sonuçlar tamamen açıklanamaz görünüyordu; geçerli fikirler açısından hiçbir anlam ifade etmiyorlardı, kimse tarafından da izlenmedi. Ancak biçimlendirici nedensellik hipotezi ışığı altında oldukça anlam taşımaktadırlar. Elbette kendi başlarına hipotezi kanıtlamış olamazlar; örneğin eğitimle ilgisi olmayan bilinmeyen bir nedenden ötürü arka arkaya gelen fare kuşaklarının giderek zekileştikleri gibi, başka bir açıklama getirmek her zaman için mümkündür.[15]

Gelecekteki deneylerde, morfik rezonansın etkilerini test etmenin en net yolu, çok sayıda farenin (ya da başka bir hayvanın) bir yerleşimde yeni bir görevi öğrenmesini sağlamak; sonra da yüzlerce mil uzaktaki başka bir yerleşimde benzer farelerin aynı görevi yapmayı öğrenme oranlarında artış olup olmadığına bakmak olacaktır. Her iki yerleşimdeki başlangıçtaki öğrenme oranları aşağı yukarı eşit olmalıdır. Biçimlendirici nedensellik hipotezine göre, bu durumda, öğrenme oranının çok sayıda farenin eğitildiği yerleşimde ileri doğru artması gerekecektir; benzer bir artış çok az sayıda fare eğitilmesine rağmen, ikinci yerleşimdeki farelerde de fark edilebilir olacaktır. Elbette, deneyciler açısından

bilinçli ya da bilinçsiz herhangi bir önyargıdan kaçınmak için önlemler alınması gerekecektir. Bunun bir yolu, ikinci yerleşimdeki deneycilerin düzenli aralıklarla, örneğin aylık olarak, farelerin öğrenme oranlarını birkaç *farklı* görevde test etmek olabilir. Sonra da ilk yerleşimde, binlerce farenin eğitileceği bu belirli görev, bunların arasından rastgele seçilebilir. Ayrıca, eğitimin başladığı zaman da rastgele seçilebilir; örneğin, ikinci yerleşimde düzenli testler başladıktan dört ay sonrası olabilir. İkinci yerleşimdeki deneycilere hangi görevin seçildiği ya da eğitimin ilk yerleşimde ne zaman başladığı ise söylenmeyecektir. Bu koşullar altında, seçilen görevdeki öğrenme oranındaki dikkate değer bir artış, ilkinde eğitim başladıktan sonra ikinci yerleşimde de saptanırsa, bu sonuç biçimlendirici nedensellik hipotezinden yana kuvvetli bir kanıt sağlamış olacaktır.

Crew ve Agar'ın grubu McDougall'ın çalışmasını tekrar ettiklerinde de bu tip bir etki rahatlıkla meydana gelmiş olabilir. Her iki durumda da, kullandıkları fareler görevi, McDougall'ın kendi deneyine ilk başladığı zamanda farelerin gerçekleştirdiğinden çok daha hızlı öğrenmeye başlamışlardı.[16]

Yukarıda önerilen deney gerçekten yapılır ve olumlu sonuçlar verirse, doğası gereği tam anlamıyla yeniden yapılabilir olmayacaktır; çünkü, bunu yinelemeye yönelik bir girişimde, fareler orijinal deneydeki farelerden kaynaklanan morfik rezonanstan etkileneceklerdir. Aynı etkiyi tekrar tekrar kanıtlamak için, her deneyde kullanılan görevi ya da türü değiştirmek gerekli olacaktır.

11.3 Davranışın Evrimi

Fosil Kaydı geçmişteki hayvanların yapıları hakkında kesin kanıtlar sağlamakla birlikte, bu hayvanların davranışlarıyla ilgili gerçekte hiçbir şey açığa çıkarmaz. Bunun sonucu olarak, davranışın evrimi konusundaki fikirlerin büyük çoğunluğu geçmişten

elde edilen kanıtlara değil, yalnızca şu an için varolan türler arasındaki karşılaştırmalara dayanabilir. Bu nedenle, örneğin, arılardaki sosyal davranışın evrimi hakkındaki kuramlar, varolan sosyal türleri, daha ilkel oldukları varsayılan kendi başına olan ve koloniler oluşturan türler arasında karşılaştırma yaparak oluşturulabilir. Ancak, bu tip kuramlar akla yakın görünebilmekle birlikte, hiçbir şekilde spekülâtif olmaktan ileri gidemezler.[17] Ayrıca, gerçekte bilinenler oldukça az olduğu için, davranışsal evrimle ilgili kuramlar, davranışın kalıtsal olarak aktarılma biçimi hakkındaki varsayımlara bağlıdır.

Mekanistik ya da Yeni-Darwinci kuram doğuştan gelen davranışın DNA'da "programlandığı" ya da "kodlandığı"nı ve yeni davranış tiplerinin şansa bağlı mutasyonlarla meydana getirildiğini varsayar. Bu durumda, doğal ayıklanmauygun mutantları kayırır; bu yüzden içgüdüler evrimleşir. Şansa bağlı mutasyonların aynı zamanda hayvanlara belirli öğrenme tiplerine yönelik kapasite verdiği de varsayılmaktadır. Böylelikle, bu yeteneklerin varlığını sürdürmesi ve üremesine yararının dokunduğu hayvanlar doğal ayıklanma tarafından kayırılırlar. Öğrenilmiş davranışın doğuştan gelen davranış hâline gelme yönündeki bir eğilim bile, varsayımsal Baldwin etkisi yoluyla, şansa bağlı mutasyonlara atfedilebilmektedir: hayvanlar yeni durumlara uygun biçimlerde davranmayı öğrenerek tepki verebilirler; bu davranışın öğrenmeye gerek olmaksızın ortaya çıkmasına neden olan şansa bağlı mutasyonlar doğal ayıklanma tarafından kayırılacaktır; bu yüzden ilk başta öğrenilen davranış, kazanılmış karakteristiklerin kalıtımı nedeniyle değil, uygun mutasyonların ortaya çıkmış olması nedeniyle, doğuştan gelen davranış hâline dönüşebilir.

Davranışın "genetik programlanmasını" değiştiren şansa bağlı uygun mutasyonlara müracaat ederek açıklanabilecek şeylerin gerçekte hiçbir sınırı yok gibi görünmektedir. Bu Yeni-Darwinci kuramlar da kuramsal popülasyon genetiğinin formülleri temelinde yapılan hesaplamalar aracılığıyla matematiksel bir bi-

çimde geliştirilebilmektedir.[18] Ancak, bu spekülâsyonlar test edilebilir olmadığına göre, hiçbir bağımsız değere de sahip değildirler; bunlar yalnızca yola çıktıkları mekanistik varsayımların ayrıntılarına inerler.

Biçimlendirici nedensellik hipotezi davranışın evrimiyle ilgili oldukça farklı yorumlara götürmektedir. Genetik değişikliklerin davranışı etkiledikleri ölçüde, doğal ayıklanmanın popülasyonların "gen havuzları"nda değişikliklere yol açması yine de beklenecektir. Ancak spesifik davranış örüntülerinin kendileri morfik rezonans yoluyla motor alanların kalıtımına bağlıdır. Belirli bir davranış örüntüsü ne kadar çok tekrar edilirse, bu rezonans da o kadar kuvvetli bir hâle gelecektir. Bu nedenle içgüdüsel davranışın yinelenmesi içgüdüleri çok daha fazla sabitleştirme eğiliminde olacaktır. Diğer yandan, davranış örüntüleri bireyden bireye değişiklik gösteriyorsa, morfik rezonans iyi belirlenmiş kreodlar ortaya çıkarmayacaktır; bu yüzden davranış da daha az kalıplaşmış olacaktır. Davranış değişikliği ne kadar büyük olursa, gelecek kuşaklardaki değişme kapsamı da o kadar büyük olacaktır. Zekânın ortaya çıkmasına olanak tanıyan bir yöndeki bu tip bir evrim kuşlar arasında bir dereceye kadar, memelilerde daha fazla, insanların ise neredeyse hepsinde gerçekleşmiştir.

Bazı durumlarda, yarı-öğrenilmiş davranış, tamamen içgüdüsel olduğu bir geçmişten evrimleşmiş olmak durumundadır. Bu, bireysel değişiklik için daha geniş bir alana sahip bileşik motor alanlar ortaya çıkararak, farklı kreodları olan ırkların melezlenmesi yoluyla gerçekleşmiş olabilir.

Bazı durumlarda ise, yarı-içgüdüsel davranış sıklıkla yinelenmesinin bir sonucu olarak, başlangıçta öğrenildiği davranıştan evrimleşmiş olabilir. Örneğin, farklı köpek cinslerini düşünün. Çoban köpekleri birçok kuşaktır koyunları toplamak, av köpekleri avı getirmek, puvanterler işaret etmek, tilki tazıları tilkileri izlemeleri için vb. eğitilmiş ve seçilmişlerdir. Köpekler çoğunlukla eğitilmeden önce bile kendi cinslerinin davranış karak-

teristiği yönünde doğuştan gelen bir eğilim gösterirler.[19] Belki de bu eğilimler içgüdü şeklinde adlandırılmak için yeterince kuvvetli değildir, ama içgüdüyle belirli bir davranışı öğrenmeye yönelik kalıtsal bir yatkınlık arasında yalnızca bir derece farkı olduğunu göstermeye yetecek kadar sağlamdırlar. Elbette, köpek cinsleri doğal ayıklanmadın çok, yapay koşullar altında evrimleşmiştir, ancak aynı ilkelerin her iki duruma da uygulanması mümkün görünmektedir.

Bazı tip içgüdüsel davranışların kuşaktan kuşağa öğrenilmiş davranışın yinelenmesi yoluyla nasıl gelişmiş olabileceğini tasarlamak nispeten kolay olmakla birlikte, bu durum, özellikle çok sınırlı bir öğrenme kapasitesi olan hayvanlarda, her tür içgüdünün evrimini gereğince açıklayamaz. Olasılıkla bazı yeni içgüdüler daha önce var olanların permütasyon ve kombinasyonlarından ortaya çıkmış olabilir; bu, farklı davranış örüntüleri olan ırklar ya da türler arasında melezleme yoluyla meydana gelmiş olabilir. Yeni kombinasyonların ortaya çıkabileceği bir başka yol ise, çatışan içgüdüler arasında "kararsız kalmış" hayvanların yaptığı görünüşe göre ilgisiz hareketler olan "yerinden çıkarma etkinlikleri"nin birleştirilmesidir. Kur davranışı ritüellerinin belirli unsurları, rahatlıkla, bu şekilde ortaya çıkmış olabilir.[20] Mutasyonlar ya da olağandışı çevrelere maruz kalmanın bir hayvanın diğer türlerin motor kreodlarına "ayarlama" yapabilmesini sağlayabileceği de akla yakın gelmektedir (karşılaştırınız: Kısım 8.6).

Var olan kreodların rekombinasyonuna ek olarak, tamamen yeni motor alanların davranışı neredeyse tamamen içgüdüsel olan hayvanlarda ortaya çıkabildiği bir yol olması gerekmektedir. Yeni davranış örüntüleri, yalnızca, ya çevrede bir değişiklik ya da hayvanın normal fizyolojisini veya morfogenezini değiştiren bir mutasyon yoluyla, atasal davranışın olağan yinelenmesi kesilirse ortaya çıkabilecektir. Bu tip pek çok durumda, hayvan koordine olmayan ve etkisiz bir şekilde davranabilir; ama arada

bir yeni bir motor alan ortaya çıkabilir. Yeni bir alanın ilk kez ortaya çıktığı her durumda, önceki enerjik ya da biçimlendirici nedenler çerçevesinde tam olarak açıklanamayan bir "sıçrama" olmak zorundadır (Kısım 5.1, 8.7).

Yeni bir motor alan yüzünden ortaya çıkan davranış örüntüsü hayvanların varlıklarını sürdürme ve üreme yetilerini bozacak olursa, bu örüntü çok sık yinelenmeyecektir; çünkü bu davranışı devam ettiren hayvanlar doğal ayıklanma yoluyla elenecektir. Ancak davranış örüntüsü, bunu yapan hayvanların varlıklarını sürdürme ve üremelerine yardımcı oluyorsa, sıklıkla yinelenme, bu nedenle de morfik rezonans yoluyla giderek pekiştirilme eğilimi gösterecektir. Böylelikle, motor alan doğal ayıklanma tarafından kayırılacaktır.

11.4 İnsan Davranışı

Üst düzey hayvanlar çoğunlukla alt düzey hayvanlardan daha esnek davranırlar. Bununla birlikte, bu esneklik bir davranış dizisinin ilk evreleriyle, özellikle baştaki apetitif evreyle sınırlı kalır; sonraki evreler, özellikle de son evre olan konsümatör hareket, sabit hareket örüntüleri olarak kalıplaşmış bir tarzda gerçekleştirilir (Kısım 10.1).

Manzara modeli çerçevesinde, asıl bir motor alan geniş bir vadiyle gösterilir; bu vadi daha sonra daralır ve giderek yamaçları dikleşir ve derin bir kanyon yaparak son bulur (Şekil 27 B). Bu geniş vadi, birçok alternatif yolun izlenebileceği apetitif evreye karşılık gelmektedir; bu alternatif yollar daha sonra konsümatör hareketin son derece kanalize olmuş kreoduna doğru "huni" yaptıkça bir noktaya yönelirler.

İnsan davranışında, davranışsal amaçlara ulaşılan yolların çeşitliliği, başka herhangi bir türdekinden çok daha geniştir, ama aynı ilkeler uygulanıyor gibi görünmektedir: üst düzey motor alanların etkisi altında, hareket örüntüleri genellikle doğuştan

gelen kalıplaşmış konsümatör hareketlere doğru "huni" yapar. Örneğin, insanlar gıdalarını birçok farklı yöntemle -ya doğrudan avlanma, toplama, balık tutma, hayvan yetiştirme veya çiftçilik yaparak ya da dolaylı olarak değişik görev veya işleri yerine getirerek- elde ederler. Daha sonra yiyecek birçok farklı şekilde hazırlanır, pişirilir ve çeşitli yollarla, örneğin elle, çubukla ya da kaşıkla, ağza götürülür. Ancak yiyeceğin çiğnenme biçiminde çok az farklılık görülür, beslenme, yutmayla ilgili bütün motor alanın tamamlayıcı hareketi her insanda benzerdir. Aynı şekilde, üreme motor alanı tarafından yönetilen harekette de kur yapma ve evlilik sistemleri oldukça farklılık gösterir, ama yöneldiği tamamlayıcı çiftleşme hareketi aşağı yukarı kalıplaşmıştır. Erkeklerde son sabit hareket örüntüsü ejakülâsyon otomatik olarak ilerler ve aslında doğuştan gelmektedir.

Sonuç olarak, insan davranışının çok çeşitli örüntüleri genellikle morfik rezonans yoluyla türün geçmişteki üyelerinden kalıtsal olarak aktarılan motor alanlar tarafından verilen sınırlı sayıda amaca doğru yönelir; genellikle bu amaçlar birey ya da sosyal grubun gelişimi, sürdürülmesi ya da üremeyle ilişkilidir. Bu amaçlara doğru ilk anda yönelmeyen oyun ve araştırmayla ilgili etkinlikler bile, başka türlerde de olduğu gibi, sonrasında çoğunlukla bunlara ulaşılmasına yardımcı olur. Çünkü, doğrudan bir ödülün bulunmadığı oyun ya da "araştırmayla ilgili genelleşmiş içgüdüsel davranış" insanlarla sınırlı kalmaz: örneğin, fareler doyduklarında bile çevrelerini araştırır ve nesneleri inceler.[21]

Bununla birlikte, insan etkinliklerinin tümü, bunları biyolojik ya da sosyal amaçlara kanalize eden motor alanların kontrolünde değildir; bazıları açık bir şekilde aşkın amaçlara yönelmiştir. Bu tip davranış en saf biçimiyle ermişlerin yaşamlarında görülebilir. Ancak açık bir şekilde çoğu insanın pek çok davranışında böyle aşkın bir yönelim yoktur.

İnsan davranışındaki çeşitlilik, bir bütün olarak tür ele alındığında, çok geniş gözükse bile, belirli herhangi bir toplumda bi-

reylerin etkinlikleri sınırlı sayıda standart bir örüntüye düşme eğilimi gösterir. İnsanlar genellikle karakteristik olarak atalarının kuşaklar boyu tekrar tekrar yapmış oldukları yapılaşmış etkinlikleri yinelerler. Bunlar belirli bir dili konuşmayı; avlanma, çiftçilik, dokuma, âlet yapımı, yemek pişirme vb. ile ilgili motor becerileri; şarkılar ve dansları; ve belirli sosyal rollere özgü davranış tiplerini içermektedir.

Belirli bir kültüre ait etkinlik karakteristiği örüntülerinin tümü kreodlar olarak düşünülebilir.[22] Bunlar ne kadar sık yinelenirse, o kadar güçlü biçimde kararlı olacaklardır. Ancak her biri herhangi bir insanın hareketlerini potansiyel olarak kanalize edebilecek olan kültüre özgü kreodların sersemletici çeşitliliği nedeniyle, morfik rezonans kendi başına bir bireyi belli bir kreod grubuna yönlendiremez. Bu yüzden bu davranış örüntülerinin hiçbiri kendini kendiliğinden ifade etmez: hepsi öğrenilmek zorundadır. Bir birey toplumun diğer üyeleri tarafından belirli hareket örüntülerine alıştırılır. Sonrasında öğrenme süreci başladığında, genellikle taklit yoluyla, karakteristik bir hareket örüntüsünün yerine getirilmesi, bireyi geçmişte bu hareket örüntüsünü yapmış olan her bireyle morfik rezonansa getirir. Bunun sonucu olarak, birey spesifik kreodlara "uyumlandıkça" öğrenme de kolaylaşmış olur.

Alıştırma süreçleri gerçekte geleneksel olarak bunlara oldukça benzer terimler çerçevesinde anlaşılır. Bireylerin kendilerinden önce gelen ve bir tür transpersonal (kişilik ötesi) gerçekliği olan varlık hâlleri ya da modlarına girdikleri düşünülür.

Morfik rezonans yoluyla öğrenmenin kolaylaştırılmasının uzun süredir yapılanmış olan davranış örüntüleri durumunda ampirik olarak kanıtlanması zordur; ancak öğrenme oranındaki bir değişim yeni orijinin motor örüntüleriyle daha kolay saptanabilir olacaktır. Böylelikle, örneğin, içinde bulunduğumuz yüzyılda, bisiklete binmeyi, araba sürmeyi, piyano çalmayı ya da daktilo kullanmayı, bu becerileri zaten kazanmış olan çok sayı-

da insandan kaynaklanan kümülâtif morfik rezonans nedeniyle, öğrenmek giderek daha kolay hâle gelmiş olmalıdır. Bununla birlikte, güvenilir niceliksel veriler, öğrenme oranlarının gerçekte de yükseldiğini gösterse bile, gelişmiş makine tasarımı, daha iyi öğrenme teknikleri ve daha yüksek bir öğrenme motivasyonu gibi başka faktörlerin olası etkileriyle bunun yorumu karmaşıklaşacaktır. Ancak, bu diğer faktörleri sabit tutmak için önlemlerin alındığı özel olarak tasarlanmış deneylerle, öngörülen bu etkiye yönelik ikna edici kanıtlar elde etmek mümkün olabilir.

Biçimlendirici nedensellik hipotezi belirli hareket örüntülerinin yinelendiği insan davranışının her yönüne uygulanabilir. Ancak ilk başta bu örüntülerin kökenini açıklayamaz. Diğer konularda olduğu gibi, burada da yaratıcılık sorunu doğa bilimlerinin kapsamı dışında kalır, herhangi bir yanıt ise ancak metafizik zeminde verilebilir (karşılaştırınız: Kısım 5.1, 8.7 ve 11.3).

Notlar

1 Parsons (1967).
2 Brenner (1973).
3 Benzer (1973).
4 Manning (1975), s.80.
5 Dilger (1962).
6 McDougall (1927), s.282.
7 McDougall (1938).
8 McDougall (1930).
9 Crew (1936).
10 McDougall (1938).
11 Crew (1936), s.75.
12 Tinbergen (1951), s.201.
13 Agar, Drummond, Tiegs ve Gunson (1954).

14 Rhine ve McDougall (1933), s.223.

15 Bu deneylerin yürütüldüğü tarihlerde olası birkaç açıklama ileri sürülmüştür; bunlar ilgilenen okuyucuların başvurabileceği McDougall'ın makalelerinde tartışılmaktadır. Bu açıklamaların hiçbiri yakından incelendiğinde akla yakın gözükmez.

Agar *ve arkadaşları* (1954) öğrenme oranlarında görülen dalgalanmaların farelerin sağlığında ve kuvvetinde görülen, birkaç kuşağa yayılan, değişimlerle ilişkili olduğunu fark etmiştir. McDougall da benzer bir etkiyi zaten fark etmişti. İstatistiksel bir analiz, gerçekten de, "eğitilmiş" soyda, kuvvetle (verimlilik açısından ölçüldü) öğrenme oranları arasında düşük ama anlamlı (% 1 olasılık düzeyinde) bir korelasyon olduğunu, ancak "eğitilmemiş" soyda bunun olmadığını göstermiştir. Bununla birlikte, yalnızca ilk kırk kuşak göz önüne alındığında, korelasyon kat sayısı biraz daha yüksekti: "eğitilmiş" soyda 0.40, "eğitilmemiş" soyda 0.42. Bu korelasyon sonuçlardaki dalgalanmayı açıklamaya yardımcı olabilmekle birlikte, genel eğilimi akla yakın bir şekilde açıklayamaz. Standart istatistik kuramına göre, korelasyon gösteren bir değişken tarafından açıklanan değişim oranı korelasyon kat sayısının karesiyle bulunur, bu durumda $(0.4)^2=0.16$ olur. Bir başka deyişle, kuvvetlilikteki değişimler öğrenme oranındaki değişimlerin yalnızca %16'sını açıklamaktadır.

16 McDougall kullandığı ilk kuşaktaki ortalama hata sayısının 165'in üzerinde olduğunu tahmin ediyordu. Crew'in deneyinde bu sayı 24, Agar'ınkinde ise 72 olmuştu; bkz. Crew (1936), ve Agar, Drummond ve Tiegs (1942)'deki tartışmalar. Agar'ın grubu da aynı ana-babadan gelen fareleri kullanmış olsa ve Crew'le aynı prosedürü izleseydi, başlangıç skorlarının kendi skorundan daha düşük olması beklenebilirdi. Bununla birlikte, kullandığı farelerin farklı ana-babadan gelmeleri ve araştırma prosedüründeki farklılıklar nedeniyle, sonuçlar tam anlamıyla karşılaştırılabilir değildir. Yine de bu sonraki deneylerde görülen öğrenmedeki büyük kolaylık açıkça bellidir.

17 Brown (1975).

18 Bu tipteki çok sayıda örneği Wilson (1975) ve Dawkins (1976)'da bulabilirsiniz.

19 Örneğin, Clarke (1980

20 Tinbergen (1951).

21 Thorpe (1963).

22 Dil, özellikle motor alanların hiyerarşik düzenlenişi konusunda mükemmel bir örnek sağlamaktadır; bu konuda bir başlangıç R. Thom tarafından kreodlar çerçevesinde bir dil kuramı geliştirmesi sırasında zaten yapılmıştır; (bkz. Bu yazarın *Structural Stability and Morphogenesis* (Yapısal Kararlılık ve Morfogenez) adlı çalışması, Bölüm 6.

12 Dört Olası Sonuç

12.1 Biçimlendirici Nedensellik Hipotezi

Biçimlendirici nedensellik hipotezinin, bu kitabın önceki bölümlerinde anlatılan kısmı yalnızca giriş niteliğinde bir taslak olarak düşünülebilir: bu hipotez hem biyoloji hem de fizik alanlarında çok daha ayrıntılı bir şekilde çalışabilecek niteliktedir. Ancak öngörülerinin bazıları test edilene kadar, bu işe girişmek belki de çok özendirici olmayacaktır: yalnızca ikna edici olumlu sonuçlar elde edilirse bu hipotez, en azından bugünkü biçimiyle, izlenmeye değer gibi görünmektedir. Kısım 5.6, 7.4, 7.6, 11.2 ve 11.4'de olası deneysel araştırma örnekleri verilmiştir; daha fazlası da geliştirilebilir.

Biçimlendirici nedensellik hipotezi doğanın nesnel olarak gözlemlenebilir düzenlilikleri hakkında test edilebilir bir hipotezdir. Yeni biçimler ya da yeni davranış örüntülerinin ortaya çıkışı veya öznel deneyim gerçeğinin getirdiği sorulara herhangi bir yanıt sağlayamaz. Bu tip sorular yalnızca doğa bilimlerinkinden çok daha öteye uzanan gerçeklik kuramları, bir başka deyişle metafizik kuramlarca yanıtlanabilir.

Günümüzde, mekanistik yaşam kuramı ve metafizik materyalizm kuramı arasındaki yakın ilişki nedeniyle, bilimsel ve metafizik sorular sıklıkla birbirine karıştırılmaktadır. Mekanistik kuramın yerini biyolojide biçimlendirici nedensellik hipotezi ya da herhangi bir başka hipotez alacak olsa bile, metafizik materyalizm kuramı hâlâ savunulmaya devam edilebilir olacaktır.

Ancak ayrıcalıklı konumunu da yitirecektir; diğer metafizik kuramlarla serbest bir rekabete girmek zorunda kalacaktır.

Bilim ve metafizik alanları arasındaki önemli ayrımı göstermek amacıyla, aşağıdaki kısımlarda dört farklı metafizik kuramının kısaca ana hatları verilmiştir. Bunların dördü de biçimlendirici nedensellik hipoteziyle eşit derecede bağdaşmaktadır, doğa bilimlerinin bakış açısına göre, bunların arasında yapılacak bir seçim ise ancak bütünüyle açık bırakılabilecektir.

12.2 Değiştirilmiş Materyalizm

Materyalizm yalnızca maddenin gerçek olduğu varsayımından yola çıkar; bu yüzden varolan her şey ya maddedir ya da varlığı tamamen maddeye bağlıdır. Bununla birlikte, madde kavramının sabit bir anlamı yoktur; modern fiziğin ışığı altında zaten fiziksel alanları da kapsayacak biçimde genişletilmiştir, materyal parçacıklar da enerji biçimleri olarak görülmeye başlanmıştır. Materyalizm felsefesi de buna göre değiştirilmek zorunda kalmıştır.

Morfogenetik alanlar ve motor alanlar materyal sistemlerle ilişkilidirler; bu alanlar da aynı zamanda maddenin bir yönü olarak ele alınabilir (Kısım 3.4). Böylelikle, materyalizm biçimlendirici nedensellik fikrini de içerecek şekilde daha da değiştirilebilir.[1] Aşağıdaki tartışmada bu yeni materyalist felsefe biçiminden değiştirilmiş materyalizm olarak söz edilecektir.

Materyalizm materyal olmayan herhangi bir nedensel aracın varlığını *a priori* olarak reddeder; fiziksel dünya nedensel olarak kapalı biçimde düşünülür. Bu yüzden, sübjektif bir bakış açısından varmış gibi gözükse bile, beden üzerinde etkide bulunan ve materyal olmayan bir benlik mevcut olamaz. Tersine, bilinçli deneyim, ya bir anlamda beynin materyal durumlarıyla aynı şeydir ya da bunları etkilemeksizin bu durumlara paralel gider.[2] Ancak, geleneksel materyalizmde beynin durumlarının enerjik

nedensellik ve şansa bağlı olayların bir bileşimi tarafından belirlenmiş olduğu düşünülürken, değiştirilmiş materyalizmde, ek olarak, biçimlendirici nedensellikle de belirlendikleri dikkate alınır. Aslında, bilinçli deneyimin, beyne etkiyen motor alanların bir yönü ya da epifenomeni olarak düşünülmesi, belki de, en iyisi olacaktır.

