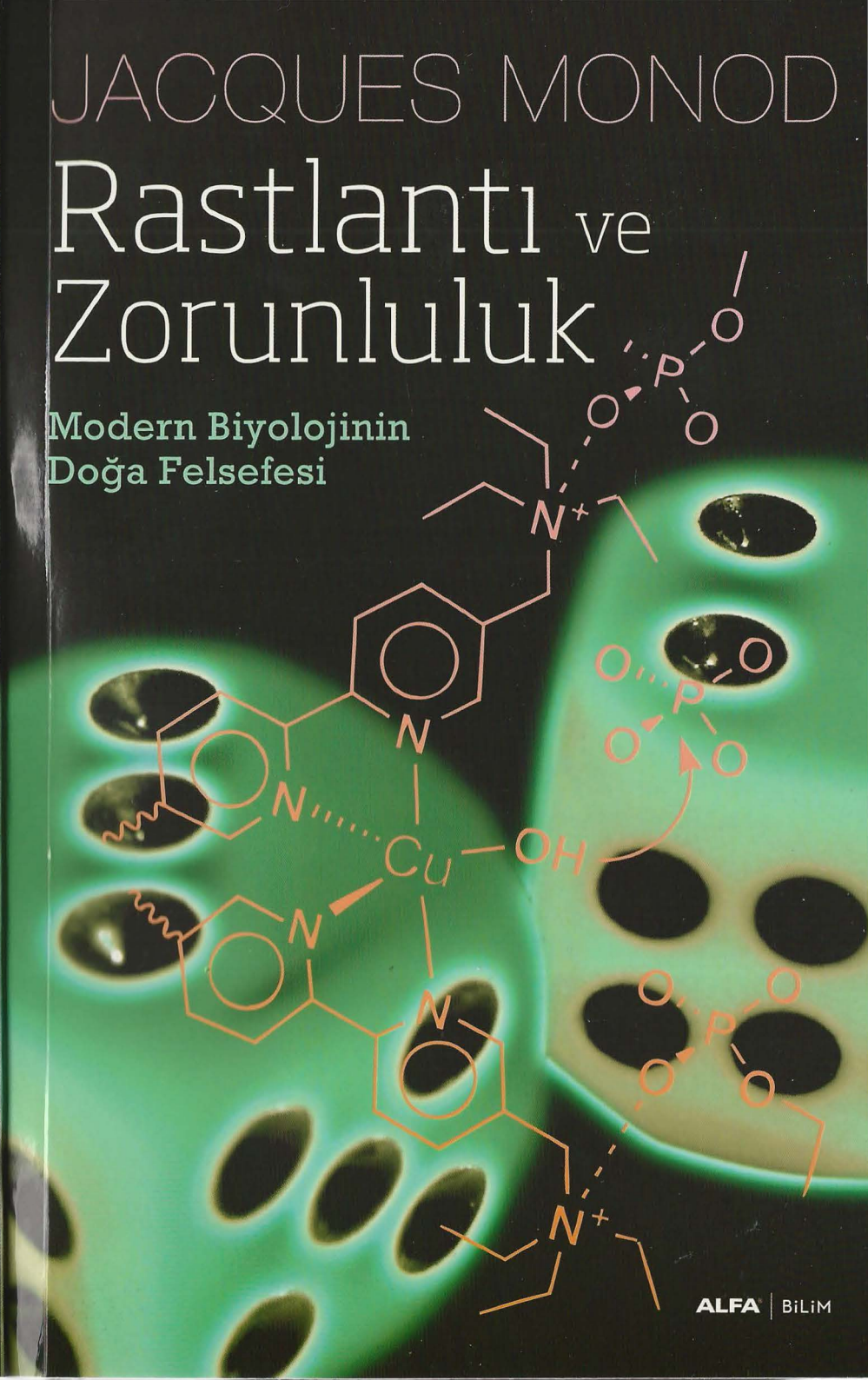
JACQUES MONOD

Rastlantı ve Zorunluluk

Modern Biyolojinin Doğa Felsefesi



ALFA | BİLİM

JACQUES MONOD

Rastlantı ve Zorunluluk

ALFA BİLİM

2315 | ALFA | BİLİM-BİYOLOJİ FELSEFESİ | 22

Rastlantı ve Zorunluluk

JACQUES MONOD

Ünlü Fransız biyokimya bilgini Jacques Monod (ölümü 31 Mayıs 1976) 1910 yılında Paris'te doğmuştur. II. Dünya Savaşı sırasında kardeşi Philippe ile birlikte Nazilere karşı direnişe katılan Jacques Monod, üyesi olduğu Fransız Komünist Partisinden 1948 yılında Lyssenko [Lısenko] olayı yüzünden ayrılır.

Jacques Monod, DNA ile proteinler arasındaki ilişkiyi sağlayan mesajcı R.NA'nın keşfine katkılarından dolayı 1965 Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülü'nü François Jacob ve André Lwoff ile paylaşmıştır. Kariyerinin büyük kısmını Institut Pasteur de Paris'de sürdüren Monod, önce *Sciences de Paris* fakültesinde, daha sonra *Collège de France*'da profesörlük görevlerini yürütmüş, son olarak 1971-1976 yılları arasında Pasteur Enstitüsünün müdürlüğünü yapmıştır.

ÉLODIE EDA MOREAU

1987 yılında İstanbul'da doğan Élodie Eda Moreau 1995' kadar Fransa'da yaşamıştır. Galatasaray Üniversitesi Felsefe Bölümü mezunudur. Paris Sorbonne Üniversitesinde bir yıl Biyoloji felsefesi yüksek lisans programını takip eden Élodie Eda Moreau, sinema ve belgesel eğitim atölyelerinde ve çeşitli kurumlarda tercümanlık yapmaktadır.

Rastlantı ve Zorunluluk, Modern Biyolojinin Doğa Felsefesi
© 2012, ALFA Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

Le Hasard et la Nécessité
Çeviriye temel alınan metin: Éditions du Seuil, 1970
© Éditions du Seuil, 1970

Kitabın Türkçe yayın hakları Alfa Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne aittir. Yayınevinden yazılı izin alınmadan kısmen ya da tamamen alıntı yapılamaz, hiçbir şekilde kopya edilemez, çoğaltılamaz ve yayımlanamaz.

Yayıncı ve Genel Yayın Yönetmeni M. Faruk Bayrak
Genel Müdür Vedat Bayrak
Yayın Yönetmeni Mustafa Küpüşoğlu
Dizi Editörü Kerem Cankoçak
Redaksiyon Zeki Çelikbaş
Kapak Tasarımı Gökhan Burhan
Grafik Uygulama Kâmuran Ok

ISBN 978-605-106-461-1
1. Basım: Nisan 2012

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

Baskı ve Cilt
Melisa Matbaacılık
Tel: (212) 674 97 23 Faks: (212) 674 97 29
Sertifika No: 12088

RASTLANTI VE ZORUNLULUK

Modern Biyolojinin Doğa Felsefesi

JACQUES MONOD

Çeviren
Élodie Eda Moreau

ALFA | BİLİM

Evrende var olan her şey rastlantının ve
zorunluluğun meyvesidir.
Demokritos

İnsanın kendi yaşamına dönüp baktığı incelikli bir an vardır. Sisyphos, kayanın başında durup kaderi haline gelmiş eylemler silsilesini, hafızasında bir araya getirdiği, aralarında bir bağ bulunmayan ve yakında ölümüyle mühürlenecek olan kendisinin yarattığı bu eylemleri düşünmektedir. İşte böyle yol alırken, insana dair her şeyin kaynağının insanî olduğuna inanan, görmeyi arzu eden fakat gecenin sonunun olmadığının bilincinde olan kör, yoluna devam etmektedir. Kaya yeniden yuvarlanıyordur. Sisyphos'u dağın eteğinde terk ediyorum! Onun yükünü daima ve yeniden buluyoruz. Ancak Sisyphos, tanrıları yadsıyan ve kayaları kaldıran üstün sadakati öğretmektedir. O da her şeyin iyi olduğu hükmünü verir. Artık efendisiz kalmış bu evren ona ne kısır ne de değersiz görünmektedir. Bu taşın her bir zerresi, gece dolu bu dağın her bir mineral pırıltısı, yalnızca ona ait bir dünya oluşturuyor. Zirveye doğru yapılan kavganın kendisi, bir insanın gönlünü doldurmaya yeter. Sisyphos'u mutlu hayal etmeli.

Albert Camus, *Le Mythe de Sisyphe*

İÇİNDEKİLER

	TÜRKÇE BASKIYA ÖNSÖZ	9
	ÖNSÖZ	11
I	TUHAF NESNELER	15
	Doğal ve Yapay	15
	Bir uzay programının zorlukları	17
	Bir tasarı ile donatılı nesneler	19
	Kendilerini inşa eden makineler	21
	Kendilerini yeniden üreten makineler	22
	Tuhaf özellikler: değişmezlik ve teleonomi	23
	Değişmezliğin "paradoksu"	27
	Teleonomi ve Nesnellik İlkesi	29
2	VİTALİZM VE ANİMİZM	31
	Değişmezlik ve teleonomi arasındaki öncelik ilişkisi: temel dilemma	31
	Metafizik Vitalizm	33
	Bilimsel Vitalizm	35
	"Animist tasarı" ve "Eski bağ"	36

Bilimsel İlerlemecilik 38
Diyalektik maddecilikte animist tasarı 39
Eleştirel bir epistemolojinin zorunluluğu 43
Diyalektik materyalizmin epistemolojik başarısızlığı 43
İnsan merkezci yanılsama 45
Biyosfer: İlk ilkelerden indirgenemez tekil bir olay 46

3 MAXWELL'İN CİNLERİ 49
Yapısal ve işlevsel teleonominin moleküler düzeydeki aracıları olarak proteinler 49
Özel katalizör görevindeki enzimler 52
Kovalent bağlar ve kovalent olmayan bağlar 57
Kovalent olmayan stereospesifik kompleks kavramı 59
Maxwell'in cini 61

4 MİKROSKOPİK SİBERNETİK 63
Hücrelerden oluşan makinenin işlevsel tutarlılığı 63
Düzenleyici proteinler ve düzenlemenin mantığı 64
Allosterik etkileşimlerin mekanizması 69
Enzimlerin sentezinin düzenlenmesi 72
Nedensizlik kavramı 76
"Bütüncülük" ve indirgemecilik 78

5 MOLEKÜLER ONTOJENEZ 81
Oligomerik proteinlerde alt birimlerin kendiliğinden biraraya gelmesi 82
Karmaşık taneciklerin kendiliğinden yapılaşması 84
Mikro ölçekte ve makro ölçekte morfogenez 86
Proteinlerin temel yapısı ve küresel şekli 88
Küresel yapıların oluşumu 90
Epigenez "zenginleşmenin" sahte paradoksu 92
Teleonomik yapıların son kanıtı 93
Mesajın yorumlanması 95

6 DEĞİŞMEZLİK VE DÜZENSİZLİKLER 97
Platon ve Herakleitos 97
Anatomideki değişmezlikler 99
Kimyasal değişmezlikler 100
Temel değişmez olarak DNA 101
Kodun çevirisi 104
Çevirinin çift yönlü tersinir olmayışı 106
Mikro ölçekli düzen bozuklukları 107
İşlevsel belirsizlik ve öze dair belirsizlik 110
Evrim: Mutlak bir şekilde yaratma ve hiçbir şey ifade etmeme 111

7 EVRİM 113
Rastlantı ve Zorunluluk 113
Rastlantının kaynağının zenginliği 115
Türlerin sabitliğinin yarattığı "çelişki" 116
Evrimin geri dönüşlü olmayışı ve ikinci ilke 117
Antikorların kökeni 118
Davranış: Seçilim baskılarına yön veren etken olarak ortam 119
Dil ve insanın evrimi 122
Dilin ilk ortaya çıkışı 126
Beynin epigenez gelişiminde programlanmış dilin kazanılması 126

8 SINIRLAR 129
Biyoloji bilgisinin güncel sınırları 129
Kökenler sorunu 130
Kodun kökeninin gizemi 132
Öteki sınır: merkezî sinir sistemi 135
Merkezî sinir sisteminin işlevi 137
Duyusal izlenimlerin incelenmesi 139
Doğuştancılık ve deneycilik 140
Hayalî olarak canlandırma işlevi 142
Düalist yanılsama ve ruhun varlığı 145

9 KRALLIK VE KARANLIKLAR 147
İnsanın evriminde seçilim baskıları 147
Modern toplumlarda kalıtımsal bozulma tehlikesi 149
Düşüncelerin seçilimi 151
Açıklamaların gerekliliği 152
Efsanevî ve metafizik ontojeniler 154
"Eski anlaşmanın" bozulması ve modern ruhun hastalığı 155
Değerler ve bilgi 158
Bilginin etiği 160
Bilgi etiği ve sosyalist ideal 163

EKLER 165
1. Proteinlerin yapısı 165
2. Nükleik Asitler 169
3. Kalıtımsal Kod 171
4. Termodinamiğin ikinci ilkesinin anlamı üzerine 174

TÜRKÇE BASKIYA ÖNSÖZ

J. Monod'nun 1970 yılında kaleme aldığı bu klasik eserini Türk okurlar 1983 yılında Vehbi Hacıkadiroğlu'nun çevirisi ile tanımışlardı. O yılların yoğun Althusserci okumaların yapıldığı ve çok sınırlı sayıda kitabın basıldığı Türkiye'sinde 'Rastlantı ve Zorunluluk' bir bomba etkisi yapmıştı. Bu eseri düzeltilmiş ve gözden geçirilmiş bir çeviriyle yeniden Türkçeye kazandırmakla gurur duyuyoruz.

1965 yılında Nobel Tıp ödülünü kazanan Monod hiç kuşkusuz çağının ilerisinde bir yazar. Keskin bilim adamı zekasıyla, sadece kendi alanı olan biyoloji üzerine değil, felsefe ve toplum bilimleri alanında da yıllar sonra doğrulanacak öngörülerde bulunur kitabında. Monod'ya göre, Homo Sapiens'in ortaya çıkışından bile geriye giderek, insanlığın çocukluk yıllarına uzanan animist görüşler, modern insanın ruhunda halen canlı ve kökleşmiş haldedir.

Nesnel bilginin neden hâlâ özgün gerçekliğin tek bilgi kaynağı olarak görünmediğini sorgulayan Monod, bilim düşmanlığını modern toplumların ruh hastalığı olarak tanımlar. 'Rastlantı ve Zorunluluk'ta Monod daha çok Marksizmin animist yönü ile hesaplaşır. Kendisini de sosyalist olarak tanımlayan Monod, sosyalizmi diyalektik materyalizm ve tarihsel mater-

yalizm gibi yanlış öncüllerden kurtarmaya çalışır bu kitabında. Ancak animizm Marksizme özgü bir hastalık değildir Monod'ya göre; ilk insanlardan bu yana binlerce yıldır animist düşünceler hakimdir. O nedenle Monod'un kitabındaki eleştiriler güncelliğini korumaktadır. Günümüzde artık Marksizm oldukça dönüşüm geçirdi, Engelsci diyalektik materyalizm artık çok sınırlı çevreler dışında büyük bir etkiye sahip değil. Ama buradaki boşluğu başka animist düşünceler doldurdu; kapımızda artık daha büyük bir tehlike var. Monod'un işaret ettiği bilim düşmanlığı 1970'lere göre daha da yaygınlaşmış durumda. Evrim gerçeği eğitim programlarından çıkartılıyor. Bütün toplumlarda mistik ve bilim.dışı düşünceye olan ilgi arttı. Oysa modern toplumlar bilimin keşfettiği zenginlikleri ve güçleri çoktan kabul ettiler; fakat bilimin en derin mesajını dinlemediler: "Modern toplumlar, Bilim'e borçlu olduğu tüm zenginliklerin keyfini sürerken, toplumlarımız bilimin kendisi tarafından kökten çürütülmüş değer sistemlerini yaşamaya ve öğretmeye devam etmekteler.". Modern toplumlardaki bu ikiyüzlülüğe dikkat çeker Monod'ya göre insanlar, bir yandan bilimin sağladığı bütün olanakları kullanırken, öte yandan bilimden çıkan mantıksal sonucu, maddenin kendiliğinden rastlantısal macerasının getirdiği sonucu, özetle bu evrenin bizim için tasarlanmadığı sonucunu kabul etmek istemiyorlar. Bilimin bu soğuk katılığı onları rahatsız ediyor. İnsanlar "inanmak" istiyorlar, hayatlarının bir anlamı olması gereğine olan inanç insanları rahatlatıyor.

Kitabın redaksiyonu için yardımlarını esirgemeyen psikiyatrist Özgür Öğütcen, genetik bilimci Deniz Şahin ve genetik/fizik bilimci Onur Pusuluk'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Monod'un bu şimdiden klasikleşmiş eserinin Türkiye'deki güncel tartışmalara ışık tutacağını ümid ediyoruz.

Kerem Cankoçak, Nisan 2012

ÖNSÖZ

Bilimler arasında, biyolojinin konumu hem merkezi, hem de sınırdadır. Sınırlardadır çünkü canlıların dünyası bilinen evren içerisinde küçücük ama oldukça "özel" bir yer teşkil eder. Öyle ki canlıları incelediğimizde sanki biyosferin dışında da geçerli olabilecek genel yasaların bilgisine sahip olamazmışız gibi görünür. Ne var ki bilimin tamamının asıl tutkusu, düşünceme göre, insanla evren arasındaki bağlantıyı aydınlatmaksa, o halde biyolojiye merkezî bir yer atfetmek gerekir. Çünkü tüm diğer bilimlerden farklı olarak bir tek o, salt "insan doğasını", metafiziğin terimlerinden farklı bir şekilde ortaya koyabilmek adına, öncelikle çözümlenmesi gereken sorunların özüne en dolaysız yoldan gitmeye yeltenen alandır.

Ayrıca biyoloji insan için, bilimlerin en anlamlısıdır. Şüphesiz ki evrim kuramı, modern düşüncenin her alanını yani felsefeyi, dini ve politikayı derinden sarsarak ve onlarda keskin bir iz bırakarak modern düşünce şeklinin oluşmasına, diğer bilimlere nazaran, en çok katkıda bulunmuş olan bilimdir. Bu arada 19. yüzyılın sonundan itibaren biyolojinin tamamına egemen olan evrim kuramının olgusal geçerliliğinden her ne kadar şüphe edilmiyor olsa da, kalıtıma dair fiziksel bir kuram geliştirilmediğinden evrim kuramı da bir süre askıda kalmıştı.

Klasik genetiğin başarısına rağmen, otuz yıl öncesine kadar, bu amaca yakın zamanda ulaşabilmek neredeyse bir hayalden ibaretti. Oysa kalıtım yasasının moleküler kuramının bugünkü getirisi budur. Burada "kalıtım yasası kuramı" derken, bunu geniş manada düşünüyorum. Yalnızca kalıtım malzemesinin kimyasal yapısına ve bunun taşıdığı bilgiye ilişkin kavramları değil, bir de bu bilginin moleküler açıdan kendini ifade etme mekanizmalarını da kastediyorum, hem morfogenetik, hem de fizyolojik açılardan. Bu şekilde tanımlanınca, kalıtım yasası kuramı biyolojinin temel alt yapısını oluşturmaktadır. Elbette bu, organizmaların karmaşık yapılarının ve işleyişlerinin bu teoriden indirgenebilecekleri anlamına kesinlikle gelmez, hatta moleküler düzeyde bunların her zaman doğrudan incelenebilir oldukları anlamı da çıkmaz (günümüzde kuantum kuramı kesin anlamda evrensel bir zemin sağlıyor olsa da, bu kuramdan hareketle bütün kimyayı ne öngörebilir ne de tamamen çözümleyebiliriz).

Kalıtım yasasının moleküler kuramı şimdilik biyosferde olacakları öngörmeye ve çözümlemeye yetecek bilgiyi sağlayamıyorsa da (ve büyük ihtimalle hiçbir zaman bunun için yeterli olmayacaksa da), yine de hâlihazırda canlılar dünyasının sistemine ilişkin genel bir kuram teşkil etmektedir. Moleküler biyolojiden önce, ona benzeyen herhangi bir bilimsel bilgi yoktu. "Yaşamın sırrı", ilkesel olarak ulaşılmaz görünmekteydi. Bugün bu sır perdesi büyük oranda kalkmıştır. Bu kuramın genel anlamı ve etki alanının genişliği, uzmanlardan oluşan bir çemberin ötesindekilere ulaşır ve anlaşılıp takdir edilirse, sanıyorum ki bu önemli hadisenin çağdaş düşüncede büyük bir ağırlığı olacaktır. Umarım bu denemenin bunda katkısı olacaktır. Bu çalışmamda, modern biyolojinin kavramlarının kendilerini incelemek yerine, daha çok onların "biçimlerini" ortaya koymaya ve onları düşüncenin diğer alanlarıyla ilişkilendirmeye çalıştım.