Özgür iradenin sübjektif deneyimi, hipotez gereği, vücut üzerindeki materyal olmayan bir özün nedensel etkisine karşılık gelemez. Bununla birlikte, beynin içindeki rastgele olayların bazılarının özgür seçimler olarak nesnel anlamda deneyimlendikleri akla yakın gelmektedir; ama görünüşteki bu özgürlük belli bir motor alanın şansa bağlı bir şekilde harekete geçişinin bir yönü ya da epifenomeninden başka bir şey olamayacaktır.

Her bilinçli deneyim, yalnızca, beyne etkiyen motor alanların bir eşlikçisi ise ya da buna paralel gidiyorsa, bu durumda, motor alışkanlıklar belleği gibi (karşılaştırınız: Kısım 10.1), bilinçli bellek de beynin geçmiş durumlarından kaynaklanan morfik rezonansa bağlı olmak zorundadır. Ne bilinçli ne de bilinçsiz anılar beynin içinde depolanmayacaktır.

Geleneksel materyalizm bağlamında, parapsikolojik olgularla ilgili kanıtlar, enerjik nedensellik çerçevesinde açıklanamaz gibi göründükleri için, yalnızca inkâr edilebilir, görmezden gelinebilir ya da bahaneler öne sürerek makul gösterilebilir. Ancak değiştirilmiş materyalizm daha olumlu bir tutuma olanak tanıyabilir. İddia edilen bu olguların bir kısmının biçimlendirici nedensellik hipoteziyle uyumlu olabilmeleri kavranılamaz bir şey değildir: özellikle, telepatiyle ilgili morfik rezonans,[3] psikokineziyle ilgili olarak da motor alanların etkisi altındaki nesnelerde probabilistik olayların değişmesi[4] çerçevesinde bir açıklama oluşturmak mümkündür.

Yeni biçimlerin, yeni davranış örüntülerinin ve yeni fikirlerin kökeni önceden varolan enerjik ve biçimlendirici nedenler çerçevesinde açıklanamaz (Kısım 5.1, 8.7, 11.3, 11.4). Ayrıca,

materyalizm bunları ortaya çıkarmış olabilecek herhangi bir materyal olmayan yaratıcı araçın varlığını da inkâr etmektedir. Bu yüzden, nedenleri yoktur. Bunların kökenleri, bu nedenle, şansa atfedilmek zorundadır, evrim de yalnızca şans ve fiziksel gerekliliğin karşılıklı etkilenişi çerçevesinde ele alınabilir.

Özet olarak, bu değiştirilmiş materyalizm felsefesine göre, evren, ya ebedî ve ezelî olan ya da bilinmeyen bir kökenden gelen, hepsi şans eseri ortaya çıkmış oldukça geniş bir organik ve inorganik biçim çeşitliliği şeklinde düzenlenmiş olan ve kendileri açıklanamayan yasalar tarafından yönetilen madde ve enerjinin bir bileşimidir. Bilinçli deneyim, beyne etkiyen motor alanların ya bir yönüdür ya da bunlara paralel gider. Her insan yaratıcılığı, evrimsel yaratıcılık gibi, eninde sonunda şansa atfedilmek zorundadır. İnsan, inançlarını (materyalizme inancı da dahil) edinir ve beyinleri içindeki şansa bağlı olaylarla fiziksel gerekliliklerin bir sonucu olarak hareketlerini yapar. İnsan yaşamının, biyolojik ve sosyal gereksinimlerin doyumundan başka bir amacı bulunmaz; yaşamın evriminin ya da bir bütün olarak evrenin de herhangi bir hedefi ya da yönü yoktur.

12.3 Bilinçli Benlik

Materyalizm felsefesinin aksine, bilinçli benliğin yalnızca maddenin bir türevi olmayan bir gerçekliğe sahip olduğu kabul edilebilir. Kişinin kendine ait bilinçli benliğinin özgür seçimler yapma kapasitesi olduğu inkâr edilmektense, kabul edilebilir. Bu durumda, benzer şekilde, diğer insanların da benzer bir kapasiteye sahip bilinçli varlıklar oldukları varsayılabilir.

Bu "sağduyu" görüşü bilinçli benliğin ve vücudun etkileştiği sonucuna götürür. Öyleyse, bu etkileşim nasıl gerçekleşmektedir?

Mekanistik yaşam kuramı bağlamında, bilinçli benlik bir tür "makinedeki hayalet" olarak görülmek durumundadır.[5] Ma-

teryalistlere göre bu görüş doğası itibarıyla absürddür. Etkileşimci pozisyonu savunanlar bile, bir şekilde beynin içindeki kuantum olaylarındaki bir değişime bağlı olabileceği dışında, bu etkileşimin nasıl meydana geldiğini belirtememiştir.[6]

Biçimlendirici nedensellik hipotezi uzun süredir varolan bu sorunun yeni bir ışık altında görülmesini olanaklı kılmaktadır. Bilinçli benlik, bir makineyle değil, motor alanlarla etkileşen bir şey olarak düşünülebilir. Bu motor alanlar bedenle ilişkilidir ve vücudun fiziko-kimyasal durumlarına bağlıdır. Ancak, bu benlik, motor alanlarla aynı şey olmadığı gibi, deneyimleri de yalnızca enerjik ya da biçimlendirici nedensellik tarafından beyin içinde meydana getirilen değişimlere paralel değildir. Motor alanlara "girer", ama onların üzerinde ve üstünde kalmaya devam eder.

Bu alanlar aracılığıyla, bilinçli benlik dış çevreyle ve algılama ve bilinçli olarak kontrol edilen etkinlik içindeki vücudun durumlarıyla yakından ilişkilidir. Ancak, o anki çevre ve o anki hareketle doğrudan ilgilenmeyen öznel deneyimin -örneğin, rüya, hayal kurma ve çağrışımcı düşünmedeki gibi- beyne etkiyen enerjik ya da biçimlendirici nedenlerle özellikle yakın bir ilişki içinde olması gerekmez.

İlk bakışta, bu çıkarım bilinç durumlarının çoğunlukla karakteristik fizyolojik etkinliklerle ilişkili olduğunu gösteren kanıtlarla çelişiyor gözükebilir. Örneğin, rüyalar hızlı göz hareketleri ve beynin içindeki belirli frekansta elektriksel ritimlerle birlikte gitme eğilimindedir.[7] Ancak, bu tip kanıtlar rüyaların spesifik ayrıntılarının bu fizyolojik değişimlere paralel gittiğini kanıtlamaz: fizyolojik değişimler, basit bir şekilde, bilincin rüya durumuna girişinin özgül olmayan bir sonucu olabilir.

Bu noktayı bir benzetmeyle kavramak daha kolay olacaktır. Bir arabayla sürücüsü arasındaki etkileşimi düşünün. Belirli koşullar altında, araba gerçekten sürülürken, hareketleri sürücünün hareketleriyle yakından ilişkilidir ve sürücünün önündeki

yolu, yol işaretlerini, arabanın iç durumunu gösteren kadranları vb.yi algılamasına bağlıdır. Ancak başka koşullar altında, daha az yakın bir bağ görülür: örneğin, araba motoru çalışır bir hâlde dururken, sürücü bir haritaya bakıyor olabilir. Her ne kadar arabanın durumu ve sürücünün ne yaptığı arasında genel bir ilişki olacaksa da -arabayı sürerken kitap okuyamaması gibi-, motorun titreşimleriyle incelediği haritanın özellikleri arasında belirli bir ilişki olmayacaktır. Aynı şekilde, beyindeki ritmik etkinliğin de rüyada deneyimlenen imgelerle spesifik bir ilişkisi olması gerekmez.

Bilinçli benlik, madde, enerji, morfogenetik alanlar ve motor alanlarınkilere indirgenebilir olmayan kendine ait özelliklere sahipse, bilinçli anıların -örneğin, geçmişteki belirli olaylara ait anıların- materyal anlamda beyinde depolanmış ya da morfik rezonansa bağlı olmasını gerektiren hiçbir neden yoktur. Bunlar, zaman ve uzam boyunca, yalnızca şimdiki durumlarına benzerlikleri temelinde, doğrudan geçmişteki bilinçli durumlardan geliyor olabilirler. Bu süreç morfik rezonansa benzeyebilir, ama fiziksel değil, bilinçli durumlara bağlı olması konusunda ondan ayrılır. Bu yüzden iki ayrı uzun süreli bellek tipi söz konusu olacaktır: Morfik rezonanstan kaynaklanan motor bellek ya da alışkanlık belleği ve bilinçli benliğin doğrudan kendi geçmiş durumlarına erişimiyle sağlanan bilinçli bellek.[8]

Bilinçli benliğin yalnızca fiziksel herhangi bir sisteminkine benzemeyen özellikleri olduğu kabul edildiğinde, bu özelliklerin bazılarının enerji ya da biçimlendirici nedensellik çerçevesinde açıklanamayan parapsikolojik olguları açıklayabilmesi mümkün görünmektedir.[9]

Peki, bu benliğin kendine ait özelliklere sahip olduğu kabul edilirse, motor alanlar yoluyla vücut ve dış dünyaya nasıl etkimektedir? Bunun gerçekleşebileceği iki yol var gibi görünmektedir: Birincisi, belirli bir hareket çizgisinin benimsenmesine yol açacak şekilde, farklı olası motor alanlar arasında seçim yaparak;

ikincisi ise, "içgörüsel öğrenme"de olduğu gibi, yeni motor alanları oluşturan yaratıcı bir araç görevi üstlenerek (karşılaştırınız: Kısım 10.4). Her iki durumda da bir biçimlendirici neden gibi çalışacaktır, ancak bu, belirli sınırlar içinde, fiziksel nedensellik bakış açısına göre serbest ve belirlenmemiş bir biçimlendirici nedendir. Aslında biçimlendirici nedenlerin bir biçimlendirici nedeni olarak da düşünülebilir.

Bu yorumda, bilinçli olarak kontrol edilen hareket üç çeşit nedenselliğe bağlıdır: bilinçli, biçimlendirici ve enerjik nedensellik. Tersine, "makinedeki hayalet" gibi, geleneksel etkileşimci kuramlar yalnızca bilinçli ve enerjik nedensellik olmak üzere iki nedenselliği kabul ederler; bunların arasında biçimlendirici nedenselliğe yer yoktur. Değiştirilmiş materyalizm ise farklı ikisini, biçimlendirici ve enerjik nedenselliği kabul edip, bilinçli nedenselliğin varlığını inkâr eder. Geleneksel materyalizm ise yalnızca birini, enerjik nedenselliği kabul eder.[10]

Bilinçli nedensellik ve biçimlendirici nedensellik arasındaki ilişki, muhtemelen en iyi şekilde, biçimlendirici ve enerjik nedensellik arasında ilişkiyle benzetme yoluyla anlaşılabilir. Biçimlendirici nedensellik enerjik nedenselliği askıya almaz ya da bununla çelişmez, ama enerjik bakış açısına göre belirsiz olan olaylara bir örüntü yükler. Aynı şekilde, bilinçli nedensellik de biçimlendirici nedenselliği askıya almaz ya da bununla çelişmez, ama morfik rezonans temelinde eşit derecede olası motor alanlar arasında bir seçim yapar.

Birkaç farklı etkinlik örüntüsünün mümkün olduğu durumlar, ya belirli motor alanların etkisi altındaki davranışlar henüz doğuştan gelen veya alışkanlık olmuş kreodlar tarafından kanalize edilmediğinde ya da iki veya daha fazla motor alan vücudun kontrolü için çekiştiğinde ortaya çıkabilir.

Alt düzey hayvanlarda, davranışın içgüdüsel örüntülerinin sağlam bir şekildeki kanalizasyonu, olasılıkla, bilinçli nedenselliğe ya çok az yer bırakır ya da hiç bırakmaz; ancak üst düzey

hayvanlar arasında, apetitif davranışın nispeten zayıf doğuştan gelen kanalizasyonu, rahatlıkla, sınırlı bir kapsam sağlayabilir. İnsanlarda ise, son derece geniş bir olası hareket yelpazesi, alt düzeyde asıl motor alanlar tarafından zaten sunulmuş olan amaçlara ulaşmaya yönelik çeşitli yöntemler arasında, üst düzeyde ise çekişen asıl motor alanlar arasında, bilinçli seçimlerin yapılabildiği birçok belirsiz durum ortaya çıkarır.

Bu görüşe göre, bilinç asıl olarak olası hareketler arasında seçim yapmaya yönelir ve bilincin evrimi bilinçli nedenselliğin genişleyen kapsamıyla çok yakından ilişkilidir.

İnsan evriminin erken bir evresinde, bu kapsam dilin gelişmesiyle birlikte, hem ifade ve tümceleri konuşurken sınırsız bir sayıda ses örüntüsü üretme kapasitesi yoluyla doğrudan, hem de bu ayrıntılı ve esnek iletişim aracının mümkün kıldığı bütün bu hareketler aracılığıyla dolaylı bir şekilde, son derece artmış olmalıdır. Ayrıca, kavramsal düşüncenin gelişimiyle de ilişkili olarak, bilinçli benlik bir evrede, niteliksel bir sıçramayla, bilinçli nedenselliğin aracı olarak kendinin farkına varmış olmalıdır.

Bilinçli yaratıcılık insan türünde en yüksek gelişimine ulaşmasına rağmen, aynı zamanda, olasılıkla, üst düzey hayvanlarda yeni davranış örüntülerinin gelişiminde de önemli bir rol oynar, hatta alt düzey hayvanlarda bile belli bir önemi olabilir. Ancak, bilinçli nedensellik, yalnızca, geçmişteki hayvanlardan kaynaklanan morfik rezonans yoluyla sağlanan zaten iyi yapılanmış biçimlendirici nedensellik çerçevesi içinde gerçekleşebilir; ifade edildiği bağlamdaki asıl motor alanları açıklayamaz, türlerin karakteristik biçiminin bir nedeni olarak da görülemez. Bitki âleminde yeni biçimlerin kökenini açıklama konusunda ise daha az yardımcı olabilir. Bu yüzden evrimsel yaratıcılık sorunu çözülmemiş bir halde olduğu gibi durmaktadır.

Bu yaratıcılık, ya bireysel organizmaları aşan ve fiziksel olmayan bir yaratıcı araca bağlanabilir ya da şansa atfedilebilir.

Şansa atfedilmesinin kabul edilmesi, bilinçli benliğin ger-

çekliğinin nedensel bir araç olarak kabul edildiği biçimlendirici nedensellik hipoteziyle bağdaşan metafizik pozisyonlardan ikincisini getirir, ancak bireysel organizmaları aşan herhangi bir fiziksel olmayan aracın varlığı inkâr edilmektedir.

12.4 Yaratıcı Evren

Evrim boyunca yeni biçimler ve yeni davranış örüntülerini ortaya çıkarabilen yaratıcı bir unsurun, bireysel organizmaları ister istemez aşması gerekirken, tüm doğayı aşması gerekmez. Örneğin, bir bütün olarak yaşamın kendisinde içkin olabilir; bu durumda Bergson"un *élan vital* olarak adlandırdığı şeye karşılık gelecektir.[11] Başka bir olasılık, bir bütün olarak gezegenin ya da güneş sisteminin ya da tüm evrenin kendisinde içkin olabilir. Gerçekte, tüm bu düzeylerde bir içkin yaratıcılıklar hiyerarşisi olabilir.

Bu tip yaratıcı unsurlar, yukarıda ele alınan bilinçli nedenselliğe oldukça benzer olan bir nedensellik türüyle yeni morfogenetik ve motor alanlar ortaya çıkarabilecektir. Aslında, bu tip yaratıcı unsurlar kabul edildiğinde, bu durumda bunların bir anlamda bilinçli benlikler olmaları gerektiği sonucundan kaçınmak da güç olacaktır.

Böyle bir bilinçli benlikler hiyerarşisi varsa, üst düzeyde olanlar alt düzeydekiler aracılığıyla yaratıcılıklarını ifade edebileceklerdir. Bu tip bir üst düzey yaratıcı unsur insan bilinci yoluyla etkimişse, bunun ortaya çıkardığı düşünceler ve hareketler, gerçekte, dış bir kaynaktan geliyormuş gibi deneyimlenebilir. Bu ilham deneyimi aslında iyi bilinmektedir.

Ayrıca, bu tip "yüksek benlikler" doğada içkinse, bu durumda belirli koşullar altında insanların bunlar tarafından kapsandıklarının ya da bunlara dahil edildiklerinin doğrudan farkında olmaları da akla yakındır. Aslında, yaşamla, dünyayla ya da evrenle bir içsel birlik deneyimi, çoğunlukla, ifade edilebildiği ölçüde anlatılmıştır.

Ancak içkin bir bilinçli benlikler hiyerarşisi, evrendeki evrimsel yaratıcılığı rahatlıkla açıklayabilmesine rağmen, ilk başta evreni ortaya çıkarması olanaksızdır. Ayrıca, bu içkin yaratıcılığın, evrenin ötesinde hareket edebileceği hiçbir şey olmasaydı, herhangi bir amacı da olamayacaktı. Bu yüzden doğanın bütünü, sürekli olarak, ama körü körüne ve bir yönü olmaksızın evrimleşiyor olabilecekti.

Bu metafizik pozisyon bilinçli benliğin nedensel etkisini ve bireysel organizmaları aşan yaratıcı unsurların var olduğunu, ama doğada içkin olduklarını kabul eder. Bununla birlikte, bir bütün olarak evreni aşan herhangi bir nihaî yaratıcı unsurun varlığını inkâr eder.

12.5 Aşkın (transandantal) Gerçeklik

Bir bütün olarak evrenin bir nedeni ve bir amacı olması, ancak onu aşan bilinçli bir unsur tarafından yaratılmış olduğunda mümkün olabilecektir. Evrenin aksine, bu aşkın bilinç, bir amaca doğru gelişiyor olmayacaktır; bu kendisinin amacı olacaktır. Bir son biçime doğru çabalıyor olmayacaktır; kendi içinde tamamlanmış olacaktır.

Bu aşkın bilinçli varlık, evrenin ve içindeki her şeyin kaynağı olsaydı, yaratılmış olan her şey de bir anlamda onun yapısına katılacaktır. Her komplekslik düzeyindeki organizmaların az çok sınırlı "bütünlüğü", bu durumda, bağlı oldukları ve eninde sonunda kendisinden türedikleri aşkın bir birliğin bir yansıması olarak düşünülebilir.

Sonuç olarak, bu dördüncü metafizik pozisyon, bilinçli benliğin nedensel etkisini ve doğada içkin olan bir yaratıcı unsurlar hiyerarşisini ve evrenin aşkın bir kaynağının gerçekliğini kabul etmektedir.

Notlar

1 Diyalektik materyalizmin modern versiyonlarından bazıları, olasılıkla, bu anlamda değiştirilmiş bir materyalizmin gelişimi konusunda iyi bir başlangıç noktası sağlayacaktır. Bunlar, organizmik yaklaşımın birçok yönünü zaten içermektedir ve gerçekliğin doğasında evrimsel olduğu fikrine dayanmaktadır (Graham, 1972).

2 Popper and Eccles (1977)'in Karl Popper'e ait bölümlerine bkz.

3 Hem telepati hem de belleğin, benzer kompleks sistemler arasında, yeni bir tip zaman-ötesi ve uzam-ötesi "rezonans" çerçevesinde açıklanabilir olduğu şeklindeki bir hipotez, aslında, Marshall (1960) tarafından ileri sürülmüştür; gerçekte, Marshall'ın öne sürdükleri birkaç önemli açıdan morfik rezonans fikrini önceden göstermektedir.

4 Telepati ve psikokinezi biçimlendirici nedensellik çerçevesinde açıklanabilir olmakla birlikte, bu hipotezin, örneğin her çeşit fiziksel kuram için başa çıkılamaz sorunlar yaratır gibi gözüken durugörü (clairvoyance) gibi, iddia edilen başka olguları açıklamaya nasıl yardımcı olabileceğini görmek güçtür. Parapsikolojinin iddia edilen olgularını açıklamak için, öne sürülmüş olan fiziksel ve fiziksel olmayan çeşitli kuramlarla ilgili bir tarama için, bkz. Rao (1977).

5 Ryle (1949).

6 Örneğin, Eddington (1935); Eccles (1953); Walker (1975).

7 Jouver (1967).

8 Motor bellek ya da alışkanlık belleğiyle bilinçli bellek arasındaki ayırım konusunda bir tartışma için, bkz. Bergson (1911b).

9 Rao (1977).

10 İki farklı düalistik ya da vitalist kuram tipi, bu sınıflandırmanın ışığı altında tanınabilir. İlki, Driesch'in (1908, 1927) yazılarında

da örneklenen, şu anki anlamda biçimlendirici nedenselliğe karşılık gelen, yinelemeli ve düzenli biyolojik süreçlerden sorumlu yeni bir nedensellik tipi ileri sürmüştür. Çok dahice bir şekilde Bergson tarafından geliştirilmiş olan ikinci kuram, bir yandan bilinçli nedenselliği (*Matter and Memory* / Madde ve Bellek adlı eserinde) vurgularken, diğer yandan da evrimsel yaratıcılığı (*Creative Evolution* – Yaratıcı Evrim adlı eserinde) vurgulamıştır. Bunların hiçbiri fiziksel nedenler çerçevesinde açıklanamaz.

11 Bergson (1911a).

Ekler

Ek 1 Yorumlar ve Zıt Fikirler

1981 Haziran'ında Yeni Bir Yaşam Bilimi*'nin ilk edisyonu yayınlandığında,* New Scientist, *biçimlendirici nedensellik hipotezini özetleyen bir makalemi yayımladı. Colin Tudge bu yazıyı aşağıdaki şekilde sunmuştur.*

Bilimin Hep Yanlış Gittiğinin Bilimsel Kanıtı

Rupert Sheldrake, reddedilebilecek önermeler içermekle birlikte, Batı Biliminin dünyayı ve içindeki bütün yaratıkları acıklı bir şekilde yanlış yorumladığını söyleyen bir kitap yayımlamak üzere. Sheldrake, nesnelerin -kristal ya da organizmaların- biçiminin ve davranış şekillerinin yalnızca bilimin bugüne dek tanıdığı "yasalar" ve ilkeler tarafından belirlenmediğine inanıyor. Alçak gönüllülükle, her yaratığın yaptığı her şeyin eninde sonunda yapı taşı olan moleküllerin özellikleriyle açıklanabileceği -yani biyolojinin eninde sonunda kimyaya, kimyanın da (bilgimiz yeterliyse) fiziğe dönüşeceği- görüşünün bir anlamı olmadığını ileri sürüyor.

Yerine, herhangi bir şey (örneğin bir kristal) biçim aldığında ya da bir hayvan yeni bir davranış biçimi öğrendiğinde, bunun, bütün aynı tür kristallerin ya da hayvanların sonraki öğrenmelerini ya da biçimlenmelerini etkileyeceği anlamına gelen

"morfogenetik alanlar" fikrini öneriyor (ya da yeniden öneriyor, çünkü terim embriyolojiden genişletiliyor). Aslında, dünyanın, "yasalar" olması gerekeni emrettiği için değil, olabilecek şeyler arasından yalnızca biri gerçekleştiği için devam ettiğini ve bunun daha sonra ardından gelen aynı tür her şeyi etkilediğini öne sürüyor.

Elbette, modern bilim bağlamında böyle bir fikir tamamen "kaçık" bir fikir. Sheldrake'in *Yeni Bir Yaşam Bilimi* kitabını gelecek hafta yayımlayacak olan Blond ve Briggs Yayınevi ve 766. sayfamızda kendisine ait kısa bir denemeye yer veren bizlerin, açıkçası tepelerimiz attı ve üç şey olmasaydı deney tüplerimize geri dönecektik.

Birincisi, Sheldrake'in mükemmel bir bilim adamı olması; eski zamanlarda kıtalar keşfeden ve dünyaya şiirsel aynalar tutan o gerçek, hayal gücü kuvvetli kişiler gibi. Bir bitki fizyoloğu, önce Cambridge, Clare College'de bir bilgin; sonra da, buna ek olarak, Kraliyet Cemiyeti'nin Rosenheim Araştırma Grubu'nun üyeliğine getirilmiş. 1970'lerin başlarında, birçok akademisyen bilim adamının düşlerini süsleyen, seçtiği üniversitede profesör olma hedefine ulaşmış; bu lâboratuvarda bitki parçalarını incelemektense tarlalardaki bitkilere bir bütün olarak bakmayı seçtiği dönem. 1974'de Hindistan'a, Haydarabad'a gitmiş ve *Yeni Bir Yaşam Bilimi*'nin ilk taslaklarını da orada kaleme almış.

Sheldrake'i ciddîye almak için ikinci neden, fikirlerinin içinde sağlam bir bilimsellik bulunması. Söylediklerini özümsemek, Thomas Kuhn'un can sıkıcı bir şekilde (off-puttingly) paradigma değişimi olarak adlandırdığı şeyi, dünyanın nasıl işlediği konusundaki varsayımlarımızı bir yana koymayı gerektiriyor. Bunu yapmak rahatsız edici bir iş. Ancak, modern mekanikçi bilimin, dünyanın başlıca tüm kuvvet ve alanlarını gerçekten tanımlamış olduğumuz şeklindeki fikri şaşırtıcı derece küstahça. Aynı zamanda test edilemez ve bu nedenle, Karl Popper'in kriterleriyle,

bilim dışı. Bunun sonucu olarak da açıklanmamış herhangi bir şey varsa (dikkate değer sayıda biyolojik olgunun olduğu gibi) mekanikçiler, aynı çizgi boyunca biraz daha bilgi, biraz daha araştırmanın yanıtı oluşturacağı iddiasındalar. Bunun altında yatan sav, yani, geleceğin tüm sorunları çözüm bulacağı, test edilebilir bir şey değil, bu yüzden de bilim dışı.

Sheldrake'in öne sürdüğü ise, tam aksine, bilimsel. Doğru olduğu değil, test edilebilir olduğu anlamına geliyor bu söylenen; örneğin New York'taki bir farenin bir numarayı öğrenmesinin, sonrasında aynı cins bir başka farenin aynı numarayı Londra'da öğrenmesini kolaylaştırıp kolaylaştırmadığını bularak test edilebilir. (Sheldrake bu deneyleri kendisi yapmak istiyordu; ancak bir bitki fizyoloğunun farelerle ilgili deneyler için İçişleri Bakanlığı lisansı alması çok zor; özellikle de bu işteki fikir, "paradigma değişimi"ni gerektiriyorsa.)

Sheldrake'i ciddîye almak için üçüncü nedense, başka kişilerin onu ciddîye alması. Hepimiz Katolik olmalıyız, çünkü Papa zeki bir adamdır savının pek etkisi olmayabilir. Ancak, Sheldrake'in de söylediği gibi, onu en ciddîye alan ve fikirlerinin sonuçları üzerinde çalışarak geceler boyu ayakta kalan bilim adamları, en çok küçük düşürülenler: yani, fizikçiler. Parçacıklar içinde parçacıklar ya da insanların kavrayabileceğinin tamamen dışında ölçeklerde yer alan uzaklık ya da sıcaklık dereceleri üzerinde çalışan hiç kimse, Sheldrake'in önerdiği alçakgönüllü "morfogenetik alanların" gerçekten var olduğundan kuşku duyamaz.

Sheldrake'in fikirlerini test etmek için önerdiği deneyler işe yaramazsa ve işe yaramamayı sürdürürse, yanıldığı anlaşılmış olacak. Hayat bu, diyor Sheldrake. Daha doğrusu, bilim bu.

Colin Tudge
(New Scientist, 18 Haziran 1981)

Aşağıdaki mektup, Roy Herbert tarafından New Scientist'*in "Forum" kısmında özetlenmiştir.*

Uzaktan Etki

Birbirlerini azametle, anlamsız ve karmakarışık metodolojik taklitler yapmakla suçlayan okuyucular, yazışma sütunlarının bir parçasıdır, bu yüzden Rupert Sheldrake'in *New Scientist*'te yayımlanan "biçimlendirici nedensellik"le ilgili makalesinin çarpıcı sonuçları (18 Haziran, s. 766) ve daha sonra yayımlanan, bu kuramı ele alan kitapla ilgili bir tarama (16 Temmuz, s. 164) sayfalarımıza hoş bir canlılık getirdi. Karşılıklı ağız dalaşı ve kibar hakaretleri takip etmek, "entelekya" ve "organizmik" gibi sözcüklerin uçuştuğu, "paradigma değişimi" gibi ifadelerin yer aldığı bir söz dağarcığında zihinsel olarak gerilme gibi bir şey olabilir, ancak son birkaç haftadır gelen mektuplarda reddetme, uyarma, yansızlık ve açıkça onaylamanın iç içe geçtiğini görmek bunun karşılığını vermiştir. Ninian Marshall'ın, bu kuramın ya da çok benzerinin 20 yıl önce ileri sürülmüş olduğu iddiası, bunun kuramın kuşkulu olduğuna kanıt oluşturduğunu öne sürmesine rağmen, en az ilgi çekici olan iddia değildi. Belki bunlar yalnızca okumayazma bilen ne kadar çok kişi olduğunu göstermekte.

Başlangıçta, yaklaşık olarak Sheldrake'in kuramı test edilebilir, o hâlde bilimdir, diyen Colin Tudge fazla ileri gitmiş gözükebilir, ama Lewis Wolpert daha da ileri gitme eğiliminde. Tudge'ın Marslılar tarafından bozulduğunu ve test edilmesi için altı ay boyunca suyla çevrili bir odada yalıtım hâlinde tutulması gerektiğini söylüyor ve fesat bir şekilde diğer gazetecilerin kozmik rezonans yoluyla bu durumdan yararlanacaklarını ekliyor. (Mektuplar, 30 Temmuz, s. 306)

Dergi elbette konuyla ilgili bütün mektupları yayımlamıyor; bunların çoğu taşlama niteliğinde; içlerinde altın fiyatlarının, propinin elektronik etki spekturumundan etkilendiğini neredeyse kanıtlayanlar bile var. Bir kısmı semantiğin sık çalılıkla-

rına, diğerleri ise az bulunur felsefe sistemlerine dalmış durumda, büyük çoğunlukla kişisel ve içlerinden biri de bir kez ruhun varlığı kabul edilince konunun kolayca açıklanabileceğini söylemekte.



Görüş belirtenlerden biri, insanoğlunun kristalleşme deneyleri ve farelerin davranışlarını gözlemlemeyle ilgilendiğini, bu yüzden de bildiklerinden etkilenebileceği yönünde. Bu nedenle, fareler insanlardan ya da aslında diğer farelerden telepati yoluyla etkilenebilir. Bir başka mektupsa, farelerin Londra'da, yalnızca bir kez, sağı ya da solu tercih için test edileceği bir Y-lâbirent deneyinin yapılabileceğini söylüyor. Ardından Buenos Aires'de çok sayıda fare solu tercih etmesi, Jakarta'da eşit sayıda fare de sağı tercih etmesi için eğitilecek, bu çalışmaların tarihleri ise Londra'daki araştırmacılardan saklı tutulacak. Mektubun yazarı, Britanya'daki farelerin tercihlerinin hiç etkilenmeyeceği konusunda iddiaya girmeye hazır olduğunu söylüyor. Buenos Aires ve Jakarta farelerinin birbirinin etkisini iptal edeceği kuşkusu gözden kaçırdığı bir faktör olabilir.

Çok sayıda okuyucu da biçimlendirici nedensellik doğru olsaydı, kolayca test edilmesi bir yana, son derece açık bir şey olacağı fikrindeler ve karşıt kanıtlar konusunda örnekler aktarıyorlar. Neden, tarihte onca insan Çince öğrenmişken, bizler kolayca bu dili öğrenemiyoruz; hatta doğuştan bu dili konuşamıyoruz? Yoksa Çin'deki insanlarla "benzer" sayılmaz mıyız? Dil meselesi birden çok mektupta ele alınıyor ve yazanlardan biri, kendisine göre, biçimlendirici nedensellik doğru olsaydı, çoktan hepimiz aynı dili konuşuyor olurduk, diyor. Plymouth'tan gelen kısacık bir mektupta ise, fareleri boş verin; kuşaklar arka arkaya her yıl aynı şeyleri öğrenmesine rağmen, okullarda çocukların kavrayış oranlarında hiçbir hızlanma yoktur deniyor.

Montpellier Ulusal Agronomik Yüksek Okulu, Genetik ve Mikrobiyoloji kürsüsünden Profesör J. F. T. Spencer, biçimlendirici nedensellik hipotezinin, mantıksal olarak, bir grup canlı organizmayı etkileyen fiziksel olayların, aynı türün diğer gruplarının gelişimini de etkilemesi gerektiği için, sünnet konusuna daha yakından bakmamız gerektiğini öne sürüyor. Yahudiler sünneti binlerce yıldır uyguladıklarına göre, Kafkasların sünnet derilerinin, özellikle, bu zaman zarfında sürekli kısalmış olması gerekirdi. Ya bu hipotez yanlış ya da tarih içinde eski dönemlerde insanların sünnet derileri son derece uzundu. Uzak grupların çok daha az etkilenmiş olmaları gerekir, diye sürdürüyor; bu durumda Paskalya Adası ya da Avustralya yerlilerinin sünnet derilerini ölçmek hem yararlı veriler hem de antropologlar için iş imkânı sağlardı. [Not: Bkz. s. 165]

Biçimlendirici nedensellik konusunda küçümseyici olmak nispeten kolay, birçok mektup da böyle. Bazılarına göre bu tepkiler hipotezin yararına bir nokta, çünkü önce taşa tutulan, sonra da doğruluğu anlaşılan başka fikirler de oldu. Yalnızca bir mektup Rupert Sheldrake'in televizyon alıcısı örneğine kızmış. Benzetme yapmak her zaman tehlikelidir, çünkü tamamen doğru bir örnek bulmak neredeyse olanaksızdır. Okuyucu, bir tele-

vizyon alıcısının dışarıdan etkileneceğini bilir, bu yüzden de biçimlendirici nedensellik fikrinin kabul edilmesi için yer hazırlamıştır. Ancak bir televizyon alıcısı, televizyon alıcısıdır ve Evrenin bir modeli değildir.

Roy Herbert
(New Scientist, 6 Ağustos 1981)

Bu arada, Yeni Bir Yaşam Bilimi, *başlıca İngiliz gazetelerinin büyük çoğunluğunda, genelde olumlu olmak üzere, eleştiriler aldı. Örnek olarak,* Sunday Times*'dan Dr. Bernard Dixon'un değerlendirmesi.*

Lahanalar mı Krallar mı?

"Vitalizm bu denli değerli bir düşünme yöntemiyse, bize değerli bir düşünce söyler misiniz?" Sir Peter Medawar, bilimsel bir sempozyumda meslektaşlarından birini böyle sıkıştırmıştı. Bu sözde (yanıtlanmamış) anlaşılabilir bir rahatsızlık ve mizah karışımı gözlenir. Yaklaşık yüz yıldır, bilim adamlarının doğanın harikalarını çok ince ayrıntılar hâlinde betimleme iddialarına karşı direnenler olmuştur. Bu düşünürler, organik maddeyle inorganik madde arasındaki kategorik farkı anlayacaksak, fizik ve kimyaya ek olarak bir şeyler daha gerekmektedir düşüncesini savunurlar. J. C. Smuts'tan Hans Driesch'e kadar sayısız yazar, bize, "indirgemeciliğe" çok daha derin alternatifler sundukça, vitalizm ve holizm gibi yaklaşımlar da buna göre formülleştirilmiştir.

Bununla birlikte, aynı dönemlerde, modern biyoloji ve tıp biliminin başarılı gelişimi, her şeyi lâboratuvardaki aynı mekanistik tutum sayesinde başardılar. Materyalizm, materyal ötesi kuvvetlere inanmaktansa, yaşam kurtaran antibiyotikler üretti, şiddetli acı çeken hastaların dayanılmaz acılarını ortadan kaldırdı ve DNA'nın yapısını ortaya çıkardı. Yani, Sir Peter'in sabırsızlığı sağlam temellere dayanmaktadır.

Ancak, rahatsızlık, diğer kampta da, dikkatli, meydan okunamayan materyalist doğruluğu mantıksal ya da sezgisel olarak kabul edemeyenlerin aralarında varlığını sürdürmektedir. Rupert Sheldrake'in olağanüstü kitabının değerlerinden biri, bu çeşit bir hoşnutsuzluğun temellerini, soğukkanlı ve doğru biçimde ayrıntılarıyla açıklayarak başlaması. Takdir edilecek biçimde, kıyamet çığırtkanlığına hiç de kapılmaksızın, Dr. Sheldrake bize genetik şifrenin çözülmüş olmasına rağmen, biyoloji biliminin önemli bir çözülmemiş sorunlar dosyası bulunduğunu hatırlatıyor.

Örneğin, evrimin ardındaki hareketli kuvvetler hiçbir şekilde anlaşılır biçimde betimlenmiş değil. Yaşamın kökeni -kendinden emin iddiaların aksine- hâlâ açık bir soru olarak durmakta. Her şeyden önce, Sheldrake'in ilgilendiği bağlamda, canlı organizmaların biçim, gelişim ve davranışlarının nasıl şekillendiği konusunu anlamaya çalışmak gibi bir meydan okumayla karşı karşıyayız.

Bu bilmecelerin varlıklarını sürdürmelerinin bir gerekçesi, çok ama çok kompleks sistemlerle ilgili olmalarıdır. Lahanalarla kralların, kaplumbağalarla şeritlerin karakteristiklerini belirleyen kalıtımsal plânların bir kısmını son derece ayrıntılı biçimde betimlesek de, çok daha fazlası öğrenilmeyi bekliyor. Ancak mekanistik bir yaklaşım aracılığıyla kazanılmış olan kavramsal ve pratik kazançlar ışığında, beyin ve davranışın en zorlu sorularının bile aynı araştırmacı strateji yoluyla çözülebileceklerine güven duymak için her gerekçeye sahip olduğumuzu düşünüyoruz. Alternatif analizlerin ise konuyla ilgisi bulunmamakta.

Ancak belki de bazı zorlu güçlükler hâlâ durmaktadır. Farklılaşma olgusu, özellikle sorun yaratıyor. Döllenmiş bir yumurta, ne şekilde, evre evre, bir bebek, bir karatavuk ya da Bombay ördeği hâlinde başkalaşım geçiriyor? Geleneksel kuram, yumurtadaki DNA'nın, söz konusu yaratığı belirleyerek ve gelişimini yöneterek, bir bilgisayar programı gibi işlediğini söylüyor. Ancak

özdeş DNA kopyaları tüm hücrelere geçirildiğine göre, bu sürecin nasıl olup da kalp kası ve ayak tırnağı ya da kan hücreleri ve diş etleri gibi kesinlikle farklı dokular oluşturduğunu kestirmek hiç de kolay değil.

Bu nedenle, farklılaşma konusunda birçok şey gerçekten de öğrenilmiş olmakla birlikte, bunun nedenlerini açıklamaya çalışan bilim adamları bir süre sonra, Sheldrake'in "uzay ve zaman içinde bir şekilde yapılanmış fizikokimyasal etkileşimler konusunda belirsiz önermeler" dediği şeye geri çekiliyorlar. "Sorun, yalnızca yeniden dile getirilmiş oluyor." Sheldrake'in yanıtı, hem vitalizm hem de materyalizme gerekli saygıyı göstermekle birlikte, ikisiyle de uyuşmuyor ve canlı organizmaların, bilimin tanımadığı tipte "morfogenetik alanlar" tarafından biçimlendirildiğini öne sürüyor. Bu alanlar belli örüntüler getiriyor ve kendileri de önceki benzer yaratıklarla ilgili olanlardan türüyorlar.

Başka bir deyişle, nesneler, geçmişte benzer sistemler bu şekilde örgütlenmiş olduğu için, diğer olası biçimlerde değil de belli bir biçimde gelişiyorlar. İyice anlaşılmış kuvvetlere ek olarak, Dr. Sheldrake'in alanları yalnızca lahanaların ve kralların yapılarının değil, aynı zamanda kimyasal kristaller gibi cansız nesnelerin yapılarının -ve aslında davranış örüntülerinin- belirlenmesine de yardımcı oluyor. Yazarın "morfik rezonans" adını verdiği yolla, bu etkiler hem uzay hem de zaman boyunca taşınıyor.

Önemli bir bilim adamı olan Sheldrake, meslektaşlarının çoğunun bu tür belirsiz önermeleri, gereksiz metafizik şeklinde bir yana atacaklarını önceden tahmin etmiş olmalı. Ancak Occam Usturası, yeni bakış açılarından yararlanılabilecek bir alanda, ona karşı kullanılacak doğru silâh değil. İnceden inceye tartıştığı durumlar gerçekten ilgiyi hak ediyor.

Benim iki konuda yakınmam var, bunlardan biri kitabın asıl değeriyle yakından ilgili. Birincisi, Sheldrake, morfogenetik

alanlarını çağdaş bilimin anlayışının ötesine yerleştirirken, bunları betimlemeye kalkıştığında büyük bir belâya da çatıyor. İkincisi de, heterodoks (kabul edilmiş öğretilere aykırı olan) bilimsel bir tezi tanıtan bu güncel kitap, deneysel veriler konusunda şaşırtıcı bir şekilde eksiklik gösteriyor. Mekanistik biyolojinin sınırlılıklarını açıkça ortaya koymaya çalışan birçok çalışmanın aksine, güçlü kanıtlar içeriyor. İçlerinde en ilginçleri Harvard, Edinburg ve Melbourne'da yürütülen ve farelerin belli bir işi yapmak için eğitildiği takdirde, dünyanın başka herhangi bir köşesindeki diğer farelerin de aynı beceriyi daha kolayca öğrenme eğilimi geliştireceklerinin öne sürüldüğü deneylerin sonuçları. Ancak bu araştırmaların en yakın tarihlisi -o dönemde ateşli bir şekilde tartışmalıydı- otuz yıl önce sona ermiş. Peki, Dr. Sheldrake, elindeki araştırma kolaylıklarına rağmen, konuyu felsefî yönden olduğu kadar pratik olarak da neden izlemedi?

Aralıklarla devam eden eleştirilere rağmen, Sir Karl Popper'ın test edilebilirlik, hatta çürütülebilirlik standartları, bilimsel bir kuramın statüsünü belirlemede hâlâ egemen durumda bulunuyor. Rupert Sheldrake'in hatırı sayılır itibarı düşünülürse, bazı garip düşüncelerin deneysel olarak değerlendirilebilmesi konusunda birkaç incelikli, pahalı olmayan yöntem öne sürülmüş. Aynı şekilde, gerekli ön çalışmaların yapılmadan önce, bu kışkırtıcı ve akla yakın kitabı yazma kararı ciddî bir eksiklik olarak sayılmalıdır.

(*Sunday Times*, 28 Haz. 1981)

Çok çeşitli süreli yayınlarda da eleştiriler yayınlandı. İşte bazı özetler.

Dr. Dennis Sumerbell, *The Biologist* (Kasım 1981)
Yalnızca garip saplantıları olan bir kitap değil bu, olasılık dışı bir hipotezin çekici ve sağlam bir sunumu. Yazar, tüm yaşamsal olguların, bugün için bilinen fiziksel ve kimyasal sınırlılıklar çerçevesinde açıklanabilir olmadığını iddia ettikten sonra, boşluğu

dolduran "biçimlendirici nedensellik" adında bir hipotez sunuyor. Hipotezin dayandığı ilke, önceden var olan sistemlerin yapısının, biçimi koruyacak bir şekilde, zaman ve uzay boyunca etkiyen kümülâtif bir etki yoluyla sonraki benzer sistemlerin başlangıcını etkilediği şeklinde. Yazar bu mekanizmayı "morfik rezonans" olarak adlandırıyor.

Sheldrake bilimin yasalarını ne yok sayıyor ne de bunlara saldırıyor; indirgemeci yaklaşımın değerini kabul ederek ve vitalizme önemli bir karşıtlık sağlayarak, kuramını, geleneksel bir bilimsel çerçevede tanıtıyor. Kitap, tahrik edici ve ilginç biçimde güzel kaleme alınmış, üstelik Sheldrake'in akademik yaklaşımı yaşam biliminin birçok alanında geçerli inançlar konusunda da kusursuz özetler içeriyor.

Olasılık dışı? Evet, ama bir zamanlar Galile de aynı konumdaydı.

Lois Wingerson, *World Medicine* (Temmuz 1981)
Çılgınca bile gözükseler, Sheldrake'in fikirleri, ayrıntısıyla okunduğunda mantıksal çerçevede reddedilmesi güç şeyler. En azından, biyologların zihinlerinin yaratıcı esnekliği için iyi bir sınama olanağı sağlıyor.

Dr. P .E. Hodgson, *The Tablet* (25 Temmuz 1981)
Genetik ve moleküler biyofizik alanlarındaki etkileyici çok sayıda gelişmeye rağmen, canlı organizmaların evrimi ve gelişimi konusunda ayrıntılı bir anlayışına hâlâ sahip değiliz. Darwin'in doğal ayıklanma kuramı mikroskobik evrim için akla yakın bir mekanizma sunuyorsa da, başlıca değişikliklerden sorumlu süreçler hâlâ karanlıkta duruyor. Örnek olarak, ara biçimler olasılıkla varlığını sürdürmeyi engelleyebilecekken, göz ya da tüy gibi son derece karmaşık bir sistem nasıl bu şekilde gelişebiliyor? Biçimlerin kökeniyle ilgili bu sorunlara ek olarak, büyümeleri ve davranışlarını açıklama konusunda da başka zorluklar var.

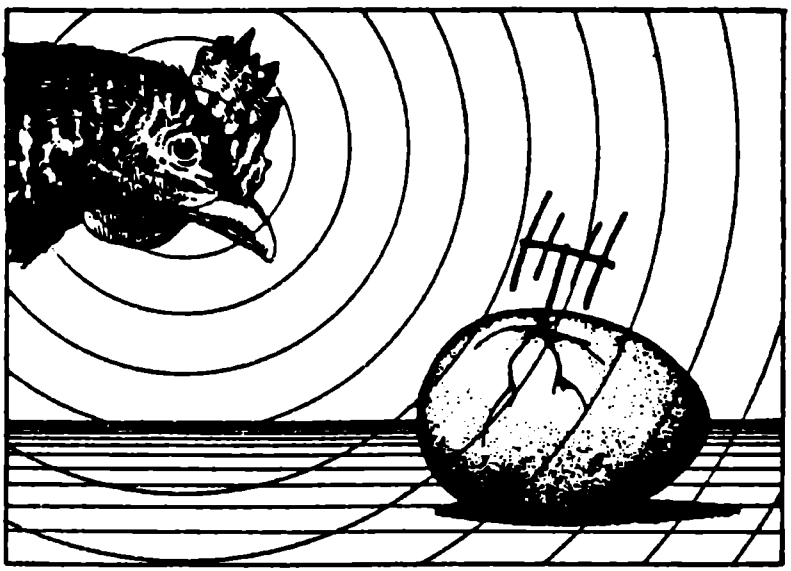
Bu gibi sorunlar kimi zaman tanrısal bir aracılık olduğu varsayılarak çözülebilmiş; bu, hem teolojik olarak itiraz edilecek hem de bilimsel anlamda intiharla eş anlamlı bir hareket. Yaratılışı bu şekilde sürekli olarak tamir etmesini gerektiren, yoksullaşmış bir Tanrı'nın yaratıcı gücü kavramıdır bu söylenen; böyle durumlarda tek çare, bilimsel araştırmayı yoğunlaştırmaktır.

Biyologlar birçok yıldır, yeni yapıların gelişimine yol gösteren düzenleyici faktörler, entelekyalar ya da morfogenetik alanlar öne sürdüler. Bu alanların nasıl çalıştıklarını söyleyemediğimiz sürece, bunlar kendi başına yardımcı olmuyor. Şimdi ise Dr. Sheldrake bu fikri daha ileri götürüyor...

Biçimlendirici nedensellik hipotezi, nesnel olarak gözlenebilen düzenliliklere değiniyor, bu yüzden de fiziksel, biyolojik ve psikolojik sistemlerde test edilebilir. Birçok bilmece gibi olguya yeni bir bakış açısı sunuyor ve doğrulanacak olursa, bilimlerin birleşmesine de büyük ölçüde katkıda bulunacak.

Stephen Clark, *Times Literary Supplement* (12 Mart 1982)
Bu kuramın önemi nedir? Belki hiç. Çünkü öngörülerinin doğrulanmaması da olası. Çok daha matematiksel kuramlar bir iki çürütülmeye dayanabilir. Sheldrake'in kuramı öngörülerinden birkaçı düşecek olursa, içimizdeki bir çeşit organikçi inanca rağmen olasılıkla varlığını sürdüremez. Rakiplerinden daha başarılı olursa, bu alanları başka araçlarla belirleme arayışına koyulabiliriz. Kuramla birlikte ne tarz bir metafiziğin gideceği ise belirsiz gözüküyor: Değiştirilmiş bir materyalizm ya da düalizm, animizm ya da teizm ya da idealizmle bile uyumlu. Bazı sorular yine de kendi düzeylerinde yanıtlanmalı. Kimse denemeye girişme sıkıntısına katlanmazsa, hemen bunun nedeninin bilim adamlarının sağduyusunun devrimci hipotezleri yok saymak olduğu sanılmamalı. Bu daha çok, yeterince para olmaması ve fazlaca düşüncesiz metafizik yaklaşım bulunmasındandır.

Dr. Brian Goodwin, *New Scientist* (16 Temmuz 1981)
Bitki ve hayvan biçimlerinin olağanüstü çeşitliliği ve organizmaların gelişimleri süresince geçirdikleri düzenli transformasyonlar, biyoloji alanının en ayırıcı karakteristikleridir. Bu yüzden, iki yüzyıldır biyologlar arasındaki en hararetli tartışmaların bir kısmının, spesifik biçimler ve bunların varyantlarının kuşaktan kuşağa nasıl ortaya çıktıklarını anlamanın uygun bir yolunu bulmak olmasına şaşmamak gerek. Son yirmi otuz yıl ise, biyolojik biçim konusunda pek az gerçek diyaloğa sahne oldu, çünkü genelde, kendi aralarında, genetikle moleküler biyolojinin, kalıtım ve morfogenez sorunlarına çözümler üretecekleri varsayıldı. DNA'da kodlanmış yönerge birikiminden meydana gelen ve belli çevrelere uyumlu morfoloji ve davranış örüntülerine sahip organizmalar oluşturmak için seçilmiş olan genetik program bir yanıt gibi gözüküyordu.



Ancak bilimde yanıt, belli süreçler için, spesifik ve test edilebilir öngörülerle birlikte, gerekli ve yeterli koşulları tanımlayan spesifik kuramlar anlamına gelir ve bugüne dek hiç kimse genetik programın özel biçim ve davranışı olan organizmaları oluşturmaya nasıl yaradığını tam olarak tanımlamayı başaramadı. Genetik programın yapabileceği, gelişimin belli zamanlarında organizmanın belli bölgelerinde belirli molekül ve makromoleküllerin üretimini denetlemektir. Genellikle, büyük moleküllerin hücrelerin karakteristik yapılarını oluşturmak üzere bir araya gelmesinin, bunların da spesifik biçimde organizmalar şeklinde toplanmasının ya bilinen fizik ve kimya yasalarını ya da bunların henüz bulunmamış uzantılarını izlediği varsayıldı.

Rupert Sheldrake'in açık bir dille yazılmış kitabında önerdiğiyse kökten farklı bir çözüm...

Sheldrake'in geliştirdiği ve morfogenezle davranışı açıklamakta kullandığı kavramlar tamamen vitalistik gözüküyor. Ancak, kendisi, bu yaklaşımın A. N. Whitehead'in organizm felsefesi anlamında organizmik olacak kadar vitalistik olmadığını öne sürüyor; çünkü biçimlendirici nedensellik ilkesini biyolojik olduğu kadar fiziksel alana da uyguluyor. Böylece, atomaltı parçacıkların atomları, atomların molekülleri, moleküllerin sıvı ve kristalleri oluşturmak üzere yoğunlaşması gibi fiziksel morfogenez, hep, canlı organizmalarda işlediği varsayılan aynı nedensel ilkeler çerçevesinde değerlendiriliyor. Ayrıca, açıkça tanımlanan deneylerin sonuçlarıyla ilgili belirli öngörüleri, biyolojideki daha önceki vitalist kuramlarda bu gibi test olanakları olmamasıyla çelişiyor. Bu nedenle, Sheldrake, biyolojik biçim ve davranışla ilgili yaklaşımının tamamen bilimsel olduğunu ve bunun deneysel sonuçlarının, bir genetik program kavramına bağlı olanlara göre çok daha açık bir şekilde ifade edildiğini düşünüyor.

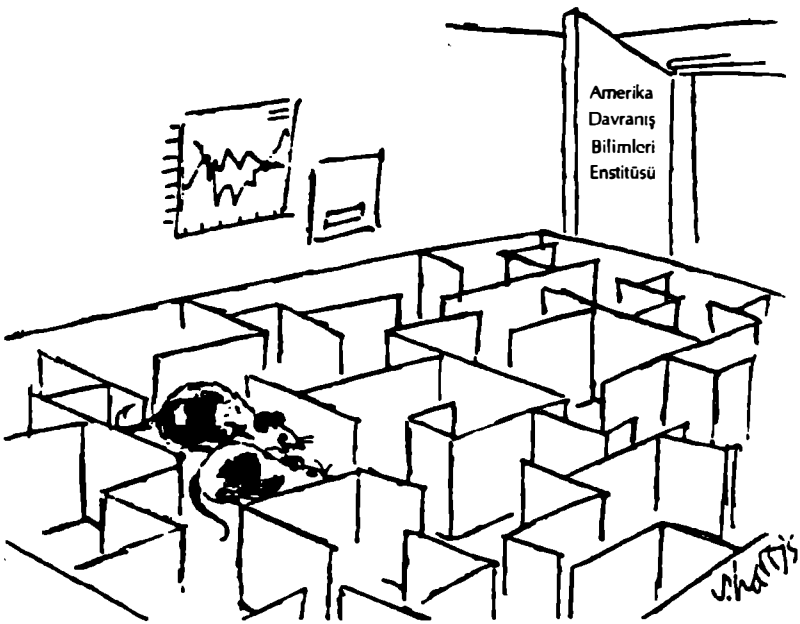
Kitabın değeri, konunun açık seçik ele alınışı ve Sheldrake'in esaslı bir biyolojik sorunun incelenmesine getirdiği tüm-

dengelimli özende yatıyor. Önerdikleri kabul edilsin ya da edilmesin, ben kendi adıma, bilime enerjik olan ve enerjik olmayan alanlar şeklinde bir düalizm getirdiği için, yazarın görüşlerini paylaşmakta biraz isteksizim; ancak burada, biyolojik ve fiziksel gerçekliğin doğası konusunda önemli bir bilimsel arayış olduğu da oldukça açık.

Bu hipotez, Britanya, A.B.D., Avustralya ve Batı Avrupa'da birçok radyo programında tartışıldı ve The Times*'dan* Evening Standard*'a,* Science Digest*'ten* Harper's ve Queen*'e ve* Omni*'den* Spectator*'a kadar birçok gazete ve dergide tanıtıldı.* The Guardian *ise konuya bir editör görüşü ayırdı:*

Darwin Yeniden Tartışılıyor

Bilim sahnesinin merkezinde eskilere dayanan varlığına karşın, yeni-Darwinci evrim kuramı -doğal ayıklanmanın düzenlediği mutasyonlar fikri- hâlâ yalnızca boşuna ümitler uyandıran bir hipotez olarak duruyor. Boşuna ümitler uyandırıyor, çünkü bilindiği şekliyle birçok gerçekle bağdaşıyor; hipotetik, çünkü bunların hepsiyle kolayca bağdaşmıyor. Aslında burada olağandışı hiçbir şey de yok: pek çok ilke, çürütülmeyi ya da geliştirilmeyi bekleyen hipotezlerdir. Ancak Yeni-Darwincilik konusunda, en azından sokaktaki adamlar açısından, biyologların ellerindekinden son derece hoşnut oldukları ve köklü değişiklikler beklemedikleri düşünülüyor. Hayır, durum böyle değil. Mutasyon ve doğal ayıklanmayla ilgili belli başlı kuşkularla boğuşmaya kalkışan bir fikir kargaşası gibi bir şey var; yani, çok uzun zaman dilimleri çerçevesinde bile, yaşamın çeşitliliği ve onu oluşturan hücre ve organizmaların yüksek ölçüde uzmanlaşmışlığını açıklama konusunda yetersiz bir araç gibi görünüyor. Bu yüzden biyologlar, en azından içlerindeki septikler, kazanılmış karakteristiklerin kalıtsal olarak aktarılabileceği şeklindeki "kalıtsal" inancın öncüsü olan Lamarck'ı bırakmayacaklar.