Her ne kadar önüne "doğa" sıfatı konulsa da, bugün bir bilim adamının yapıtının başlığında (ya da alt başlığında) "felsefe" sözcüğünü kullanması düşüncesiz bir davranış olurdu. "Felsefe" deyince bilim adamları şüpheyle yaklaşırlar, filozof-

lar ise olsa olsa bunu bir lütuf olarak karşılarlar. Buna yalnızca bir özrüm var ve onun da meşru olduğuna inanıyorum: Bilim adamlarının çalıştıkları alanla ilgili onlara düşen görev, her zamankinden daha fazla olarak bugün, konularını modern kültürün tamamını gözeterek ele almalarıdır. Böylelikle alanlarını yalnızca önemli teknik bilgiler ile zenginleştirmekle kalmaz, bir de kendi bilimlerinden doğan ve insanî açıdan anlamlı buldukları düşünceler yoluyla da katkı sağlamış olurlar. Yeni bir bakışın saflığı (ki biliminki hala öyledir), eski sorunları bir anda aydınlatabilir.

Şüphesiz, bilimin kendisiyle önerdiği düşünceler arasında doğan tüm karışıklıklardan kaçınmak gerekir. Bununla birlikte hiç tereddüt etmeden bilimin varmış olduğu sonuçların sınırlarını zorlamak da gerekir ki anlamın tamamı açığa çıkabilsin. Söz konusu olan zor bir uygulamadır. Hiç hata yapmaksızın bu işi başardığımı iddia etmiyorum. Bu denemenin salt biyolojik yanının hiç de özgün olmadığını söylemeliyim. Çağdaş bilimde geçerli kabul edilen kavramları özetlemekle yetindim. Açık konuşmak gerekirse, önerdiğim örneklerin seçimi gibi çeşitli gelişmelere atfedilen göreceli önemin kişisel tercihlerimi yansıttığı bir gerçektir. Biyolojinin önemli başlıklarına atıfta bile bulunmadım. Bir kez daha belirtmem gerekirse, bu deneme, biyolojinin tamamını ortaya koyma iddiasında değildir. En samimi haliyle kalıtım yasasının moleküler kuramının özünü anlatmaya yönelik bir girişimde bulundum. Bundan yola çıkarak yapmış olduğumu düşündüğüm ideolojik genellemelerden de elbette sorumluyum. Epistemolojik alanın dışına çıkmadığımız sürece, bu yorumlarımın modern biyologların büyük bir kısmı tarafından onaylanacağını düşünmekle yanılmadığım kanısındayım. Ne var ki sakınmak istemediğim etik ve hatta politik gelişmelerin tüm sorumluluğunu üstlenebilirim. Kendime rağmen fikirlerim her ne kadar tehlikeli, naif ya da iddialı görünebilse de, alçakgönüllülük bilim adamına yakışır ama taşıdığı ve savunması gereken fikirlere değil. Bir kez daha burada eserleri en büyük takdiri hak etmiş olan çağdaş bilim adamlarının bazılarıyla tamamen hemfikir olma güvencesini veriyorum.

Sıkıcı gelebilecek bazı bölümler nedeniyle biyologların; kaçınılmaz olarak aktarmam gereken bazı kavramların kuru ve "teknik" sunumu için ise biyolog olmayanların hoşgörülerine sığınırım. Ek bölüm, okuyucuların karşılaşabilecekleri bazı zorlukları aşmalarını kolaylaştırabilir; ancak ısrarla belirtmek isterim ki, bu bölümü biyolojinin kimyasal gerçekleriyle uğraşmak istemeyenler okumak zorunda değillerdir.

Bu deneme, Şubat 1969'da California'daki Pomona Koleji'nde vermiş olduğum bir dizi konferanstan ("Robbins Lectures") hareketle kaleme alınmıştır. Uzun zamandır üzerinde düşündüğüm ancak üzerinde eğitim vermediğim birtakım temaları çok genç ve canlı katılımcılar karşısında geliştirmeme olanak sağladıkları için kolej yetkililerine teşekkürü borç bilirim. Bunun yanı sıra, bu temaları, 1969-1970 yılları arasında Collège de France'ta vermiş olduğum bir derste de işlemiştim. Collège de France, üyelerine verecekleri eğitim konusunda belirtmiş oldukları kesin sınırları bazen aşma olanağı tanıyan çok güzel ve değerli bir kurumdur. Guillaume Budé ve François I'e şükranlarımı sunuyorum.

Clos Saint – Jacques
Nisan 1970

I

TUHAF NESNELER

Doğal ve Yapay

Yapay nesneler ile doğal nesneler arasındaki ayrım hepimize doğrudan ve belirgin olarak görünür. Kaya, dağ, ırmak veya bulut doğal nesnelerdir; bıçak, mendil, araba ise yapay nesneler yani insan yapımı nesnelerdir*. Bu hükümleri inceledikçe, bunların ne doğrudan oluşturulduklarını ne de mutlak olarak nesnel olduklarını göreceğiz. Bıçağın, belirli bir amaç doğrultusunda bir işlev için insan tarafından önceden şekillendirilmiş olduğunu biliyoruz. Yapay nesne, var olmasından önce oluşumuna neden olmuş olan niyeti somutlaştırırken, henüz işler hale gelmemiş olsa da nesnenin biçimi bu niyeti gerçekleştirmek için gerekli olan işlevi somutlaştırır. Aynı şeyi ırmak ya da kaya için söyleyemeyiz; çünkü onlara hiçbir "tasarı" atfetmeyiz ve onları fiziksel kuvvetlerin serbest oyununun bir sonucu olarak biliriz ya da düşünürüz. En azından bilimsel yöntemin temel ön

* Artefact: Zanaatın, sanayinin ürünü – yn.

postülatını geçerli sayacak olduğumuzda: Doğa *nesneldir, tasarlayıcı değildir**.

Kendi faaliyetimize baktığımız zaman, onun bilinçli ve tasarlayıcı olduğunu göz önünde bulundurduğumuz için herhangi bir nesnenin "yapay" veya "doğal" olduğu kanısına varırız çünkü biz kendimiz yapay nesne üreticisiyiz. Fiziksel kuvvetlerin serbest oyunu sonucu meydana gelen doğal nesnelere karşıt olarak, bilinçli bir tasarının ürünü olan yapay nesnelerin özelliklerini nesnel ve genel kıstaslarla tanımlamamız mümkün müdür? Seçilmiş ölçütlerin tamamen nesnel olduklarından emin olmak için, bu ölçütler esas alınarak tasarlanan bir programın hesap makinesiyle, bir insan yapımı nesneyi doğal nesnelerden ayırmanın mümkün olup olmadığını kendimize kesinlikle sormamız gerekir.

Bu tarz bir program, çok daha yararlı uygulama alanları içerebilir. Diyelim ki yakın bir zamanda bir uzay gemisi Venüs'e ya da Mars'a konacak, komşu gezegenlerimizde şimdi veya bir zamanlar, tasarlama faaliyetini yerine getirebilecek akıllı varlıkların var olup olmadığını bilmek oldukça ilginç olmaz mıydı?

Her ne kadar insanî sanayi ürünlerinden uç noktada farklı olma ihtimalleri olsa da, böylesi bir faaliyetin varlığını ortaya koyabilmek için öncesinden veya şimdi ona ait ürünleri tanıyabiliyor olmamız gerekir. Böyle varlıkların doğasını ve ne tasarlayabileceklerini hiç bilmediğimizden, bu programın incelemekte olduğu nesnelerin biçimlerini ve yapılarını temel alıp ne işe yarayabileceklerini hesaba katmadan, çok genel ölçütler kullanılmalıdır.

Kullanabileceğimiz ölçütlerin iki tane olduklarını görüyoruz: 1- düzenlilik 2- tekrarlılık.

Düzenlilik ölçütlerini belirlememizin sebebi, fiziksel kuvvetlerin oyunuyla şekillenmiş doğal nesnelerin basit geometrik şekiller meydana getirmiyor oluşudur: Pürüzsüz yüzeyler, doğrusal ayrıtlar, dik köşeler, mükemmel simetriler gibi. Oysa

* Doğa ortaya koyar, "objective"; ama ileriye yönelik bir amaç gütmez "non projective" – yn.

insan yapımı nesneler, temelde ve genellikle, bu tarz özellikleri yaklaşık olarak barındırırlar.

Herhalde tekrarlılık kıstası en belirleyici kıstastır. Birbirine benzeyen insan yapımı nesneler, yaratıcılarının istikrarlı niyetlerini neredeyse sürekli ve yeniden ortaya koyarlar çünkü aynı amaç için üretilmiş olup yinelenen bir tasarıyı somutlaştırmaktadırlar. Bundan yola çıktığımız taktirde, şüphe yok ki, biçimi oldukça iyi tanımlanmış birçok nesnenin örneğinin bulunması oldukça anlamlı olacaktır.

Özetle, kullanılabilir genel ölçütler bu şekilde belirlenebilir. Şunu da belirtmeliyiz ki, belirlenen nesnelerin boyutları mikro ölçeklerde değil makro ölçeklerde olmalıdır. Makro ölçeklerden kastım, santimetre ile ölçülen boyutlar gibi ölçülebilir boyutlardır. Oysa mikro ölçekler Angström birimi (1 cm = 10^8 Angström) ile ifade edilir. Bunun belirtilmesi şarttır çünkü mikro ölçeklerde moleküler veya atomik yapılarla karşılaşırız ve bu yapıların basit ve tekrarlanan geometrik şekilleri, bilinçli ve akıllı bir niyete işaret etmez; burada ancak kimya yasaları söz konusudur.

Bir uzay programının zorlukları

Diyelim ki bu makine yapıldı ve ona uygun program yazıldı. Performansını sınamak için dünyada bulunan nesneler üzerinde onu denemekten daha iyi yapabileceğimiz bir şey yoktur. Şimdi hipotezimizi tersine çevirip, Marslı NASA uzmanları tarafından dünyada örgütlü bir eylemle üretilmiş insan yapımı nesneler olup olmadığını istekli bir biçimde araştırıldığını hayal edelim ve ilk uzay aracının Barbizon köyünün yakınında bulunan Fontainebleau ormanına indiğini düşünelim. Makine civardaki en dikkat çekici iki nesne serisini incelesin ve karşılaştırsın: Bir taraftan Barbizon'daki evleri, diğer taraftan Apremont kayalarını. Düzenlilik, basit geometrik şekiller ve tekrarlılık kıstaslarını temel alarak kayaların doğal nesneler, evlerinse insan yapımı nesneler olduğuna kolaylıkla karar verecektir.

Şimdi de makinenin dikkatini daha küçük boyutlardaki nesnelere çevirelim. Makine küçük taşları incelemekte olsun,

bunların yanlarında ise minik kristaller bulunsun, mesela kuvars kristalleri. Aynı ölçütleri göz önüne alarak, makine taşların doğal nesneler olduğu sonucuna varırsa, kuvars kristallerinin yapay olduğu sonucuna varacağı açıktır. Bu yargı bizlere, programın yapısında bir "hata" olduğunu gösterir. Hatta bu "hata"nın kaynağı oldukça ilginçtir: Kristallerin biçimleri bu denli mükemmel geometrik şekillerden oluşuyorsa, bunun sebebi makro ölçeklerdeki yapıların, onları oluşturan mikro ölçeklerdeki basit ve tekrarlanan geometrik şekillerden oluşan moleküler veya atomik yapıları doğrudan yansıtıyor oluşudur. Başka bir deyişle kristal, mikro ölçekteki bir yapının makro ölçekteki ifadesidir. Bu hata kolaylıkla ortadan kaldırılabilir çünkü *mümkün* olan tüm kristal yapıları bilinmektedir.

Diyelim ki şimdi makine başka bir doğal nesneyi inceliyor, mesela bir yabani arı kovanını. Elbette, kovanı oluşturan hücrelerin ve peteklerin basit ve tekrarlanan geometrik yapıları gibi, yapay bir nesnenin yapımında belirlenen kıstasların hepsiyle karşılaşacaktır. Bu da, kovanın Barbizon'daki evlerle aynı kategoriye girmesine sebep olacaktır. Bu yargı hakkında ne söylenebilir? Kovanın, arıların faaliyetlerinin ürününü temsil etmesi bakımından "yapay" olduğunu biliyoruz. Bu faaliyetin kesinlikle otomatik olduğunu düşünmemiz için geçerli sebeplerimiz vardır. Bu, fiilen gerçekleşen bir faaliyet olsa da bilinçli bir tasarı değildir. Ne var ki, iyi doğa bilimciler olarak, arıları "doğal" varlıklar olarak görürüz. "Doğal" bir varlığın otomatik faaliyetinin ürününü "yapay" olarak kabul etmekte büyük bir çelişki yok mudur?

Eğer ortada bir çelişki var ise, araştırmamıza devam ettiğimiz takdirde, bunun sebebinin programlama hatası olmadığını, ancak vermiş olduğumuz hükümlerin karmaşıklığından kaynaklandığını görürüz; çünkü makine şimdi kovanı incelemeyi bırakıp arıların kendilerini inceleyecek olursa, çok iyi geliştirilmiş yapay nesnelerle karşılaşabilir. En yüzeysel incelemeyle bile arıda bulunan çift taraflı, ötelemeli, basit ve simetrik öğelerin açıkça bulunabilmesi mümkündür.

Üstelik ve de özellikle, arıları teker teker inceledikten sonra, makine arıların üst düzeydeki karmaşık yapılarının (ka-

rınlarındaki tüylerin sayısı ve konumları veya kanatlarındaki damarların) olağanüstü bir sadakatle bir bireyden diğerine kopyalandığını da saptayacaktır. Bu durum, bu varlıkların, bilinçli, yapıcı ve çok incelikli bir düzenin faaliyetinin ürünü olduklarının en sağlam kanıtıdır. Makine, bu denli belirleyici belgelere dayanarak, Marslı NASA görevlilerine Dünya'daki sanayinin yanında kendi sanayilerinin oldukça ilkel göründüğünü bildirmekten başka bir şey yapamaz.

Bilim kurgu sayılabilecek bu bölümde yaptığımız ufak gezinti, bize sezgisel olarak apaçık görünen "yapay" nesnelerle "doğal" nesneler arasındaki ayrımın aslında ne denli zor olduğunu göstermek içindi. Aslında, (makro ölçekteki) yapısal kıstasları temel alarak, insan sanayisinin ürünleri gibi tüm "sahici" insan yapımı nesneleri kapsayan; fakat kristal yapılar gibi doğal nesneleri ve hatta doğal sistemin bir parçası olarak sınıflandırmak istediğimiz canlıların kendilerini dışlayacak bir tanıma ulaşmak herhalde imkânsızdır.

Programın neden olduğu (görünüşteki?) karışıklık üstüne düşündüğümüzde, onu tamamen biçime, yapıya ve geometriye bağlı niteliklerle sınırlandırmak istememize, bunun yanı sıra onu, yapay nesne kavramının asıl içeriğinden yoksun bırakmış olmamıza bağlayabiliriz. Şunu bilmek gerekir ki, böylesi bir nesnenin ne olduğunu öncelikle onu yaratan kişinin ondan beklediği görev ve gerçekleştirmesi gereken işlev göz önüne alınarak açıklanır. Fakat makineyi incelemekte olduğu nesnelerin yapısal özelliklerinin yanı sıra, bir de olası işlevlerine göre ayarlarsak, sonuç daha fazla hayal kırıklığı olacaktır.

Bir tasarı ile donatılı nesneler

Bu yeni programın, kırlarda koşan atlarla, bir yolda ilerleyen arabalar gibi iki dizi nesnenin, yapısal ve işlevsel özelliklerini doğru düzgün incelemeye olanak verdiğini düşünelim. Bu incelemenin sonucunda, nesnelerin karşılaştırılmasının oldukça güç olduğu sonucu çıkacaktır; çünkü her iki tür nesne de hızla yer değiştirmeye uygun yapıda tasarlanmışlardır. Aralarındaki tek yapısal fark, hareket ettikleri zeminlerin farklı olmasından

kaynaklıdır. Başka bir örnek ele alırsak, makineden, bir fotoğraf makinesi ile bir omurgalının gözünü yapısal ve işlevsel bakımdan karşılaştırması istenebilir. Program ancak derin benzerlikleri tanıyabilecektir: mercekler, diyafram, örtücü, ışığa duyarlı pigmentler: bunlar aynı görevdeki ögelerdir, her iki türdeki nesnenin içine, benzer işlevleri yerine getirmeleri için konmuş olabilirler.

Canlı varlıkların işlevsel açıdan uyum sağlama süreçlerini anlatan pek çok örnek arasından bu iki klasik örneği seçtim; çünkü doğal bir organ olan gözün, (görüntüleri yakalamaya yönelik) bir "tasarının" sonucunda oluştuğunu yadsırken, fotoğraf makinesinin sebebi olarak bunu kabul edebilmemizin, keyfi ve kısır bir davranış olduğunun altını çizmek istedim. Son bir incelemeyle, fotoğraf makinesini açıklayan "tasarının", gözün yapısını açıklamaya yarayan tasarıyla aynı olduğuna kanaat getirilmesi ise daha da abestir. Tüm yapay nesneler canlı varlıkların faaliyetinin neden olduğu ürünlerdir, öyle ki, istisnasız bütün canlıların en temel özelliğini, bilhassa apaçık bir şekilde, ifade etmektedirler: Bir yandan yapılarına baktığımızda, bir tasarıyı gerçekleştirmeye yönelik nesneler olduklarını görürüz, diğer yandan işlevlerine baktığımızdaysa, bu tasarıyı tamamlamakta olduklarını görürüz (insan yapımı nesnelerin yapımının kendisi buna bir örnektir).

Bu düşünce şeklini (bazı biyologların yapmış olduğu gibi) reddetmektense tersine, canlı varlıkların tanımında onu esas almak kaçınılmazdır. Canlı varlıkların, evrenin tamamında bulunan tüm sistemlerdeki bütün diğer yapılardan, *teleonomi** diye adlandıracağımız bir özellik ile ayrıldığını söylüyoruz.

Teleonomik özellik, canlı varlıkların tanımı için zorunlu da olsa, yeterli bir koşul sağlamadığını fark edeceğiz. Çünkü canlı varlıkların kendileri ile faaliyetlerinin ürünü olan yapay nesneler arasındaki ayrımı sağlayacak nesnel kıstaslar sunmamaktadır.

Bir yapay nesnenin oluşumuna neden olan tasarının, onu yaratan hayvana ait olup, yapay nesnenin kendisine ait olma-

* (Yun. teleos: erek, amaç; nomos: yasa) Genetik olarak tespit edilmiş olayların anlamlı oluşu ve amaca uygunluğu. Bir organizmada bulunan bir yapı ya da işlevin evrimsel bir avantaj olması gereğine bağlılığı düşüncesi – yn.

dığını söylemek yeterli değil. Bu apaçık düşünce hala çok öznel kalıyor, bunun kanıtı ise onu bir hesap makinesinin programında kullanmamızdaki zorlukla gösterilebilir: nasıl olur da bu makine, fotoğraf makinesinde olduğu gibi, görüntüleri yakalamaya yönelik tasarının, fotoğraf makinesinden başka bir nesneye ait olduğuna karar versin? Sadece tamamlanmış yapının ve işlevlerinin incelenmesiyle bir tasarıyı tanımak mümkün, ama yaratıcısını tanımak değil.

Bunu başarmak için, programın var olan nesneyi incelerken, aynı nesnenin kaynağını, geçmişini ve her şeyden önce yapım yöntemini de incelemesi gerekir. Bu tarz bir programın olabilmesi için hiçbir engel yok, en azından mantıken. Her ne kadar ilkel de olsa, bu makine çok geliştirilmiş bir yapay nesne ile canlı bir varlık arasında temel bir ayrım saptayabilir. Makine, bir yapay nesnenin makro ölçeklerdeki yapısının (söz konusu arı peteği, kunduzların inşa ettiği bir baraj, paleolitik çağa ait bir balta veya uzay aracı olsun), nesnenin kendisinin *dışındaki* kuvvetlerin, onu oluşturan maddelere etki etmesi sonucu meydana geldiğini gözden kaçırmayacaktır. Tamamlanmış olduktan sonra, makro ölçeklerdeki yapı, atomlar veya moleküller arasında kurulan içsel bağlantıları göstermez (ancak genel özelliklerini verir, yoğunluk, sertlik, dövülgenlik, vs.), fakat onu *şekillendirmiş* olan dışsal kuvvetleri gösterir.

Kendilerini inşa eden makineler

Buna karşın program, canlı bir varlığın yapısının tamamen farklı bir sürecin sonucunda oluştuğunu kaydetmelidir. Canlılar tamamıyla, genel biçimlerinden en ufak ayrıntılarına kadar, dışsal kuvvetlerden neredeyse hiç etkilenmezler, kendi içlerinden kaynaklanan "morfogenetik"* etkileşimler sonucu şekillenirler. Canlıların gelişiminde dış etkilerden ve koşullardan neredeyse tamamen "bağımsız", özerk, kesin, sıkı bir belirlenimciliği ifade eden bir yapı söz konusudur. Dış etkiler belki bu gelişime engel teşkil edebilirler; ama kendi düzenlerini canlılara dayatıp da onların gelişimini yönetemezler. Canlıların makro ölçeklerdeki

* Çeşitli organ ve oluşumları oluşturmak üzere kendini gösteren doku farklılaşması – yn.

yapılarını oluşturan morfogenetik süreçlerin bu özerk karakteri, onları yapay nesnelerden ayırmak için kesinlikle yeterli bir sebeptir. Ayrıca, makro ölçeklerdeki biçimleri çoğunlukla dış aracılara bağlı olan doğal nesnelerin pek çoğundan ayırmak için de. Bunun bir istisnası vardır: mikro ölçeklerde kendi iç etkileşimlerini yansıtan bir geometrik şekle sahip olma özelliği taşıyan kristaller. Bu tek kıstasla, kristaller canlıların sınıfına dâhil edilebilirdi ve doğal nesnelerle yapay nesneler başka bir sınıf oluştururlardı; çünkü her ikisi de dış aracılar tarafından şekillendirilmişlerdir.

Bu kıstasla ve düzenlilik ile tekrarlılık kıstaslarıyla kristallerin yapıları ile canlılarınki birbirlerine yaklaşırlar. Bu durum, modern biyolojiden bihaber bir programcıyı düşünmeye sevk edebilir; canlıların makro ölçeklerdeki yapılarını düzenleyen iç kuvvetlerin, kristallerin biçimlerinden sorumlu olan mikro ölçekteki etkileşimlerle aynı yapıda olup olmadığını sorgulayabilir. Bunun tam olarak da böyle olduğu, bu denemenin ileriki bölümünde ele alınan ana temalardan birinde işleniyor. Şimdilik, canlı varlıkların makro ölçeklerdeki özelliklerini, evrendeki diğer tüm nesnelerden ayıracak, tamamen genel kıstaslar belirlemeye çalışıyoruz.

Kendilerini yeniden üreten makineler

Canlıların olağanüstü karmaşık yapılarının oluşumunda, özerk ve içsel bir belirlenimciliğin olduğunu "keşfeden", biyolojiden bihaber; ama profesyonel olan bilgisayar programcımız, bu tarz bir yapının ciddi ölçülerde bilgi barındırdığını görecektir. Burada mesele, bu bilgilerin kaynağına ulaşmak olacaktır: çünkü ifade bulan tüm bilgilerin, yani iletilmiş olanların, bir de bilgi sağlayıcısı vardır.

Diyelim ki, makine araştırmasına devam ederken son keşfini de yaptı: buna göre, canlı bir varlığın yapısındaki söz konusu bilginin sağlayıcısı, her zaman bu birinci nesneye eş başka bir nesne çıktı. Artık bu nesnenin kaynağını belirledikten sonra, bu nesnelere ait kayda değer üçüncü bir özellik tespit etmiş oldu: Kendilerini üretme ve aktarım gücü, kendi yapılarına

denk gelen bilgiyi *hiç değiştirmiyor*. Bu bilgi oldukça zengin; çünkü büyük bir kısmı nesilden nesile aktarılan, aşırı karmaşık bir düzeni içeriyor. Bu özelliği, *değişmeyen yeniden üretim* ya da kısaca *değişmezlik* diye adlandıracağız.

Bu değişmeyen yeniden üretim özelliğiyle, canlı varlıklarla kristallerin bir kere daha birbirlerine uyup, evrende bilinen diğer tüm nesnelerle karşıtlık oluşturduklarını fark edeceğiz. Aşırı doymuş çözeltiye sahip kimi maddelerin, içlerine kristal tohumları zerk edilmediği sürece, kristalleşmediklerini biliyoruz. Bununla birlikte, iki farklı sistemde kristalleşmeyi başaran bir madde söz konusu olduğunda, çözeltide belirecek kristallerin yapılarını, kullanılmış tohumlar belirleyecektir. Kristal yapıları, tanıdığımız en basit canlıların bir kuşaktan diğerine aktardıkları bilgi miktarının çok daha altında bilgiyi barındırırlar, öyle ki, farklı büyüklüklerle ifade edilebilecek kadar küçük bir bilgi miktarı söz konusudur. Şunun altını çizmeliyiz ki, tümüyle nicel olan bu kıstas, canlı varlıkları diğer tüm varlıklardan ve hatta kristallerden ayırmamızı sağlamaktadır.

Tuhaf özellikler: değişmezlik ve teleonomi

Biyolojiden habersiz Marslı programcıyı artık kendi düşüncelerine terk edelim. Bu hayalî deneyin amacı, canlıları evrenin geri kalanından ayıran en genel özellikleri "yeniden keşfetmeye" zorlamaktı. Bu noktada, söz konusu özellikleri daha yakından incelemeye ve mümkünse niceliksel açıdan daha kesin açıklamaya çalışacağız. Bunun için, biyolojiyi bildiğimizi kabul edelim (en azından bugün bilebileceğimiz kadar). Şu ana kadar üç tane özellik bulduk: teleonomi, özerk bir morfogenez, yeniden üretilen değişmezlik.

Bu üç özellik arasında, yeniden üretilen değişmezlik, nicelik olarak tanımlanması en kolay olanıdır. Madem yüksek seviyeli bir düzen barındıran bir yapının yeniden üremesi yeteneği söz konusu ve madem bu seviye, bilgi birimi cinsinden ifade edilebiliyor, o halde verili bir türün "değişmezlik içeriği" ile bir nesilden diğerine aktarılan bilgi miktarının birbirine

eşit olduklarını ve bunların belirli bir yapısal normu korumayı sağladıklarını söyleriz. Birtakım hipotezlerin ortalamasını alarak, bu büyüklükte bir tahmine ulaşmanın mümkün olduğunu göreceğiz.

Bunu bir kere ortaya koyduğumuzda, canlı varlıkların yapılarının ve faaliyetlerinin incelenmesiyle en bariz şekilde kendini gösteren kavrama, teleonomiye daha yakından bakabiliriz. Yakın bir inceleme, bu kavramın derinliklerinde bir belirsizlik olduğunu gösterir; çünkü içinde öznellik taşıyan, "tasarı" düşüncesini barındırır. Fotoğraf makinesi örneğini hatırlayalım: bu nesnenin varlığının ve yapısının, görüntüleri yakalama "tasarısını" gerçekleştirdiğini kabul ediyorsak, benzer bir "tasarının", mesela bir omurgalının gözünün ortaya çıkışında da gerçekleştiğini açıklıkla kabul etmek zorunda kalırız.

Bunun yanı sıra, tüm özel tasarıların, her ne olursa olsunlar, daha genel bir tasarının parçası oldukları ölçüde anlamları vardır. Aslında canlıların bütün işlevsel uyum sağlama mekanizmalarını, şekillendirmiş oldukları yapay nesneler de buna dâhil olmak üzere, özerk ve ilkel bir tek tasarının görünümleri veya kesitleri olarak, kendilerine özgü tasarılar gibi kabul etmek mümkündür. Bu özerk tasarı, türün devamı ve korunmasıdır.

Daha açık olmak gerekirse, bir tasarıyı esas teleonomik tasarı olarak keyfi bir şekilde seçeceğiz, bu da türün ayırt edici değişmezlik içeriğinin bir kuşaktan diğerine aktarımı olacaktır. Bu esas tasarının başarısına hizmet eden tüm yapıları, performansları ve faaliyetleri, "teleonomik" diye adlandıracağız.

Bu, bir türün teleonomik "seviyesinin" ilkesini belirten bir tanım önermemize yardımcı olacaktır. Tüm bu teleonomik yapıların ve işlevlerin, tamamlanmak ve gerçekleştirilmek üzere, aktarılması gereken belli bir miktardaki bilgiye karşılık geldiğini kabul edebiliriz. Bu miktarı, "teleonomik bilgi" diye adlandıralım. Böylece bir türün "teleonomik seviyesi" demek, birey başına aktarılması gereken ortalama bilgi miktarı diye düşünebiliriz. Bu miktar, o türün değişmezliğini yeniden üretebilmesini sağlayan belirli bir içeriğin bir sonraki nesle aktarımını sağlama almak için yeterli olandır.

Bu esas teleonomik tasarının tamamlanmasının (yani değişmezliğin yeniden üretilmesinin), farklı türlerde ve hayvan sınıflandırılmalarında farklı seviyelerde, az çok geliştirilmiş, çeşitli karmaşık yapılar ve işlevler yarattığını kolaylıkla görebiliriz. Yalnızca üremeye bağlı faaliyetlerin söz konusu olmadığı konusunda ısrar etmeliyiz, türün devamının sağlanmasına ve çoğalmasına katkıda bulunan tüm faaliyetler de dâhildir. Örneğin gelişmiş memelilerin ergenlerinde, oyun, ruhsal gelişim ve sosyalleşme için önemli bir öğedir. Bu nedenle oyunun teleonomik bir değeri vardır; çünkü grup oluşumuna katkıda bulunarak, türün hayatta kalmasının ve çoğalmasının koşulunu sağlar. Teleonomik tasarıya hizmet etme işlevi olan bütün bu performansların veya yapıların karmaşıklık derecesini göz önünde tutmak gerekir.

Teorik olarak tanımlanabilen bu büyüklük, pratikte ölçülebilir değildir; ancak "teleonomik ölçülerde" farklı türleri ya da grupları kabaca düzenlemeye olanak sağlar. Çok uç bir örnek alacak olursak, sevdiği kadına olan arzusunu yalnızca simgelerle, ona ithaf ettiği şiirlerle ifade edebilen; ama aşkını ona itiraf edemeyen çok âşık ve utangaç bir şair hayal edelim. Diyelim ki, bu zarif onurlandırılmalar sonucunda en sonunda baştan çıkan kadın, şairle sevişmeyi kabul etti. Şairin şiirleri esas tasarının başarısına katkıda bulunmuş olur. Şiirlerin barındırdıkları bilgiler, genetik değişmezliğin aktarımını sağlama aldıkları için teleonomik performans toplamının hesabına geçirilmelidir.

Bu tasarının başarısının başka türdeki hayvanlarda, örneğin farede, herhangi benzer bir performans kapsamadığı çok açıktır. Bunun yanı sıra, önemli olan bir nokta şudur: genetik değişmezliğin içeriği farede ve insanda hemen hemen aynıdır (yani tüm memelilerde). *Tanımlamaya çalıştığımız her iki türdeki büyüklük, birbirlerinden tamamen ayrıdır.*

Bu durum, canlı varlıkların ayırt edici özelliği olarak kabul ettiğimiz üç özelliğin aralarındaki ilişkiyle ilgili çok önemli bir soruyu ele almamıza davet eder: teleonomi, özerk morfogenetik gelişim ve değişmezlik. Kullanılan programın bunları sırayla ve bağımsız olarak tanımlamış olması, bunların doğru-

dan gözlemlenmeye elverişli olmayan, daha gizli, tek ve daha temel tek bir özelliğin, üç farklı açığa çıkma şekilleri olmadıklarını kanıtlamaz. Durum buysa, bu özellikleri ayırmak, her birine farklı tanımlar aramak, ancak bir yanılsama ve keyfi bir davranış olur. Gerçek meseleleri aydınlatmak, "hayatın sırrına" vakıf olmak ve ayrıntılarını incelemek şöyle dursun, ancak gerçekliğin içini boşaltmayı başarmış oluruz.

Tüm canlılarda, bu üç özelliğin sıkıca bağdaştırıldığı kesinlikle doğrudur. Genetik değişmezlik, teleonomik aleti oluşturan yapının özerk morfogenetik gelişimi sayesinde ve onun aracılığıyla kendini ifade edip, açığa çıkar.

İlk gözlem kendini zorla ortaya koyuyor: bu üç kavramın konumları aynı değil. Gerçekten de değişmezlik ve teleonomi, canlıların ayırt edici "özellikleriyse", kendiliğinden gelişen yapılanma da bir mekanizma olarak kabul edilmelidir. İlerdeki bölümlerde de göreceğimiz üzere, bu mekanizma hem değişmeyen bilginin yeniden üretilmesinde, hem de teleonomik yapıların inşasında devreye girer.

Bu mekanizmanın iki özelliği oluşturması, bu ikisini birbirleriyle karıştırmamızı gerektirmez. Pek çok sebepten ötürü, onları ayırmak yöntem açısından olanaklıdır ve kaçınılmazdır.

Teleonomik araçlardan tamamen yoksun; ama değişmezliği üretebilen nesneleri, en azından *hayal edebiliriz*. Kristallerin yapıları buna örnektir, bildiğimiz tüm canlılara oranla, çok daha düşük bir karmaşıklık seviyesinde oldukları da bir gerçektir.

Teleonomi ve değişmezlik arasındaki ayrım, basit mantıksal bir soyutlama değildir. Kimyasal sebeplere dayanmaktadır. Gerçekten de, biyolojik makromoleküllerin iki ana grubundan birincisini oluşturan proteinler, nerdeyse bütün teleonomik yapılardan ve performanslardan sorumludur. Oysa genetik değişmezlik büyük oranda diğer gruba, nükleik asitlerin grubuna bağlıdır.

Gelecek bölümde de göreceğimiz gibi, biyosferi ve onun evrende geriye kalanlarla ilişkisini konu edinen bütün teorilerde ve bütün ideolojik yapılarda (dini, bilimsel veya metafiziksel), açık ya da kapalı olarak bu ayrım varsayılmıştır.

Değişmezliğin "paradoksu"

Canlı varlıklar, ilginç nesnelerdir. Her çağdan insan, az çok, belli belirsiz bir şekilde bunu bilmiş olmalı. 17. yüzyıldan itibaren doğa bilimlerinin gelişmesi, 19. yüzyıldan itibaren ise olgunlaşmaya başlaması, bu ilginçlik hissiyatını azaltmaktansa, onu keskinleştirmiştir. Makro ölçeklerdeki sistemleri düzenleyen fizik kanunlarına göre, canlıların var olmaları bile bir paradoks oluşturuyordu. Modern bilimin esas aldığı temel ilkelerin bazılarını ihlâl ediyordu. Bu durum ilk bakışta çok açık değil. Dolayısıyla, bu paradoksun ya da "paradoksların" doğasını incelemek gerekir. Böylece fizik kanunlarını göz önünde bulundurarak, canlıları ayırt eden iki temel özelliğin, yeniden üretilen değişmezliğin ve teleonominin konumunu belirlememiz kolaylaşır.

Her şeyden önce, değişmezlik son derece paradoksal bir özellikmiş gibi görünür; çünkü çok karışık bir düzeni barındıran yapıların korunması, yeniden üretilmesi ve çoğaltılması, termodinamiğin ikinci yasasıyla bağdaşmaz görünür. Bu yasaya göre, makro ölçekteki sistemler, onu nitelendiren düzenin bozulması yönünde ilerler[1].

Bu arada, bu ikinci yasanın öngörüsü ancak enerjik olarak yalıtılmış bir sistemin tamamının evrimleşmesini göz önünde bulundurursak geçerli olur ve sağlaması yapılabilir. Bu tarz bir sistemin içinde, aşamalarından birinde, sistemin tamamının evrimi ikinci yasayı ihlâl etmeksizin, düzenlenmiş sistemlerin oluşumunu ve gelişimini gözlemleyebiliriz. Bunun en iyi örneği, doymuş bir çözeltinin içinde oluşan kristalleşmedir. Böylesi bir sistemin termodinamiği iyi anlaşılmıştır. Mükemmel bir şekilde belirlenmiş bir kristal ağının içerisinde, başlangıçta düzensiz olarak bir araya gelen moleküllerin bölgesel düzenlerinin gelişimi, kristal aşamasından çözeltiye yapılan termik bir enerji transferi ile "ödenmektedir": sistemin bütününün entropisi (düzensizliği), ikinci yasanın buyurduğu miktar kadar artar.

1 Bkz. Ekler s.172

Bu örnek, yalıtılmış bir sistemin içindeki bir düzenin bölgesel gelişiminin ikinci yasayla uyuştuğunu gösterir. Bu arada, daha önce altını çizmiş olduğumuz gibi, bir organizmanın düzeninin seviyesi bir kristalinkine kıyasla çok daha üst düzeydedir. Bir de bu tarz yapıların değişmezliklerinin korunmasının ve çoğalmasının, ikinci yasa ile uyumlu olup olmadığını sorgulamak gerekir. Kristalleşme deneyine benzeyen bir deney ile bunu kontrol edebiliriz.

Glikoz gibi, birkaç miligram basit şeker ve canlıların kimyasal bileşenlerinin temel öğelerinden biri olan mineralli tuzları (azot, fosfor, sülfür, vs.) içeren, bir milimetre küp suyu alalım. *Escherichia coli* türündeki bir bakteriyi bu ortama dâhil edelim (2µm uzunluğunda ve yaklaşık 5×10^{-13} gram ağırlığında). 36 saatlik bir süreç içerisinde, çözelti birkaç milyar bakteri içerecektir. Şekerin %40'ının hücre yapılanması için dönüştüğünü ve kalanın ise CO_2 ve H_2O olarak oksitleştiğini görürüz. Bütün deneyi bir kalorimetre içerisinde gerçekleştirdiğimizde, işlemin termodinamik bilançosunu belirleyip, tıpkı kristalleşme olayında olduğu gibi, sistemin tamamının entropisinin (bakteri+ortam), ikinci yasanın belirtmiş olduğu minimum değerin biraz üstünde arttığını fark edebiliriz. Böylece, bakteri hücrelerinin oluşturduğu muazzam karmaşık yapı yalnızca korunmakla kalmamış, bir de birkaç milyar kere çoğaltılmıştır. Bu işlem için gereken termodinamik borç, gerektiği şekilde geri ödenmiştir.

Bu durumda ikinci yasanın, belirlenmiş veya ölçülmüş herhangi bir ihlâli söz konusu değildir. Bir yandan, bu olguya tanık olmuş fiziksel sezgimizin, deneyden önceki haline nazaran, bu garipliği fazlasıyla fark edip bunun karşısında derinden sarsılmış olmaması imkânsız. Neden? Çünkü bu oluşum sürecinin hileli olduğunu ve belli bir amaç için belirli bir yön verildiğini görüyoruz. Amaç: hücrelerin çoğalması. Bunlar tabii ki termodinamiğin yasalarını ihlâl etmiyorlar, hatta tam tersine; yalnızca yasalara bağlı kalmakla yetinmiyorlar, üstüne üstlük onları kullanıyorlar; tıpkı iyi bir mühendis gibi tasarıyı maksimum kolaylıkla tamamlamak üzere, bütün hücrelerin gerçekleştirmeyi hayal ettikleri "rüyayı" (F. Jacob) gerçek kılıyorlar: iki hücre haline gelmek için.

Teleonomi ve Nesnellik İlkesi

Gelecek bölümde, bu tasarının gerçekleşmesi için gerekli kimyasal makinenin karmaşıklığı, inceliği ve sağladığı kolaylık hakkında bir fikir vermeye çalışacağız. Bu, yüzlerce farklı organik ana yapı maddesinin sentezini, bunların binlerce türde makromoleküler yapılar halinde birleşmesini, şekerin oksitlenmesi ile açığa çıkan potansiyel kimyasalın gerektiği yerde seferberliğinin sağlanmasını ve kullanılmasını, hücrenin organellerinin yapımını içeriyor. Bu arada, bu yapıların değişmezliklerinin yeniden üretilmesinde hiçbir fiziksel paradoks bulunmamaktadır: kalori konusunda cimri davranan teleonomik aygıt, mükemmelliğiyle, insan makinelerinin ender olarak ulaşabildiği bir randımana ulaşır. Böylece oldukça karışık olan görevini başarıyla yerine getirdiğinde, değişmezliğin termodinamik bedeli hakkıyla ödenmiş olur. Bu aygıt tamamen mantıklı, harika bir şekilde rasyonel ve tasarısına mükemmel bir şekilde uyum sağlamış durumdadır: işi yapısal normu korumak ve yeniden üretmektir. Bunu da yaparken, fizik yasalarını ihlâl etmez tam tersine, onları tam anlamıyla özerk yapısının yararlarını gözeterek kullanır. Teleonomik aygıt tarafından hem tamamlanmış, hem de onu takip eden bu tasarının varlığının kendisi aynı zamanda "mucizenin" ta kendisidir. Mucize? Hayır, hakiki soru başka bir boyutta ortaya çıkıyor, fizik yasalarından daha derin bir yerde; söz konusu olgu karşısında bizim idrak etme yetimizde ve sezgimizde ortaya çıkıyor. Gerçekte, ortada paradoks ya da mucize yok; göz alıcı bir epistemolojik *çelişki* söz konusudur.

Bilimsel metodun ana yapı taşı, Doğa'nın nesnelliği postülatıdır. Bu da, olguların ereksel nedenler, daha doğrusu "tasarı" fikri ile yorumlanmasının "doğru" bir bilgi sağlayacağı düşüncesine karşı *sistematik* bir reddediş anlamına gelir. Bu ilkenin keşfedilişini tam olarak tarihlendirebiliriz. Galileo ve Descartes tarafından ortaya konan eylemsizlik ilkesi, Aristoteles'in fiziğini ve kozmolojisini bertaraf ederek, yalnızca modern bilimin mekaniğinin değil, epistemolojisinin de temelini oluşturuyordu. Tabii ki, Descartes'tan öncekiler, sistematik karşı çıkış hususunda, ne akıldan, ne mantıktan, ne de deneyimden yoksundular; ama bugün anladığımız manada bilim, yalnızca

bu temeller üstüne kurulamazdı. Bir de nesnellik postülatının koyduğu sıkı sansürün olması gerekiyordu. Kanıtlanması imkânsız saf bir postülattır bu; çünkü doğanın neresinde olursa olsun, bir tasarının, peşinde koşulan bir hedefin *var olmadığını* kanıtlayabilecek bir deneyi hayal etmek kesinlikle olanaksızdır.