"Ya Bertie Amcam Londra'da bu labirentin aynısında yolunu bulmuşsa! Ben hâlâ başaramadım."

(*Discover*, Aralık 1981)

Lamarck'ın kuramı, boğuşulması kolay bir kuram değil; çünkü bir organizmanın geçirdiği deneyimlerin, bu deneyim bir dölе de aktarılacak şekilde o organizmanın gen yapısını değiştirmesini gerektiriyor. Uzun süre gündemde kalmayı sürdüreceğe benzeyen bu tartışmaya Britanyalı biyokimyacı Dr. Rubert Sheldrake, *Yeni Bir Yaşam Bilimi* adlı kitabıyla zamanında bir katkıda bulunuyor. Dr. Sheldrake bir organizmanın gelişimi üzerinde birden çok etki söz konusu olduğunu; hayvan ve bitkilerde, gen tarafından belirlendiği şekliyle fiziksel ve kimyasal yapısının, aynı türün önceki ve şimdiki üyelerinin sağladığı bir davranış örüntüsüyle tamamlandığını ileri sürüyor. Böylece, farelere bilinen ödül ve ceza yöntemleriyle bir iş öğretilecek olursa, onların soyundan gelmesi gerekmeksizin, diğer farelerin bu işi daha çabuk öğrenmeleri gerekiyor.

Dr. Sheldrake'e göre, deneyler gerçekten de bu daha hızlı öğrenme olgusunun gerçekleştiğini göstermiş durumda. Ya da guguk kuşlarını düşünün; ana-babalarını hiç görmüyorlar ve yetişkin guguk kuşları yaz sonuna doğru toplanıp uzak mesafedeki yerlere göçüyorlar; bir ay sonra bu defa da genç guguk kuşları toplanıyor ve aynı yere göçüyorlar. Bu tip bir olgunun yeni-Darwinciliğin mekanikçi kurallarıyla açıklanması güç; tartışmanın neden sürekli olarak ileri gidemediğinin nedenidir.

(The *Guardian*, 27 Temmuz 1981)

Aşağıdaki tanıtım yazısı, (hiç beklemediğim biçimde) Nature *dergisinde olağandışı bir editör saldırısının arka plânını oluşturdu:*

Yakılacak Kitap mı?

Kitaplar doğal olarak saygı, hatta sevgi gerektirir. Güç isteyen yaratıcı bir çalışmanın ürünüdürler, yazarlarının amaçları tam olarak gerçekleşmese bile, akademi ve edebiyat sahilindeki çakıl taşları gibi kendilerine uygun bir yer bulurlar. Aslında kötü kitaplar bile yakılmamalıdır; Mein Kampf (Kavgam) gibileri bile politik patolojiyle ilgilenenler için tarihî bir belge görevi üstlenmiştir. Ancak, Dr. Rupert Sheldrake'in yaz aylarında yayınlanan *Yeni Bir Yaşam Bilimi* kitabını ne yapmalı? Bu çileden çıkarıcı risale, gazete ve popüler bilim dergilerinde materyalist bilime "yanıt" olarak göklere çıkarıldı; şimdi de yaratılışçı, indirgeme karşıtı, yeni-Lamarckçılar ve arda kalanlardan oluşan karmakarışık bir tayfa için referans noktası olarak gösterilme yolunda. Eğitim olarak bir biyokimyacı, bilgili bir insan olduğu belli olan yazarı, yazık ki yanlış bir yola sokulmuş. Kitabı, yıllar kapsamında yakılacak kitap olmanın en iyi adayı.

Sav basit. Fizikçiler kristal yapısı ya da moleküler konfigürasyonları, bileşimlerindeki atomlarla ilgili basit bir bilgiden hareketle, başlangıçtan güvenle hesaplayamıyorlarsa, moleküler biyologların, bir organizmanın genetik yapısını, gelişimi süresince

ortaya çıkan ardışık fenotiplerle eksiksiz bir şekilde ilişkilendirebilecekleri kesinlikle düşünülemez bir şey, öyle mi? Aslında buradaki güçlük yalnızca hesap meselesi de değil. Kol ve bacak hücreleri de tamamen aynı DNA'yı içermez mi, diye soruyor Sheldrake? Drosophila'da, çok daha büyük genotip farklılıkları sineklerin biçim olarak son derece benzeşmelerini sağlıyor da; insanlarla şempanzelerin son derece benzeşen genomları nasıl oluyor da çok farklı fenotipler ortaya çıkarabiliyor? Sheldrake'in bu ve diğer gözlemlerle ilgilenme biçimi, çok belirsiz bir fikri, yani gelişmekte olan bir organizmaya şekil veren büyük ölçüde belirlenememiş etkilere verilen ad olan morfogenetik alanı embriyolojiden ödünç almak, sonra da bu fikri bir tür evrensel araç hâlinde yüceltmek şeklinde. Tüm madde topluluklarının, canlı olsun ya da olmasın, tüm uzayı dolduran ve zaman içinde ileri doğru akabilen çok çeşitli morfogenetik alanlara maruz kaldığı varsayılıyor. Bu morfogenetik alanların etkileri (başka türlü betimlenemiyorlar), belirli madde topluluklarının herhangi başka bir yer ya da önceki zamanlardaki benzer madde toplulukları tarafından benimsenmiş biçimleri almalarını sağlamak oluyor. "Biçimlendirici nedensellik hipotezi" işte bu. Kazanılmış karakteristiklerin kalıtımı, bir anda açıklanıveriyor. Jung'un kolektif bilinçdışı kavramı, kaçınılmaz hâle getiriliyor. İçgüdüsel hayvan davranışları, sorun olmaktan çıkıyor, çünkü her merkezî sinir sistemindeki her bir sinir hücresi grubunun uygun bir haberleşmeye geçmesini sağlayan bir morfogenetik alan bulunacak.

Bazıları bu hataya düşmemiş olsaydı, bu önerme ciddîye alınacak şey değildi. Yine de Sheldrake'in kitabı, bilimin ne hakkında olduğu konusundaki yaygın genel yanlış kanının mükemmel bir örneği. Gerçekte, Sheldrake'in savı hiçbir biçimde bilimsel bir sav değil, yalnızca sahte bilimsellikte bir alıştırma. Akıl almaz bir şekilde, hipotezinin test edilebilir olduğunu; Popper'in anlayışına göre yanlışlanabilir olduğunu iddia ediyor. Aslında, kitapta, madde topluluklarının biçimlerinin, her şeyin içine ya-

yıldığı varsayılan hipotetik morfogenetik alanlar tarafından şekillendirildiğini gerçekten doğrulamak için yapılabilecek olan yarım düzine kadar deney önerisi de bulunuyor. Bu deneylerin ortak yanı, zaman tüketici nitelikleri, uygun olmayan bir sonucu açıklamak amacıyla, bir başka morfogenetik alan varsaymak her zaman mümkün olacağı için, bu anlamda sonuca götürmeyen şeyler olmaları ve kendine saygı duyan ve burs veren hiçbir ajans böyle bir çalışmayı ciddîye almayacağı için de bu anlamda uygulanamaz olmaları. Ancak Sheldrake'in savına meydan okunamayan bir doğruluk bağışlama girişimine karşı en ciddî itiraz bu değil. Savına yönelik en ciddî itiraz, bu hayati morfogenetik alanların doğası ve kökeni hakkında hiçbir şey söylememesi ve bunların ortaya çıkma yollarının araştırılmasıyla ilgili hiçbir öneri içermemesi. Birçok okuyucu, Sheldrake'in, bilimsel tartışma içinde sihirli bir köşe bulmayı başardığı izlenimiyle kalacak. Gerçekte, böyle bir kitap yazmanın hedeflerinden biri de bu olabilir. Ancak, hipotezler, yalnızca tüm yönleri test edilebilir olduğunda kuram olarak onurlandırılırlar. Sheldrake'in hipotezi, bir çatal çubukla yer altı sularının saptanabilmesi hipotezinden daha iyi değil; deneysel sınamayla ilgili önerileri ise, çatal çubukçular para kazandıklarına göre bu teoride doğruluk payı olmalıdır savından ileri gitmiyor.

Doğal olarak, bu açık gerçeklerin çok daha geniş kesimlerce anlaşılmamış olması gerçekten de sıkıntı verici. Artık Dr. Sheldrake'in savıyla renklenmiş, bilimin neler başaracağı konusundaki halkın beklentilerinin, böyle belirgin bir şekilde sabır yoksunu olması da bir talihsizliktir. Geçtiğimiz yirmi yıl, önceki bazı beklentilerin aksine, biyolojik olguların moleküler açıklamalarının hem mümkün hem de güçlü olduğunu yeterince açık bir şekilde göstermedi mi? Ayrıca, embriyoloji bir matematik branşı olmadığı sürece, moleküler biyolojinin bir başarısızlık olarak sayılması gerektiğini kim söylüyor? Dr. Sheldrake, geçmişi gereği çok daha iyi bilmesi gerektiği üzere, bu yanlış anlama

ve yanlış beklentilere geçerlilik vermeye yardımcı olarak büyük bir zarar verdi. Kitabı yakılmamalı (hayır kitaplıklarda kapalı raflara da hapsedilmemeli) ama entelektüel sapmalar literatüründe, sağlam bir şekilde lâyık olduğu yere konmalı.

(*Nature*, 24 Eylül 1981)

Bununla birlikte, hipotezi unutulmanın içine itecek yerde, bu saldırı halkın ilgisini daha da artırdı ve anî tepkilere yol açtı. New Scientist'*in editörü Michael Kenward, şu şekilde bir yanıt verdi:*

Yakıcı Başmakaleler

Little Essex Street'tekiler yine aynı konu üzerindeler. Geçen haftaki *Nature* dergisinde "Yakılacak Kitap mı?" başlıklı bir başmakale var. Pek çok "popüler bilim dergisi" (bizimki gibi) başmakaleden seçilip alınmış bir ifadeyi kullanırken bile, kitap eleştirilerini eleştirmenin adını vererek yayınlamayı tercih ederken, Nature, Dr. Rubert Sheldrake'in *Yeni Bir Yaşam Bilimi* kitabını, eleştirmenin adını vermeksizin ağır bir şekilde eleştiriyor.

Hem *Nature* hem de *New Scientist* okuyucuları, benzer bir sahneyi, Nature'ın, çok da uzun olmayan bir zaman önce, bazı geleneksel olmayan görüşlere sahip bir bilim adamına saldırı başlattığını hatırlayacaklardır. O günlerde hırpalanan bilim adamı Ted Steele'di. Acaba bu, *Nature*'ın dünyaya sunulan fikirlerin bilim topluluğu tarafından sınanacak olan bilimsel yöntemi bir yana attığı anlamına mı geliyor? Yoksa başmakalelerle yargılanacak mıyız?

Michael Kenward

(*New Scientist*, 1 Ekim 1981)

Bu çekişme, 30 Ekim 1981'de, BBC-Radyo 4'ün The World Tonight *programına da yansıdı; bu program Janet Cohen'le birlikte* Nature'*in editörü John Maddox'la benim aramda geçen 15 dakikalık bir tartışmayı da içeriyordu. Tartışma şöyle bitti:*

Maddox: Doğru ifade ediyorsam, Dr. Sheldrake, kitabınızı ve şimdi söylediklerinizi doğru anlamışsam, söylediğiniz şey, döllenmiş bir kedi yumurtasıyla, döllenmiş bir kedi ovumuyla yola çıktığınız ve uzayla zaman içinde bir yerde, yumurtayı öncelikle bir yavru kedi şekline yönlendirecek bir "Kedi Alanı" olduğu için, sonrasında yetişkin bir kedi şekline doğru ilerleyeceği. Doğru mu?

Sheldrake: Evet. Söylediğim şey, doğada örüntülere yol açan, özellikle de canlı organizmaların örüntü, biçim ya da yapılarına yol açan şeylerin, gerçekte zamanın üstünde yasalar ya da yalnızca kalıtımsal olarak devraldıkları kimyasal maddeler tarafından yönetilmedikleri. Her ne kadar kalıtsal olarak aldıkları kimyasallar çok önemli olsa da bunlar daha çok alışkanlığa benziyorlar ve geçmişte ne olduğuna ve hangi sıklıkta olduğuna bağlılar.

Maddox: Dr. Sheldrake'in sorunlarından biri, yalnızca kediler için bir morfogenetik alana gereksinimi olması değil, Habeş kedileri, Siyam kedileri, sokaktaki sıradan kediler için de morfogenetik alanlara gereksinimi var ve bu iç içe alanların karmaşıklığı düşüncesi bile zihni alabildiğine zorluyor. Özellikle de kedilerin birkaç milyon türden yalnızca biri olduğunu düşünecek olursanız.

Sheldrake: Zihni zorlayan şey doğanın çeşitlilik ve karmaşıklığının kendisi. Söylemek istediğim, bütün bu farklı türde hayvan ve bitkilerin olduğu. Çok farklı kedi çeşitleri, diğer hayvan, bitki, kuş çeşitlerinin neden varolduğunu anlayacaksak, bu durumda doğanın kompleksliği bir gerçektir: Sorun, bunun nasıl açıklanacağında.

Maddox: Pekâlâ, Dr. Sheldrake, çok temel bir açıklama var; niteliksel olduğunu kabul ediyorum ama yine de bu oldukça net bir açıklama. DNA moleküllerinden, yani her canlı yaratığın kromozomlarının öğelerinden bahsettiniz, 1940'ların sonlarından

beri, moleküler biyologlar bir insan organizmasında bulunan boyutta tek bir DNA molekülünün kimyasal yapısı üzerinde oynayarak oluşturulacak çeşit sayısının, bugün var olan tür çeşitliliğinden bile fazlasını açıklamaya yettiğine işaret ediyorlar.

Sheldrake: Moleküler biyologların arasındaki bu geleneksel görüşün tamamen farkındayım elbette, zamanla bunun geleneksel yollarla çözüme varacağının da. Ancak benim demek istediğim yalnızca bu, onlarınki de kendi adlarına bir inanç sorunu ve gelişim biyolojisi ve embriyolojinin bütün geçmişi boyunca bu tip görüşü kabul etmeyen kişiler de olmuş.

Maddox: Benim tamamen geçerli olduğunu düşündüğüm geleneksel bilimsel görüş, akıl almaz ölçüde hayal gücü gerektiren ve fiziksel dünya görüşümüze bir saldırı teşkil eden kuramlar uydurmanın manası yoktur, diyor; bence, bir şansımız varsa; ki bu konuda oldukça şansımız var; geleneksel kuramlar kendi ilerleyişleri boyunca bir açıklama getirecekler.

Dr. Sheldrake'e, kitabı konusunda neden bu kadar güçlü duygular beslediğimi açıklayabilir miyim? Ben sizin betimlediğiniz bu ilginç soruların aslında soru olmadıklarını düşünüyorum. Bununla demek istediğim şu; kolektif bilinç dışı, paranormal olaylar, vb. tüm bunların gerçek olgular olduklarını ileri sürecek inandırıcı kanıtlara rastlamış değilim. Dileyen kişinin koltuğuna oturur ve şu ya da bu çay kaşığı neden birinin ellerinde bükülüyor da diğerinin ellerinde bükülmüyor diye merak etmesi doğrudur ve yerindedir. Ciddî, aklı başında bilim adamlarına düşen bana kalırsa -huysuzlaşmış gözüktüğüm nokta da budur- gerçek sorunlarla uğraşmaktır. Gerçekten endişeli olduğum konu, bunun her tür bilim-karşıtı kişiyi teselli edecek olması.

Nature'*in yazışma sütunlarında bu konuyla ilgili mektuplar aylarca devam etti. İşte bunlardan birkaçı:*

Karışıklık Çıkaran Konu

Sayın Editör, Dr. Rupert Sheldrake'in *Yeni Bir Yaşam Bilimi* kitabını yakılacak bir kitap olarak betimlemekte belki haklısınız. Sheldrake'in kitabının sağ duyu üzerindeki etkisi bir yana, yansızlık üzerindeki korkunç etkisini gördükten sonra, buna *Nature*'ın editörlük sorumluluklarını taşıyan da dahil, bunun sıradan kişiler üzerindeki etkisini düşünmek bile beni ürpertiyor.

Belki de kitabın kendisinden çok, bilimsel doktrinlere karşı gelen düşüncelerin açığa vurulduğu bir kürsünün etkisidir asıl tehlike. Çünkü kesinlikle kitapta, "yaratılışçılar, indirgemecilik-karşıtları, yeni Lamarckçılar ve geri kalanı" diye bir araya getirilmiş olması kadar heyecan uyandıracak hiçbir şey yok. Bilim adamları açısından, en kötü kitap, zamanlarını boş yere harcayan bir kitap olabilir. Bize, iki özenli ve karşıt eleştirel görüş yayınlamış olsaydınız çok daha iyi olurdu. Bilim adamı olmayanlar için yığınla yararsız kitap kol geziyor. Bunların, bilimi mistikleştirme gücü, meydan okunmayan bir doğruluğu bildirme yolunda yorucu girişimlerle karşılaştırılabilecek şeyler değil.

ROBERT HEDGES.
Oxford Üniversitesi, Birleşik Krallık.

Sayın Editör, *Nature*'in etkili editör sayfalarında, iyice düşünülmüş ve mantıklı bir savın "Yakılacak Kitap mı?" şeklinde duygusal bir patlama yapmanıza yol açmış olmasıyla ilgili ciddî endişelerim olduğunu dile getirmek zorundayım. Dr. Sheldrake'in *Yeni Bir Yaşam Bilimi* kitabını "yıllar kapsamında yakılacak kitap olmanın en iyi adayı" olarak mahkûm ederken kullandığınız pek çok ateşli sıfat var, çünkü (a) yazarın hipotezin sınanabileceğini iddia etmesi "akıl almaz" bir şey ve (b) kuramın Sheldrake'in varsaydığı morfogenetik alanların "doğası ve kökeni" ve "bunların ortaya çıkma yolları" açısından eksik durumda. Bu ikinci neden, yine size göre, "çok daha ciddî" ve ekliyorsunuz "hipotezler, yalnızca tüm yönleri test edilebilir olduğunda kuram olarak onurlandırılırlar".

Bu ikinci itiraz, bir yayını yakılmaya aday yapmak için taraflı gerekçeler var olsaydı, son ayrıntısına kadar ifade edilene dek, herhangi bir hipotezin yayımlanmasını engelleyebilirdi; her tür yeniliği baltalamak için kesin bir yöntem.

Birinci itiraz içinse (a) yazınızda üç önerme ileri sürülüyor: (i) deneyler zaman tüketici; (ii) olumsuz sonuçlara da açıklama getirmek mümkün; (iii) deneyleri, hiçbir burs veren ajans desteklemeyecektir. Birinci önerme (i) kalıtımla ilgili her çeşit araştırmayı mahkûm ediyor, yalnızca Sheldrake'in önerdiklerini değil; ikinci önerme (ii) ilke olarak her çeşit deneye uygulanabilir ancak bu durumda çok anlamsız, çünkü Sheldrake başarısızlığı aksini kanıtlama olarak gördüğünü açıkça ifade ediyor, hipotezin çürütülmesi anlamına geleceğini söylüyor; iddia (iii) deneyleri hiçbir ajansın neden desteklemeyeceği konusunda herhangi bir işaret olmaksızın bir "üst otoriteye" başvurma (temyiz etme) konusunda da aynı derecede boş.

Nature'ın, toplumun bilimin akılcılık dışı öğeler içerdiği izlenimi edinmesi şeklindeki yorumunda görülen endişelerine katılıyorum. Ancak bu izlenime karşı mücadelenin de akılcı yöntemlerle yapılması gerekiyor.

C. J. S. CLARKE
York Üniversitesi, Birleşik Krallık.

Sayın Editör, bir başmakalede, Dr. Sheldrake'in morfogenetik alanlarını, doğalarını ve kökenlerini belirleyemiyor ya da oluşum yasalarının nasıl bulunabileceğini tartışmıyor iddiasıyla "sahte bilim" olarak niteliyorsunuz. Oysa ısı, ışık ve sesin özellikleri de, gerçek doğaları henüz hiçbir şekilde anlaşılmadan çok önce araştırılmıştı; elektrik ve manyetizma ise tıpkı sizin eleştirdiğiniz hipotetik su tarama örneğiyle aynı durumdaydı. Bu araştırmalar hep sahte bilim miydi?

Hipotezlerin ancak tüm yönleri test edilebilir olduğunda kuram olarak onurlandırılabileceklerini savunuyorsunuz. Böyle

bir kriter, başta genel görelilik olmak üzere, modern bilimin kara delikler ve birçok diğer kavramının kabul edilmiş kurallara uygun birer bilimsel kuram olarak düşünülmelerini de engelleyecektir.

Dr. Sheldrake'in önerdiği deneyler ve bunların yanlışlanabilirliği ile ilgili tartışma da geçersiz çünkü deneylerin başarısız olacağı *a priori* varsayılıyor.

Söz ettiğiniz moleküler biyolojideki hızlı gelişmeler pek anlam ifade etmiyor. Bir yolculuğa çıkılmışsa, yoldaki hızlı ilerleme, ne hedefe yaklaşıldığı anlamına gelir, ne de aynı yol izlemeye devam edilerek hedefe ulaşılacağı da garanti edilir.

"Kendine saygı duyan, burs veren ajanslar"dan söz ederken, bilimsel geçerliliğe değil, saygınlığa ilgi gösteriyorsunuz. Buradaki temel zayıflık, geçerli bilimsel tanımlamaların dışında kalan hakikî fiziksel gerçeklerin olabileceğini bile kabul edememektir. Aslında, saklı düzen ve sübjektif gerçeklik (ve belki biçimlendirici nedensellik) gibi kavramlarla birlikte, doğanın anlaşılması konusunda yeni bir bakış açısı oluşma yolunda. Bu gelişmeler henüz önde gelen yayınlara ulaşmış değil. Yalnızca editörlerin bu gelişim yolunu tıkamaktan vazgeçmelerini ve aksine bu alanlardaki yeni bakış açılarını yüreklendirmelerini umuyoruz.

B. D. JOSEPHSON
Cambridge Üniversitesi, Birleşik Krallık
(15 Ekim, 1981)

Sheldrake'in Doğrusu

Sayın Editör, Rupert Sheldrake'in yeni kitabı *Yeni Bir Yaşam Bilimi*'ni eleştirdiğiniz "Yakılacak Kitap mı?" adlı başmakalenizi ilgi ve dehşet içinde okudum. Özellikle, Sheldrake'in moleküler biyolojinin "fiyasko"su konusundaki inancı ve Conrad Waddington gibi embriyologlar tarafından geliştirilen ve René Thom gibi kuramcılar tarafından matematiksel olarak ayrıntılarına inilen morfogenetik alanlar fikrinin, yaşam bilimlerinde çok daha ge-

niş uygulama alanı bulabileceği yolundaki "belirsiz düşüncelerine" karşı kuvvetli, hatta kimi zaman da isterik bir saldırı yöneltildi. Sheldrake'in görüşleri "sahte bilim", "popülarist" ve bilime "sihir" karıştırmak şeklinde açıklanıyordu. Bu başmakalede, alttan alta, Sheldrake, sonuç olarak çok daha üretken (ancak daha az mistik olmadığı da tartışılabilecek) indirgemeci düşünce okuluna yerini bırakmaya oldukça zorlanmış olan on dokuzuncu yüzyıl vitalizm doktrininin entelektüel enkazını savunan biri gibi değerlendiriliyordu.

Sheldrake'i doğru anlamışsam, onun moleküler biyoloji anlayışı, kısır bir başarısızlık şeklinde değil; aksine, açıkça tüm organizmanın fizyolojisinin dayandığı hücre içi organizasyonla ilgili sorunların analizine önemli ve hayatî bir katkı olarak gözüküyor. Sheldrake'in yapmış olduğu tek şey, bu durumda, bütünün yalnızca bileşen parçalarının bir toplamı olmadığını ve yüksek düzenlenme hâllerinin indirgemeci açıdan anlaşılamayacağını ifade etmek. Kitabında bilimsel açıdan aykırı tutumlar yok değil, ancak Sheldrake heyecan verici savlar getirmiş ve Waddington'la Thom'un başlattığı gibi, canlı şeylere biçimsel geometri uygulamaları yapmakta önemli bir kilometre taşı sunuyor. Bu kitabın kesinlikle kolayca bir kenara atılamayacak derecede önemli olduğunu hissediyorum.

M. T. ISAAC
St. Bartholomew Hastahanesi Tıp Okulu,
Londra, Birleşik Krallık
(29 Ekim 1981)

Sert Sözler

Sayın Editör, Dr. Rupert Sheldrake'in kitabı *Yeni Bir Yaşam Bilimi*'yle ilgili yorumlarınız oldukça sert. Gelişim ve onun genetik kontrolüyle ilgili var olan anlayışımızın yeterli olduğunu iddia etmek çok zor. Doğru yöne yönelmiş olduğuna bile inanamayız. Morfogenetik alanlar kavramı bilim dışı olmadığı gibi, seçkin

embriyologların desteğinden de yoksun değil. Aynı kavram, canlı ya da değil, tüm madde topluluklarına yaygınlaştırılacak olursa, yeni düşünceye karşı tutuma bağlı olarak, cesur, tehlikeli, delicesine atılgan ya da mazeretsiz bir genelleme olarak düşünülebilir bu. Daha yüz yıl önce, biri çıkıp da DNA'daki nükleotid dizilerinin, bir damla stoplazmadan bir sinek, kurbağa ya da insan oluşturmak için gereken bilgileri içerdiğini söyleseydi, akıl almaz diye bir yana atılırdı. Dr. Sheldrake'in biçimlendirici nedensellik hipotezini deneysel olarak araştırmanın açık seçik bir yolu bugün için bulunmuyorsa, bu gelecekte de olmayacağı anlamına gelmez.

Genetik ve moleküler biyolojideki en son gelişmelere rağmen birçok embriyolojik kuram morfogenetik alanların yardımına bağlı. Eğilimler boyunca değişkenlerin doğasını belirlemeden bu alanların önemini anlama konusunda gerçek bir ilerleme sağlanamaz. Belki de bir eğilimin kökeninin izlenebileceği tek ölçülebilir değişken, difüzyon yapan maddelerin konsantrasyonudur. Difüzyon yapan maddelerin konsantrasyonu konusuna yeni bir boyut ekleyen pozisyonla ilgili bilgiler de artık morfogenezin temel bir mekanizması olarak kabul edilmektedir. Ancak bu güçlü kuramsal gereçler bile henüz bir tek embriyolojik olayı başarıyla açıklayabilmiş değildir. Aslında, kompleks organizmaların gelişiminin, yalnızca, moleküler biyolojinin dayandığı var olan kuramsal platform temelinde açıklanabileceğini düşünmek akıl almaz olacaktır. Yeni kavramsal iskeletler ve geleneksel olmayan mekanizmalardan yardım almak, morfogenez gibi kompleks biyolojik süreçleri anlamak için zorunludur.

K. VASUDEVA RAO
Zooloji Bölümü
Delhi Üniversitesi, Delhi, Hindistan
(12 Kasım 1981)

Morfik Alan Sporları

Sayın Editör, Nature dergisinin Sheldrake'in hipotezlerine gösterdiği oldukça aşırı tepki ve Josephson'un bunu protesto etmesi, kısmen Sheldrake'in varsaydığı etkiyi açıklamak için Bergsoncu -ya da Paracelsusçu- açıklamalarını seçmesinin, kısmen de biyolojiyle fizik arasındaki iletişimsizliğin bir sonucudur.

Bana kalırsa, Sheldrake, kuantum bağlantılarının biyolojik sistemler de dahil olmak üzere makrosistemlere yaygınlaştırılabileceğini söylemiş olsaydı, *Nature* dergisi, bekâretinin tehlikede olduğunu düşünmeyecekti. Birbirine bağlılıkla ilgili bir model, gerçekte, Bohm'un açığa çıkma (explication) fikrinden türemektedir. Bu örüntüleme uzantısının atomaltı düzeyin ne kadar ötesine gittiğini deneysel gündem gösterecek. Parçacıklar, neden-sonuca bağlı nesneler gibi davrandığı gözlenen video oyunlarındaki asteroid ve uzay gemilerine karşılık gelmekle birlikte, gerçekte "ekranda gözlenene" çevrilebilecek bir benzerlik taşımayan atışlardan oluşan sanal görüntülerden oluştukları için; Darwinci evrim de aynı tipte bir video oyunu hükmünde olabilecekti (bazıları olmak zorunda demeyi tercih edebilir); bu durumda oyundaki parçalar çarpışır, patlar vb. gözükürken evrim, basit seçim-adaptasyon ilkelerini izler gibi görünecekti. Ancak aslında saklı bir alt katmandaki bilgiler tarafından belirleniyor olacaktı.

Doğrulama niteliğinde bir araştırma için, birbirine bağlılığın orta düzeyde sistemler açısından önemi ilk aday gibi gözüküyor. Bu doğrulanacak olursa, Sheldrake ilke olarak haklı olmakla birlikte, "morfik alanlar" mekanizmasıyla ilgili varsayımlarında hatalı olacaktı; bu açıdan düşünüldüğünde önerdikleri anlamsız olmaktan çok uzaktır.

Nature dergisinin, Bohm'un modelinin aynı zamanda Helmholtzcu zihin geleneğini havaya uçurduğuna değinen ilk

kitaba göstereceği tepki merakla bekleniyor. Böyle bir öneri, fizik temelli bir yeni-vitalizmden bile korkutucu olabilecektir.

ALEX COMFORT
UCLA Nöropsikiyatri Enstitüsü,
California, ABD
(14 Ocak 1982)

Daha sonra Nature dergisi, Profesör D. R. Newth'in yazdığı bir eleştiriyle saldırıyı sürdürdü.

İskambil Kağıdından Perili Bir Ev

Bu kitabın adı yanıltıcı bir şekilde alçakgönüllü. Yazar yalnızca yeni bir yaşam bilimi öne sürmekten hoşnut değil, çünkü gerçek dünyanın, doğa bilimleri tarafından ortaya çıkarılan birçok özelliğini değerlendiriyor ve gelişmekte olan embriyolarda ya da insanoğlunun davranışlarında olduğu kadar, hatta daha da fazla, atomaltı parçacıklarda kendini hissettiren yüce bir koruyucu ilkenin varolduğunu ileri sürüyor. Bu ilke, meydana gelenin ya da meydana gelmiş olanın, gelecekteki aynı çeşit olaylar üzerinde uzay ya da zamanda, azalma göstermeyen bir etki oluşturabileceği şeklinde. Bu etki, daha önce olanların yinelenmesini sağlama yönünde hareket ediyor. Canlı bir organizmanın bunlara tepki vermesini niteleyen benzerlik derecesi bir karşılıklı özgüllük konusu. Bununla birlikte, bu, bütün kararların ya da olayların "biçimlendirici nedensellik" ilkesine kapılabildiği anlamına gelmiyor.

Mesajların ilk alıcısı, komutlar tamamen karşılanana ve "morfik birim" sonunda alanla eş kapsamlı (co-extensive) hâle gelene dek ilgili "morfogenetik germ"deki biçimsel değişiklikle ilişkili, biçimsel değişimlere yön veren "morfogenetik alan" oluyor. Morfogenetik alan, önceki tüm benzer morfik birimlerin deneyimini "morfik rezonans" süreci yoluyla harmanlıyor. Ne

morfik rezonans ne de morfogenetik germin kendi morfogenetik alanının emirlerine uyması, madde ya da enerji alış verişi içeriyor.

Benim anladığım kadarıyla, Dr. Sheldrake'in savındaki sıkıntı bu.

Elbette, 200 küsur sayfada, ampirik bilimin olası gözükmesini sağladığı her şeyi bu kadar devrimci biçimde inkâr etmek, çok cesurca. Aşırı uçta bulunan fikirlerin savunucularını biraz yumuşak davranıştan yoksun bırakmamamız gerek. Okuyucularıyla güven verici bir varsayım temelini paylaşmanın desteğine sahip olmayabilirler. Ancak güvenilirlikleri açısından ne pahasına olursa olsun, hiç değilse açık olmaları gerekir.

Dr. Sheldrake, komşu teyzemizin hayal kurması gibi yazıyor, bir tema yeterince irdelenmeden bakıyorsunuz bir başkası başlamış; sonra o da çözümlenmeden yeni bir tema. Bunun zorluklardan kaçmak için bir yöntem olduğunu söylemek nezaketsizlik olurdu, ancak konuya hiç de sempatiyle yaklaşmayan okuyucular bile yazarın konumu hakkında daha açık bir görüşü hoş karşılayabilirlerdi. Örneğin morfik rezonansın sınırlılıkları tartışılırken yazar geçmiş olayların şimdiki zamanda etkin olabileceğini, gelecekteki olaylarınsa olamayacağını varsayıyor. Mantıken bir şeyin olabileceği kabul edilirken, yalnızca konuyu basit tutmak adına gelecek saf dışı bırakıyor ve kesin bir şekilde "yalnızca gelecekteki morfik olaylardan kaynaklanan fiziksel bir etki konusunda inandırıcı ampirik kanıtlar varsa bu olasılığı ciddî bir şekilde ele almak gerekecektir" diyor. Fizik ötesi olgularla ilgili bir tartışmaya fiziksel etkileri katmaktan kaynaklanan bu belirsizlik bir yana, aynı kesinliğin geçmişe neden uygulanmadığı merak ediliyor.

Dr. Sheldrake elbette fikirlerinin deneylerden destek alabileceğine inanıyor, ancak deney önerileri dikkat çekecek derecede belirsiz ve yetersiz. Yani... Londra'daki bir lâboratuvarda yeni bir işi yapmak için binlerce fare eğitilirse, başka herhangi bir yerdeki lâboratuvarda bulunan benzer fareler aynı işi çok daha ça-

buk bir şekilde yapmayı öğreneceklerdir. Başka bir lâboratuvarda, diyelim ki New York'da, farelerin öğrenme hızı Londra'daki farelerin eğitilmesinden önce ve sonra ölçüldüğünde, ikinci durumda test edilen farelerin birinci durumda test edilenlerden daha hızlı öğrenmeleri gerekecektir.

Evet, tamam, ama Londra'nın aracılığı olmaksızın da böyle olabilir, ayrıca bu hipotetik ilkenin işleyişiyle ilgili herhangi bir niceliksel öngörü, bu tip deneylerin tasarımını gerçekten de son derece güçleştirebilecek kadar keyfîdir. Dr. Sheldrake, her birini biçimlendirici nedenselliği destekleyen olası bir sonucu betimleyerek bitirdiği birkaç araştırmaya yönelik bu tamamen rastgele önerilerinde bunun farkında, karşıt sonuçlar ise sonuca bağlanmadan bırakılıyor. Bize, ne çeşit bir sonucun başarısızlık anlamına geleceğiyle ilgili öngörüler sunsaydı, bu yararlı olabilecekti.

Biçimlendirici nedensellik ya da morfik rezonansı ciddîye almak için ayartılan herhangi biri kendine neden diye sormalı. Soyu tükenmiş türlerin morfik birimlerinden gelenler gibi, ebediyen titreşmeye yöneltilmiş ve rezonans içine girecekleri bir morfik germi boş yere arayan, geçmişten gelen mesajların dadandığı bir dünya, şiirsel bir çekiciliği olabilir. Ne yazık ki bu aynı zamanda bilimsel anlayış konusunda ters korkulara da götürebilir. Dr. Sheldrake, kitabın başlarında, göze çarpan bazı biyolojik sorunların güç olduklarını, bazılarının ise, örnek olarak evrim ve yaşamın kökeniyle ilgili olanlar gibi, ilke olarak çözümsüzlüğünü açıklıyor. Ancak nasıl oluyorsa, bunların ikisi de biçimlendirici nedenselliğin çalışmasına uygun değiller, çünkü yinelemeli değil, yaratıcı ve benzersizler. Ancak, açıklamalarının bitmesiyle birlikte, okuyucu asıl çözümsüzlüğün, onun için, kendine özgü çekiciliği olduğu ve biçimlendirici nedensellik hipotezinin mutlu bir zihin karışıklığı hâline katkıda bulunduğu yönünde açık bir izlenime kapılıyor.

D. R. NEWTH
(5 Kasım 1981)

Ancak Nature *dergisinin önde gelen yazarlarına, 1981'de, beğendikleri kitapların isimlerinin sorulduğu Noel Kitap ekinde, Kraliyet Topluluğu Üyesi Lord Ashby, F.R.S* Yeni Bir Yaşam Bilimi'*ni seçmiş ve kitabı "bitki ve hayvan gelişimleriyle ilgili geleneksel kuramlara çarpıcı meydan okuma" şeklinde tanımlamış.*

Hipotezle ilgili yazılar ve neden olduğu tartışma ortamı sonraki üç yıl boyunca Britanya, Avustralya, Hindistan, Japonya, Güney Afrika, ABD, ve tüm Batı ve Doğu Avrupa'da yayınlanan gazete, dergi ve kitaplarda yer aldı, en az 10 ülkede de bu fikirler radyo ve televizyonlarda tartışıldı. Bu tartışmaların büyük çoğunluğu, hipotezin önerdiği yeni araştırma çizgisine sıcak bakıyordu; ancak elbette çekişmeler de son bulmamıştı. Örneğin, işte Kraliyet Topluluğu Üyesi Profesör Lewis Wolpert'in Guardian'*da yayımlanan aşağıdaki makalesi yeniden silaha sarılıyor:*

Gerçek mi, Fantezi mi?

Tavan arasında açlıktan ölen sanatçının, bilimdeki benzeşiği geleneksel lâboratuvarlar dışında, fikirleri önce şiddetle reddedilen, sonra da kabul edilen hayalcilerdir. Kesinlikle, medyanın oldukça sık sunduğu görüştür bu. Brian Inglis de, Rupert Sheldrake'in *Yeni Bir Yaşam Bilimi*'ndeki fikirlere tam bir destek verdiği yazısıyla, bunu sürdürüyor (Beden ve Ruh, 28 Aralık).

Sheldrake, biyolojik dünyada, embriyonik gelişim, evrim ve öğrenme gibi süreçlerin, biçimlendirici nedensellik adı verilen mistik bir süreçle ilgili olduğu fikrini öne sürmüştü. Sheldrake'in görüşünün merkezî fikri morfik rezonans. Kendisi, bir el ya da gözün gelişim biçiminin yalnızca hücrelerin içinde bulunan ve geçmiş biçimlerle rezonansa giren morfogenetik germler yoluyla anlaşılabileceğini ileri sürüyor. Bu şekilde genetiği, embriyolojiyi ve evrimci kuramı (öğrenme kuramı da bir yana) gerçeği yansıtmıyor diye reddediyor ve tüm bu yetersizliklere yeni kuramında bir yanıt bulduğunu iddia ediyor.

Sheldrake'in görüşleri tamamen güncelleştirilmiş bir Vitalist'in görüşleri; o günlerdeki kadar mistik ve yararsız. Esas fikir, canlı organizmaların doğasının, fizik ve kimya terimleriyle asla açıklanamayacağıdır. Moleküler biyolojinin hiç olmadığı kadar başarılı olduğu günümüzde vitalistliğin yeniden canlandırılması oldukça garip. Bu denli hoşa gitmesi ise ancak kişilerin, ruhu sağlam bırakan ve ölümlülüğümüzü daha katlanılabilir kılan mistik açıklamalara duyduğu derin ve içten gelen bir ihtiyacı yansıtıyor olmalı. Tıpkı dinî inançlar gibi bunların da bilimle hiç ilgisi yoktur.

Örüntü ve biçim konusundaki bilgilerimiz, Sheldrake'in kabul ettiklerinden çok daha öteye gidiyor. Rejenerasyon konusundaki tartışması, genel yaklaşımının tipik bir örneğini oluşturuyor. Birçok hayvan, kaybettiği kısımlarını yeniden oluşturabilir. Sheldrake emin bir şekilde, bu tip bir biyolojik regülasyonun makine benzeri herhangi bir sistemle açıklanamayacağını ileri sürüyor. Ancak bu, örneğin hidra gibi en basit rejenerasyon gösteren sistemlerle ilgili var olan anlayışımızı görmezden gelmek demek.

Hidra'nın başı koparıldığında yeni bir başı nasıl rejenere ettiğini ya da büyük bir hidranın bir parçasından küçük ama normal bir hidranın ne şekilde geliştiğini tam olarak bilemiyoruz, ancak, deneysel ayrıntılar konusunda zengin bir birikimimiz ve daha da önemlisi rejenerasyon süreciyle ilgili önemli açıklamalar getiren modellerimiz var. Net bir şekilde, fizikokimyasal bir sistemin, örüntünün rejenerasyonuna nasıl temel olabileceğini göstermekteler. Ayrıca bu işlerin hiçbiri morfik rezonans gibi kavramlar gerektirmiyor. Anlayamadığımız birçok nokta bulunduğu da doğru. Ancak bu, bu süreçlerin çözülemeyen bir gizem sergiledikleri anlamına gelmez: tamamen aksine, hangi sorulara yanıt aradığımız konusunda çok sağlam bir fikrimiz oluyor.

Yeni bir kavramın ciddîye alınması için en azından, geçerli kuramlarla olduğu kadar geçerli deneysel verilerle de ilgilenmesi

şart. Morfik rezonans bu açıdan bütünüyle umutsuz bir durumda, çünkü verilere dokunmuyor bile. Yalnızca ölçülemeyen, nicelikselleştirilemeyen kuvvetlerin hareketleri konusunda iddialar getiriyor. Savunucularıysa, kuramın test edilebilir, bu nedenle de, Popper'in bilimsel kriterlerine uygun olduğunu söylüyorlar. Bu anlayış bilimin doğasını bütünüyle yanlış değerlendirmekte. Test edilebilir absürd kuramlar ortaya koymak da mümkün, ancak bu onları bilimsel yapmıyor. Şiirsel ilham perilerinin, etin içindeki küçük taneciklerde yaşadığını ileri süren bir hipotez düşünün. Bu da, daha çok hamburger yemenin kişinin şiir yazma yeteneğinde bir gelişme meydana getirip getirmediğini gözleyerek test edilebilir.

Sahte bilimin karakteristiklerinden biri, tekil gözlemlere bağlı oluşlarıdır. Tek tek vakalar bir kuramın aksini kanıtlayabilir ancak genetiğin ve gelişmenin tümünü bir çırpıda silmek için, karşıt gözlemlerin doğruluğundan kesinlikle emin olmak gerekir. Kraliçenin bir Rus ajanı olduğuna ikna olmuş olabilirsiniz; ancak bu durum karşı tarafta olduğunuza dair tüm inanç ve kanıtlardan vazgeçmenizi gerektireceği için, tüm bunları aşan kanıtlar elde etmeniz gerekir. Bilimde de bu şekilde çalışılır.

Bilim, başlangıçta karşı çıkılan, sonra da kabul edilen krankların çalışmalarıyla ilerlemez. Tam aksine. Bilim, yorucu ve genellikle zor deneyler yapan, birbiriyle tartışan, düşüncelerini değiştirebilen, yeni kuramlar düşünebilen ve geniş sosyal bir kapsamda bu kuramları değiştirebilen kişiler aracılığıyla gelişir. Elbette, yeni fikirler kuşkuculukla karşılanacaktır çoğunlukla, böyle olması da gerekir. Ancak bu fikirler hep ortak bir akademik çerçeve içindedir.

Inglis'in Sheldrake'in fikirlerinin paranormal olayları anlama konusunda bir temel oluşturabileceğini düşünmesi şaşırtıcı değil. Bu, gerçek olmayanı, gerçek dışıyla açıklamak olabilir: tıpkı, sıfırı sıfırla çarpmak gibi.

Lewis Wolpert, Kraliyet Topluluğu Üyesi olup, Middlesex Hastanesi Tıp Okulu'nda Tıpta Uygulamalı Biyoloji Profesörüdür.

(11 Ocak 1984)

Profesör Wolpert'in değindiği Hidra ilgili kuramsal rejenerasyon modelleri, farklı proteinler sentezlemek üzere, dokular içinde farklı konumlardaki hücreleri etkileyebilen, olası fiziksel ya da kimyasal faktörlerle ilgilidir. Ancak bu, bu kitaptaki morfogenez tartışmasının değerini yitirmesi sonucunu vermez, çünkü bu kitapta, önerme gerekçesiyle, bu gibi faktörlerin yalnızca kuramsal olarak varsayılmakla kalmayıp ampirik araştırma yoluyla da fiilen belirlenebileceği kabul edilir.

Ek 2 Tartışmalar

Biçimlendirici nedensellik hipotezini tüm Britanya'da ve Avusturya, Kanada, Almanya, Hollanda, Hindistan, İsviçre, İsveç ve ABD'de üniversite, araştırma enstitüsü ve çok çeşitli diğer kuruluşlarda, konferans ve seminerlerde tartışmak için davet edilme gibi bir şansım oldu. Hem bilim adamı hem de bilimin dışındaki kişilerin bu fikirlere duyduğu ilgi beni şaşırttı, hepsinin içinde en çok da 1983 Congressional Clearinghouse on the Future'da hitap ettiğim A.B.D. Kongresinin bu konuya gösterdiği ilgiye şaşırdım.

Bu fırsatlar sayesinde yaptığım tartışmalar cesaret verici ve kıymetli oldu ve her çeşit yeni fikre yol açtı; bu fikirlerin bir kısmını yazmakta olduğum kitaba ekleyeceğim. Hipotez ve imalarıyla ilgili genel tartışmalara ek olarak, birkaç bilimsel seminer de hipotezin nasıl test edilebileceğini ayrıntılı biçimde ele almak üzere düzenlendi.. (Bu seminerlerden birinin kayıtları Investigations*'un özel bir sayısında yayımlandı; Institute of Noetic Sciences, 2658 Bridgeway, Sansalito, CA 94965, USA adresinden edinilebilir.) Ayrıca, düzenlenen toplantı ve seminerlere ek olarak, bu fikirleri dost ve meslektaşlarımla da tartışmayı sürdürdüm. Bilim adamları arasında, bu tipte fikirleri değerlendirme*

konusunda fizikçilerin biyologlara göre çok daha hazır olduklarını gördüm. Kuantum fizikçisi Profesör David Bohm'la yaptığım bir dizi tartışma ise bana özellikle zevk verdi.

Bu tartışmalardan biri ReVision Journal*'da yayımlandı; burada da kısmen aktarılıyor. Bu tartışmada David Bohm'un "saklı düzen" (implicate order) kuramına değinilmekte; bu Bohm'un kuantum mekanik yorumuna dayanan bir kavram ve saklı düzenin, uzay ve zamana yayılmış ayrı ve yalıtılmış nesne-olayların açığa çıkmış düzeninin (explicate order) ardında bulunduğu ve bundan "açılmış" olduğu ifade ediliyor. (Ayrıntısı için, Bohm'un* Wholeness and the Implicate Order *(Bütünlük ve Saklı Düzen), Routledge and Kegan Paul, Londra, 1980, adlı kitabına başvurabilirsiniz.)*

Bohm: Diyelim ki bir embriyonun gelişimini, var olan mekanikçi yaklaşımın işlemediğini hissettiğiniz sorunlara bakıyoruz. Morfogenetik alanlar kuramı, diğer kuramların yapamadığı neyi yapıyor?

Sheldrake: Gelişmekte olan organizma morfogenetik alan içinde olacaktır ve alan organizmanın gelişiminin biçimini yönlendirecek ve kontrol edecektir. Alanın yalnızca uzay içinde değil, zaman içinde de özellikleri vardır. Waddington bunu, üzerinden topların bir son noktaya doğru yuvarlandığı vadi modelleriyle gösterildiği kreod kavramıyla kanıtladı (Bkz. Şekil 5, s. 63). İlk baktığınızda bu model mekanikçiymiş gibi gözüküyor. Ancak bir an düşününce, topun vadi boyunca yuvarlandığı bu son noktanın gelecekte yer aldığını görürsünüz ve sanki topu kendine doğru çeker gibidir. Bu modelin gücünün bir kısmı, vadinin yamaçlarının eğimini değiştirseniz bile topun yine de yuvarlanacağı ve aynı son noktaya erişeceği gerçeğinde yatmaktadır; bu canlı organizmaların, siz yollarını bozsanız bile aynı amaca ulaşma yeteneklerini simgeler -embriyonun bir parçasını kesin, yeniden oluşur- her şeye rağmen aynı son noktaya ulaşırsınız.

Bohm: Fizikte, Lagrangian yasası da buna çok benzer; Lagrangian da belli bir minimum seviyeye düşer, tıpkı kreodda olduğu gibi. Tam bir benzeşim göstermez, ancak, bir anlamda, klasik atomik yörüngenin de aynı tür kreodu izleyerek ortaya çıktığı söylenebilir. Klâsik fiziğe bakılabilecek biçimlerinden biri budur. Hatta belki, kreod temelinde bazı fiziksel kararlılık fikirleri oluşturmak bile mümkün. Ancak, saklı düzen bakış açısına göre, sanırım bu biçimlendirici alanın tam bir potansiyalite takımı olduğunu söylemek durumunda kalırız; bir ölçüde geçmiş tarih, bir ölçüde de yaratıcılığa bağlı olarak, her an hangi potansiyelin gerçekleştirileceği konusunda bir seçim söz konusu olur.

Sheldrake: Ancak bu potansiyalite takımı sınırlı bir takımdır, çünkü nesneler belli bir son noktaya doğru eğilim sergiler. Yani kedi embriyoları büyüyünce kedi olur, köpek değil. Yani nasıl bir kesin yol izleyecekleri konusunda çeşitlilik bulunsa da genel bir amaç ya da son noktaları vardır.

Bohm: Ama gerçek kediyi belirleyen her çeşit olasılık bulunacaktır.

Sheldrake: Tamamıyla. Her çeşit olasılık, çevre etkileri, olasılıkla tamamen şansa bağlı dalgalanmalar da. Ancak yine de, kreodun son noktası, son bulacağı genel alanı belirleyecektir.

Her neyse, birçok biyolog tarafından oldukça ciddîye alınan Waddington'un kreod kavramı hakkındaki önemli nokta, gelecekte, zaman içinde bir son nokta fikrini zaten içermesidir; yapısı, yani kreodun kendi duvarları, kelimenin hiçbir normal anlamında materyal, fiziksel şeyler değildir. Ne yazık ki Waddington, bunların ne olduğunu tanımlamamış. Benim görüşüme göre, morfogenetik alan yoluyla bu biçimlendirici nedensellik sürecini temsil ediyorlar. Aslında, Waddington da "morfogenetik alan" terimini kullanıyor. Waddington'un kavramıyla ilgili soruna gelince, mekanikçiler, bunun mistik ya da eksik tanımlanmış bir fikir olduğunu söyleyerek saldırıya geçtiklerinde, o geri çekildi ve bunun yalnızca normal kimyasal ve fiziksel

etkileşimlerden söz etmenin bir yolu olduğunu söyledi. Kreodlar ve morfogenetik alanlar kavramlarını alıp topolojik modellerde geliştiren René Thom ise (o, son noktalara "morfogenetik çekiciler" diyordu) Waddington'u, kreodun ne olduğunu daha net bir şekilde söylemeye zorlamak istedi. Waddington, kim tarafından zorlanırsa zorlansın, René Thom bile olsa, geri çekildi. Sonuçta, kreodu çok belirsiz bir hâlde bıraktı.

Bugün Brian Goodwin gibi kişiler, kreodlarla morfogenetik alanları ebedî ve ezelî Eflâtuncu biçimlerin birer yönü olarak görüyorlar; Goodwin oldukça Eflâtuncu bir metafizik izliyor. Bu biçimlendirici alanları, ebediyen verilmiş, değişmeyen ve bir anlamda gerekli olan arketipler olarak görüyor. Bu, neredeyse yeni-Fisagorcu; uyum, denge, biçim ve düzen, temel bir matematiksel ilkeden çıkarılabiliyor, bu bir şekilde gerekli yol; doğada açıklanmamış ancak değişmez bir biçimde, nedensel bir faktör olarak çalışıyor.

Bu görüşle benim söylediğim arasındaki fark şu; ben bu morfogenetik alanların, daha önce meydana gelmiş olanlardan nedensel biçimde inşa edildikleri düşüncesindeyim. Yani, sizin kullandığınız terimlerle, sanki açık biçimlerin önce bir introjeksiyonu; sonra da bir yeniden projeksiyonuyla karşı karşıya kalıyoruz.

Bohm: Evet. Bahsettiğiniz şey -geçmiş biçimlerin şimdiki biçimlerle ilişkisi- gerçekten tam da zaman sorunuyla ilgili. "Zamanı ne şekilde anlamak gerekiyor?" Şimdi, zamanın ötesindeki totalite açısından, içindeki her şeyin saklı olduğu, herhangi şimdiki bir anda, açılan ya da varolmaya başlayan bu totalite, yalnızca bütünün bir projeksiyonundan ibaret. Yani, bütünün bazı yönleri o anın içine açılıyor; o an ise yalnızca bu yön. Benzer biçimde, bir sonraki an da yalnızca bütünün başka bir yönü. Burada ilginç nokta şu; her bir an, kendinden öncekilere hem benziyor, hem de onlardan farklı. Ben bunu "enjeksiyon" ve "projeksiyon" gibi teknik terimler kullanarak açıklıyorum. Her bir an

dediğimiz gibi, bütünün bir projeksiyonu. Ancak bu durumda, söz konusu olan an, yeniden bütüne enjekte ya da introjekte oluyor. Bir sonraki an, bu durumda, kısmen bu enjeksiyonun bir yeniden projeksiyonunu gerektirecek, bu sonsuza dek böyle devam etmekte. [Editörün notu: Basit bir benzetme olarak, okyanusu ve dalgalarını düşünün: Her dalga okyanusun bütününden doğuyor ya da "projekte" oluyor; sonra bu dalga yeniden okyanusa katılıyor yani yeniden bütüne "enjekte" oluyor, ardından da bir sonraki dalga ortaya çıkıyor. Her dalganın geçmiş dalgalar tarafından etkilenmesinin tek nedeni hepsinin yükselip alçalması ya da bütün okyanus tarafından projekte ve enjekte olmaları. Bu nedenle, işin içinde bir çeşit "nedensellik" bulunur, ama bu, A dalgasının doğrusal olarak B dalgasının nedeni olması şeklinde değildir. Ancak A dalgası, B dalgasını, okyanusun totalitesi tarafından emilme anlamında etkiler; bu totalite daha sonra B dalgasını ortaya çıkarır. Bohm'un terimleriyle, B dalgası, kısmen, A dalgasının "enjeksiyonu"nun bir "yeniden projeksiyonu"dur ve olgu bu şekilde devam edip gider. Bu yüzden, her bir dalga önceki dalgalara benzer ama belirli yönlerden de -tam büyüklük, şekil vb.- farklı olacaktır. Bohm bir tip "nedensellik" olduğunu ileri sürer, ancak bu saklı okyanusun totalitesi ile aracılık edilen bir nedenselliktir ve yalnızca ayrı, yalıtılmış, açığa çıkmış dalgalarla aktarılan bir şey değildir. Sonunda, bu, böyle bir "nedenselliğin" lokal-olmayan (nonlocal) olacağı anlamına da gelecektir. Çünkü okyanusun herhangi bir kısmında meydana gelenler tüm diğer kısımları da etkileyecektir.] Bu nedenle, her bir an, önceki anların yeniden enjeksiyonunun bir projeksiyonuna sahip olacaktır; bu ise bir tür bellek demektir; sonuç olarak geçmiş biçimlerin genel bir tekrarı, bir kopyalanması gündeme gelir ki, bu da sizin sözünü ettiğiniz şeye benzer gözükmektedir. [Editörün notu: Bu, Bohm'un günümüz kuantum mekaniğinin yeniden formülasyonlarına göredir. Aşağıdaki tartışmada Bohm, günümüz kuantum mekaniğinin, genellikle yorumlandığı şekliyle, geçmiş

biçimlerin kopyalanmasını ya da zamansal bir süreç kavramını açıklamada tamamen başarısız olduğuna dikkat çekecektir, bu başarısızlık, kısmen, Bohm'un saklı düzen yoluyla "enjeksiyon" ve "projeksiyon" düşüncesini önermesine yol açar.]