Ama nesnellik postülatının özü biliminkiyle eştir ve bilimin inanılmaz gelişimine üç asırdır rehberlik etmektedir. Bilimin alanından çıkılmadığı sürece, ondan geçici de olsa ya da sınırlandırılmış bir alanda da olsa, sıyrılmak imkânsızdır.

Öte yandan, nesnellik, bizi canlı varlıkların teleonomik özelliklerinin olduğunu, yapılarında ve performanslarında belli bir tasarıyı takip edip, gerçekleştirdiklerini kabul etmeye zorlar. O halde burada, görünüşte de olsa, epistemolojik açıdan derin bir çelişki vardır. Biyolojinin temeldeki sorunu bu çelişkinin kendisidir, sadece görünüşteyse onu çözmek söz konusudur, değilse de, gerçekte bu çelişkinin çözülmez olduğunu en uç noktada kanıtlamak gerekir.

2

VİTALİZM VE ANİMİZM

Değişmezlik ve teleonomi arasındaki öncelik ilişkisi: temel dilemma

Canlıların teleonomik özellikleri, modern bilgi kuramının temel postülatlarından birini sorgulatıyor gözükmektedir. Felsefî, dinî veya bilimsel olsun, dünyayla ilgili tüm görüşler bu soruna açık veya örtük; ama *zorunlu* olarak bir çözüm sunmuşlardır. Bu çözümler, ortaya çıkış gerekçeleri ne olursa olsun, canlıların ayırt edici iki özelliğinin (değişmezlik ve teleonomi) birbirlerine göre, nedensel ve zamansal özellikleriyle ilgili kaçınılmaz olarak bir hipotez içerirler.

Modern bilimin gözünde geçerli sayılan tek hipotezin açıklanmasına ve gerekçelendirilmesine daha sonra bir bölüm ayıracağız: bu, değişmezliğin zorunlu olarak teleonomiden önce geldiği hipotezidir. Daha açık olmak gerekirse, Darwin'in ortaya koymuş olduğu üzere, git gide daha da teleonomik olan yapıların ortaya çıkışlarının, gelişimlerinin ve zamanla incelik ka-

zanmalarının bir nedeni vardır. Bu neden, bir yapının *önceden zaten değişmezlik özelliğini barındırması* sonucu "rastlantı oyununu muhafaza edebilmesinden" kaynaklanan bir düzen bozukluğuna bağlıdır; çünkü bu yapı, bunların etkilerini doğal seçilim oyununa tâbi kılar.

Şüphesiz, yeniden üretilen değişmezliğin kimyasal mekanizmalarından ve bu mekanizmanın bağlı olduğu düzen bozukluklarından, yaşadığı dönemin koşulları gereği Darwin'in haberdar olması ve burada kabaca ve dogmatik bir şekilde taslağını çıkarmış olduğum teoriyi oluşturması olanaksızdı. Fakat evrimdeki doğal seçilim teorisinin, ne manaya geldiğini, açıklıkla ve kesinlikle, ancak yirmi yıldan kısa bir süreden beri anlaşılabilmiş olması, Darwin'in dehasından hiçbir şeyi azaltmıyor.

Şimdiye kadar, teleonominin, tek ilkel mekanizma olarak kabul edilen değişmezlikten türemiş ikincil bir özellik olduğunu iddia ederek, nesnellik postülatıyla uyum içinde olan tek teori, doğal seçilim teorisidir. Aynı zamanda modern fizikle bağdaşmakla kalmayıp, onu sınırlandırmadan veya ona bir şey eklemeden, temellerini onun üstüne kuran tek teoridir. Son kertede, biyolojinin epistemolojik tutarlılığını ve onun "Nesnel Doğanın" bilimleri arasında sayılmasını sağlayan, yine doğal seçilim ve evrim teorisidir. Bunlar teoriden yana güçlü kanıtlardır; ama onu meşrulaştırmak için yeterli değildirler.

Canlıların ilginçliğini açıklıkla anlatmayı öneren tüm diğer düşünce biçimleri ya da çoğu büyük felsefe sistemi gibi örtük bir şekilde dinî ideolojiler içeren savlar, ters bir hipotez savunurlar. Bunlara göre, teleonomik bir başlangıç ilkesinin değişmezliği koruduğunu, ontojeniye* rehberlik ettiğini, evrimi yönlendirdiğini ve bu olguların, bu ilkenin kendini gösterme biçimleri olduklarını iddia ederler. Bu bölümün kalanında, bu yorumların mantığını şematik bir şekilde inceleyeceğim; çok çeşitli gibi görünseler de aslında hepsi, tamamen ya da kısmen, açıkça ya da değil, bilinçli ya da bilinçsiz, nesnellik postülatının terk edilmesine dayanmaktadırlar. Bunun için,

* Ontogénie: Bir organizmanın, oluşumun başlangıcından, son haline kadar gelişim evreleri. – çn.

bu görüşlerin teleonomik ilke derken, bunun doğasından ne anladıklarını göz önünde bulundurmak ve varsaydıkları etki alanına göre bir sınıflandırma yapmak uygun olur (biraz keyfi olduğu doğru da olsa).

Böylece, bir yandan, yalnızca biyosfer sınırları içerisinde "canlı maddeye" etki gösteren bir teleonomik ilkenin varlığını kesinlikle kabul edenlerin oluşturduğu bir grup teori tanımlayabiliriz. Vitalist [Dirimselci] olarak isimlendireceğim bu teoriler, canlı varlıklarla, cansız evren arasında derin bir ayrımın olduğunu savunurlar.

Diğer yandan, hem kozmik evrimden, hem de biyosferdekinden sorumlu; ama sadece biyosferde kendini çok daha belirgin ve yoğun bir şekilde ifade eden, *evrensel* bir teleonomik ilkenin olduğunu savunan düşünce biçimlerini bir grup altında toplayabiliriz. Bu teorilere göre canlı varlıklar evrensel olarak yönlendirilmiş bir evrimin en gelişmiş, en kusursuz ürünleridir; çünkü insan ve insanlığın meydana gelmesi *gerekiyordu*. "Animist" [Canlıcı] olarak adlandıracağım bu görüşler, yalnızca kısaca değinip bırakacağım vitalist teorilere nazaran daha ilginçtirler[1].

Metafizik Vitalizm

Vitalist teoriler arasında, çok farklı eğilimleri ayırt etmek mümkündür. "Metafizik Vitalizm" ve "Bilimsel Vitalizm" diye adlandıracağım ikili bir ayrımla yetineceğiz burada.

Metafizik Vitalizmin en ünlü öncülerinden biri kuşkusuz Bergson'dur. Çekici üslubu, mantıktan yoksun olsa da şiirsel olan metafor dolu diyalektiği sayesinde, felsefesi inanılmaz ilgi görmüştür. Bugün nerdeyse tüm değerini yitirmiş gibi gözükse de, benim gençlik yıllarımda, en azından *Yaratıcı Evrim*'i (Evolution Créatrice) okumadan olgunluk sınavından geçmeyi düşünemezdik. Bu felsefenin, hayatı belirli bir şekilde gördüğünü hatırlayalım. Buna göre hayat, tamamen bir "atılım", bir "akış" gibidir ve cansız maddeden kesinlikle ayrılır; fakat onunla

1 "Animist" ve "Vitalist" sıfatlarını, alışılageldik kullanımından farklı olarak, belirli bir manada kullandığımın altını çizmem iyi olur.

birlikte mücadele vererek, onun "içinden geçmek" suretiyle düzenlenmesini mecbur kılar. Neredeyse diğer tüm vitalist ya da animistlerin aksine, Bergson erekçi değildir.

Hayatın temelde kendiliğinden oluşunu, herhangi bir belirlenimciliğin [determinizm] içine hapsetmeyi reddetmiştir. Yaşamsal atılımın kendisiyle özdeşleşen evrimin, ne ereksel, ne de etkin bir nedeni olamaz. Evrimin gelmiş olduğu en üstün aşama insan olsa da, bunu aramış veya öngörmüş değildir. Daha çok, yaratıcı atılımın tüm özgürlüğünün kanıtı ve kendini gösterme biçimidir.

Bu görüş ile, Bergson'nun temel olarak kabul ettiği başka bir görüş de bağdaşır: rasyonel zeka hareketsiz maddeyi ustalıkla kullanmak için özellikle uyum sağlamış bir bilgi aracıdır, fakat hayatın olgularını anlamakta tamamen kabiliyetsizdir. Yalnızca yaşamsal atılımla [elan vital] eş öze sahip içgüdü, hayat hakkında doğrudan ve bütün bir sezgi sağlayabilir. O halde, hayat hakkındaki tüm analitik ve rasyonel söylemler anlamdan yoksundur veya konu dışıdır. *Homo sapiens*'te rasyonel zekanın çok gelişmesi, zenginliklerini yeniden keşfetmeyi denememiz gereken sezgisel güçlerin ağır ve acınası bir şekilde fakirleşmesine sebep olmuştur. Bu felsefeyi tartışmayacağım (buna elverişli de değildir zaten). Mantığın içinde hapsolmuş ve bütüncül sezgilerden yoksun biri olarak, bunu yapmaya kendimi yetersiz hissediyorum. Bu, Bergson'nun tavrını anlamsız bulduğum anlamına gelmiyor, hatta tam tersine. Rasyonel olana karşı, bilinçli ya da bilinçsizce yapılan başkaldırı, Ego aleyhine *Id*'e saygı duyulması (yaratıcı kendiliğinden oluştan bahsetmiyorum bile), adeta çağımızın izleridir. Bergson daha az açık bir dil ve daha "derin" bir üslup kullanmış olsaydı, bugün hâlâ onu okuyor olurduk[2].

2 Bergson'nun düşüncesi, şüphesiz karanlık noktalardan ve görünen çelişkilerden yoksun değildir. Mesela, Bergsoncu düalizmin temel fikir olmasına karşı çıkabilirmişiz gibi görünüyor: daha ilkel bir monizmden türemiş gibi değil midir? (C. Blanchard, şahsi görüşmeler). Bergson'nun düşüncesini dallandırıp budaklandırıp incelemeye niyetim yok; ama canlıların sistemi teorisini en doğrudan ilgilendiren uzantılarını inceliyorum.

Bilimsel Vitalizm

Eskiden aralarında seçkin bilginlerin de olduğu, "bilimsel" vitalistlerin sayısı fazlaydı. Bundan elli yıl kadar önce, vitalistler biyologlar arasından çıkarken (en tanınmış olanlarından Driesch, felsefeyi embriyoloji için terk etmişti), çağdaşlar genelde, Elsässer ve Polanyi gibi fizik alanından geliyorlar. Canlı varlıkların ilginçliği karşısında, fizikçilerin biyologlardan daha çok hayret içinde kalmalarını şüphesiz anlayabiliriz. Şematik olarak özetleyecek olursak, Elsässer'in tutumu aşağıda göreceğimiz gibi buna iyi bir örnektir.

Değişmezlik ve teleonomi, hiç şüphesiz ilginç özelliklerdir ve fiziği ihlâl etmemektedirler, ama fiziksel kuvvetlerle veya canlı olmayanların sisteminin araştırılmasıyla ortaya konan kimyasal etkileşimlerle, *tamamen açıklanabilir değildirler*.

Bu yüzden, fizik ilkelerine *eklenecek* yeni ilkelerin canlı madde dünyasında geçerli olacağını söylemek kaçınılmazdır; çünkü canlı olmayan sistemlerde, yaşamsal olan bu ilkeler zaten keşfedilemezdi. Aydınlatılması gerekli olan ilkeler de bu ilkelerdir (veya Elsässer'in terminolojisini kullanacak olursak, biyotonik yasalar).

Görünüşe bakılırsa, büyük Niles Bohr'un kendisi de bu hipotezleri bir kenara atmıyordu; ama gerekli olduklarına dair bir kanıt sunabileceğini de iddia etmiyordu. Acaba gerekliler mi? Sonuç olarak, sorun burada düğümleniyor. Elsässer ve Polanyi'nin de kabul ettikleri budur. En azından, bu fizikçilerin iddialarındaki eksikliğin, her birinin kesinlikten ve sağlamlıktan yoksun olmalarından kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Bu iddialar, karşılıklı olarak ilginç özelliklerin her birini ilgilendiriyor. Değişmezlik bugün iyice biliniyor, öyle ki, onu yorumlamak için fiziksel olmayan hiçbir ilkeye ihtiyaç duyulmadığını söyleyebiliyoruz (*bkz.* VI. Bölüm).

Geriye teleonomi kalıyor, daha doğrusu teleonomik yapıları oluşturan morfogenetik mekanizmalar. Embriyo gelişiminin tüm biyolojide görülen en mucizevî olaylardan biri olduğu kesinlikle doğrudur. Embriyologlar tarafından mucizevî diye nitelendirilen bu olguların, ne olduklarını açıklamaya yetkin olabilecek genetik ve biyokimyasal analizlerden (teknik sebep-

lerden ötürü) hala geniş çapta faydalanmadıkları bir gerçektir. Embriyo gelişimini açıklamak için fizik yasalarının yetersiz kaldığını ve kalacağını iddia eden vitalistlerin tutumu, kesin bilgilere veya sonuçlanmış gözlemlere dayanmamaktadır, sadece şimdiki cahilliğimizden ileri gelmektedir.

Buna karşın, hücrelerin gelişimine ve faaliyetlerini yöneten sibernetik mekanizmalara değin bilgilerimizde gözle görülür bir ilerleme söz konusudur ve hiç şüphesiz yakın bir gelecekte gelişimin açıklanabilmesine katkıda bulunacaklardır. 4. bölümü, bu mekanizmaların tartışılmasına ayırdık, böylece, vitalistlerin bir takım iddialarını tekrar inceleme fırsatımız olacaktır. Vitalizmin hayatta kalması için, biyolojide var olan hakiki paradokslara ya da en azından birtakım "gizemlere" ihtiyacımız var. Moleküler biyolojide son yirmi yıldır kat edilen ilerlemeler gizemleri teker teker azaltmıştır, geride vitalistlerin bir şeyler uydurmalarına olanak veren tek bir büyük kapı açık bırakılmıştır, o da öznelliğin alanıdır; yani bilincin kendisidir. Halen "ihtiyatla" yaklaşılan bu alanda, daha önceleri olduğu gibi, tüm uydurmaların kısır kalacağını öngörmekle çok tedbirsizlik etmiş sayılmayız.

"Animist tasarı" ve "Eski bağ"

Belki de *Homo Sapiens*'in ortaya çıkışından bile geriye giderek, insanlığın çocukluk yıllarına uzanan animist görüşler, modern insanın ruhunda halen canlı ve kökleşmiş haldedir.

Atalarımız, kendi durumlarının ilginçliğini herhalde ancak belli belirsiz bir şekilde fark edebiliyorlardı. Gözlerini açmış oldukları evrende kendilerini garip hissetmeleri için bizim bugün sahip olduğumuz nedenlere sahip değillerdi. Öncelikle neleri görüyorlardı? Hayvanları, bitkileri; doğaları kendilerininkine benzer, hemen anlayabilecekleri varlıklardı bunlar. Bitkiler büyüyor, güneşi arıyor ve ölüyorlar; hayvanlar avlanıyor, düşmanlarına saldırıyor ve yavrularını besleyip koruyorlar; erkekler dişilere sahip olmak için dövüşüyorlar. Bitkiler olsun, hayvanlar olsun veya insanın kendisi olsun, açıklama getirmek oldukça kolay: bu varlıkların yaşamak ve ölümleri

pahasına yeni nesiller aracılığıyla yaşamda kalmayı sağlamak gibi bir tasarıları vardı. Tasarı varlığı açıklıyordu ve varlık yalnızca tasarısı ile bir anlam kazanıyordu.

Fakat atalarımız etraflarında daha da gizemli başka nesneler de görüyorlardı: kayalar, nehirler, dağlar, şimşek, yağmur, gök cisimleri gibi. Bu cisimler yaşıyorlarsa, bunun bir tasarıya hizmet etmesi ve bunu beslemek için de bir ruhlarının olması gerekirdi. İşte böylece evrenin acayipliği bu insanlar için çözümleniyordu: Aslında cansız nesneler yoktu, olsaydı, bu anlaşılmaz olurdu. Saydam olan insan ve hayvan tasarılarına nazaran, nehirlerin içlerinde, dağların doruklarında, çok daha ulaşılmaz ve geniş tasarılara hizmet eden, çok daha gizemli ruhlar vardı. Böylece atalarımız, doğadaki şekillerden ve olaylardan hareketle koruyucu ya da düşmanca olan güçlerin eylemlerini seçebiliyorlardı, onlar için bu güçler hiçbir zaman ilgisiz veya tamamen yabancı değillerdi.

Temelde, (benim anladığım manada) animizmin ortaya çıkış noktası, insanın kendi merkezî sinir sisteminin yoğun teleonomik işleyiş biçiminden anladığı şeyi, cansızların dünyasına da yansıtmasıdır. Başka bir deyişle, doğal olguların, öznel, bilinçli ve tasarlama kabiliyetine sahip insan faaliyeti ile aynı şekilde, aynı "yasalarla" açıklanabilir olduğu ve açıklanması gerektiği hipotezidir. İlkel animizm tamamen saflıkla, içtenlikle ve kesinlikle bu hipotezi dile getirip, asırlarca sanatı ve şiiri beslemiş, doğayı zarif ve korkutucu mitoslarla açıklamıştır.

Çocukluğun uyandırdığı şefkat ve saygı hissiyatıyla bile olsa, bunun karşısında gülümsersek haksız sayılırız. Modern çağda, doğayı yorumlama biçimimizde bu öznellikten vazgeçmiş olduğumuza inanabilir miyiz? Animizm, İnsan ve Doğa arasında derin bir bağ kuruyordu. Bu bağ olmadan, arada sanki ürkütücü bir yalnızlık uzanıyordu. Nesnellik ön kabulü buna zorluyor diye, bu bağı kesip atmalı mıyız? 17. yüzyıldan beridir, bu "eski bağın" kopmaması ve tazelenmesi için, düşünce tarihinin en parlak zekâlarından çıkan muazzam bir gayret söz konusudur. Leibniz'in yüce teşebbüslerini ya da Hegel'in diktiği devasa ve ağır yapıyı bir düşünelim. Ancak idealizm, kozmik bir animizmin tek sığınağı olmaktan uzaktı. Kendile-

rini, bilimsel temeller üstüne kurmuş olduklarına inanan veya öyle olduğunu iddia eden birtakım ideolojilerin arkasında, az çok saklı bir biçimde, animist bir yaklaşım görebiliyoruz.

Bilimsel İlerlemecilik

Teilhard de Chardin'nin biyoloji felsefesi, bilimsel çevrelere kadar uzanan şaşırtıcı bir başarı ile karşılaşmasaydı, üstünde durulmaya değmezdi. Bu başarı, bağı tekrar oluşturma ihtiyacımıza ve endişe hissiyatına tanıklık etmekte. Hakikaten de, Teilhard bağı doğrudan oluşturuyor. Tıpkı Bergson'nun felsefesinde olduğu gibi, onun da felsefesi ilksel bir evrim ön kabulüne dayanır. Ama Bergson'nun aksine, evrimsel kuvvetin, en temel yapı taşını oluşturan parçacıklardan galaksilere kadar her şeye etki ettiğini kabul eder: "hareketsiz" bir madde yoktur, dolayısıyla maddenin ve yaşamın arasında da özlerine dair bir ayrım yapılamaz. Bu bakış açısını "bilimsel" bir şekilde sunma arzusu, Teilhard'ı, felsefesini yeni bir enerji tanımı üstüne kurmaya itti. Bu enerjinin dağılımı, bir şekilde, iki vektör üstünden sağlanmakta, birincisi (sanırsam) "alışılmış" enerji, diğerine gelince, evrimsel ilerleme* kuvvetine denk gelen enerji. Buna göre, biyosfer ve insan bu ruhsal enerji vektörü boyunca ilerleyen edimsel ürünleridir. Evrim, tüm enerji bu vektöre göre yoğunlaşana dek devam eder: bu noktaya da ω denir.

Teilhard'ın mantığının şüpheli, üslubunun ise sıkıcı olmasının yanı sıra, onunla tamamıyla fikir birliği içinde olmayanların bile takdir ettiği, şairane bir büyüklüğü vardır. Kendi adıma, felsefesindeki açıklık eksikliği ve entellektüel açıdan ciddiyet yoksunluğu, hayret vericidir. Daha çok, ne pahasına olursa olsun bir şeyleri birbirleriyle uyuşturmak ve uzlaşmaya varmak adına sistematik bir şekilde hoş görünme çabası gözüme çarpıyor. Belki de Teilhard'ın, Pascal'ın 3 asır önce teolojik gevşeklikle suçladığı tarikattan olması da boşuna değildir.