Sheldrake: O hâlde bu geçmişten bütüne doğru yeniden enjeksiyonun, bir anda meydana gelenle, sonuç olarak meydana gelen arasında nedensel bir ilişki olduğu anlamına gelebileceği söylenebilir mi?

Bohm: Evet, bu nedensel ilişkidir. Saklı düzenden soyutlandığında, en azından bir eğilim söz konusudur, ancak tam bir nedensel ilişki gerekli değildir, çünkü geçmişteki belli bir içeriği, gelecekteki ilişkili bir içerik izler.

Sheldrake: Evet. Yani, belli bir zamanda belli bir yerde bir şey meydana gelirse, burada olan şey, sonradan tekrar bütüne yeniden enjekte olur.

Bohm: Ancak bir şekilde değişmiştir; tam olarak yeniden enjekte olmaz, çünkü öncesinde projekte edilmiştir.

Sheldrake: Evet, bir şekilde değişmiştir ama bütüne doğru bir geri besleme söz konusu olmuştur. Bütün tarafından aracılık edildiği için, bu, başka bir yerde hissedilmesi mümkün olan bir etkiye sahip olabilir. Yani lokal olması gerekmez.

Bohm: Doğru, herhangi bir yerde olabilir.

Sheldrake: O hâlde morfik rezonans kavramına çok benzer gözüküyor, morfik rezonansta da, geçmişte meydana gelen şeyler, uzay ve zaman olarak birbirinden ayrılmış olsalar bile, şimdiki zamanda yer alan benzer şeyleri etkileyebilir; bu, uzay ve zamanın üzerinden, uzay ve zaman boyunca ya da uzay ve zamanın ötesine geçen bir etkidir; artık kişi hangi ifadeyi yeğliyorsa. Buradaki de lokal olmayan bir bağlantı. Bence bu çok önemli, çünkü bu alanların daha önce meydana gelmiş şeylerle nedensel olan (ancak lokal olmayan) bağlantıları olduğu anlamına gelecektir. Yani, ebedî ve ezelî, belli bir zamana ait olmayan bir arşetip takımının, açıklanması bir şekilde imkânsız tezahürleri ol-

mayacaklar. Alışılmış biçim ve örüntülerin yinelenmelerini sağlayan morfogenetik alanlar, önceki alanlardan (bu sizin "kozmik bellek" dediğiniz şey oluyor) türetilecek. Belli bir biçim ya da alan ne kadar sık meydana gelmişse, tekrar meydana gelmesi de o kadar olası; benim morfik rezonans ve önceki biçimlerin otomatik ortalamasıyla ifade etmeye çalıştığım şey bu. Kuramı deneysel olarak test edilebilir kılan da bu yönü; çünkü bu yön, şu gibi öngörülere götürebiliyor: fareler, belli bir yerde bir şeyi diyelim ki yeni bir işi öğreniyorlarsa, bu her yerdeki farelerin aynı işi çok daha çabuk öğrenebilmelerini sağlayacaktır. Goodwin'in ebedî ve ezelî arşetipler kuramından ayrıldığımız nokta bu; Goodwin'in kuramıyla bu öngörüye ulaşılmaz, çünkü arşetipler her yerde ve her zaman aynı olacaktır. Benim, biyolojinin 60 yıldır benimsediği düşünce geleneğinden ayrıldığım nokta da bu: morfogenetik alanlar fikri. Bu alanlar her zaman yetersiz tanımlanmıştır ya da Waddington'un yaptığı gibi, geleneksel mekanikçi kuvvetlerden bahsetmenin yalnızca bir yolu şeklinde ya da Goodwin tipinde metafizik bir yaklaşımla yorumlanmıştır.

Bohm: Evet. Şimdi, sizin kitabınızda tartıştığınız radyo dalgaları alıcısı benzetmesini kullanacak olursak: Bir alıcı, çok küçük radyo dalga sinyallerini amplifiye edebilir. Sizin dediğiniz gibi, radyo dalgasını bir morfogenetik alan olarak düşünebiliriz. Alıcının içindeki enerjiye ise (duvardaki prizden gelir) radyo dalgasının kendisindeki bilgi tarafından şekil ya da biçim verilir, böylelikle hoparlörden gelen bir müzik sesi elde etmiş olursunuz. Bu durumda, radyo dalgasının radyo içindeki prizden gelen enerjiyle karşılaştırıldığında, oldukça küçük bir enerjiye sahip olduğunu söyleyebilirsiniz. Böylece, kabaca söylersek, iki ayrı enerji düzeyi vardır; bunlardan biri, biçimlenmemiş ancak oldukça küçük impulslar yoluyla biçimlenen bir enerji çeşididir. Diğeri ise çok daha süptil bir alandır ve kelimenin alışılmış anlamında çok az enerjiye sahiptir, ancak radyo alıcısının enerjisi tarafından alınabilecek bir biçim niteliği vardır. Saklı düzene şu

şekilde de bakılabilir; saklı düzenin daha süptil düzeyleri, daha az süptil düzeylerdeki enerjiyi etkiliyordur. Saklı enerjiler son derece incedir; normalde enerji bile sayılmazlar ve elektronların, protonların ve çeşitli fizik parçacıklarının üretimine yol açan, bu saklı enerjilerdir. Bu parçacıklar oldukça belirli olacak ya da "kozmik bellek"te sabitlenecek kadar uzun bir süre kendilerini yinelemişlerdir.

Sheldrake: Evet, sanırım konuya bu şekilde de bakılabilir. Ancak bu morfogenetik alanların süptil bir enerjisi bulunsun ya da bulunmasın, bu konuda ne düşünülebileceğini gerçekten de bilmiyorum. Kitabımı yazarken, biçimlendirici nedensellikle sıradan nedensellik (enerjik nedensellik), yani iyi bilinen tür (örneğin, yerçekimi, elektrik) arasındaki çok keskin ayrımı göstermeye çalıştım. Bunun iki nedeni var: birincisi, biçimlendirici nedensellik denen bu şeyin bizim genellikle nedensellik olarak düşündüğümüz şeyden farklı türde bir şey olduğunu netleştirmek istedim. (Nedensellik, fizikte olduğu gibi, alanlar aracılığıyla dikkate alındığında, o kadar da farklı olmayabilir). Ancak ikinci neden, bu morfik alanların uzay ve zaman boyunca yayılabilmeleri, geçmiş olayların başka herhangi bir yerdeki olayları etkileyebilmelerinin, kuramımın önemli bir bölümünü oluşturmasıydı. Şimdi, bu alanlar sözcüğün herhangi normal bir anlamında enerjik olarak düşünülürse, pek çok kişi, bunların yalnızca bir çeşit ters kare yasasına göre lokal olarak yayılabildiklerini sanabilir, çünkü bilinen başlıca enerjiler -ışık, yerçekimi, manyetizma vb- uzaklık arttıkça zayıflarlar.

Bohm: Ama, bakın, bu zorunlu bir çıkarım değildir. Benim geliştirdiğim ilk kuantum kuramı yorumlarından biri, bir alan içinde hareket eden bir parçacık çerçevesindeydi.

Sheldrake: Kuantum potansiyeli.

Bohm: Evet. Şimdi, kuantum potansiyeli sizin morfogenetik alan ve kreodlara atfettiğiniz özelliklerden birçoğunu taşımakta; yani, parçacıkları belli bir şekilde yönlendirmekte, çoğu kez de

derin vadi ve plâtolar var ve parçacıklar platolarda birikmeye başlayıp girişim saçakları (interference fringes) oluşturabiliyorlar. Burada ilginç olan kuantum potansiyel enerjisinin, şiddeti ne olursa olsun aynı etkiye sahip oluşu; çok uzaklarda bile çok büyük bir etki üretebiliyor; bu etki bir ters kare yasasına göre hareket etmiyor. Yalnızca potansiyelin biçiminin bir etkisi vardır, amplitüd (genişlik) ya da magnitüdünün (büyüklük) değil. Bu yüzden, bunu, radar tarafından yönlendirilen bir gemiye benzetebiliriz; radar tüm çevreden gelen biçim ya da bilgileri taşımaktadır. Kendi sınırları içinde, radyo dalgasının ne kadar güçlü olduğuna bağlı değildir. Bu nedenle, bu anlamda, kuantum potansiyelinin elektronların hareketleri üzerinde biçimlendirici bir alan gibi davrandığını söyleyebiliriz. Biçimlendirici alan üç boyutlu [ya da lokal] bir uzaya yerleştirilemiyor; üç-n boyutlu bir uzayda olması gerekecek; bu şekilde lokal olmayan bağlantılar ya da uzaktaki parçacıklarla süptil bağlantılar olabilsin (Einstein-Podolsky-Rosen deneyinde gördüğümüz gibi). Bu nedenle, biçimlendirici alan yalnızca o parçacığa atfedilemeyecek bir şekilde sistemle ilgili bir bütünlük olabilecektir; bu yalnızca bütüne atfedilebilir ve uzaktaki parçacıkların başına gelen bir şey, diğer parçacıkların biçimlendirici alanlarını etkileyebilir. Böylelikle, belli bir grubun biçimlendirici alanının bir diğer gruba [lokal olmayan] transformasyonu olabilecektir. Bu nedenle kuantum mekaniğin böyle bir modelle ne demek istediğini anlamaya çalışırsanız, biçimlendirici alana çok kuvvetli bir benzetmeye ulaşacağınızı sanıyorum.

Sheldrake: Evet, bu bir homoloji bile olabilir; aynı şeyden söz etmenin farklı bir yolu bile olabilir.

Bohm: Asıl farklılık, kuantum mekaniğin zamanı ele almaması, bu nedenle de geçmiş biçimlerin kümülâtif etkisini açıklamak zorunda değil. Böyle olması için, görüyorsunuz, fiziğin zamanı ele alma şekli yönünde bir açılım gerekecektir.

Sheldrake: Peki dalga fonksiyonunun çökmesinden söz ettiğinizde, fiziğe zamanı sokmuyor musunuz?

Bohm: Evet, ancak bu günümüz kuantum fiziğinin çerçevesi dışında kalıyor. Bu çökme hiçbir şekilde bir yasayla birlikte ele alınmaz; yani, sanki geçmiş bütünüyle silinmiş gibi. [Editörün notu: Daha önce de bahsedildiği üzere, Bohm'un günümüz kuantum mekaniğinin bazı yetersizliklerini -özellikle süreci ya da geçmişin bugüne etkisini açıklayamaması- tartıştığı nokta burası. Sonra da Bohm, yeniden formülasyonlarını -enjeksiyon, projeksiyon, saklı düzen vb.- ileri sürüyor, bunlar bu yetersizliklerin çaresini bulabilecekler. Bu yeniden formülasyonlar, Sheldrake'in kuramlarına çok benzer gözükmekte.]

Gördüğünüz gibi, günümüz kuantum mekaniğinde zaman içinde hareket ya da süreç ya da süreklilikle ilgili hiçbir kavram bulunmuyor; aslında yalnızca bir tek an, bir tek gözlemle ve bir gözlemi bir başka gözlemin izleyeceği olasılığıyla ilgileniyor. Ancak, fiziksel dünyada süreç diye bir şey bulunduğuna kuşku yok. Bu sürecin, saklı düzenden, bu yeniden projeksiyon ve yeniden enjeksiyon etkinliği şeklinde anlaşılabileceğini söylemek istiyorum bu noktada. Böylece, bunu ileri taşıyan, saklı düzen kuramı, günümüz kuantum mekaniğinin oldukça ötesine geçmekte. Sonradan kendisi de bir başka şey için referans oluşturacak bir gözlem aparatına referans dışında, kuantum mekaniğin yapmadığı bir şekilde süreçle gerçekten ilgileniyor.

Sheldrake: Bu düzeydeki sürecin bir yeniden projeksiyon olduğunu mu söylüyorsunuz?

Bohm: Evet.

Sheldrake: Peki, aynı zamanda bir yeniden enjeksiyon da söz konusu mu?

Bohm: Yeniden enjeksiyon, Schroedinger denkleminin betimlediği şeyle kesinlikle aynıdır. Yeniden projeksiyon ise kuantum mekaniğin değinmediği sonraki adımdır (dalga fonksiyonunun, Schroedinger denklemindeki gibi, fizik yasalarda yeri olmayan bir şekilde "çöktüğü" ile ilgili keyfi varsayım dışında).

Şimdi, modern kuantum mekaniğinin ele almadığı bir nokta daha var. Garip de olsa, günümüzde fizik aktüalite (gerçek) kavramıyla hiç temas etmiyor. Görüyorsunuz, klâsik fizik, aktüalitenin belli bir şekilde devinen ve etkileşim kuran parçacıkların bütün bir koleksiyonundan oluştuğunu söylerken, hiç değilse bir aktüalite kavramı ortaya koyuyor. Kuantum fiziğinde ise hiçbir aktüalite kavramı göremiyoruz, çünkü kuantum fiziği, denklemlerinin aktüel hiçbir şeyi betimlemediği fikrinde; bu denklemler yalnızca belli türde bir gereci bulunan gözlemcinin görebileceklerinin olasılığını betimlemekteler; bu nedenle, sözü edilen gerecin de olgunun aktüalitesi için gerekli olduğu varsayılıyor. Oysa, gerecin de aynı kurallara uyan ve sonrasında bunlara aktüalite kazandırmak için başka bir gereci gerektireceği benzer parçacıklardan yapılmış olduğu varsayılıyor. Bu, sınırsız bir geri çekilmeye (regress) devam edebilecektir. Wigner her şeye aktüalite kazandıranın aktüel gözlemcinin bilinci olduğunu söyleyerek geri çekilmeyi bitirmeyi önermişti.

Sheldrake: Ama bu bana pek doyurucu gözükmüyor.

Bohm: Bana da öyle, ancak görünüşe göre, birçok diğer kişi gibi, o da bu anlayıştan hoşnut. Sorun şu; kuantum mekaniğini genişletmediğiniz sürece, onda aktüaliteye hiç yer yok; sizin söz ettiğiniz şeylerden herhangi birine de yer yok. Benim söylemek istediğim, bu yüzden kuantum mekaniği bugünkü hâliyle, bir deneyin yalnızca bir anı ile ilgilenen bazı sınırlı sonuçlar veren son derece kesilmiş, sınırlı, soyutlanmış bir formül setidir. Ancak fizikçiler bu kesik görüntüden yola çıkarak her şeyi açıklamaya çalışıyorlar; görüyorsunuz; aslında bütün bunların hiç anlamı yok. Düşünsenize, modern fizik aktüel dünyadan bile söz edemiyor!

Sheldrake: Peki, siz bir aktüalite kavramına ne şekilde ulaşabileceğimizi düşünüyorsunuz?

Bohm: Saklı düzen aracılığıyla diye düşünüyorum. Bir anı meydana getiren bütünün bir projeksiyonu; bir an bir harekettir.

Projeksiyonun aktüalizasyon *olduğunu* söyleyebiliriz. Diğer bir deyişle, fizikçilerin tartışmadığı şey, çeşitli ardışık anların ne şekilde bağlantılı olduğudur, benim, saklı düzenin yapmaya kalkıştığını söylediğim şey de bu. Kuantum mekaniğini, saklı düzen aracılığıyla genişletirsek, tam da geçmiş anların şimdiki zaman üzerinde nasıl bir etkisi olduğu sorusu gündeme geliyor (yani, enjeksiyon ve yeniden projeksiyon yoluyla). Bugün için fizik, bir sonraki an bütünüyle bağımsızdır, ama filan falan olma olasılığı vardır diyor. Burada, sizin sözünü ettiğiniz şeylere, geçmişin belli bir birikmiş etkisine yer yok; ancak kuantum mekaniğinin saklı düzen şeklinde bir açılımı bu olasılığa sahip olacaktır. Üstelik, diyelim ki, bir şekilde, kuantum mekaniğinin saklı düzen açılımını [bu, geçmişin birikmiş etkilerini açıklayabilecektir] kuantum potansiyelle [bu da bu etkilerin doğaları gereği lokal olmamalarını açıklayabilecektir] birleştirdim; sanırım o zaman sizin sözünü ettiğiniz şeylere çok yakın bir yerlere ulaşırım.

Sheldrake: Evet, bu çok heyecan verici olurdu! Karşılaştığım tüm yöntemler içinde, bu türde fikirleri bir arada dokuyabilmenin en umut verici yolunun bu olduğunu düşünüyorum. Bu gibi olası bağlantılar gösterecek gibi gözüken başka yönteme rastlamadım.

Bohm: Zamanı işin içine dahil edebilirsek, örneğin her anın belli bir potansiyeller alanı (Schroedinger denklemi tarafından temsil edilen), bir de çok daha kısıtlı olan bir aktüalitesi (parçacığın kendisi tarafından temsil edilen) olduğunu söylersek; ardından bir sonraki anın kendi potansiyel ve kendi aktüalitesi bulunduğunu eklersek; önceki anların aktüalitesi ile bir sonrakinin potansiyelleri arasında bir bağlantıya ulaşmamız gerekir; bu, geçmişin dalga fonksiyonunun değil, şimdinin projekte olacağı alana yönelik geçmişin aktüalitesinin introjeksiyonu olacaktır. İşte bu kesinlikle sizin sözünü ettiğiniz türde bir şeydir. Çünkü daha sonra, alan potansiyelini giderek daha da daraltacak olan bir dizi aktüalite inşa edebilirsiniz; bunlar sonraki projeksiyonla-

rın temelini şekillendirecektir. Bu, geçmişin bugüne etkisini açıklayacaktır.

Sheldrake: Evet, evet. Peki bunun, DeBroglie'nin denklemindeki, iddia edilen madde dalgalarıyla nasıl bağlantı kurduğunu düşünüyorsunuz?

Bohm: İşte, başladığımız noktaya yeniden geldik. Bu madde dalgaları biçimlendirici nedendir; DeBroglie'nin başlangıçta ileri sürdüğü de buydu. Bununla birlikte, o madde dalgasını yalnızca, zaman içinde gerçek üç-boyutlu bir dalga gibi değerlendirmek istedi ve bu pek işe yaramadı. Biçimlendirici alan çok daha iyi bir yorum. Kuantum potansiyeli, genelleştirilmiş DeBroglie dalgalarını türettiğimiz biçimlendirici alan oluyor. Parçacık da biçimlendirici alan tarafından etkilenen aktüalitedir diyoruz. Parçacıklar takımı, yani bir sistemi oluşturan tüm parçacıkların bütün yapısı, o biçimlendirici alanın aktüalitesidir.

Ancak bu model de kendi başına yine zamanı yok saymaktadır, bu yüzden bir sonraki adım, zamanı işin içine dahil etmek, içinde yinelenen bir aktüalite bulunan bir dizi zaman anı olduğunu söylemektir. Yinelenen her neyse, bunun biçimlendirici alandan etkilendiğini söyleriz. Ancak, biçimlendirici alan, daha önce aktüel olarak meydana gelmiş olandan etkilenir. *Becerebilirsek, bu, fizikteki sorunların büyük çoğunluğunu ortadan kaldırmaya yardımcı olacaktır.* Böylece sizin sözünü ettiğiniz şeyle de sıkı bir bağlantı kurulmuş olur.

Bakın, şimdilik şunu söylüyoruz: dalga fonksiyonu, potansiyel olarak çok hızlı yayılıyor, sonra da aniden kuramın tamamen dışında kalan nedenlerden ötürü kesin bir aktüel duruma çöküyor. Bu yüzden, bunu yapabilmek için, bir ölçüm gerecinin gerekli olduğunu söylüyoruz. Sonra, bir başkası daha çöküyor; bu sistemin tek sürekliliği, her zaman için onu gözlem altında tutacak sonsuz bir ölçüm gereçleri seti tarafından gerçekleştirilebiliyor, ayrıca, aktüel olarak varolmalarını sağlamak için bu gözlem gereçlerinin de ayrıca gözlenmesi gerekir ve bu böyle devam

eder. Her şey bir şaşkınlık, bir karışıklık bulutunda kaybolur gider. İnsanlar, günümüz matematiğini kutsal saydıkları için, bu denklemlerin genel biçimleri açısından asla değiştirilemeyeceğini söylerler, sonra da tüm bu garip problemlerle karşı karşıya olduğumuz dile getirilir. Ancak görüyorsunuz, bu genel çerçeveye neredeyse hiç kimse temel anlamda farklı bir şey eklemek istemiyor.

Sheldrake: O hâlde, DeBroglie yorumu, sizin gelişme hakkında düşünme biçiminiz oluyor. Burada da biçimlendirici alanla sürekli olarak ilişkili bir şeyin yinelenen aktüalizasyonu var.

Bohm: Ayrıca, şimdiki biçimlendirici alan, geçmiş aktüalizasyonlardan etkilenmekte. Günümüz kuantum mekaniğinde biçimlendirici alanın herhangi bir şeyden etkilenmesinin bir yolu yok; buna geçmiş de dahil, çünkü hakkında konuşabileceğiniz yalnızca bir tek an var. Biçimlendirici alanı etkileyebilecek bir şey bulamıyorsunuz; sorun da bu.

Sheldrake: Evet, anlıyorum. Bu, yakından ilgili bir konu. Benim morfogenetik alanlar hakkında söylediklerim de fiziksel biçimler ve alışılmış davranış örüntüleriyle ilişkili oldukları. Bu fikirlerin düşünce sürecinin kendisiyle bağlantısı açık değil, ama kesinlikle ilgililer. Konunun tümünü benim morfogenetik alanlar konusunda yaptığım şekilde, siz de, fizik terimleriyle dile getirmeye başlayacak olursanız; morfik rezonans terimleriyle konuşmanız gerekecek ve bu, geçmiş biçimlerin, bir tür rezonans tarafından, morfogenetik alanlar yoluyla şimdiki biçimler üzerindeki etkisi demek. Yok, psikolojik bir dil kullanmayı seçer ve düşünce terimleriyle konuşmaya başlarsanız, bu durumda, geçmişin etkisi hakkında düşünme konusunda çok daha elverişli bir konumda olursunuz; çünkü zihinsel alanlarla birlikte bellek diye bir şey de olacak elinizde. Tüm evren, birçok felsefe sisteminin yaptığı gibi, özde düşünce benzeri bir biçimde ele alınacak olursa, bu bellek genişletilebilir. Tüm evren düşünce benzeriyse, otomatik olarak bir kozmik belleğin gelişiminden söz edebilirsiniz. Tam olarak bu görüşü benimsemiş düşünce sistemleri var.

Bunlardan biri, Mahayana Budist sistemidir; Alayavijnana ya da biriktirilmiş şuur kavramı, kozmik bellek fikrine çok benzer. Sanırım Teozofistler de Akaşik kayıt fikrinde bu kavramdan yararlandılar. Bir Hindu ekolüne göre evrenin tümü, Vişnu'nun rüyasıdır. Vişnu, evrenin meydana gelişini düşler, yani bu bir rüyayla aynı türde bir gerçekliktir ve Vişnu, uzun bir süredir rüya görmeyi sürdüren çok eski bir tanrı olduğu için, bu düş de belli bir tutarlılığı korumaktadır. Bu rüyanın içinde bellek bulunmaktadır; geçmişte düşlediği şey kendini yineleme eğilimindedir, çünkü kendi yasası ve dinamiği bulunur. Tüm bu düşünce sistemlerinde bellek önemli bir yer tutar. Yani, tüm bunları psikolojik bir dilde de anlatabilirsiniz. Ancak, modern fizik ve bizim modern bilimsel dünya görüşümüzle daha çok ilişki kurmaya gerçekte yardımcı olmaz. Bu yüzden bir anlamda, saklı düzen gibi kavramlar, soruna yaklaşmanın daha iyi bir yolu gibi gözükür; çünkü saklı düzen çağrıştırdığı ikinci anlamlar bakımından yansız bir terimdir. Bu hem fiziksel gerçekliğin hem de düşüncenin temelini oluşturabilen bir şeydir. Bu nedenle tüm gerçekliğin ya düşünce gibi ya da tüm gerçekliğin madde gibi olduğunu söyleyen alışılmış materyalist-idealist ayrımını aşar. Bu ayırımı aşmada, saklı düzen fikri önemli bir avantaj sağlıyor.

Bohm: Zaten, tam özündeki şey bu aşkınlık.

Sheldrake: Yaratıcılığa çok daha geniş bir açıdan bakacak olursak, genel evrimci süreç hakkında bir fikrimiz olur; artık daha açık olduğu üzere, bu yaratıcı bir süreçtir. Evrimci yaratıcılığın bu modelle ilgisini ne şekilde değerlendiriyorsunuz?

Bohm: Yaşamın büyük bir kısmının biçimlerin sürekli kopyalanması şekliden spekülâsyon yapabilirsiniz; bunlar çok küçük değişiklikler gösterme eğilimindedir, bu bizim düşünce deneyimimize de çok benzer: değişiklik içinde örüntünün sürekli olarak kopyalanması. Ama sonra şu soru akla gelir: "Nasıl oluyor da çeşitlemeler meydana çıkabiliyor, bu örüntünün ötesine geçebiliyoruz?

Sheldrake: Evet, yaratıcı "sıçramalar."

Bohm: "Sıçramalar;" evet, görüyorsunuz ya, sabit düşünce kategorilerine projekte edildiğinde bunlara "sıçrama" adını veriyoruz. Evrimleştikçe, maddenin içinde bir proto-zekâ ya da saklı zekâ olduğunu söyleyecek olursanız; bu pratikte art arda bir şekilde nedensel olarak devinmez; aksine, sürekli yaratılan ve kopyalanan bir şeydir; bu durumda böyle bir yaratıcı bir eylem ve yaratıcı bir içeriğin projekte ve introjekte edilmesi için de yer açılmış olur.

Sheldrake: Bu yaratıcılıkla uğraşan şey, nesneleri bir arada tutan bir şey gibi görünüyor; parçaları kapsayan ve aralarında ilişkiler meydana getiren bir bütünlük. Daha önce varolmamış yeni bir bütünlükte birbirine bağlanıyorlar. Bu yaratıcı gerçekleşmede, daha önce ayrı olan iki şey, bir bütün kapsamında birbirine bağlanmış oluyor.

Bohm: Evet. Artık bağımsız varoluşlar gibi değil de, yalnızca bütünün yönleri gibi görünmekteler. Yeni bir bütünlük gerçekleştirmiş oldunuz ve bu oluşumdan dışsal bir gerçeklik yaratmanız da mümkün.

Sheldrake: Böylece yeni bir düşünce oluşturan, yeni bütünlerin gerçekleştirilmesine aracı olan yaratıcı süreç, bu anlamda, evrim sürecinde yeni bütünler oluşturan yaratıcı gerçeklikle benzeşmekte. Yaratıcı süreç, daha kompleks ve üst düzey bütünlerin arka arkaya bir gelişimi olarak da düşünülebilir; daha önce ayrı olan şeyler bu sayede birbirine bağlanmaktalar.

Bohm: Üstelik artık yalnızca bağımsız parçalar gibi değil; yeni nitelikleri olan daha büyük bir bütünün yönleri olarak da gerçekleşmiş durumdalar.

Sheldrake: Doğru, daha büyük bir bütünün gerçekleşmesi aslında daha büyük bütünü yaratan şey.

Bohm: Evet, hatta bir imgeleme ya da bir içgörü kıvılcımı gibi onu önerebilir de; bütünü zihinde gerçekleştiriyorsunuz; sonra da çalışmayla dışarıda daha da fazla gerçekleştiriyorsunuz.

Böylece, örneğin doğanın bir şekilde artık bir araya getirilmesi gereken çeşitli şeylerle birlikte sunulduğunu fark ettiğini varsayabilirsiniz. Doğa, bu daha büyük bütünü, imgeleme benzeri olan çok daha derin bir düzeyde fark ediyor; sonra da bu, dışsal çevreye kendini açıyor. Bir şekilde biyolojik sistem içinde bir yaratıcı içgörü kıvılcımı meydana çıkıyor.

Sheldrake: Tamamen. Peki, şeyler arasındaki, onları daha büyük bütünün parçası yapan bu ilişkilerin zaman içinde daha önce olmak üzere, fiziğin temel kuvvetlerini oluşturmuş olabileceğini de düşünüyor musunuz? Örnek olarak tüm maddeleri bir arada tutan yerçekimi kuvvetleri, tüm maddelerin bir olduğu şeklinde ilksel bir yaratıcı sezgi yoluyla ortaya çıkmış olabilir mi?

Bohm: Önceden birbirinden ayrı olan çeşitli şeyleri bir araya getirmede, aniden bunların bir olduklarıyla ilgili bir farkındalık ortaya çıkıyor ve bu, bizim onu anladığımız şekliyle evren olan yeni bir bütün yaratıyor. Görüyorsunuz, doğanın yüzeyde görünenden çok daha derinde yer alan bir amacı olduğu söylenebilir.

Sheldrake: Peki, doğal yasaların ebedî ve ezelî olarak mı ortaya çıktıkları, yoksa aşamalı bir şekilde mi yapıldıkları konusunda ne diyeceksiniz?

Bohm: Ben, saklı düzen açısından, derece derece gerekli hale gelen biçimlendirici alanlar kavramının gereken şey olduğunu düşünüyorum. Modern fizik bile, üzerine gerekliliği oturttuğumuz bu birimlerden (moleküller, kuarklar ve atomlar) herhangi birinin varolmasından önce bir zaman olduğunu (yani Büyük Patlama öncesinde) söyleyerek bu düşünceye dikkat çekiyor. Bu yüzden, molekül ve atomlar hakkında belli sabit ve sonsuz yasalar bulunduğunu söylerseniz, atom ve moleküllerin varolmasından önceki bir zamana doğru bunu izlediğinizde ne diyeceksiniz? Fizik bu konuda hiçbir şey söylemiyor, öyle değil mi? Yalnızca belli bir evrede bu parçacıkların oluşumunun gerçekleştiği belirtiliyor. Bu nedenle, belli bir alandaki gerekliliğin giderek

daha sabit hâle geldiği gerçek bir gelişim olması gerekecek. Bunun meydana gelişini sıvılaşan bir maddeyi soğuturken bile görebilirsiniz; ilk başta, geçici sıvı kümeleri ortaya çıkar; sonra da bunlar daha büyük, daha belirgin hâle gelirler. İşte, fizikçiler tüm bunları, moleküllerle ilgili yasaların ebedî ve ezelî olduğunu söyleyerek açıklıyorlar; moleküller yalnızca bu yasaların sonucu ya da bu yasalardan türemişler; ancak geriye doğru takip eder de "Moleküller neredeydi?" diye soracak olursanız; başlangıçta proton ve elektrondular; onlar da başlangıçta kuarktı; kuarklar ise sub-kuarktı. Bu durum, varolduğunu bildiğimiz bu birimlerin hiçbirinin olmadığı bir evreye kadar geri gider, bu yüzden bir anlamda bütün düzen kararır. Genelde, gereklilik alanlarının ebedî ve ezelî olmadıklarını söyleme hakkınız olur; bunlar sürekli oluşmakta ve gelişmektedirler .

Sheldrake: Bana göre geçerli geleneksel ve bilimsel yapı, tüm bunlarla hiç gerçekten yüzleşmedi. Görüyorsunuz, bilim bir çeşit Yeni-Eflâtuncu, Yeni-Fisagorcu fikirle yola çıkmış: zamansız yasalar fikri. Bu, oldukça uzun bir zaman bilim alanında kesinmiş gibi kabul edildi. Bence, biyolojide evrimci kuram ortaya çıktığında, değişimin başlangıcını tetiklemiş oldu. Sonra da hayvan ve bitkiler konusunda, evrimsel bir gerçeklik görüşü edindik, ama fiziksel dünyanın, moleküler ve atomik dünyanın zamansız bir arka plânı bulunduğu hâlâ düşünülmekteydi. Bugün ise, oldukça genel bir kabul gören Büyük Patlama kozmolojisine ulaştık. Böylece artık bütün evrenin, kökten evrimci bir evren olduğu fikrine sahibiz. Bunun, bir krizi körüklediğini ve körüklemesi gerektiğini düşünüyorum. Bir şekilde uzay ve zamanı kaplamış, her zaman varolmuş zamansız yasalar düşüncesi, gerçek bir tarihî Büyük Patlama'yı anladığınızda, bu kadar anlamlı olmuyor; çünkü şu sorun karşımıza çıkıyor: Büyük Patlama öncesinde yasalar neredeydi?

Bohm: Bir de genelde kabul edilen şu inanç var: kara deliklerin merkezinde, bildiğimiz şekliyle yasalar da kaybolmakta.

Dediğiniz gibi, bilim adamları bununla yüzleşmediler çünkü hala eski tarz, zamansız yasalar çerçevesinde düşünüyorlar. Ancak bazı fizikçiler bunun farkında. Bir kozmolog bir konuşma yapıyordu ve şöyle demişti: "Evet, bildiğiniz gibi ben de her şeyin bir doğa yasası olduğunu ve her şeyin sabit olduğunu düşünmeye alıştım; oysa söz konusu bir kara delik olduğunda, her şey olabilir. Birden bir Coca-Cola tabelâsı yanıp sönse, bunun hâlâ bir olasılık olacağını görürsünüz." [Gülüşmeler]. Yani, zamansız yasalar fikri artık o kadar tutuluyor gibi gözükmüyor, çünkü zamanın kendisi de gelişen gerekliliğin bir parçası. Kara delik bildiğimiz şekliyle zaman ve uzayı içermiyor; bunların tümü kayboluyor. Kaybolup giden yalnızca madde değil; bildiğimiz her regüler düzen kayboluyor, bu nedenle de her şey olabilir ya da hiçbir şey olmaz diyebiliyorsunuz.

Sheldrake: Büyük Patlama kuramıyla ilgili ilginç nokta, doğa yasalarının kökenleri sorusunu yöneltmek zorunda kaldığınız an, her çeşit bilimin ardında yatan felsefî varsayımları tanımaya zorlanmanız. Kendilerini çıkarcı, mekanikçi ya da pragmatist olarak düşünenler, metafiziğe zaman kaybı, yararsız spekülâtif bir etkinlik olarak bakıyorlar; oysa sözüm ona, kendi işleriyle meşgul olan pratik bilim adamı bu kişiler. Ancak onları, söyledikleri, düşündükleri ya da yaptıkları her şeyde saklı olan, doğa yasaları anlayışlarının zamansız olduğu şeklindeki görüşlerinin aslında metafiziksel bir görüş olduğunu fark etmeye zorlayabilirsiniz. Üstelik, olası metafizik görüşlerden yalnızca bir tanesi; mümkün olan tek görüş değil. Biyolojiden arkadaşlarımla konuşuyorum; bana "Vay, senin yaptığın metafizik" diyorlar. Ben de şöyle diyorum: "Pekâlâ, bir dakika bekleyin; gelin bir de sizin yaptığınıza bakalım." Sonra onları Büyük Patlama öncesi doğa yasaları neredeydi sorusuyla karşı karşıya bırakıyorsunuz. Çoğu şöyle diyor: "Şey, onlar hep orada olmak zorundaydılar." "Nerede?" diye soruyorsunuz. "Büyük Patlama öncesini bilmenin hiçbir anlamı yok." diyorlar. "Bu doğa yasaları neredeydi?"

Serbestçe dalgalanıyorlar mıydı?" Şöyle diyorlar: "Bir şekilde orada olmaları gerekir." Sonra siz de şöyle diyorsunuz: "Bunun metafiziğin herhangi bir doğrudan anlamında, metafizik bir kavram olduğunu düşünmüyor musunuz? Çünkü var olan fiziğin oldukça ötesine geçiyor!" Er ya da geç, kabul etmek zorundalar. Bu gibi alanlara girdiğinizde, birçok bilim adamının dünya görüşlerinin temeli olarak düşündüğü kesinlik kaybolup gidiyor. Geçerli bilimin eleştirmeksizin olası metafizik türlerinden birini gerektirdiği ortaya çıkıyor. Kişi bununla yüzleşince, en azından açık, kesin doğruymuş gibi bir düşünme biçimini kabul etmek yerine, bunun üzerinde düşünmeye başlıyor. Düşünmeye başlayınca da bu konudaki anlayışını derinleştirebiliyor.

Ek 3 Yarışmalar

1982 Ekim ayında New York'taki Tarrytown Grubu, 1 Ocak 1986 tarihinden önce gerçekleştirilecek en iyi biçimlendirici nedensellik hipotezi testi için 10.000 $ ödül verileceğini açıkladı. Hipotezi destekleme eğiliminde olan ya da karşıt kanıt oluşturan deneysel sonuçlar ödüllendirilebilecek. Başvurular, Profesör David Bohm, Profesör Marco de Vries, Profesör David Deamer ve Profesör Michael Ovenden'den oluşan uluslararası bir bilimsel jüri tarafından değerlendirilecek. Aynı yarışmada bir Hollanda kuruluşu 5000 dolarlık ikincilik ödülünü üstleniyor; Münih'teki Yeni Bir Yaşam Bilimi'*nin Almanca baskısının yayımcıları Meyster Verlag ise üçüncülük ödülünü veriyor.*

Yarışmanın ayrıntıları şu adresten öğrenilebilecektir: Robert L. Schwartz, Tarrytown Group, Tarrytown Conference Center, East Sunnyside Lane, Tarrytown, NY 10591, USA.

28 Ekim 1982 tarihinde, Tarrytown ödülünün ilanıyla çakışır biçimde, New Scientist dergisi de, biçimlendirici nedensellik hipotezini "eleştirel olarak araştıracak" deney tasarımları için bir yarışma açtı.

"Ucuz ve kolayca yapılacak deneyler" özellikle vurgulanıyor ve "özel kuruluşlardan çok yüksek lisans öğrencileri ve hatta altıncı sınıf öğrencileri" öne çıkarılıyordu. Sonuçlar 28 Nisan 1983'de yayınlandı:

Birincilik ödülü, Nottingham Üniversitesi'nden Akışkan Mekaniği Uzmanı Dr. Richard Gentle'a verildi. Fikri harika denecek derecede basitti. Kendisi Türkçe bir çocuk şarkısı göndermişti; şarkının bir de yine uyaklı olan sözcükleri karıştırılmış versiyonu bulunuyordu. Sheldrake'in hipotezi, Türkçe bilmeyen kişilerin asıl şarkıyı öğrenmelerinin çok daha kolay olması gerektiğini öngörüyordu; gerekçe, Türkçe bilmeyen kişilere sahte şarkıdan daha kolay gelmeyecek olmakla birlikte, geçmişte milyonlarca Türk'ün bu tekerlemeyi öğrenmiş olmasıydı.

Jüri dört seçkin bilim adamından oluşuyordu: Cambridge Astronomi Enstitüsü Müdürü Prof. Martin Rees; Nottingham Üniversitesi Psikoloji Bölümü'nden Dr. Alan Gauld; Açık Üniversite'nin Biyoloji Bilimleri Okulundan Prof. Steven Rose ve Nottingham Üniversitesi, Zooloji Bölümü'nden Dr. Peter Davies. Dr. Gentle'ın fikrindeki inceliği ve bu deneyin büyük bir kaynak gerektirmediği gerçeğini çok beğendiler. İlgilenen her kişi (bir okul öğretmeni bile) deneyi yapabilirdi.

Ancak eleştirmenler Dr. Gentle'ın fikrini inceltmekte gecikmediler. Çocuk şarkılarının boş yere çocuk şarkısı olmadığına dikkat çektiler: gerçek Türk çocuk şarkısı, özü açısından, anlamsız şarkıya kıyasla, ilk bakışta anlaşılmasa bile çok daha akılda kalıcı olabilirdi; çocuk şarkılarının kolayca yaygınlaşmalarının bir nedeni de içlerinde çok hoş bir ritm bulunmasıdır.

Ancak ünlü Japon şairi Shuntaro Tanikawa, Rupert Sheldrake'e eski bir Japon çocuk şarkısı; kendisi de özel olarak aynı uyak ve aynı ölçüleri olan gerçek bir şarkıyla sahte bir şarkı hazırladı. Acaba Batılılar, Japonlar zaten öğrenmiş oldukları için eski çocuk şarkısını, aynı ölçüde ses ahengi olan "kontrol" şarkılarına kıyasla öğrenmeyi daha kolay bulacaklar mıydı?

Diğer iki deney, ikincilik ödülünü paylaştı ve her biri 100 sterlin kazandı. Bristol Üniversitesi Beyin ve Algı Lâboratuvarı'ndan Dr. Susan Blackmore'un önerisi şu şekildeydi: Bir grup bebek, Tom Troscianko ve kendisi tarafından icat edilen "bebekler tarafından çalıştırılan kasetçalar"ı kullanmak üzere eğitilecekti; bu cihaz kısa süre sonra piyasaya sürülüyordu. Altı ay sonra, yani binlerce bebeğin bu cihazı kullanmayı öğrenmelerinin ardından, kasetçaları kullanmayı öğrenmek üzere yeni bebekler eğitilecekti. Sheldrake'in hipotezi, ikinci grubun cihazı kullanmayı daha çabuk öğreneceğini öngörüyordu. Ancak bu araştırma, Dr. Gentle'inkine nazaran çok daha pahalıya mal olacak ve daha çok zaman alacaktı; jüri üyelerinden biri de bebeklerin normaldeki bakımlarıyla ilgili çeşitliliğin deneye "parazit" karıştırabileceğini düşünüyordu.

NY Hastanesi-Cornell Tıp Merkezi konuk okutmanlarından Dr. Vernon Neppe de 100 sterlin ödüle lâyık bulundu. Onun önerisi, farelere tekrar tekrar lignokain maddesi vererek, hayvanlarda nöbete yol açmak şeklindeydi. Bu madde küçük dozlarda verilecek ve başlangıçta nöbete yol açmayacaktı. En sonunda zaman içinde bu uygulama, kalıcı biçimde farelerin bu maddeye olan duyarlılığını artıracaktı. Bu olgu "yanma" olarak biliniyordu. Bir grup fare üzerinde bu uygulama yapıldıktan sonra, Sheldrake'in hipotezine göre, aynı soydan diğer farelerde yanma nöbeti çok daha çabuk ortaya çıkacaktı. Bu deney daha pahalıya mal olacaktı ve jüri üyelerinden biri, fareler üzerinde zaten yapılmış büyük miktarda kimyasal yanma çalışmasının suları bulandıracağı fikrindeydi.

Bizim kendi yarışmamız sonuçlandı: kazananları kutluyor; jüriye ve harika fikir ve eleştiriler ortaya koyan çok sayıda katılımcıya teşekkür ediyoruz. Tarrytown ödülü için başvuru süresi ise 1985 yılı sonuna dek devam ediyor. Tarrytown yarışması belki de benzersiz olabilir (bizim vekaleten ödülümüz de öyle): geçmişte, bir fikri sınayacak bir deney için ödül verildiği ne zaman görülmüş ki?

Ek 4 Deneyler

Dr. Gentle'ın ustaca önerisinin ardından, Britanya ve ABD'de, kişilerden üç Japonca çocuk şarkısını ezberleyip, Japon çocukların nesiller boyu kullanmış oldukları melodiyle söylemelerinin istendiği deneyler yürüttüm. Elbette deneklere hangi şarkının asıl çocuk şarkısı ve hangilerinin Japon şairi Shuntaro Tanikawa tarafından yeni hazırlanan diğer iki çocuk şarkısı olduğu söylenmedi. Sonuçlar Brain/Mind Bulletin'de yayımlandı (12 Eylül 1983) ve katılanlardan % 62'sinin asıl çocuk şarkısını öğrenmeyi daha kolay bulduklarını gösterdi. Bu sonuç istatistiksel açıdan oldukça anlamlıydı; şansa bağlı olarak, yalnızca % 33'ün bunu en kolay bulması beklenebilirdi. Ancak bu çalışmaya en büyük itiraz, çocuk şarkısının, özünde öğrenilmesinin en kolay olabileceğiydi; çünkü yalnızca öğrenilmesi kolay dizeler ilk başta çocuk şarkısı olabilirdi. Bu itirazı yok etmemin tek yolu çok sayıda, örnek olarak Japonca, yeni şarkı kullanarak bir deney yapmaktı; şarkılar ölçü ve ses yapısı olarak benzeşmeliydi. Bu deney, diyelim ki Britanya'da yapılacak ve benzer zorlukta üç tekerleme kullanılacaktı. Sonra, rastgele seçilecek şarkılardan biri ABD'de binlerce kişi tarafından öğrenilecekti. Daha sonra da denekler yine Britanya'da her üç şarkıyla test edilecekti. Hipoteze göre, Amerika'da öğrenilmiş olan şarkının Britanya'da diğer şarkılara kıyasla daha kolay öğrenilebilir hâle gelmiş olması gerekiyordu. Ancak sorun, deneyin çok sayıda Amerikalıdan, onlara anlamsız gelen yabancı bir şarkıyı ezberlemelerini istemeye dayanıyor olmasıydı. Olasılıkla buna pek istekli yaklaşmayacaklardı.

Bu deneyi Dr. Nick Humprey'le tartışırken kendisi çok daha pratik bir öneri getirdi: Bu, saklı görüntüler içeren resimlerle bir deney yapmaktı. Bu resimler başlangıçta hiçbir anlam ifade etmiyor ya da görüntüyle ilgili yalnızca belirsiz ipuçları sergiliyorlardı. Ancak geride yatan görüntünün bir kez fark edilmesi anî bir Gestalt etkisi yapıyordu ve resim belirli bir anlam kazanıyordu. Bu bir kez başarıldıktan sonra görüntünün tanınmaması güçtü; kişiler başkalarının görüntüyü göremediklerine kolay kolay da inanamıyorlardı.

Biçimlendirici nedensellik hipotezi bu gibi görüntülerin tanınmasına uygulanabiliyorsa, ben uygulanması gerektiği düşüncesindeyim, çok sayıda diğer kişi daha önce görmüş ise, saklı görüntünün tanınmasının daha kolay olması yönünde bir eğilim oluşması gerekirdi.

1983 yaz aylarında, Thames Television, araştırmacı David Wilson, yapımcı Valerie Brayden ve editör John Tagholm'un yardımlarıyla, bu çerçevede bir deneyin yürütülmesi olanaklı hâle geldi. Sonuçlar, 27 Ekim 1983'te New Scientist'te yayımlandı:

Biçimlendirici Nedensellik: Hipotez Destekleniyor

Nesnelerin biçimlerinin ve organizmaların davranışlarının geçmiş olaylardan yayılan "morfik rezonansı" tarafından etkilendiğiyle ilgili devrimci fikir, modern bilimin büyük bir bölümüne meydan okuyor ve birçok bilim adamında da öfke uyandırıyor. Ancak "biçimlendirici nedensellik" hipotezinin doğru olabileceği konusunda kanıtlar da artıyor.

31 Ağustos günü saat 14:00'ten 14:30'a dek tüm Birleşik Krallığa yayımlanan ITV'deki *A Plus* adlı programda, iki milyon kadar izleyiciye saklı bir görüntü içeren bir resim gösterildi. Kısa bir süre sonra yanıt açıklandı ve yeniden bilmece resme dönüldüğünde, önceden saklı durumda olan görüntü artık kolayca seçilmekteydi. Programın sonunda aynı resim bir kez daha gösterildi.

Deneyde gerçekte Morgan Sendall tarafından özel olarak çizilmiş olan iki resim vardı (Resim 1 ve 2). Zor olmaları için tasarlanmışlardı, bu şekilde yalnızca küçük bir azınlık saklı görüntüleri hemen yakalayabilecekti. Ağustos ayı içinde bunları Britanya adaları, Avrupa kıtası, Afrika ve Amerika'daki deneycilere gönderdim. Her deneyci, resimleri bir grup deneğe 31 Ağustos'ta yapılacak TV yayınından birkaç gün önce ve TV yayınından birkaç gün sonra, karşılaştırma deneklerinden oluşan başka bir gruba resimleri gösterdiler; örneğin, yayın öncesi öğrenciler



Çiz.1

Çiz.2







test edilmişse, yayın sonrasında da benzer bir öğrenci grubu test edildi. Resimlerin her biri birer dakika gösterildi ve önce hep 1. çizim gösterildi ve görüntüleri "yakalayanlar" kaydedildi.

Pek çok grupta, denekler yanıtlarını yazılı olarak kaydettiler, ancak bazı gruplarda deneyci deneklerle bireysel olarak görüştü. Yalnızca belirsiz olmayan yanıtlar "doğru" kabul edildi; örneğin 1. çizim için "şapkalı kadın" ve 2. çizim için de "koca bıyıklı bir kazak" gibi. Deneklerin yanıtları birbirine aktarmaması için de önlemler alındı.

Deneyciler televizyonda resimlerden hangisinin gösterileceğini bilmiyorlardı; ben de bilmiyordum. Gösterilmeyen resim, kontrol olarak kullanılacaktı. Böylece TV yayını sonrasında test resmini yakalayabilen kişilerin oranında, öngörülen tipte bir etki belli bir artış yaratırken, kontrol resmi konusunda ya hiç artış olmayacak ya da çok küçük bir artış gözlenecekti.

Sonuçta, televizyonda çizim 2 gösterildi ve çizim 1 kontrol olarak kullanıldı. Deneyin sonuçları Tabloda veriliyor. Tüm veriler ele alındığında, ikinci çizimin yakalanmasının yüzde 76 oranda arttığı görülüyor. Bu artış yüzde 1 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı (yani, bu sonucun şans eseri elde edilmesi yönünde olasılığı yüzde 1'den daha az bir olasılık var). Kontrol çizimini kavrama oranı yalnızca yüzde 9 arttı, bu artış ise istatistiksel olarak anlamlı değildi.

Hemen akla gelebilecek bir itiraz, TV yayınından sonra test edilen deneklerden bazılarının, TV programını seyretmiş ya da yanıtı bir başkasından duymuş olabileceklerin gruba alınmamasıyla ilgili olarak alınan tüm önlemlere rağmen, televizyonda çizim 2'nin yanıtını görmüş olabilecekleri şeklindeydi. Ayrıca, deneycilerden biri programı seyretmişse, denekleri süptil ipuçları yoluyla etkileyebilir ya da puanlamada yanlı davranabilirlerdi. Bu itirazlar, programın yayımlandığı ülkeler olan Britanya ve İr-

landa'dan gelen verilerle ilgili olarak bir derece geçerli olabilir. Ancak Britanya ve İrlanda verileri çıkarıldığında da dünyanın geri kalanından edinilen sonuçlar, Çizim 2'yi yakalayan kişilerin oranında hâlâ bir artış sergilerler; aslında yüzdenin neredeyse üç katına çıktığı gözlenmektedir (Tablo). Bu artış da yüzde 1 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Kontrol öğesinde ise yine istatistik olarak anlamlı olmayan çok daha küçük bir artış (yüzde 22) gözlenir.

Britanya Adaları dışındaki deneyciler ya da denekler TV yayınını izlememiş ve TV'de hangi resmin gösterildiği konusunda bilgi edinmemişlerdir. Bu yüzden bu sonuçlar, Britanya ve İrlanda konusunda geçerli olabilecek itirazlara açık değildir. Elbette, denizaşırı deneyci ya da deneklerin, örneğin Britanya'daki yakınlarına telefon ederek hangi resmin gösterildiğini öğrenebilecekleri de iddia edilebilir; ama tüm denizaşırı deneyciler bana yanıtı bilmediklerini bildirdiler ve bilinçli ya da bilinçsiz herhangi bir aldatma olması bana son derece olanaksız gözükmekte.

Kuşkusuz bu deney yalnızca bir başlangıç olarak düşünülebilir ve olumlu sonuçlar morfik rezonans dışındaki faktörler çerçevesinde de açıklanabilir olabilir. Ancak, sonuç bu tip deneyleri çok daha geniş ölçekte tekrarlamak için yeterli ölçüde yüreklendirici gözükmektedir; 1984 yılında bunun mümkün olacağını umuyorum.

Verileri toplayan deneycilerime teşekkür borçluyum. Deney onlar olmadan gerçekleştirilemezdi. Bu deney daha geniş ölçekte tekrarlanacak olursa tüm dünyadan daha çok deneyciye gerek duyulacaktır.

Deneysel tasarım ve sonuçlarla ilgili yararlı tartışmalar için Dr. Nick Humphrey ve Kraliyet Topluluğu Üyesi Dr. Patrick Bateson'a minnettarım.

Rupert Sheldrake

Televizyon yayını sonuçları ne şekilde etkiledi.
Çizim 2 televizyonda gösterilmeden önce ve gösterildikten sonra çizim 1 ve 2'deki saklı görüntüleri gören kişilerin sayıları. Veriler Britanya ve İrlanda'da yedi ayrı yerleşimle (Cambridge, Dablin, Edinburg, Londra, Newark, Norwich ve Oxford); dünya çapında da yedi diğer yerleşime (Davos, İsviçre; Lucca, İtalya; Capetown ve Stellenbosch, Güney Afrika; Santa Maria, Kolombiya; Kansas City, Missouri; ve Palm Beach, Florida, USA).

	Bütün Dünya		*Britanya ve İrlanda Dışında*	
Kişi Sayısı	*Önce*	*Sonra*	*Önce*	*Sonra*
Toplam Test Edilen	1053	847	754	576
Yalnızca Resim 1'i Yakalayanlar	63	45	34	29
Hem R. 1 hem de R. 2'yi Yakalayanlar	34	40	9	11
Yalnızca Resim 2'yi Yakalayanlar	7	18	0	8
Toplam Resim 1'i Yakalayanlar	97	85	43	40
	(%9.2)	(%10.0)	(%5.7)	(%6.9)
Toplam Resim 2'yi Yakalayanlar	41	58	9	19
	(%3.9)	(%6.8)	(%1.2)	(%3.3)

İkinci deney (farklı bilmece resimler kullanılmıştır), BBC'nin "Tomorrow's World" programındaki bir yapımcı olan Jack Weber'in yardımı ve çoğu New Scientist'*te daha önceki deneyi okuduktan sonra bana mektup yazan yüzden fazla gönüllü deneycinin katılımıyla henüz tamamlandı. Sonuçların özeti şu şekildedir:*

BBC Televizyonu Saklı Görüntü Deneyi

Biçimlendirici nedensellik hipotezini sınamak üzere, 1984 Kasım'ında BBC ile iş birliği yapılarak bir deney gerçekleştirildi. Tasarım, önceki deneyin bir benzeriydi ve saklı görüntüler içeren iki resim kullanıldı. Bu resimler tüm dünyadaki, kendilerine 30 saniye boyunca gösterilen saklı görüntülerin hangi oranda doğru

tanındığını bulmak üzere denek gruplarını test eden deneycilere gönderildi. Bu testler TV yayınından önce 5 günlük bir dönem içinde gerçekleştirildi; TV yayınından sonra yine 5 günlük bir dönem içinde de farklı denekler sınandı. "Yarının Dünyası" programında, 8 milyon izleyiciye saklı görüntülerden yalnızca biri gösterildi; daha sonra da yanıt açıklandı. Kişiler görüntüleri tanımayı öğrendikten sonra, saklı görüntü yeniden kendilerine gösterildi. Deneyin hedefi, BBC yayınının izlenmesinin mümkün olamayacağı dünya bölgelerinde diğer kişilerin saklı görüntüyü kavramalarının kolaylaşıp kolaylaşmadığını gözlemekti.