Doğayla kurulan eski animist bağın tekrar sağlanması veya insanın ve biyosferin evriminin kesintisiz bir şekilde tüm

---

* Yükselme anlamına gelen 'ascendance' terimini Türkçeye 'ilerleme' olarak çevirmeyi uygun gördük – yn.

kozmosun evrimiyle devamlılık içinde oluştuğunu gösteren yeni evrensel bir kuramla bu bağın tekrar oluşturulması fikri, elbette Teilhard tarafından keşfedilmiş değildi. Bu aslında tam da 19. yüzyılda ortaya çıkmış bilimsel ilerlemeciliğin ana fikriydi. Bunu Spencer'ın pozitivizminin veya Marx ve Engels'in diyalektik maddeciliğinin merkezinde bile buluyoruz. Spencer'a göre, çeşitlilik, uyumluluk, özelleştirme, düzen yaratabilmek için tüm evrende etkisini gösteren, bilinmeyen ve *bilinmesi imkânsız* kuvvet, Teilhard'ın "ilerleme (yükselme)" enerjisiyle tam olarak aynı rolü üstlenmekte: insanlık tarihi, kozmik evrimin bir parçası olan biyolojik evrimin bir uzantısını oluşturur. Bu tek ilkeye göre insan, yazgısının ona bahşettiği gibi, ilerlemesinin yarattığı güven duygusuna güvenerek, en sonunda evrendeki seçkin ve zorunlu yerini bulmuştur.

Spencer'ın farklılaştırıcı kuvveti (tıpkı Teilhard'ın ilerleme enerjisi gibi), aslında animist tasarıyı temsil etmektedir. Doğaya bir anlam kazandırması ve insanın ondan dipsiz bir uçurumla ayrılmaması için, şifresini çözüp, anlaşılır kılabilmek amacıyla, ona *bir tasarı sağlamak gerekti*. Bu tasarıyı besleyecek bir ruh bulamayınca, doğada ilerlemeyi sağlayan, evrimci bir "kuvvet" olduğunu düşünüp, nesnellik ön kabulü bir kenara atılmakta.

Diyalektik maddecilikte animist tasarı

19. yüzyıldaki bilimci ideolojilerin içerisinde, yandaşlarının oluşturduğu oldukça geniş çemberin çok ötesinde, halen derin bir etki yaratan en güçlü ideoloji, şüphesiz Marksizm'dir. Marx ve Engels'in, toplumsal öğretilerinin yapısını doğa yasaları üstüne kurmayı arzu ederek, Spencer'dan daha açıkça ve kesin bir kararlılıkla, "animist tasarıcılığa" başvurmaları özellikle anlamlıdır.

Marx'ın, Hegel'in idealist diyalektiğini, ünlü "tersine çevirmesini" ve yerine diyalektik materyalizmi ortaya koyuşunu, başka türlü yorumlamak bana imkânsız görünüyor.

Hegel'in ön kabulü, evrenin evrimini yöneten en genel yasaların diyalektik yasalar olduğudur. Bu ön kabul, yalnızca tinin

gerçek ve kalıcı olduğunu düşünen bir sistemin tam da merkezindedir. Tüm olaylar, tüm olgular, kendi üstüne düşünen bir düşüncenin kısmi olarak, farklı şekillerde belirme biçimleriyse, o halde düşünme hareketinin öznel deneyimin içerisinde, evrensel yasaların kendilerini en aracısız şekilde ifade edişini aramak haklı bir eylemdir ve düşüncenin gelişmesi diyalektik bir süreç olduğuna göre, tüm doğayı yöneten yasalar da "diyalektik yasalar"dır. Ancak bu öznel "yasaları" oldukları halleriyle tümüyle maddeci bir evrenin yasaları varsaymak, tam anlamıyla animist bir tasarıyı ortaya koymaktır ve başta nesnellik ön kabulünü terk etmek olsun, bunun bütün sonuçlarını göze almaktır.

Ne Marx ne de Engels, diyalektiğin tersine çevrilmesinin mantığını, onu doğrulamak üzere ayrıntılı bir şekilde incelemiştir. Fakat Engels'in gösterdiği pek çok örnekten hareketle (*Anti-Dühring*'de ve *Doğanın Diyalektiği*'nde), diyalektik materyalizmin kurucularının derin düşüncesini yeniden inşa etmeye çalışabiliriz. Temel hareket noktaları şunlar olurdu:

1. Maddenin varoluş biçimi harekettir.

2. Maddenin toplamı olarak tanımlanan evren, tek var olan olup, daimi olarak evrimleşmektedir.

3. Evren hakkındaki tüm doğru bilgiler, bu evrimin anlaşılmasına katkıda bulunanlardır.

4. Fakat bu bilgi ancak insanla madde (daha doğrusu maddenin "kalanı") arasındaki, kendisi de evrimleşen ve evrime sebep olan etkileşimden hareketle elde edilebilir. O halde, tüm doğru bilgiler, "pratik" olanlardır.

5. Bilinç bu bilişsel etkileşime katılır. Bunun sonucunda, bilinçli düşünce evrenin kendi hareketini yansıtmaktadır.

6. O halde, düşünce evrenin bir parçası ve yansımasıysa, ayrıca evrenin hareketi de diyalektik bir hareketse, o halde evrenin evrim yasasının kendisinin de diyalektik olması gerekir. Bu da, doğal olgulardan söz edildiği vakit, çelişme, olumlama ve olumsuzlama gibi terimlerin kullanılmasını anlaşılır ve meşru kılar.

7. Diyalektik yapıcıdır (tam da üçüncü "yasa" sayesinde). O halde evrenin evrimi de ilerleyen (yükselen) ve yapıcı olan bir

evrimdir. Kendini en iyi ifade ediş biçimi, bu evrimin zorunlu ürünleri olan, insan toplumu, bilinç ve düşüncedir.

8. Diyalektik materyalizm, evrenin yapılarının evrimsel özüne vurgu yaparak, klasik mantığın üstüne kurulu, sadece, değişmedikleri düşünülen nesneler arasındaki mekanik etkileşimi kabul eden ve bu yüzden de evrimi hayal edemeyen 18. yüzyıl materyalizmini radikal olarak aşar.

Bu yeniden inşa etme biçimimize karşı çıkılabilir ve Marx'la Engels'in hakiki düşüncesiyle bağdaştığı kabul edilmeyebilir; ama bunlar toplamda ikincil olarak ortaya çıkanlardır. Bir ideolojinin etkileri, takipçilerinin zihinlerinde oluşmuş ve onu sürdürenlerin yükledikleri anlamlarda görülür. Sayısız metin, çıkardığımız özetin tamamen meşru olduğunu ve en azından materyalizmin "vulgatası"* sayılabileceğini göstermektedir. Kaleme alan kişinin modern biyoloji alanında ünlü bir biyolog olmasıyla, çok manidar bir metine atıfta bulunacağım. J.B.S. Haldane, *Doğanın Diyalektiği*'nin İngilizce çevirisinin ön sözünde şunları yazar: "Marksizm, bilimi iki yönüyle ele alıyordu. İlk olarak, Marksistler bilimi diğer insani faaliyetler arasında sayıyorlardı. Bir toplumun bilimsel faaliyetinin, o toplumun ihtiyaçlarına, bunların evrimleştiği yöne ve bilimin değiştirdiği üretim yöntemlerine ne şekilde bağlı olduğunu gösterirler. Diğer yandan, Marx ve Engels bilimi ikinci yönüyle ele aldıklarında, toplumun değişiminin analizi ile sınırlı kalmıyorlardı. *Diyalektik*'te, değişimin genel yasalarını keşfediyorlar, yalnızca toplumda veya insan düşüncesinde meydana gelen değişimi değil, ama *insanın düşüncesi tarafından yansıtılan* dış dünyanın da değişiminin yasalarını buluyorlardı. Bu, diyalektiğin "saf" bilimsel sorunlarına uygulanabileceği gibi, bilimin sosyal ilişkilerine de uygulanabileceği manasına gelmektedir.".

"İnsan düşüncesi tarafından yansıtılan" dış dünya: işte mesele tam da budur. " Baş aşağı etme" mantığı, bu yansımanın, dış dünyanın az çok sadık bir kopyası olmasından daha fazlasını bekliyor elbette. Diyalektik materyalizm için, "Ding

---

* İncilin 4. yüzyıldaki Latince çevirisi – yn.

an sich"tin, şeyin ya da kendinde fenomenin değişime uğramadan, azalmadan ve özellikleri arasında yapılmış bir elemeye tabii olmadan, bilincin seviyesine ulaşılması kaçınılmazdır. Dış dünyanın bilinçte olduğu haliyle olması gerekir, yapıları ve hareketinin[3] toplam bütünlüğüyle birlikte.

Hiç şüphesiz, bu bakış açısına Marx'ın kendi metinleriyle karşı çıkabiliriz. Diyalektik materyalizmin mantıksal tutarlılığı için vazgeçilmez olduğu kesindir, tıpkı takipçileri için öyle olduğu gibi ve zaten Marx ve Engels bunu kendileri de gayet iyi görmüşlerdi. Diyalektik materyalizmin, yine Marx'ın inşa etmiş olduğu sosyo-ekonomik yapıttan görece geç bir tarihte eklendiğini unutmayalım. Tarihsel materyalizmi, doğanın kendi yasalarını temel alan bir "bilim"e dönüştürmeyi hedefleyen bir ekleme.

"Mükemmel ayna" üstünde bu kadar keskin bir biçimde durulması, materyalist diyalektikçilerin derhal "idealist" veya "Kantçı" olarak sınıflandırılacak her çeşit epistemolojik eleştiriden hırsla kendilerini ayrı tutmalarını anlatıyor. Bu tepkiyi bir yere kadar anlayabiliriz, birinci büyük bilimsel patlamanın olduğu dönemde yaşamış, 19. yüzyıl insanlarının tepkisi bu. Bilim sayesinde, insanın doğayı sahiplendiği ve onun özünü doğrudan ele geçirdiği pekâlâ düşünülebilirdi. Örneğin hiç kimse, yerçekiminin doğanın kendisinden, özel alanının en derinliklerinden gelen bir yasa olduğundan şüphe etmiyordu.

3 Burada Henry Lefebvre'in metnine atıfta bulunalım (*Le Matérialisme dialectique*, PUF, Paris, 1949, p.92): "Diyalektik, aklın içerisindeki bir hareket olmaktan çok uzaktır. O, akıldan önce de, varlığın kendisinde bir gerçeklik olarak vardı. Akla kendini dayatır. Öncelikle en basit ve en soyut hareketi inceleyeceğiz yani en çıplak düşünceyi. Böylece en genel kategorileri ve onlara bağlı zincirleme giden diğer kategorileri keşfedebiliriz. Sonra bu hareketi somut harekete bağlamamız gerekir, yani verili olan içeriğe; o zaman görürüz ki içeriğin ve varlığın hareketi, bizler için, diyalektik yasaların içerisinde aydınlanır. Düşüncelerde meydana gelen çelişkiler yalnızca düşünceden, onun zayıflığından ya da onun kesin tutarsızlığından ileri gelmez; içerikten de gelir. Onların zincirleme olarak bağlanmaları, içeriğin toptan hareketine doğru yönelir ve onu bilinçle muhakemenin seviyesine yükseltir.

Eleştirel bir epistemolojinin zorunluluğu

Bilindiği gibi, 20. yüzyıldaki ikinci bilimsel çağ için, bilginin kaynaklarına yapılan bir geriye dönüş gerekiyordu. 19. yüzyılın sonlarından itibaren, bilginin nesnelliğin şartı olarak, eleştirel bir epistemolojiye duyulan mutlak gereksinim aşikârdı. Artık bu eleştiriyi yapmak yalnızca filozofların işi değildi, bilim adamları da teorik örgülerini yaparken bunu göz önünde bulundurmak durumundaydılar. Görelilik teorisinin ve kuantum mekaniğin geliştirilmesi ancak bu şartlar altında mümkündü.

Diğer yandan, nörofizyoloji ve deneysel psikoloji alanlarındaki gelişmeler, sinir sisteminin en azından bazı yönlerini tanıtmaya başladı. Merkezî sinir sisteminin bilince önceden belirlenmiş kurallara göre, yalnızca kodlanmış, dönüştürülmüş, sınırlandırılmış bir bilgiyi aktardığını bilecek kadar yeterli bir bilgimiz var: her şeyin, basitçe bir alma ve bir araya getirme işleminden geçmediğini; ama bilginin benzetilerek elde edildiğini söyleyebiliriz.

Böylelikle, görüntüyü tersine bile çeviremeyen, kusursuz saf bir aynanın yansıması savına bugünden bakıldığında, hiç olmadığı kadar savunulamaz görünür. Aslında bu savın meydana getirebileceği karışıkların ve manasızlıkların göze çarpması için, 20. yüzyılın bilimsel gelişmelerini bekleme zorunluluğu yoktu. Buna daha önceden karşı çıkmış zavallı M. Dühring'in fenerini daha da aydınlatmak için, Engels doğal olguların diyalektik yorumu için çok sayıda örnek önerdi.

Diyalektik materyalizmin epistemolojik başarısızlığı

Üçüncü yasaya örnek teşkil eden meşhur arpa tohumu örneğini hatırlayalım: "Bir arpa tohumu ona uygun gelen şartlarda bulunursa, sıcaklığın ve nemin etkisiyle onda belirli değişimler meydana gelir, filizlenmeye başlar: tohum olduğu halden çıkar, yadsınır, ondan çıkan bitki onun yerini almış olur, tohumun yadsınması söz konusudur. Peki, bu bitkinin hayat boyu izlediği normal yol nedir? Büyüyor, çiçek açıyor, doğurgan oluyor ve yeni arpa tohumları üretiyor, bunlar olgunlaştıkları anda soluyor,

yani o da yadsınmış oluyor. Bu yadsımanın yadsıması sonucunda, geriye yine arpa tohumu kalmış oluyor, üstelik yalnızca bir tanesi değil, on, yirmi, otuz kat daha fazlası."

"Dahası", diyor Engels, "...matematikte daha da ileri gidebiliriz. Herhangi bir cebirsel sayı alalım, mesela a. Tersini alırsak, -a'ya dönüşür. Bu işlemin tersini alalım, –a'yı, -a ile çarparsak a^2 olur, yani ilk halinin pozitif büyüklüğü; ama bir derece fazlasıyla..." vs.

Bu örnekler, özellikle diyalektik yorumların "bilimsel" kullanımlarının yol açtığı epistemolojik felaketin büyüklüğünü gösteriyor. Modern materyalist diyalektikçiler bu tarz hatalara düşmemeye özen gösteriyorlar. Tüm hareketin, tüm evrimin "temel yasası" olarak diyalektik çelişkiyi kabul etmek, doğada ileriye dönük, yapıcı, yaratıcı bir tasarıyı keşfetmeyi sağlayacak, öznel bir yorumunu sistemli hale getirme çabasından daha farklı değildir; mesele doğayı artık çözülebilir hale getirmek ve ahlaki olarak anlamlandırmak. Ne kadar kılık değiştirmiş olursa olsun, "animist tasarı" her zaman tanınır bir haldedir.

Bu yorum bilime yabancı olduğu gibi, ayrıca bilimle uyuşmazlık içindedir. Bu durumu da, materyalist diyalektikçilerin her defasında saf "teorik" lafazanlıklarıyla, görüşlerini ortaya koyup deneysel bilimin yollarını aydınlatma girişimlerinde görürüz. Engels'in kendisi de (ki kendi döneminin bilimini derinlemesine bilirdi), diyalektik namına çağının iki büyük keşfini kabul etmedi: termodinamiğin ikinci prensibini ve (Darwin'e duyduğu büyük hayranlığa rağmen) evrimin tamamen seçilime dayandığı yorumunu. Aynı ilkeler doğrultusunda Lenin, Mach'ın epistemolojisine saldırıyordu, hem de ne şiddetle; daha sonraları Jdanov, Rus filozoflara "Kopenhag ekolünün Kantçı şeytanlıklarına" saldırmalarını emrediyordu; Lyssenko, diyalektik materyalizmle uyuşmayan dolayısıyla da yanlış olan bir teori için, genetikçileri suçluyordu. Rus genetikçiler inkâr etmelerine rağmen, Lyssenko kesinlikle haklıydı. Nesiller boyunca, kalıtımın ve de hatta melezleşmenin değişmeyen belirleyicisi olarak gen teorisi gerçekten de diyalektik ilkeyle uzlaşacak gibi değildi. Tanım gereği, gen teorisi idealist

bir teoridir; çünkü değişmezlik ön kabulünün üstüne kuruludur. Bugün genin yapısını ve değişmezliğinin kendini üretme mekanizmasını biliyor olmamız hiçbir şeyi kolaylaştırmıyor, çünkü modern biyolojinin açıklama biçimi, tam anlamıyla mekaniktir.

Collège de France'ta verdiğim açılış dersimle ilgili yapmış olduğu ciddi yorumda Althusser'in belirttiği gibi, en iyi ihtimalle, bir kere daha, mekanik olarak açıklama yapan "bayağı materyalizmden" hareketle oluşturulmuş ve sonuçta "nesnel bir şekilde idealist" hale gelmiş bir görüş söz konusudur.

İnsan merkezci yanılsama

Bu çeşitli ideolojileri ve savları çok yüzeysel ve eksik bir şekilde eleştirdim. Kısmi olduğu için, anlattığım manzaranın görüntüsünü bozmuş olduğum düşünülebilir. Bu görüşlerin, sadece biyolojiyle ilgili ve özellikle değişmezlik ve teleonomi arasındaki ilişkiyi nasıl ele aldıklarıyla ilgili, ne içerdiklerini ve ne kabul ettiklerini göstermeye çalıştığımı belirterek kendimi savunmaya kalkışabilirim. Hepsinin, istisnasız olarak, teleonomik bir başlangıç ilkesini, ya yalnızca biyosferin ya da bütün evrenin evriminin ilk hareket motoru kabul ettiklerini görüyoruz. Modern bilimsel savların gözünde, tüm bu görüşler yanlıştır ve bu yalnızca yöntemleri yüzünden değil (çünkü hepsi bir şekilde nesnellik ön kabulünü yok sayar), fakat 6. bölümde de üstünde duracağımız gibi olguları değerlendirme biçimleri ile ilgili olarak doğru değillerdir.

Bu hataların kaynağında elbette insan merkezci yanılsama yatıyor. Güneş merkezli teorinin, hareketsizlik kavramının, nesnellik ilkesinin, bu eski yanılsamayı yok etmek için yeterli gelmeleri mümkün değildi. Evrim teorisi bu yanılsamayı yok etmediği gibi, insanı evrenin merkezi değil de, bilakis, doğal olarak, tüm zamanların beklenilen mirasçısı kabul ederek, bu yanılsamaya yeni bir gerçeklik katmıştır. En sonunda, artık Tanrı ölebilirdi ve onun yerine bu devasa ve yeni yanılsama konabilirdi. Bilimin son amacı artık, biyosfer ve insan dâhil olmak üzere gerçekliğin tamamını ele alan, az sayıda ilkeler üstüne kurulu birleşik bir teori oluşturmak olacaktı. İşte, 19.

yüzyılın bilimsel ilerlemeciliği bu coşku yaratan kesinlikten beslenmekteydi. Materyalist diyalektikçilerin sonunda oluşturmuş olduklarını düşündükleri birleşik teori.

Engels'in ikinci prensibi açıkça kabul etmemesinin sebebi, bu prensibin, insanın ve düşüncenin, evrensel bir soyun zorunlu olarak oluşmuş ürünleri oldukları kesinliğine saldırıyor gibi görünmesidir. Bunu *Doğanın Diyalektiği*'nin (*La Dialectique de la Nature*) giriş kısmında yapması ve insan ırkına veya en azından "düşünen beyne" sonsuza kadar geri dönüşü vaat eden tutkulu evrensel öngörüyü, bu temaya bağlaması oldukça manidardır. Hakikaten de, insanlığın en eski mitlerinden birine geri dönüş söz konusudur[4].

Biyosfer: İlk ilkelerden indirgenemez tekil bir olay

Evrim teorisi üstüne kurulu, insan merkezli yeni yanılsamanın etkisini kaybetmesi için 20. yüzyılın ikinci yarısını beklemek gerekti. Sanırım bugün, başarısı her ne kadar tam diye nitelendirilecek olursa olsun, biyosferi, yapısını ve evrimini kapsayacak, ilk ilkelerden *tümdengelimsel* olarak çıkartılabilecek evrensel bir teorinin mümkün olmadığını söyleyebiliriz.