Deneycilere yayının ya 8 Kasım ya da 15 Kasım'da yapılacağı söylendi; gösterilecek resim ise rastgele seçilecekti. Bir kısmından testleri 8 Kasım'dan önce ve sonra, diğerlerinin ise 15 Kasım'dan önce ve sonra yapmaları istendi. Gerçekte yayın 15 Kasım'da yapıldı; 8 Kasım testleri ise kontrol amaçlı kullanıldı. Yayın esnasında rastgele seçilen resim Çizim 1'di (at sırtında bir kovboy), Çizim 2 de (dans eden çift) böylece denetim öğesi konumuna geçti.

Testler 121 yerleşimde gerçekleştirildi ve toplam 6256 denek sınandı.

Sonuçlar şaşırtıcıydı ve Avrupa ile Kuzey Amerika arasında ilginç bir farklılık sergiliyordu. Avrupa'da (Finlandiya, Fransa, Almanya, İtalya, İsveç, İsviçre ve Yugoslavya) Çizim 1'i yakalamada % 32'lik bir artış oranıyla olumlu bir sonuç elde edildi. Çizim 2'yi yakalama oranında ise neredeyse hiç değişiklik olmamıştı. Bu sonuç tüm veriler üzerinden, X^2 testiyle, % 2,5 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıydı; bireysel deneycilerin veri takımları üzerinden ise, bu anlamlılık, Wilcoxon işaretli eşlenik sıralama testiyle % 2 düzeyindeydi.

Güney yarıkürede (Avustralya, Yeni Zelanda ve Güney Afrika) Çizim 1'i kavrama oranında bir artışla birlikte genel bir olumlu sonuç vardı, ama bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildi.

Kuzey Amerika'da (Kanada ve ABD) ise hiçbir anlamlı sonuç elde edilmemişti.

Avrupa ve Kuzey Amerika arasındaki fark son derece şaşırtıcı. Ben morfik rezonans etkilerinin uzaklığa bağlı olduğunu düşünmemekteyim. Olası bir açıklama, Dr. Nick Humphrey'den geldi: Britanya'yla zaman farkının yalnızca 1 saat olduğu Avrupa'da, kişilerin, 5-8 saatlik zaman farkı bulunan Amerika'dakilere kıyasla Britanya TV izleyicileriyle "aynı fazda" olmaları çok daha olası olabilirdi. Bu sonucun yinelenebilir olup olmadığını görmek, gerçekten de çok önemli. 8 Kasım'dan önce ve sonra yürütülen kontrol testlerinde (yalnızca Amerika'da yapılan testler) Çizim 1'i yakalama oranında belli bir artış gözlenmekle birlikte, bu istatistiksel olarak anlamlı değildi. (Yalnızca test prosedürünün bir sonucu olarak Çizim 1'i kavrama oranında gerçek bir artış meydana çıkmış olsaydı; benzer bir artışın 15 Kasım testlerindeki Amerika verilerinde de gözlenmesi gerekecekti, ama bu gerçekleşmedi). Toplam veriler aşağıdaki gibidir.

	ÖNCE			SONRA	
Toplam test edilen	*Res. 1 toplam*	*Res. 2 toplam*	***Toplam test edilen***	*Res. 1 toplam*	*Res. 2 toplam*
Amerika: 8 Kasım					
368	38(%10.3)	42(%11.4)	437	54(%12.3)	49(%11.2)
Amerika: 15 Kasım					
1475	246(%16.7)	161(%10.9)	1432	218(%15.2)	171(%11.9)
Avrupa: 15 Kasım					
1045	102(%9.8)	76(%7.3)	1139	147(%12.9)	79(%6.9)
Güney Yarıküre: 15 Kasım					
174	22(%12.6)	17(%9.8)	195	37(%19.0)	20(%10.2)

Belli ki bu deneyin izlenmesi gerekiyor; yeni bilmece resimler içeren bir başka test, Almanya'daki bir grup tarafından plânlanma aşamasında. Resimlerden birinin televizyonda yayımlanması Norddeutscher Rundfunk (Kuzey Almanya TV)

tarafından gerçekleştirilecek ve yaklaşık 6 milyon izleyiciye ulaşılacak. "Önce" ve "sonra" yapılacak testler, Alman TV'sinin kapsama alanı dışında kalan Avrupa kıtası, Britanya Adaları ve Kuzey Amerika'da yürütülecek.

Deneyin tasarımı ve sonuçların analizi konusundaki yardımları için Dr. Nick Humphrey ve Dr. Jeremy Cherfas'a minnettarım.

Biçimlendirici nedensellik hipotezinin test edilmesiyle ilgili diğer birkaç deney dünyanın değişik bölgelerinde ilerlemekte; bunların sonuçlarının bir kısmı da olasılıkla gelecek bir ya da iki yıl içinde yayımlanacak.

Mart, 1985

BİBLİYOGRAFYA

AGAR, W.E., DRUMMOND, F.H., AND TIEGS, O.W. (1942) Second report on a test of McDougall's Lamarckian experiment on the training of rats. *Journal of Experimental Biology* 19, 158-67.

AGAR, W.E., DRUMMOND, F.H., TIEGS, O.W., and GUNSON, M.M. (1954) Fourth (final) report o a test of McDougall's Lamarckian experiment on the training of rats. *Journal of Experimental Biology* 31, 307-21.

ANFINSEN, C.B (1973) Principles that govern the folding of protein chains. *Science* 181, 223-30.

ANFINSEN, C.B. and SCHERAGA, H.A. (1975) Experimental ant theoretical aspects of protein folding. *Advances in Protein Chemistry* 29, 205-300.

ASHBY, R.H. (1972) *The Guidebook for the Study of Psychical Research. Rider,* London.

AUDUS, L.J. (1979) Plant geosensors. *Journal of Experimental Botany* 30, 1051-73.

AYALA, F.J. and DOBZHANSKY, T. (eds), (1974) *Studies in the Philosophy of Biology.* Macmillan, London.

BALDWIN, J.M. (1902) *Development and Evolution.* Macmillan, New York.

BANKS, R.D., BLAKE, C.C.F., EVANS, P.R., HASER, R., RICE, D.W., HARDY, G.W., MERRETT, M., and PHILLIPS, A. W. (1979) Sequence, structure and activity of phosphoglycerate kinase. *Nature* 279, 773-77.

BELOFF, J. (1962) *The Existence of Mind.* MacGibbon and Kee, London.

BELOFF, J. (1980) Is normal memory a 'paranormal' phenemenon? *Theoria to Theory* 14, 145-61.

BENTLGY, W.A. and HUMPHREYS, W.J. (1962) *Snow Crystals.* Dover, New York.

BENTRUP, F.W. (1979) Reception and transduction of electrical and mechanical stimuli. In: *Encyclopedia of Plant Physiolog* (eds A. Pirson and M.H. Zimmer-mann.), New Series Vol.7, pp. 42-70. Springer-Verlag, Berlin.

BENZER, S. (1973) Genetic dissection of behavior. *Scientific American* 229(6), 24-37.

BERGSON, H. (1911a) *Creative Evolution.* MacMillan, London.

BERGSON, H. (1911b) *Matter and Memory.* Allen and Unwin, London.

BOHM, D. (1969) Some remarks on the notion of order. In: Waddington (ed) (1969).

BOHM, D. (1980) *Wholeness and the Implicate Order.* Routledge and Kegan Paul, London.

BONNER, J.T. (1958) *The Evolution of Development.* Cambridge University Press, Cambridge.

BOSE, J.C. (1926) *The Nervous Mechanism of Plants.* Longmans, Green & Co., London.

BOYCOTT, B.B. (1965) Learning in the octopus. Scientific American 212(3), 42-50.

BRENNER, S. (1973) The genetics of behaviour. *Britisch Medical Bulletin* 29, 269-71.

BROADBENT, D.E. (1961) *Behaviour:* Eyre and Spottiswoode, London.

BROWN, J.L. (1975) *The Evolution of Behavior:* Norton, New York.

BÜNNING, E. (1973) *The Physiological Clock.* English Universities Press, London.

BURGESS, J. and NORTHCOTE, D.H. (1968) The relationship between the endoplasmic reticulum and microtubular aggregation and disaggregation. *Planta* 80, 1-14.

BURR, H.S. (1972) *Blueprint for Immortality.* Neville Spearman, London.

BURSEN, H.A. (1978) *Dismantling the Memory Machine.* Reidel, Dor-drecht.

BUTLER, S. (1878) *Life and Habit.* Cape, London

CARINGTON, W. (1945) *Telepathy.* Methuen, London

CLARKE, R. (1980) Two men and their dogs. *New Scientist* 87, 303-4.

CLOWES, F.A.L.(1961) *Apical Meristems.* Blackwell, Oxford.

CREW, F.A. E. (1936) Arepetition of McDougall's Lamarckian experiment. *Journal of Genetics* 33, 61-101.

CRICK, F.H. C. (1967) *Of Molecules and Men.* University of Washington Press, Seattle.

CRICK, F.H.C. and LAWRENCE, P. (1975). Compartments and polyclones in insect development. *Science* 189, 340-47.

CRICK, F.H.C. and ORGEL, L. (1973) Directed panspermia. *Icarus* 10, 341-66.

CURRY, G.M. (1968) Phototropism. In: *Physiology of Plant Growth and Development* (ed M.B. Wilkins). McGraw-Hıll, London.

DARWIN, C. (1875) *The Variation of Animals and Plants Under Domestication.* Murray, Londan.

DARWIN, C. (1880) *The Power of Movement in Plants.* Murray, London.

DARWIN, C. (1882) *The Movements and Habits of Climbing Plants.* Murray, London.

DAWKINS, R. (1976) *The Selfish Gene.* Oxford University Press, Oxford.

DECHARDIN, P.T. (1959) *The Phemomenon of Man.* Collins, London.

D'ESPAGNAT, B. (1976) *The Conceptual Foundations of Quantum Mechanics.* Benjamin, Reading, Mass.

DILGER, W.C. (1962) The behavior of lovebirds. *Scientific American* 206, 88-98.

DOSTAL, R. (1967) *On Integration in Plants.* Harvard University Press, Cambridge, Mass.

DRIESCH, H. (1908, second edition 1929) *Sience and Philosophy of the Organism.* A.& C. Black, London.

DRIECSH, H. (1914) *History and Theory of Vitalism.* Macmillan, London.

DRIECSH, H. (1927) *Mind and Body.* Methuen, London.

DUNGAN, R. and WESTON-SMITH, M. (eds) (1977) *Encyclopedia of Ignorance.* Pergamon Press, Oxford.

DUSTIN, P. (1978) *Microtubules.* Springer-Verlag, Berlin.

ECCLES, J.C. (1953) *The Neurophysiological Basis of Mind.* Oxford Universtiy Press, Oxford.

ECKERT, R. (1972) Bioelectric control of ciliary activity. *Science* 176, 473-81.

EDDINGTON, A. (1935) *The Nature of the Physical World.* Dent, London.

EIGEN, M. and SCHUSTER, P. (1979) *The Hypercycle.* Springer-Verlag, Heidelberg and New York.

ELSASSER, W.M. (1958) *Physical Foundations of Biology.* Pergamon Press, London.

ELSASSER, W.M. (1966) *Atom and Oganism.* Princeton University Press, Princeton.

ELSASSER, W.M. (1975) *The Chief Abstraction fo Biology.* North Holland, Amsterdam.

EMMET, D. (1966) *Whitehead's Philosophy of Organism.* MacMillan, London.

FISHER, R.A. (1930) *Genetical Theory of Natural Selection.* Clarendon Press, London.

GOEBEL, K. (1898) *Organographie der Pflanzen.* Fischer, Jena.

GOLDSCHMIDT, R. (1940) *The Material Basis of Evolution.* Yale University Press, New Haven.

GOODWIN, B.C. (1979) On morphogenetic fields. *Theoria to Theory* 13, 109-14.

GOULD, S.J. (1980) Return of the hopeful monster. In: *The Panda's Thumb.* Norton, New York.

GRAHAM, L.A. (1972) *Science and Plilosophy in teh Soviet Union.* Knopf, New York.

GURWITSCH, A. (1922) Über den Begriff des embryonalen Feldes. *Archiv für Entwicklungsmechanik* 51, 383-415.

HAKEN, H. (1977) *Synergetics.* Springer-Verlag, Berlin.

HALDANE, J.B.S. (1939) The theory of the evolution of dominance. *Journal of Genetics* 37, 365-74.

HARAWAY, D.J. (1976) *Crystal, Fabrics and Fields.* Yale University Press, New Haven.

HARDY, A. (1965) *The Living Stream.* Collins, London.

HASTED, J.B. (1978) Speculations about the relation between psychic phenomena and physics. *Psychoenergetic Systems* 3, 243-57.

HEBB, D.O. (1949) *The Organization of Behavior.* Wiley, New York.

HESSE, M.B. (1961) *Forces and Fields.* Nelson, London.

HILEY, B.J. (1980) Towards an algebraci description of reality. *Annales de la Fondation Louis de Broglie* 5, 75-103.

HINDE, R.A. (1966) *Animal Behavior.* McGraw-Hill, New York.

HINGSTON, R.W.G. (1928) *Problems of Instinct and Intelligence.* Arnold, London.

HOLDEN, A. and SINGER, P. (1961) *Crystals and Crystal Growing.* Heinemann, London.

HOYLE, F. and WICKRAMASINGHE, C. (1978) *Lifecloud.* Dent, London.

HUXLEY, J. (1942) *Evolution: The Modern Synthesis.* Allen and Unwin, London.

HUXLEY, T.H. (1867) *Hardwicke's Science Gossip* 3, 74.

JAFFE, M.J. (1973) Thigmomorpho-genesis. *Planta* 114, 143-57.

JENNINGS, H.S. (1906) *Behavior of the Lower Organisms.* Columbia University Press, New York.

JENNY, H. (1967) *Cymatics.* Basileus Press, Basel.

JOUVET, M. (1967) The states of sleep. *Scientifc American* 216(2), 62-72.

JUNG, C.G. (1959) *The Archetypes and the Collective Unconscious.* Routledge and Kegan Paul, London.

KAMMERER, P. (1924) *The Inheritance of Acquired Characteristics.* Boni and Liveright, New York.

KANDEL, E.R. (1979) Small systems of neurons. Scientific American 241(3), 61-71.

KATZ, B. (1966) *Nerve, Muscle and Synapse.* McGraw-Hill, New York.

KATZ, B. and MILEDI, R. (1970) Membrane noise produced by acetylcholine. *Nature* 226, 962-63.

KING, M.C. and WILSON, A.C. (1975) Evolution at two levels in humans and chimpanzees. *Science* 188, 107-16.

KOESTLER, A. (1967) *The Ghost in the Machine.* Hutchinson, London.

KOESTLER, A. (1971) *The Case of the Midwife Toad.* Hutchinson, London.

KOESTLER, A. and SMYTHIES, J. R. (eds)(1969) *Beyond Reductionism.* Hutchinson, London.

KÖHLER, W. (1975) *The Mentalitiy of Apes.* Harcourt Brace, New York.

KRSTIC, R.V. (1979) *Ultrastructure of the Mammalian Cell.* Springer-Verlag, Berlin.

KUHN, T.S (1962) *The Structure of Scientific Revolutions.* Chiago University Press, Chicago.

LASHLEY, K.S. (1950) In Search of the engram. *Symposia of the Society for Experimental Biology* 4, 454-82.

LAWDEN, D. F. (1980) Possible psychokinetic interactions in quantum theory. *Journal of the Society for Psyhical Research* 50, 399-407.

LECLERC, I. (1972) *The Nature of Physical Existence.* Allen and Unwin, London.

LENARTOWICZ, P. (1975) *Phenotype-Genotype Dichotomy.* Gregorian University, Rome.

LEWIS, E. B. (1963) Genes and developmental pathways. *American Zoologist* 3, 33-56.

LEWIS, E. B. (1978) A gene complex controlling segmentation in *Drosophila. Nature* 276, 565-70.

LINDAUER, M. (1961) *Communication Among Social Bees.* Harvard University Press, Cambridge, Mass.

LOIZOS, C. (1967) Play behaviour in higher primates: a review. In: *Primate Ethology* (ed D. Morris). Weidenfeld and Nicholson, London.

MACKIE, J. L. (1974) *The Cement of the Universe.* Oxford University Press, Oxford.

MACKINNON, D.C. and HAWERS, R. S. J. (1961) *An Introduction to the Study of Protozoa.* Oxford University Press, Oxford.

MACWILLIAMS, H. K. and BONNER, J. T. (1979) The prestalk-prespore pattern in cellular smile moulds. *Differentiation* 14, 1-22.

MAHESHWARI, P. (1950) *An Introduction to the Embryology of Angiosperms.* McGraw-Hill, New York.

MANNING, A. (1975) Behaviour genetics and the study of behavioural evolution. In: *Function and Evolution in Behaviour* (eds G. P. Baerends, C.Beer, and A. Manning). Oxford University Press, Oxford.

MARAIS, E. (1971) *The Soul of the White Ant*. Cape and Blond, London.

MARSHALL, N. (1960) ESP and memory: a physical theory. *British Journal for the Philosophy of Science* 10, 265-86.

MASTERS, M. T. (1869) *Vegetable Teratology*. Ray Society, Lullelon.

MAYR, E. (1963) *Animal Species and Evolution*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.

MCDOUGALL, W. (1927) An experiment for the testing of the hypothesis of Lamarck. *British Journal of Psyhology* 17, 267-304.

MCDOUGALL, W. (1930) Second report on a Lamarckian experiment. *British Journal of Psyhology* 20, 201-18.

MCDOUGALL, W. (1938) Fourth report on a Lamarckian experiment. *British Journal of Psychology* 28,321-45.

MEDAWAR, P. B. (1968) *The Art of the Soluble*. Methuen, London.

MEDVEDEV, Z. A. (1969) *The Rise and Fall of T. D. Lysenko*. Columbia University Press, New York.

MEINHARDT, H. (1978) Space-dependent cell determination under the control of a morphogen gradient. *Journal of Theoretical Biology* 74, 307-21.

MONOD, J. (1972) *Chance and Necessity*. Collins, London.

MORATA, G. and LAWRENCE, P. A. (1977) Homoeotic genes, compartments and cell determination in *Drosophila*. *Nature* 265-211-16.

NEEDHAM, J. (1942) *Biochemistry and Morphogenesis*. Cambridge University Press, Cambridge.

NEMETHY, G. and SCHERAGA, H.A. (1977) Protein folding. *Quarterly Review of Biophysics* 10, 239-352.

NICOLIS, G. and PRIGOGINE, I. (1977) *Self Organisation in Nonequilibrium Systems*. Wiley-Interscience, New York.

PARSONS, P.A. (1967) *The Genetic Analysis of Behaviour:* Methuen, London.

PAULING, L. (1960) *The Nature of the Chemical Bond* (third edition). Cornell University Press, Ithaca.

PEARSON, K. (1924) *Life of Francis Galton*. Cambridge University Press, Cambridge.

PECHER, C. (1939) La fluctuation d'excitabilite de la fibre nerveuse. *Archieves Internationales de Physiologie* 49, 129-52.

PENZIG, O. (1921-2) *Pflanzen-Teratologie.* Borntraeger, Berlin.

PICKETT-HEAPS, J. D. (1969) The evolution of the mitotic apparatus. *Cytohios* 3, 257-80.

PICKETT-HEAPS, J. D. (1975) *Green Algae* Sinauer Associates, Sunderland, Mass.

POLANYI, M. (1958) *Personal Knowledge.* Routledge and Kegan Paul, London.

POPPER, K. R. (1965) *Conjectures and Refutations.* Routledge and Kegan Paul, London.

POPPER, K. R. (1967) Quantum mechanics without 'the observer.' In: M.Bunge (ed) *Quantum Theory and Reality.* Springer Verlag, Berlin.

POPPER, K. R. and ACCLES, J. C. (1977) *The Self and its Brain.* Springer International, Berlin.

PRIBRAM, K. H. (1971) Languages of the Brain. Prentice Hall, Englewood Cliffs.

RAO, K.R. (1977) On the nature of psi. *Journal of Parapsychology* 41, 294-351.

RAPP, P. E. (1979) An atlas of cellular oscillations. *Journal of Experimental Biology* 81,281-306

RAVEN P. H., EVERT, R. F., and CURTIS, H. (1976) *Biology of Plants.* Worth Publishers, Inc., New York

RENSCH, B. (1959) *Evolution Above the Species Level.* Methuen, London.

RHINE, J. B. and MCDOUGALL, W (1933) Third report on a Lamarckian experiment. *British Journal of Psychology* 24, 213-35.

RICARD, M. (1969) *The Mystery of Animal Migration.* Constable, London.

RIEDL, R. (1978) *Order in Living Organisms.* Wiley Interscience, Chichester and New York.

RIGNANO, E. (1926) *Biological Memory.* Harcourt, Brace and Co., New York.

ROBERTS, K. and HYAMS, J. S. (eds) (1979) *Microtubules.* Academic Press, London.

ROBLIN, G. (1979) *Mimosa pudica:* a model for the study of the excitability in plants. *Biological Reviews* 54, 135-53.

RUSSELL, B. (1921) *Analysis of Mind.* Allen and Unwin, London.

RUSSELL, E. S. (1945) *The Directiveness of Organic Activities*. Cambridge University Press, Cambridge.

RUYER, R. (1974) *La Gnose de Princeton*. Fayard, Paris.

RYLE, G. (1949) *The Concept of Mind*. Hutchinson, London.

SATTER, R. L. (1979) Leaf movements tendrill curling. In: *Encylopedia of Plant Physiology* (eds A. Pirson and M. H. Zimmermann), New Series Vol. 7, 442-84. Springer-Verlag, Berlin.

SCHOPENHAUER, A. (1883) *The World as Will and Idea*, Book 1, Section 7. Kegan Paul, London.

SEMON, R. (1921) *Das Problem der Vererbung Erworbener Eigenschaften*. Engelmann, Leipzig.

SEMON, R. (1921) *The Mneme*. Allen and Unwin, London.

SERRA, J. A. (1966) *Modern Genetics* Vol.II, 269-70. Academic Press, London.

SHELDRAKE, A. R. (1973) The production of hormones in higher plants. *Biological Reviews* 48, 509-59.

SHELDRAKE, A. R. (1974) The ageing, growth and death of cells. *Nature* 250, 381-85.

SHELDRAKE, A. R. (1980a) Three approaches to biology. I. The mechanistic theory of life. *Theoria to Theory* 14, 125-44.

SHELDRAKE, A. R. (1980b) Three approaches to biology. II. Vitalism. *Theoria to Theory* 14, 227-40.

SHELDRAKE, A. R. (1981) Three approaches to biology. III. Organicism. *Theoria to Theory* 14, 301-11.

SIEGELMAN, H. W. (1968) Phytochrome. In: *Physiology of Plant Growth and Development* (ed M. B. Wilkins). McGraw-Hill, London.

SINNOTT, E. W. (1963) *The Problem of Organic Form*. Yale University Press, New Haven.

SKINNER, B. F. (1938) *The Behavior of Organisms*. Appleton Century, New York.

SLEIGH, M. A. (1968) Co-ordination of the rhythm of beat in some ciliary systems. *International Review of Cytology* 25, 31-54.

SNOAD, B. (1974) Apreliminary assessment of 'leafless peas.' *Euphytica* 23, 257-65.

SPEAR, N. E. (1978) *The Processing of Memories*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey.

STEBBINS, G. L. (1974) *Flowering Plants: Evolution Above the Species Level*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.

STEVENS, C. F. (1977) Study of membrane permeability changes by fluctation analysis. *Nature* 270, 391-96.

STREET, H. E. and HENSHAW, G. G. (1965) Introduction and methods employed in plant tissue culture. In: *Cells and Tissues in Culture* (ed E. N. Willmer) Vol. 3, 459-532. Academic Press, London.

SUPPES, P. (1970) *A Probabilistic Theory of Causality.* North Holland, Amsterdam.

TAYLOR, J. G. and BALANOVSKİ, E. (1979) Is there any scientific explanation of the paranormal? *Nature* 279, 631-33.

THOM, R. (1975a) *Structure Stability and Morphogenesis.* Benjamin, Reading, Mass.

THOM, R. (1975b) D'un modele de la science a une science des modeles *Synthese* 31, 359-74.

THOMPSON, D'ARCY W. (1942) *On Growth and Form* Cambridge University Press, Cambridge.

THORPE, W. H. (1963) *Learning and Instinct in Animals* (second edition). Methuen, London.

THORPE, W. H. (1978) *Purpose of a World of Chance.* Oxford University Press, Oxford.

THOULESS, R. H. (1972) *From Anecdote to Experiment in Psychical Research.* Routledge and Kegan Paul, London.

TINBERGEN, N. (1951) *The Study of Instinct.* Oxford University Press, Oxford.

VERVEEN, A. A. and DE FELICE, L. J. (1974) Membrane noise. *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 28, 189-265.

VON BERTALANFFY, L. (1933) *Modern Theories of Development.* Oxford University Press, London.

VON BERTALANFFY, L. (1971) *General Systems Theory.* Allen Lane, London.

VON FRISCH, K. (1975) *Animal Architecture.* Hutchinson, London.

WADDINGTON, C. H. (1957) *The Strategy of the Genes.* Allen und Unwin, London.

WADDINGTON, C. H. (ed) (1969) *Towords a Theoretical Biology. 2: Sketches.* Edinburgh University Press, Edinburgh.

WADDINGTON, C. H. (1975) *The Evolution of an Evolutionist.* Edinburgh University Press, Edinburgh.

WALKER, E. H. (1975) Foundations of paraphysical and parapsychological phenomena. In: *Quantum Physics and Parapsychology* (ed L. Otera). Parapsychology Foundation, New York.

WARDLAW, C. W. (1965) *Organization and Evolution in Plants.* Longmans, London.

WATSON, J. B. (1924) *Behaviorism.* Chiago University Press, Chiago.

WEISS, P. (1939) *Principles of Development.* Holt, New York.

WHITEHEAD, A. N. (1928) *Science and the Modern World.* Cambridge University Press, Cambridge.

WHITEMAN, J. H. M. (1977) Parapsychology and physics. In: Wolman (ed) (1977)

WHYTE, L. L. (1949) *The Unitary Principle in Physics and Biology.* Cresset Press, London.

WIGGLESWORTH, V. B. (1964) *The Life of Insects.* Weidenfeld and Nicholson, London.

WINGER, E. (1961) Remarks on the mindbody question. In: *The Scientist Speculates* (ed I. J. Good). Heinemann, London.

WINGER, E. (1969) Epistemology in quantum mechanics. In: *Contemporary Physics. Trieste Symposium* 1968. Vol.II, 431-38. International Atomic Energy Authority, Vienna.

WILLIAMS, R. J. P. (1979) The conformational properties of proteins in solution. *Biological Reviews* 54, 389-437.

WILLIS, J. C. (1940) *The Course of Evolution.* Cambridge University Press, Cambridge.

WILLMER, E. N. (1970) *Cytology and Evolution* (second edition). Academic Press, London.

WILSON, E. O. (1975) *Sociobiology: The New Synthesis.* Harvard University Press, Cambridge, Mass.

WOLFF, G. (1902) *Mechanimus and Vitalismus.* Leipzig.

WOLMAN, B. B. (ed) (1977) *Handbook of Parapsyhology.* Van Nostrand Reinhold, New York.

WOLPERT, L. (1978) Pattern formation in biological development. *Scientific American* 239 (4), 154-64.

WOODGER, J. H. (1929) *Biological Principles.* Kegan Paul, Trench, Trubner and Co., London.