4 "O halde bir şekilde, geleceğin bilgelerinin uzayda çevreye yayılan sıcaklığın, tekrar yoğunlaşıp yeniden aktif hale gelmek üzere, zorunlu olarak farklı biçimdeki bir harekete dönüşme olasılığını aydınlığa kavuşturacakları sonucuna varıyoruz. Böylece, akkor halindeki bulutsulara dönüşen ölü güneşlere karşı oluşan temel zorluk kalkmış oluyor. (...)
Fakat bu döngünün mekân ve zamandaki oluşumunun kendini yineleme hızı ve amansız şaşmazlığı ne olursa olsun; doğan ve sönen milyonlarca güneşlerin ve dünyaların sayısı kaç olursa olsun; bir güneş sisteminin içinde, yalnızca bir gezegende bile organik yaşamın kurulmasına imkân veren zaman dilimi ne kadar uzun olursa olsun; aralarında düşünme yetisine sahip bir beyin taşıyan hayvanların ortaya çıkıp kısa bir süre yaşama koşulları bulup da acımasızca tekrar yok olma sırası onlara gelinceye dek, her ne kadar sayısız organik varlığın daha önce ortaya çıkması ve yok olmaları gerekirse gereksin, tüm bu dönüşümlerde, maddenin sonsuza kadar aynı kaldığını kesinlikle biliyoruz. Maddenin hiçbir zaman hiçbir niteliği kaybolamaz ve bunun sonucu olarak, maddenin en yüce hali olan düşünen ruh kesin bir zorunlulukla yeryüzünden yok olsa bile, aynı zorunluluktan ötürü başka bir zamanda ve başka bir yerde yeniden doğmalıdır." Engels, Dialectique de la Nature, traduction Bottigelli, Editions Sociales, Paris, 1952, p. 45-46

Bu örnek, karanlık görünebilir. Aydınlatmaya çalışalım: Evrensel bir teori göreliliği, kuantum teorisini, maddeyi oluşturan parçacıklar teorisini kapsayabilmeli. Şüphesiz, birtakım başlangıç koşullarının düzenlenebilmesi şartıyla, evrenin genel evrimini öngören bir kozmoloji söz konusu olabilir. Fakat biliyoruz ki (Laplace'ın ve ondan sonra gelen 19. yüzyılın "materyalist" biliminin ve felsefesinin aksine), tüm bu öngörüler ancak istatistiksel olabilirler. Hiç şüphesiz, bu teori elementlerin periyodik cetvelini içerir; ama yalnızca her birinin var olma olasılıklarını belirtebilir. Aynı şekilde, galaksiler veya gezegenlerin sistemleri gibi nesnelerin ortaya çıkışını öngörebilir; ama şu nesnenin veya olayın, şu özel olgunun zorunlu varoluşunu kendi ilkelerinden indirgeyemez; bu ister Andromeda bulutsusu olsun, ister Venüs gezegeni, Everest Dağı veya dün geceki fırtına olsun, hiç fark etmez.

Genel olarak teori, belli nesnelerin veya olayların, sınıfların var olmalarını, özelliklerini ve aralarındaki ilişkileri öngörebilir; ama tabii ki, herhangi bir nesnenin var olmasını, onun ayırt edici özelliklerini veya kendine has herhangi bir olayı öngöremez.

Burada sunacağım sav, biyosferin öngörülebilir herhangi bir nesneyi ya da olguyu barındırmadığı; fakat başlangıç ilkelerinden *indirgenememesine* rağmen, yine de bu ilkelerle uyuşan tekil bir olay olduğu savıdır. Diğer bir deyişle, biyosferin öngörülemez olduğunu ileri sürüyorum.

Söylediklerimi iyi anlayalım. Canlıların, bir sınıf olarak, başlangıç ilkelerinden hareketle öngörülemez olduklarını söyleyerek, bu ilkelere göre *açıklanabilir* olmadıklarını, bir şekilde onların sınırlarının içinde olmadıklarını söylemiyorum. Sırf bunlara uygulanabilecek olan başka ilkelerin oluşturulması gerekmediğini de söylemiyorum. Benim gözümde biyosfer, şu elimde tuttuğum taşı oluşturan özel atom dizilişi her ne kadar öngörülemez ise, ne daha az, ne daha çok öngörülebilir değildir. Hiç kimse evrensel bir teorinin, bu özel atom dizilişinin varlığını öngörüp, kesinlikle söyleyememesine aldırış etmez; yalnızca bu hali hazırda var olan kendine has ve gerçek nesnenin, bu teori ile *uyum içinde* olması gerekir. Teoriye göre,

bu nesnenin var olma gibi bir ödevi yoktur; ama buna hakkı vardır.

Taş söz konusu olunca bu bizim için yeterli oluyor; ama kendimize sıra gelince, yeterli gelmiyor. Kendimize gelince, zorunlu, kaçınılmaz ve tüm zamanlar boyunca beklenmiş olmak istiyoruz. Tüm dinler, nerdeyse tüm felsefeler, hatta bilimin bir kısmı, insanlığın, kendi var olmasının zorunlu olmaması durumunun yarattığı çaresizliğe karşı gösterdiği bitmek bilmeyen üstün çabasının tanıklarıdır.

3

MAXWELL'İN CİNLERİ

Yapısal ve işlevsel teleonominin moleküler düzeydeki aracıları olarak proteinler

Teleonomi kavramı, yönlendirilmiş, tutarlı ve yapıcı bir faaliyet fikrini içerir. Bu kıstaslar doğrultusunda, proteinler canlıların teleonomik performanslarının temel moleküler düzeydeki aracıları olarak kabul edilmelidirler.

Canlı varlıklar kimyasal makinelerdir. Tüm organizmaların büyümesi ve çoğalması binlerce kimyasal tepkimenin tamamlanmış olmasını gerektirir ki böylece hücrelerin temel yapı maddeleri oluşturulmuş olsun. Bunu "metabolizma" diye adlandırırız. Bu metabolizma, her biri bir dizi tepkime içeren karşıt, eş yönlü veya çembersel çok sayıdaki "yollar" ile düzenlenmektedir. Bu mikro ölçekteki devasa kimyasal faaliyetlere yön veren, yüksek randımanlarını sağlayan, belirli bir katalizör işlevi gören çeşitli sınıflardan proteinler ve enzimlerdir.

Tıpkı bir makine gibi, tüm organizmalar, en basiti dâhil olmak üzere, tutarlı ve bütünlüğü olan işlevsel bir birlik oluştururlar. Çok açıktır ki, o kadar karmaşık ve bundan da öte otonom olan kimyasal bir makinenin işlevsel tutarlılığı, pek çok noktadaki kimyasal faaliyeti kontrol eden ve yöneten sibernetik bir sistemin müdahalesini gerektirir. Bu sistemlerin, özellikle de üstün organizmaların, yapılarını aydınlığa kavuşturmaktan henüz oldukça uzağındayız. Bununla birlikte, bugün pek çok sayıdaki elemanını biliyoruz ve tüm durumlarda kimyasal işaret detektörü işini gören "düzenleyici" proteinlerin temel aracılar oldukları su yüzüne çıkmaktadır.

Organizma kendi kendini inşa eden bir makinedir. Makro ölçekteki yapısı, dış kuvvetler tarafından belirlenmemiştir. İçinde bulunan yapılandırıcı etkileşimler sayesinde kendini otonom bir şekilde inşa eder. Gelişimin mekaniği konusunda bilgilerimiz yetersiz olmasına rağmen, şimdiden yapılandırıcı etkileşimlerin mikro ölçekte moleküler ve bu moleküllerin temelde de sadece proteinler olduklarını onaylayabiliriz.

Kimyasal makinenin faaliyetlerine yön veren, işlevindeki tutarlılığı sağlayan ve onu inşa edenler sonuç olarak proteinlerdir. Son bir incelemeyle, proteinlerin tüm teleonomik performansları, "stereospesifik" diye adlandırılan bir özellikten, diğer bir deyişle, moleküler yapılar tarafından belirlenen şekillerinden hareketle diğer molekülleri (proteinler de dâhil olmak üzere) tanıma özelliğinden kaynaklanır. Burada tam anlamıyla mikro ölçekte, ayırt eden ("bilen" değilse bile) bir özellik söz konusudur. Prensipte, bir canlının bütün teleonomik performanslarının ve yapılarının, hangisi olursa olsun, birkaç veya çok sayıdaki proteinin stereospesifik etkileşimlerinden hareketle incelenebileceği kabul edilebilir[1].

1 Burayı kasıtlı bir şekilde sadeleştirdim. DNA'nın bazı yapılarının görevlerini, teleonomik diye kabul etmek gerekir. Bunun dışında, bazı RNA'lar (ribonükleik asit), makinenin genetik kalıtım kodunu aktarmaya yarayan temel parçalara sahiptirler. (Bkz. Ek notlar, s.169) Bu arada birtakım belirli proteinler, bu mekanizmaya dahil olup, neredeyse her aşamada, proteinlerle nükleik asitler arasındaki etkileşimlere sebep olurlar. Tüm bu mekanizmalar üstüne konuşmaktan geri durmamız, teleonomik moleküler etkileşimlerin incelenmesini ve bunların genel olarak yorumlanmasını etkilemez.

Özel stereospesifik ayırt etmenin işlevinin nasıl olacağı, o proteinin yapısına ve şekline bağlıdır. Bu yapının kaynağını ve gelişimini tanımlayabileceğimiz ölçüde, yönlenmiş olduğu teleonomik performansın gelişimini ve evrimini de o denli bilebiliriz.

Bu bölümde, proteinlerin belirli katalitik işlevlerinden bahsedeceğiz, gelecek bölümde, düzenleyici işlevden ve 5. bölümde ise yapıcı işlevden bahsedeceğiz. İşlevsel yapıların kaynağı sorununa bu bölümde değinip gelecek bölümde incelemeye devam edeceğiz.

Gerçekten de bir proteinin işlevsel özelliklerini, kendine has yapısının ayrıntılarına girmeden de inceleyebiliriz (Aslında, bugün yalnızca on beş civarında proteinin uzaydaki yapılarını tüm detaylarıyla biliyoruz.)*. Bu arada, birtakım genel veriler hakkında hatırlatma yapmak zorunlu.

Proteinler çok iri moleküllerdir, moleküler ağırlıkları 10.000 ile 1.000.000 ve daha fazlası arası değişmektedir. Bu makromoleküller, "amino asit" sınıfına dahil, moleküler ağırlıkları yaklaşık 100 olan bileşimlerin kısmi polimerleşmesinden oluşurlar. Bu durumda, tüm proteinler, sayıları 100 ile 10.000 arasında değişen amino asit yapıtaşlarından oluşmaktadır. Bu arada, bu çok sayıdaki yapıtaşları, bakteriden insana kadar tüm canlı varlıklarda, yalnızca 20 değişik tür kimyasaldan oluşmaktadır[2]. Bileşimdeki bu tekdüzelik, canlıların makro ölçeklerde olağanüstü çeşitlikteki yapılarının, aslında derin ve bir o kadar da dikkat çekici mikro ölçeklerdeki yapılardan ve bileşimlerin oluşturduğu birliklerden meydana geldiği gerçeğinin, en çarpıcı örneklerinden biridir. Buna geri döneceğiz.

Genel şekillerinden hareketle, proteinleri iki ana sınıf olarak değerlendirebiliriz.

a) "Lifli" proteinler, çok uzun moleküllerdir. Canlılarda temel olarak mekanik bir rol oynarlar, tıpkı yelkenli bir geminin yelken donanımı gibi; ayrıca bu proteinlerden bazılarının (kasların) özellikleri epey ilginçtir, burada bundan söz etmeyeceğiz.

---

* Günümüzde çok daha fazla sayıda proteinin üç boyutlu yapılarını tam detaylarıyla biliyoruz – yn.

2 *Bkz.* s. 164-167

b) "Küresel proteinler", sayıca çok daha fazla olup, işlevleri gereği, çok daha önemli bir yere sahiptirler; amino asitlerin kısmi polimerleşmesinden meydana gelen proteinlerdeki lifler, çok karmaşık bir biçimde kendileri üstlerine doğru kıvrıktır ve böylece moleküle küreye benzer, tıkız bir yapı kazandırır.

En basiti de dâhil olmak üzere, tüm canlılarda çok sayıda değişik protein türleri bulunur. *Escherichia coli* bakterisi için (yaklaşık ağırlığı 5.10^{-13}gr. ve 2µ uzunluğunda), bu sayının yaklaşık 2.500 ± 500 olduğunu varsayabiliriz. Daha gelişmiş hayvanlar için, insan gibi örneğin, büyüklük değeri milyonlarla ifade edilen sayılara çıkabiliriz.

Bir organizmanın gelişimine ve performansına katkıda bulunan binlerce kimyasal tepkimeden her biri, özel bir enzim tarafından harekete geçirilir. Yalnızca biraz basitleştirerek bile, organizmadaki her enzimin, katalitik faaliyetini metabolizmanın sadece bir noktasında yerine getirdiğini kabul edebiliriz.*

Özel katalizör görevindeki enzimler

Her şeyden önce enzimler, eylemleri olağanüstü bir şekilde *seçebilme* özellikleri sayesinde, laboratuarlarda veya endüstride kullanılan biyolojik olmayan katalizörlerden ayrılırlar. Bu sonuncular arasında bazıları çok aktiftir, az miktarda olup çeşitli tepkimeleri büyük ölçüde hızlandırma yetisine sahiptirler. Fakat bu katalizörlerden hiç biri, eylem özgüllüğü açısından, en "sıradan" enzimin yanına bile yaklaşamaz.

Bu özgüllük iki yönlüdür:

1. Her enzim yalnızca bir tür tepkimeyi katalize eder.

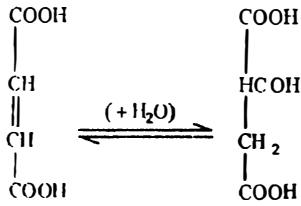
2. Enzimler, organizmada bulunan, bu tarz tepkimelere açık, bazen çok kalabalık olabilen moleküller arasından yalnızca birine karşı aktif olur.

Birtakım örnekler bu önermeleri aydınlatmama yardımcı olacaklardır.

Fümarik asidin malik aside hidratasyonunu (su eklenmesi) katalize eden (fumaraz isminde) bir enzim vardır.

---

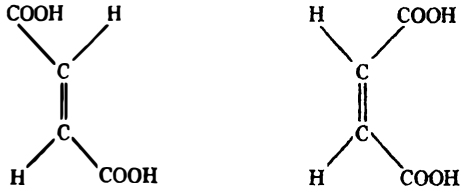
* 2000'li yıllarda bu konuda RNA'nın oynadığı rolün önemi keşfedilmiştir (*bkz.* '50 Soruda Yaşamın Tarihi', Deniz Şahin, Bilim ve Gelecek Yayınları) – yn.



Fümarik Asit Malik Asit

Bu tersinir (reversible) bir tepkimedir ve aynı enzim fümarik asidin malik aside dehidratasyonunu da [susuzlaştırma] katalize eder.

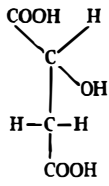
Ancak, fümarik asidin, kimyasal olarak aynı hidratasyonu kabul eden bir izomeri vardır: maleik asit. Enzim, bu ikincisi karşısında tamamen etkisizdir. Bunun dışında, bir bakışımsız karbonu olan malik asidin, asimetrik bir karbon içeren, iki optik izomeri vardır[3]:



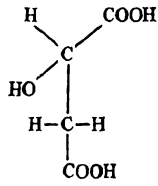
Fümarik Asit Maleik Asit

Ayna görüntüleri birbirlerine benzeri olan bu iki molekül, kimyasal olarak eşdeğerlidir ve uygulamada klasik tekniklerle ayrıştırılamazlar.

3 Bu yüzden, dört değişik gruplaşmaya bağlı bir karbon atomundan oluşan moleküller simetriden yoksundur. Bunlara "optik olarak etkin" denir. Çünkü polarize ışığın bu tür cisimlerden geçişi, polarizasyon düzlemine ya sola doğru (Levojir moleküller: L) ya da sağa doğru (Dekstrojir moleküller: D) döndürür.



L-Malik Asit



D-Malik Asit

Oysa enzim ikisini mutlak bir biçimde ayrıştırır. Gerçekten de:

1. Enzim yalnızca L-malik asidin suyunu alır ve bundan fümarik asit üretir.

2.Fümarik asitten sonra enzim yalnızca L-malik asit üretir, D-malik asit üretmez.

Enzimin, optik izomerler arasında yaptığı bu keskin ayrım, yalnızca enzimlerin sterik* özgüllüklerinin çarpıcı bir örneği değildir. Öncelikle burada, uzun bir zaman gizemli kalmış bir durumun açıklamasını buluyoruz. Simetrik olmayan pek çok kimyasal hücre ana maddeleri arasında (ki bunlar geneli teşkil etmektedir), genel kural olarak, iki optik izomerden yalnızca biri biyosferde temsil edilmektedir. İkinci olarak, Curie'nin simetrinin korunması üstüne olan genel ilkesine göre, optik olarak simetrik olan bir molekülden (fümarik asit), simetrik olmayan bir cismin elde edilmesi durumu aşağıdaki hususları zorunlu kılar:

1. Simetrik olmamanın "kaynağını" enzimin kendisi barındırmaktadır; o halde kendisinin optik olarak aktif olması gerekir ki durum tam da öyledir.

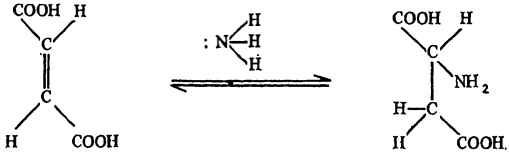
2. Alt yapının başlangıçtaki simetrisi, enzim aşamasında kaybolmalıdır. Bu durumda, hidratasyonun etkimesi, enzim ile alt yapı arasında geçici bir ortaklığın oluşturduğu "kompleksin" içinde yer almalı; böylesi bir bileşiğin içinde, fümarik asidin başlangıçtaki simetrisi elbette kaybolur.

"Stereospesifik kompleks" kavramı, enzimlerin özgüllüğünün ve katalitik faaliyetlerinin anlaşılması açısından merkezî

* uzamsal etki: atomların uzamda belli bir kaplaması ve birbirlerine çok yaklaştıkları zaman, Pauli etkisi ve Heisenberg belirsizlk ilkesi gereği birbirlerini itmesi – yn.

bir öneme sahiptir. Birkaç örneği tartıştıktan sonra, buna geri döneceğiz.

Başka hiçbir şeyi, özellikle de kendi geometrik izomeri olan maleik aside etki yapmaksızın yalnızca fümarik asidi etkileyen, aspartaz isminde bir başka enzim bulunmaktadır (bazı bakterilerde). Bu enzimin katalize ettiği "çift bağlantı üzerine eklenme" etkimesi, bir öncekine yakından benzemektedir. Bu defa, bir amino asit yani aspartik asit ortaya koymak için fümarik asit ile yoğunlaşan şey, bir su molekülü değil, bir amonyak molekülüdür:



Fümarik Asit

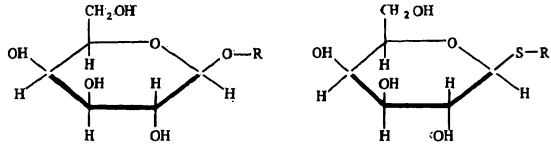
Aspartik Asit

Aspartik asit, asimetrik bir karbon barındırır: dolayısıyla optik olarak aktiftir. Bir önceki durumda da olduğu gibi, enzime dayalı olan tepkime tamamıyla, L serisine dâhil olan izomerlerden birini oluşturur. Buna "doğal" izomer denir; çünkü proteinlerin bileşimine dâhil olan tüm amino asitler, L serisine aittir.

O halde, bu iki enzim, yani aspartaz ve fümaraz, yalnızca optik ve geometrik izomerlerle, onların alt yapılarını ayırt etmekle kalmaz, bunun yanı sıra su ve amonyak moleküllerini de kesinlikle birbirinden ayırır. Böylece bize, bu moleküllerin de, içinde eklenme etkimesinin yer aldığı stereospesifik kompleksin bileşimine dâhil olduklarını ve de bu kompleksin içinde moleküllerin çok keskin bir şekilde birbirlerine göre konumlanmış olduklarını kabul etmek kalıyor. Eylemin özgüllüğü ve etkimenin stereospesifik oluşu, bu konumlandırmanın bir sonucudur.

Bu verilen örneklerde, enzime dayalı bir etkimenin aracısı olarak stereospesifik bir kompleksin varlığı yalnızca açıklayıcı bir hipotez yardımıyla çıkarılabilirdi. Bazı uygun durumlar-

da, bu kompleksin varlığı doğrudan gösterilebilir. Aşağıdaki A formülüyle yapısı gösterildiği gibi, moleküllerin hidrolizini özgül olarak katalize eden β-galaktosidaz enzimi için durum tam da böyledir:



(Bu formüllerde R herhangi bir yapıtaşını temsil etmektedir.)

Bu tür moleküllerin çok sayıda izomerleri olduğunu hatırlayalım (OH ve H gruplarının, 1'den 5'e kadar olan karbonlar üzerinde gruplaşmalarına bağlı olarak değişen 16 geometrik izomer ve bu izomerlerden her birinin optik taban-karşıtları vardır.).

Aslında enzim, tüm bu izomerler arasında keskin bir ayrım yapıp, aralarından yalnızca birini hidrolize eder. Hidrolize edilebilir bağdaki oksijenin yerine kükürt yerleştirilebilen formüllerde (yukarıdaki B grafiğinde görüldüğü gibi), dizide bulunan moleküllerin "sterik benzeşenlerini" sentezleyerek, enzimi "kandırmak" olanaklıdır. Kükürt'ün atomu, oksijeninkinden daha büyüktür ve aynı valansa sahiptir, bununla birlikte, her iki atom için valansların yönelimi aynıdır. O halde, bu kükürtlü türevlerin üç boyutlu şekli, pratik olarak bunların oksijenli benzeşenlerinin şekliyle aynıdır. Fakat kükürtle oluşturulan bağ, oksijenle kurulandan çok daha sabittir. Böylece bu moleküller enzim tarafından hidrolize edilemez. Bu arada, proteinle birlikte stereospesifik bir kompleks oluşturduklarını *doğrudan* gösterebiliriz.

Bu tarz gözlemler, hem kompleksin teorisini doğrulamakla kalmaz, bir de enzime dayalı bir etkimenin iki farklı aşamada gerçekleştiğini kabul etmemiz gerektiğini de gösterir:

1. Protein ve alt yapısı arasında stereospesifik bir kompleks oluşumu;

2. Bu kompleksin içerisinde bir tepkimenin katalitik etkinleşmesi; bu tepkimeyle, kompleksin yapısı doğrudan yönlendirilir ve özgül hale gelir.

Kovalent bağlar ve kovalent olmayan bağlar

Bu ayrım birincil öneme sahiptir ve moleküler biyolojinin en önemli kavramlarından birini oluşturmamı sağlar; ama bundan önce, bir kimyasal yapının sağlamlığına yardım eden değişik bağlantı türleri arasında iki farklı sınıf olduğunu hatırlamamızda yarar var:

a) Kovalent bağlar

b) Kovalent olmayan bağlar

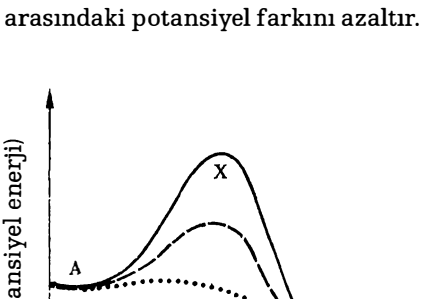
Kovalent bağlar (ki bunlara çoğunlukla sensu stricto " kimyasal bağ" denir), iki ya da daha çok atom arasındaki elektron yörüngelerinin paylaşılmasından meydana gelir. Kovalent olmayan bağlar, (elektronların yörüngelerinin paylaşımını içermeyen) birçok başka türdeki etkileşime bağlıdır.

Anlattığımız bu kısım için, diğer etkileşimlere etki eden fiziksel güçlerin doğasını açıklamaya gerek yok. Öncelikle, her iki bağ sınıfının, sağladıkları birleşme enerjilerinden ötürü birbirlerinden ayrıldıklarının altını çizelim. Bunu biraz daha sadeleştirerek anlatırsak, burada yalnızca sulu aşamadaki tepkimeleri ele aldığımızı vurgulayalım. Aslında kovalent bağlarda, bir tepkimede emilen veya serbest bırakılan ortalama enerjinin (her bağ için) 5-20 Kcal olduğunu söyleyebiliriz. Yalnızca kovalent olmayan bağlarda, ortalama enerji ise 1-2 Kcal'dir[4].

Kısmen de olsa, bu önemli ayrım "kovalent" ve "kovalent olmayan" yapılar arasındaki dayanıklılık farkını da açıklar. Fakat asıl sorun bu değildir, aslında sorun iki tür tepkimede işe karışan ve "etkinleştirme" enerjisi denilen enerjiler arasındaki

4 Bir bağın enerjisi, o bağı kırmaya yetecek olan enerjidir. Ancak, kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlarda bu bağların kırılmasından çok, bağların değiş tokuşu söz konusu olur. Bir reaksiyondaki enerji aşağıdaki değiş tokuşu sağlayan enerjidir:
AY + BX --> AX + BY
Dolayısıyla, bağı kırabilecek enerjiden azdır.

ayrımdadır. Bu kavram son derece önemlidir. Bunu açığa kavuşturmak için, moleküler bir topluluğu sabit bir durumdan başka bir sabit duruma sokan tepkimenin, daha yüksek bir potansiyel enerjiden son iki safhaya giden ara bir safha olarak görülmesi gerektiğini hatırlatalım. Çoğunlukla bu durum, aşağıdaki grafikle gösterilir. Burada, x-ekseni tepkimenin ilerlemesini, y-ekseni ise potansiyel enerjiyi gösterir. (Şekil 1.) Son safhalar arasındaki potansiyel enerji farkı, tepkimede açığa çıkabilecek olan enerjiye tekabül eder. Başlangıç safhası ile ara safha ("etkinleşen" dediğimiz) arasındaki fark, etkinleştirme enerjisidir. Bu, moleküllerin tepkimeye girebilmesi için onlara gereken *geçici* enerjidir. Birinci safhada kazanılan, ikinci safhada ise açığa çıkan bu enerji son yapılan termodinamik bilançoda gözükmez. Tepkimenin hızı ona bağlıdır, fakat etkinleştirme enerjisi daha yüksek olursa, olağan sıcaklıkta, pratikte hiçbir etkisi olmaz. Onu harekete geçirmek için ya ciddi oranda sıcaklığı arttırmak gerekir (ki bu da yeterli enerjiyi kazanmış molekül oranına bağlıdır) ya da bir katalizöre başvurmak gerekir. Katalizör, etkinleşmiş hali "sabitleme" işlevi görür ve bu hal ile başlangıç hali arasındaki potansiyel farkını azaltır.



A: Başlangıçtaki sabit hâl
B: Sondaki sabit hâl
X: Aradaki hâl, diğer iki sabit hâle göre daha yüksek potansiyel enerji
Dolu Çizgi: Kovalent tepkime
Kesikli Çizgi: Tepkimeyi başlatan enerjiyi düşüren katalizör eşliğinde kovalent tepkime
Noktalı Çizgi: Kovalent olmayan tepkime

Şekil 1: *Bir tepkime sırasında potansiyel enerjinin değişimini gösteren diyagram*

Fakat genellikle, ki bu önemli bir noktadır:

a) Kovalent bağlardaki etkinleştirme enerjisi yüksektir; düşük sıcaklıkta ve katalizörlerin yokluğunda hızları ya çok zayıftır ya sıfırdır;

b) Kovalent olmayan bağların etkinleştirme enerjisi, sıfır değilse de çok zayıftır; *düşük sıcaklıkta* ve *katalizör yokluğunda* kendiliğinden ve *çok hızlı* bir şekilde meydana gelirler.

Sonuç olarak, kovalent olmayan etkileşimler tarafından belirlenen yapılar, ancak *çoklu* etkileşimleri devreye sokarlarsa belli bir sabitliğe ulaşabilirler. Dahası, kovalent olmayan bağlar, ancak atomlar arası uzaklık zayıf olup da pratik olarak birbirleriyle sadece "bağlantıda" olduklarında, hatırı sayılır bir enerjiye ulaşırlar. Sonuç olarak, iki molekül (veya molekül alanı) kovalent olmayan bir birleşmeyi ancak her iki molekülün yüzeylerinde, birinin birçok atomunun diğerinin birçok atomuyla bağlantıya girmesini sağlayacak kadar *tamamlayıcı alanlar* olduğu sürece sağlayabilir.

Kovalent olmayan stereospesifik kompleks kavramı

Şimdi, enzimler ve altyapıları arasında oluşan kompleksin kovalent olmayan yapısını eklersek, bu komplekslerin neden zorunlu olarak stereospesifik olduğunu görebiliriz: çünkü bu, ancak enzim molekülü, tam olarak altyapı molekülünün şekline "tamamlayıcı" olabilecek bir alana sahipse mümkündür. Bu kompleksin içinde, altyapı molekülünün, enzim molekülünün alıcı yüzeyine bağlanması için, birçok etkileşim sayesinde zorunlu olarak çok belli bir şekilde yer aldıklarını da göreceğiz.

En sonunda, kovalent olmayan komplekslerin devamlılığının, kovalent olmayan etkileşimlerin *sayısına* göre çok geniş bir ölçekte değişebildiğini göreceğiz. Bu, kovalent olmayan komplekslerin çok değerli bir özelliğidir: denge durumları, yerine getirilen işlevle uyum sağlar. Enzim alt yapı kompleksleri çabucak oluşabilir ve bozulabilir; bu yüksek katalitik bir faaliyetin şartıdır. Gerçekten de, bu kompleksler çok kolayca ve hızlıca ayrışabilir. İşlevi süreklilik arz eden başka kompleksler, kovalent bir bağ ile aynı türde devamlılık sağlar.

Şimdiye dek enzime dayalı bir tepkimenin yalnızca birinci safhasından söz ettik: yani stereospesifik bir kompleksin meydana gelmesi. Bu kompleksin oluşmasının ardından katalitik

safhanın kendisi bizi uzun süre oyalamayacak çünkü bir önceki aşamada olduğu gibi, biyolojik açıdan, anlam ifade eden derin bir sorun teşkil etmiyor. Bugün, enzime dayalı katalizin, proteinin "özgül alıcısında" oluşan çeşitli kimyasal gruplanmaların indükleyici ve kutuplayıcı eylemlerinin sonucunda meydana geldiğini kabul ediyoruz. Katalitik etki, yalnızca bu özgüllükle açıklanmaz (ki bu özgüllük, altyapı molekülünün indükleyici grupları göz önünde bulundurarak, belli bir şekilde yer alışına bağlıdır), bir de, biyolojik olmayan katalizörlerin (H^+ ve OH^- iyonları gibi) eylemlerini anlatan benzer şemalarla açıklanabilir.

Stereospesifik kompleksin oluşumu, katalitik eylemi meydana getirerek, aynı anda iki işlevi yerine getiriyor gibidir:

1. Sterik yapısı sayesinde, belirlenen bir altyapının kesin bir şekilde *seçilmesi*;

2. Altyapının, indükleyici grupların katalitik etkilerini sınırlandıran ve belirleyen belli bir yönlendirmeye göre sunulması.

Kovalent olmayan stereospesifik kompleks kavramı, yalnızca enzimlere ve hatta sonradan göreceğimiz gibi, proteinlere ilişkin bağlamlarda kullanılmaz. Bu kavram, canlılara has bir özellik olan ve ikinci ilkenin belirlemiş olduğu kaderden görünürde kaçabilmelerine olanak tanıyan, karar verme ve seçilime bağlı ayrımcılık olanaklarını barındıran tüm olguların yorumlanmasında merkezî bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, fumaraz örneğini yeniden incelemek ilginç olabilir.

Fümarik asidin aminlenmesinde* organik kimya yöntemleri kullanıldığında, aspartik asidin iki optik izomerinin bir karışımı elde edilir. Buna karşın, enzim yalnızca L-aspartik asidin oluşumunu katalize eder. Bununla birlikte, bu ikili seçime tekabül eden (çünkü iki izomer vardır) bir bilgi getirir. Tam bu noktada, en temel düzeyde, canlılarda yapısal bilginin nasıl oluştuğunu ve dağıtıldığını görebiliriz. Tabii ki de enzim, stereospesifik alıcısının yapısında bu seçime neden olan bilgiyi barındırır. Fakat bu bilginin *genişletilmesi* için gerekli olan enerji enzimden ileri gelmez; enzim, olanak dâhilinde olan iki

* Bir amin grubunun organik moleküle dahil olma süreci – yn.

seçimden yalnızca birini gerçekleştirmek için tepkimeyi yönlendirirken, fümarik asit çözeltisinin oluşturduğu kimyasal potansiyelden yararlanır. Son kertede, her ne kadar karmaşık olursa olsun, hücrelerin sentezlenme faaliyetlerinin tamamı, aynı terimlerle yorumlanabilir.

***

Maxwell'in cini

Bu olgular, olağanüstü karmaşıklıkları ve önceden belirlenmiş bir programa göre etkili bir biçimde hareket etmeleriyle, sanki "bilinçli" denilebilecek işlevlerin hareketiyle yönlendirilmiş oldukları savını düşündürürler. Maxwell'in mikroskopik cinine atfettiği işlev tam da bu türdendir.

Hatırladığımız üzere bu cin, bir gazla doldurulmuş iki kapalı kabı birleştiren deliğe yerleştirilmiştir. Belli moleküllerin bir kaptan diğerine geçişini önleyen ideal bir mekanizmayı, enerji harcamaksızın işlettiği kabul edilir. Böylece cin, bir yöne yalnızca hızlı (yani yüksek enerjili) moleküllerin, diğer yöneyse yalnızca yavaş (yani düşük enerjili) moleküllerin geçmesini sağlayacak bir "seçim" yapabiliyordu. Bu öyle bir sonuç veriyordu ki, başlangıçta sıcaklıkları aynı olan kaplardan biri ısınırken, diğeri soğuyor ve bu sırada görünüşte hiç enerji harcanmıyordu. Her ne kadar kurgusal olursa olsun, bu deney fizikçileri sıkıntıya sokuyordu: sanki cin, bilinçli bir işlevi yerine getirerek, ikinci ilkeyi bozacak bir güce sahip gibi görünüyordu. Üstelik fiziksel açıdan bu bilinçli işlev ne ölçülebilir ne de açıklanabilir gözükmediğinden, Maxwell'in "paradoksu" işleme dayalı tüm analizlerin dışında kalacak gibi duruyordu.

Paradoksun anahtarı, Szilard'ın daha önceki bir çalışmasından esinlenen Léon Brillouin tarafından bulundu: cinin bilinçli bir işlevi yerine getirmesi için, belli bir oranda enerji kullanması zorunluydu.* Bu, sistemin entropisinde meydana gelen düşüşü, son kertede dengeliyordu. Gerçekten de, cinin mekanizmayı "bilerek" kapatabilmesi için, önceden her bir gaz molekülünün hızını *hesaplamış* olması gerekir. Oysa tüm he-

saplamalar, yani *bilgiyi elde etmenin* tüm yolları, enerji tüketen bir etkileşimi gerektirir.

Bu ünlü teorem, bilgi ile entropi azalması arasındaki denklikle ilgili modern bakış açısını oluşturan kaynaklardan biridir. Bu teorem bizi şu yönden ilgilendirir; mikro ölçeklerde, enzimler, bir düzeni oluşturan yaratıcı bir işlev meydana getirmektedirler. Fakat bu düzenin meydana gelmesi, gördüğümüz üzere, bedelsiz değildir; kimyasal bir potansiyelin kullanılması şartıyla meydana gelmektedir. En sonunda, enzimler uygulamakta oldukları programın belirlediği yönde, kimyasal potansiyeli toplamak suretiyle, Szilard ve Brillouin'nin elden geçirdikleri Maxwell'in cinine göre hareket etmektedirler.

Bu bölümde geliştirdiğimiz ana kavramı aklımızda tutalım: proteinler, başka moleküllerle beraber, *kovalent olmayan, stereospesifik* kompleksler oluşturabilme yetileri sayesinde, Maxwell'in cininin yaptığı gibi, "şeytani" işlevlerini yerine getirebilirler. Bir sonraki bölümde, canlıların en ayırt edici özelliklerinin son kertede yorumlanması olarak değerlendireceğimiz bu anahtar kavramın merkezî önemini örneklerle göstereceğiz.

---

* 1960 yılında ünlü fizikçi Landauer bazı ölçümlerin termodinamik olarak tersinir olduklarını ve bu yüzden entropiyi arttırmadıklarını gösterdi. Ancak ölçümlerin silinmesinin zorunlu olduğunu söyledi ve 1982'de Bennett bu silme işleminin entropideki gerekli artışı karşıladığını ispatladı – yn.

4

Mikroskopik Sibernetik

Hücrelerden oluşan makinenin işlevsel tutarlılığı

Kendine has özelliği göz önüne alındığında, "klasik" bir enzim (bir önceki bölümde örnek gösterilen enzimde olduğu gibi) tamamen bağımsız işlevsel bir birimden meydana gelir. Bu "cinlerin" "bilinçli" işlevleri belirli bir alt yapıyı tanımakla sınırlanmaktadır, hücrenin kimyasal makinesinin diğer tüm molekülleri ve içinde meydana gelen tüm olaylar bu sınırın dışında kalmaktadırlar.

Enzimler birbirlerine hizmet ederek tutarlı bir sistem meydana getiriyor olmasalardı, hücre metabolizması üstüne hâlihazırda bildiklerimizi özetleyecek bir şemanın basitçe incelenmesi, yalnızca bir enzimin görevini en mükemmel şekilde yerine getirmesiyle oluşan faaliyetlerin toplamının kargaşa yaratmaktan başka bir şey yapmayacağını ortaya koyardı.

Oysa elimizde, en "basitinden" en "karmaşığına" tüm canlıların kimyasal makinelerinin ne kadar etkili olduğunun kanıtları var.

Tabii ki uzun zamandır hayvanların organizmalarının performanslarını düzenleyen sistemlerin varlığından haberdarız. Bu sistemler organlar ve dokular arasındaki yani sonuç olarak *hücreler* arasındaki düzeni sağlar. Her hücrenin içinde, hücreler arası kimyasal makinenin işlevsel tutarlılığını sağlayan, nerdeyse hücre kadar karmaşık (daha çok değilse de), sibernetik bir ağ olduğunu da biliyoruz. Bunlar en fazla son yirmi senenin veya son beş on senenin araştırmalarının ortaya koyduğu sonuçlardır.

Henüz metabolizmayı yöneten sistemin bütününü tamamıyla incelemiş olmamıza ve organizmanın gelişimini, hatta en basit hücrelerin, yani bakterilerin bölünmesini gerçekten tanımamıza daha uzun bir yol var*. Fakat bu sistemin bazı bölümlerinin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi sayesinde, işleyişinin ilkelerini bugün oldukça iyi biliyoruz. Bu bölümde bu ilkeler üstünde duracağız.

Düzenleyici proteinler ve düzenlemenin mantığı

Temel sibernetik işlemlerin, kimyasal bilgiyi bulmak ve toplayıp bir araya getirmek için uzmanlaşmış proteinler tarafından sağlandığını göreceğiz.

Bu düzenleyici proteinler arasında bugün en iyi bilinenleri, "allosterik"** denen enzimlerdir. Bu enzimler, "klasik" enzimle-

---

* Enzimin şekil değiştirmesine göre etkinlik değişir. Kitabın yazıldığı tarihten bu yana biyokimya, genetik, fizyoloji ve moleküler biyoloji alanlarında çok önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Yazarın belirttiği ve o zaman için henüz bilinmeyen hücre düzeyindeki tepkimelerin, hepsi değilse bile, pek çoğu açıklığa kavuşmuştur. Genetik alanında gerçekleşen büyük ilerlemelerin sonucunda, bir kişinin genomunun sahip olduğu 20 000-25 000 genin tanımlanmasını amaçlayan ve 1990 yılında başlatılan *Human Genome Project* 2003 yılında tam bir insan genomunun deşifre edildiğinin açıklanmasıyla önemli bir başarı elde etmiştir – yn.

** Yunanca allos (farklı, diğer) ile steric (bir molekül içindeki atomların mekansal düzeni) kelimelerinin birleşmesinden oluşur. Bir enzimin hızını, işleyişini etkileyen ve ürünüyle doğrudan ilişkili olmayan maddeleri tanımlar – yn.

re nazaran, onları ayrı kılan özellikleri sebebiyle farklı bir sınıf oluşturmaktadırlar. Klasik enzimler gibi, allosterik enzimler de belirli bir altyapıyı tanıyıp onunla birleşerek, onun bir ürüne dönüşmesini sağlarlar. Bunun ötesinde, bu enzimler bir veya birçok *başka* bileşiği tamamen tanıma özelliğine sahipler. Bu bileşiklerin bir proteinle (stereospesifik özellik sayesinde) birleşmesi değişikliklere sebep olur, yani bazı durumlarda, altyapı karşısındaki proteinin eylemini arttırması ya da engellenmesi söz konusudur.

Bugün bu türde etkileşimlerin (allosterik etkileşimlerin), düzenleyici ve koordinasyonu sağlayıcı işlevleri sayısız örnekle kanıtlanmıştır. Bu etkileşimleri, varolan tepkime ile ona hizmet eden "allosterik sağlayıcıların" metabolik kaynağı arasındaki ilişkilere bakarak birkaç "düzenleme tarzına" göre sınıflandırabiliriz. Başlıca düzenleme tarzları aşağıdaki gibidir (Şekil 2).

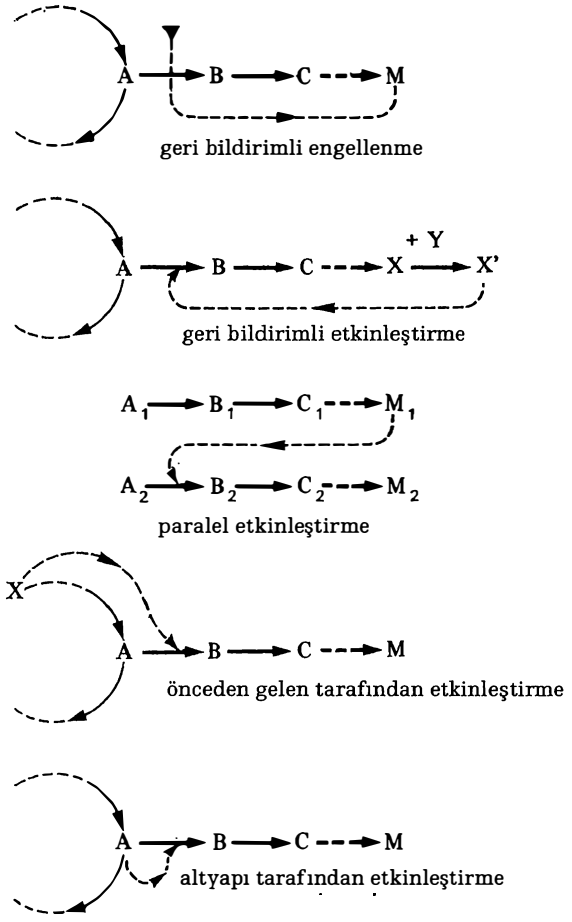
1. Geri bildirimli engellenme: Temel bir metabolite[1] ulaşmış bir dizinin (örneğin proteinlerden veya nükleik asitlerden oluşmuş), birinci tepkimesini katalize eden enzim, dizinin sonuncu ürünü tarafından ketlenir. O hâlde, bu metabolitin hücrelerarası yoğunlaşması, kendi sentezinin hızını yönetiyor demektir.

2. Geri bildirimli etkinleştirme: Enzim, metabolitteki yıkım sonucu ortaya çıkan bir ürün tarafından harekete geçirilir. Bu durum, yüksek kimyasal potansiyeli sayesinde metabolizmada enerji kaynağı oluşturan metabolitler için sık görülen bir durumdur. Bu düzenleme tarzı, kimyasal potansiyeli, uygun bir seviye olarak önceden belirlenmiş bir seviyede tutmaya yaramaktadır.

3. Paralel olarak etkinleştirme: Temel bir metabolit oluşumunu sağlayan metabolizmadaki bir dizinin birinci enzimi, bağımsız ve paralel olan başka bir dizi tarafından sentezlenen bir metabolit tarafından etkin hâle gelir.

4. Önceden gelen tarafından etkinleştirme: Enzim, hâlihazırda altyapısına az çok uzak olan ve önceden var olan

1 Metabolizmanın ürettiği bütün moleküllere "metabolit" denir: "temel metabolitler" hücrelerin çoğalmasına ve büyümesine yardım eder.



Şekil 2: Allosterik etkileşimler tarafından düzenlenen çeşitli "düzenleme tarzları"

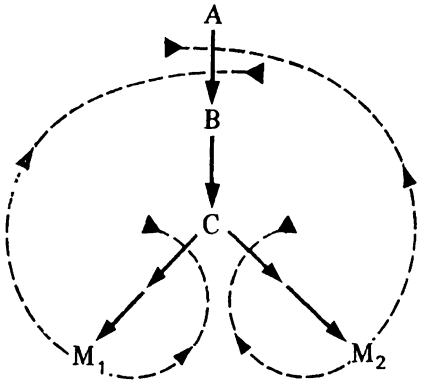
Dolu çizgiler ara molekülleri üreten tepkimeleri göstermektedir (A,B vs. diye gösterilen). M harfi son metaboliti temsil eder. Noktalı çizgi, kaynağı ve tepkimeye allosterik etki uygulayan, onu ketleyen veya başlatan metabolitin uygulama noktasına işaret eder. (*bkz.* s.63)

bir başka molekül tarafından etkinleştirilir. Bu etkinleştirme tarzı, toplamda "talebi", "arza" göre ayarlar. Bu tarzda çok sık rastlanan özel bir duruma göre, enzim kendi altyapısı tarafından etkinleştirilir. Altyapı burada hem kendi "klasik" görevini gerçekleştirir, hem de enzim için allosterik bir işlev meydana getirir. Genel olarak bu enzimler eş zamanlı olarak, allosterik, karşıt ve işbirlikçi birçok etkinleştirici tarafından etki görür. Çok sık rastlanan bir durum da, aşağıdakileri kapsayan "üçlü" etkinleştirmedir:

1. Altyapı tarafından etkinleştirme (4. tarz)
2. Dizinin son ürünü tarafından etkinleştirme (1. tarz)
3. Son ürünle aynı aileden olan bir metabolit tarafından paralel olarak etkinleştirme (3. tarz)

Dolayısıyla, enzim eş zamanlı olarak üç etkinleştiriciyi tanımaktadır. Enzim onların birbirlerine göre yoğunluklarını "ölçer", böylece enzimin gerçekleştirdiği eylem bu üç bilgi türünün toplamı kabul edilir.

Bu sistemlerin inceliklerini sergileyebilmek için çok sayıda ve "çatallı" metabolik yolların düzenlenme biçimleri gösterilebilir. (Şekil 3)



Şekil 3: *Çatallı metabolik yolların allosterik düzenlenişi*
(Şekil 2'dekiyle aynı simgeleştirme)

Genellikle bu durumlarda, bir yandan metabolik çatalda yer alan başlangıç tepkimeleri geri bildirimli engellenmeyle ayarlanırken, diğer yandan ortak dalın başlangıç tepkimesini de sondaki iki (ya da daha fazla) metabolit aynı anda ayarlamaktadır. Metabolitlerden birinin, diğerinin aşırılığı nedeniyle sentezin engellenme tehlikesi, duruma göre iki farklı şekilde gerçekleşir:

1. Bazı durumlarda iki farklı allosterik enzim bu tek tepkimeye etkide bulunur ve her biri, diğerini dışarıda bırakacak şekilde, metabolitlerden biri tarafından ketlenir.
2. Bazı durumlarda ise aynı anda iki metabolitin "birlikte" enzimin engellenmesi görülür.

Alt yapı bir yana, bir allosterik enzimin etkinliğini düzenleyen etkileyicilerin, tepkimenin kendisine hiç katılmadıklarını vurgulamak gerekir. Genellikle bu etkileyiciler, enzimle yalnızca kovalent olmayan bir kompleks oluştururlar; bu işlem tümüyle ve anlık olarak gerçekleşip, tersine döndürülebilecek türden olduğu için, etkileyiciler bunun sonucunda hiçbir değişikliğe uğramazlar. Pratikte, düzenleyici etkileşim için gereken enerji tüketimi sıfırdır: Bu, etkileyicilerin hücrelerarası kimyasal potansiyellerinin yalnızca ufacık bir kısmını temsil eder. Buna karşın, bu çok zayıf etkileşimlerin denetlediği katalitik etkileşimin kendisi, görece önemli sayılabilecek ölçülerde enerji aktarımı gerektirebilir. Demek ki bu sistemler, otomasyon sistemiyle tasarlanmış elektronik devrelere benzetilebilir, mesela balistik bir füzenin ateşlenmesinde olduğu gibi; çünkü bu devrelerde bir rölenin harcadığı ufak bir enerji, çok enerji gerektiren bir işlemin gerçekleşmesine sebep olur.

***

Nasıl ki bir elektronik röle, eş zamanlı olarak birçok elektrik potansiyel tarafından kullanılabilir ise, gördüğümüz üzere, allosterik bir enzim de birçok kimyasal potansiyel tarafından kullanılabilir. Fakat bu benzerlik çok daha fazlasını kapsamak-

tadır. Bilindiği üzere, genellikle bir elektronik rölenin, onu yöneten potansiyeldeki değişimlere göre verdiği yanıtın *doğrusal olmaması* gerekir. Böylece daha kesin bir düzenleme oluşturacak eşik etkileri elde edilir. Bu durum allosterik enzimlerin çoğu için geçerlidir. Bu türde bir enzimin etkinliğinde meydana gelen değişiklikleri, bir etkileyicinin (altyapıyı da kapsayan) yoğunlaşmasına bağlı olarak gösteren grafik nerdeyse her zaman "çift taraflıdır" [sigmoidal]. Başka bir deyişle, ligand'ın* etkisi, öncelikle, *yoğunlaşmasından daha hızlı* büyür. Bu durumun, allosterik enzimlerin kendine has özelliği olması bakımından dikkat çekicidir; çünkü sıradan ya da "klasik" enzimler için, etki daima yoğunlaşmaya göre *daha yavaş* büyür. Ortalama bir allosterik enzimle (üç ya da dört kaynaktan beslenip, başlangıç etkileriyle yöneten) aynı mantıksal özellikleri gösteren bir elektronik rölenin en aşağı ne kadar edeceğini bilemiyorum. Diyelim ki 10^{-2} gr olsun. Aynı edimleri sağlayacak bir allosterik molekülünün ağırlığı yaklaşık olarak 10^{-17} gramdır, yani elektronik rölenin on milyon kez milyarda biri kadardır. Bu astronomik rakam, Maxwell- Szilard-Brillouin üçlüsünün cinlerinden çok daha akıllı olan mikroskobik varlıklardan birkaç yüzünü ya da birkaç binini taşıyan bir hücrenin "sibernetik gücü" (diğer bir deyişle teleonomik gücü) hakkında birkaç fikir verir.

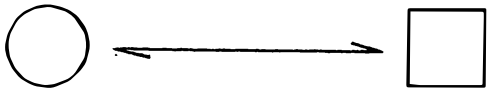
Allosterik etkileşimlerin mekanizması

Sorun, allosterik proteinin oluşturduğu moleküler rölenin bu karmaşık edimleri nasıl yerine getirdiğini anlamakta. Günümüzde birtakım deneylerin sonucunda varılan kanıya göre, allosterik etkileşimlerin, proteinin kendi moleküler yapısına ait gizli geçişlere bağlı olduğu düşünülmektedir.

Bir sonraki bölümde, bir küresel proteinin sıkı ve karmaşık yapısından ileri gelen değişmezliğinin oluşturduğu yapıyı korumak için, çok sayıdaki kovalent olmayan bağların birlikte hareket ettiklerini göreceğiz. O zaman, bazı proteinler için iki

* Latince ligare = bağlanmak kökünden gelen 'ligand' terimi, biyokimyada bir biyomoleküle bağlanarak bir kompleks oluşturan bileşiğe verilen addır – çn.

(ya da daha fazla) yapısal durumun mümkün olduğunu anlarız (tıpkı bazı moleküllerin değişik allotrop* hâllerde bulunabilecekleri gibi). Söz konusu iki durumu ve molekülü bir durumdan diğerine tersine geçirebilen "allosterik geçişi" şu şekilde simgeleriz:



(R) (T)

Bir kere bunu ortaya koyduktan sonra, iki durumun değişik sterik yapıları nedeniyle, proteinin stereospesifik tanıma özelliklerinin geçiş tarafından değiştirildiğini kabul ediyoruz. Örneğin, "R" hâlindeki bir protein bir α ligand'ıyla birleşebilir, fakat başka bir β ligandıyla değil ve bu β ligand'ı (α'yı dışarıda bırakarak), "T" hali tarafından tanınır. Ligandların bir tanesinin varlığı, bir durumu diğerini dışarıda bırakacak şekilde sabitler ve görürüz ki α ve β birbirlerine karşıttırlar (antagoniste); çünkü her ikisinin de proteinle birleşimi diğerini dışarıda bırakır. Şimdi de molekülde, α'nın bağlandığı bölgeden başka bir bölgeye bağlanan ve R yapısıyla birleşen bir üçüncü γ ligandının olduğunu varsayalım (bu alt yapı olabilir). Bu durumda α ve γ'nın, proteini (alt yapıyı tanımakta olan) aktif olduğu durumda sabitlemek üzere iş birliği yaptıklarını görürüz. Böylece α ligandı ve γ alt yapısı etkenken, β ligandı ketleyicidir. Bir molekül topluluğunun faaliyeti, R hâlindeki bölümle orantılıdır ve bu bölüm de R ve T arasındaki içsel dengeye ve üç ligandın göreli yoğunluklarına bağlı olarak azalıp çoğalır. Katalitik tepkime, bu üç kimyasal güç kaynağına bu şekilde hizmet eder.

Şimdi de bu şemanın asıl önemli noktası üstünde duralım: bu üç ligandın işbirlikçi ve karşıt etkileşimleri *tamamen dolaylıdır. Aslında ligandlar arasında bir etkileşim yoktur, yalnızca her birinin ayrı ayrı proteinle etkileşimi söz konusudur.* Bu temel kavram üstünde daha sonra tekrar duracağız; çünkü

* aynı elementin uzayda farklı şekilde dizilmiş, farklı geometrik şekiller oluşturmuş kristalleri – yn.

bunu tam olarak anlamadan, canlıların sibernetik sisteminin kaynağını ve bunun gelişimini anlamak mümkün değildir[2].

Bu dolaylı etkileşim şemalarından hareketle, proteinin, ona etkide bulunanların yoğunluk çeşitliliğine verdiği "doğrusal olmayan" yanıtın incelikli yetkinliğini anlamamız mümkündür. Tüm bilinen allosterik proteinler sahiden de "oligomerdirler"*. Bunlar, kimyasal olarak özdeş, az sayıda (genellikle 2 ya da 4, daha ender olarak da 6, 8 veya 12) kovalent olmayan alt birimlerin (protomerlerin) bir araya gelmelerinden meydana gelirler. Protomerlerin her biri, tüm ligandlar için, protein tarafından tanınan bir alıcı taşımaktadır. Bir ya da birçok başka protomerle bir araya gelmesinden ötürü, her birinin sterik yapısı komşusu için kısmen "zorlayıcıdır". Fakat kristalografların deneyimleriyle teyit ettikleri teoriye göre, oligomerik proteinler, yapıları geometrik olarak eşdeğerli olan protomerlerin oluşturdukları yapıları benimsemeye eğilim gösterirler. Böylece maruz kaldıkları zorluklar protomerler tarafından simetrik olarak paylaşılır.

Şimdi de en basit durumu ele alalım. Bir dimerin** iki monomer olarak ayrışması durumunda ne olacağını düşünelim. Ortaklığın bozulmasıyla, her iki monomerin birlikteyken bulundukları "zorlayıcı" durumdan daha "gevşek" bir duruma gireceklerini ve bunun yapısal olarak farklı bir durum oluşturduğunu görürüz.

Bu durumda her iki protomerin hâllerinin değişikliği "uyumlu" olmuştur veya düzenlenmiştir deriz. Bu uyuşma hâli cevabın doğrusal olmamasını açıklamaktadır. Çünkü bir ligand molekülünün, monomerlerden birindeki çözülmüş R durumunu dengede tutması, diğer monomerin eski birleşik duruma dönmesine mani olur ve bu durum karşılıklı olarak gerçekleşmektedir. Her iki durum arasında meydana gelen denge, ligandların yoğunluklarının ikinci dereceden bir fonksiyonu

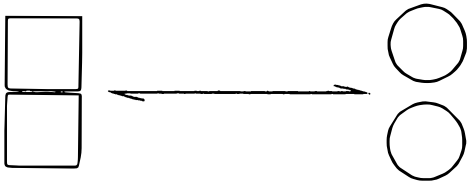
---

2 J. Monod, J-P. Changeux ve F. Jacob, Journal of Molecular Biology, 6, p. 306-329 (1963)

* Oligomeric protein: İki veya daha çok polipeptid zincirini bir arada bulunduran, çok alt birimli bir protein – yn.

** Dimer, eşdeğerlikte iki molekülün (monomer adında iki alt ünitenin) birleşiminden meydana gelen bir moleküle verilen addır – çn.

olacaktır. Bir tetramer için bu dördüncü dereceden bir fonksiyon olur ve bu böyle devam eder[3].



Yalnızca, "ilkel" sayılabilecek birtakım sistemler tarafından ortaya konan, olabilecek en sade modeli anlatmayı tercih ettim. Gerçek sistemlerde çözülme çok ender tamamlanır: Protomerler iki hâlde de, birinde ötekine nazaran daha gevşek olacak biçimde, birlikteliklerini sürdürürler.

Bu temel temadan hareketle birçok çeşitleme mümkündür; ancak burada esas fikir, kendi içlerinde son derece basit bir yapıda olan moleküler mekanizmaların, allosterik proteinlerin "bütünleştirici" özelliklerini açıklamaya elverişli olduklarını göstermektir.

***

Enzimlerin sentezinin düzenlenmesi

Şimdiye kadar söz konusu allosterik enzimler, hem kimyasal işlevi olan bir bütünlüğü, hem de düzenleyici etkileşimlere aracılık eden bir öğeyi meydana getirirler. Onların özelliklerini anlamak, *hücrelerden oluşan metabolizmanın* homeostatik durumunun nasıl en yüksek seviyede etkin ve işlevlerinin bütünlüğü bakımından tutarlı bir durumda kaldığını anlamamıza yardımcı olur.

Fakat "metabolizma" dendiğinde esas olarak anladığımız şey, küçük moleküllerin dönüşümleri ve kimyasal potansiyelin harekete geçirilmesidir.

3 J. Monod, J-P. Changeux ve F. Jacob, Journal of Molecular Biology, 6, p. 306-329 (1963)

Hücrelerin kimyası başka bir seviyede de sentez içermektedir: makromoleküllerin, nükleik asitlerin ve proteinlerin (enzimlerin kendisini de içeren) sentezi. Uzun zamandır bu seviyede düzenleyici sistemlerin de işlediğini biliyoruz. Allosterik enzimlere nazaran bunların incelenmesi çok daha zordur, hatta şimdiye dek ancak bir tanesi yaklaşık olarak tamamen incelenebilmiştir. Biz de onu örnek olarak seçeceğiz.

Bu sistem ("Laktoz operonu" adı verilen), *Escherichia coli* bakterisindeki üç protein sentezini yönetmektedir. Bu proteinlerden birincisi (galaktosid-permeaz) galaktosidlerin hücrelerin içlerine girip birikebilmelerini sağlar. Bu protein olmadığı zaman hücrenin zarı bu şekerlere geçirgen değildir[4]. İkinci protein ise β-galaktosidleri hidrolize eder. (*Bkz* 3. bölüm). Üçüncü proteinin işlevi ise tam anlaşılmamıştır, herhalde çok önemli değildir. İlk ikisinin ise, bakterilerin laktozu (ve diğer galaktosidleri) metabolik olarak kullanabilmeleri açısından, eş zamanlı olarak işlevleri vazgeçilmezdir.

Galaktosidlerin bulunmadığı bir ortamda karşılaştıkları zaman, bu üçünün sentez miktarını ölçmek oldukça zordur ve ancak ortalama beş kuşak bir moleküle denk gelir. Bir galaktosidin ortama eklenmesiyle (buna burada "indükleyici" denir) nerdeyse hemen (yaklaşık olarak iki dakikada), bu üç proteinin sentez miktarı 1000 katına çıkar ve indükleyici kaldıkça da bu seviyede kalır. İndükleyici ortamdan çıkarsa, sentez miktarı iki-üç dakika gibi bir süreçte başlangıçtaki durumuna geri döner.

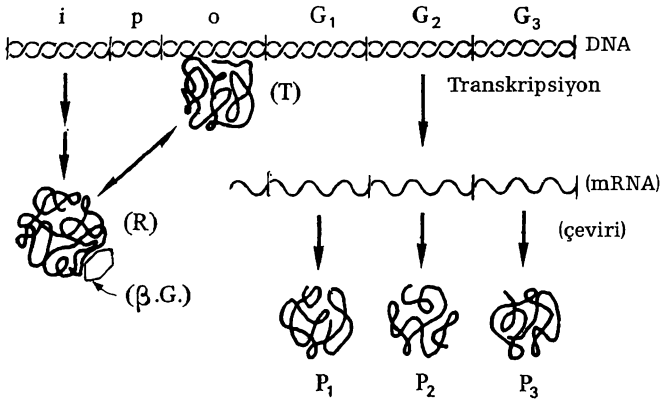
Bu olağanüstü ve nerdeyse mucizevî teleonomik[5] olgunun incelenmesiyle varılan sonuçlar 4. şemada gösterilmektedir.

Burada şemanın sağ tarafında gösterilen, "mesajcı" RNA'nın sentezleme işlemlerini ve onun polipeptid dizilerine "tercümesini" anlatmaktan geri kalacağız. Ancak mesajcının ömrünün oldukça kısa (yalnızca birkaç dakika) olmasıyla birlikte onun sentez oranının, üç proteinin sentez oranını belirlediğini aklımızda tutalım.

---

4 *Bkz.* 3. Bölüm, s.???

5 Bu olguların incelenmesinde 30'lu yıllarda önemli katkıları olan Finlandiyalı araştırmacı Karstrom'un, keşiş olmak üzere bu araştırmaları bıraktığı söyleniyor.



R: Altıgenle simgelenen, baskıcı-proteinin indükleyici galaktosidle birleşmiş hâli.

T: Baskıcı proteinin, DNA'nın işlemci segmentiyle (o) birleşmiş hâli.

İ: "Düzenleyici genin", baskıcının sentezini yönetmesi.

P: "Promoter" segment; mesajcı RNA'nın (RNAm) sentezinin başlangıç noktası.

G_1,G_2,G_3: Sistemin P_1,P_2,P_3 olarak gösterilen üç proteininin sentezini yöneten "yapı" genleri.

Şekil 4: 'Laktoz sistemi'nin enzim sentezini düzenlemesi

Esas olarak düzenleyici sistemi oluşturan elemanlarla ilgileneceğiz. Bunlar:

- "düzenleyici" gen (i)
- baskıcı protein (R)
- DNA'nın "işlemci" segmenti (o)
- DNA'nın "promoter" segmenti (p)
- Bir indükleyici galaktosid molekülü (βG)

İşleyişleri şu şekilde oluşur:

a) Düzenleyici gen, baskıcı proteinin değişmez ve zayıf seviyede seyreden sentezini yönetir;

b) Baskıcı protein, "işlemci" segmenti özellikle tanır ve onunla birleşerek çok kalıcı bir kompleks oluşturur (15 Kcal.'lik bir ΔF'inin karşılığı kadar);

c) Bu durumda, mesajcının sentezi (RNA-polimeraz enziminin aracılığını gerektirerek) engellenmiştir. Bunun sebebi belki de yalnızca sterik bir engeldir: çünkü bu sentezin başlaması, başlatıcının seviyesinde meydana gelir.

d) Baskıcı, β-galaktosidleri de tanır; ancak onlarla kesinlikle sadece *serbest durumda* iken birleşir. Bunun sonucunda, β-galaktosidlerin bulundukları yerde işlemci-baskıcı kompleksi ayrışır ve mesajcının sentezine ve böylece de proteinlerin[6] sentezine olanak tanır.

Baskıcının iki etkileşimi de kovalent olmayan ve geri dönüşü olabilecek türdendir. Özellikle indükleyici, baskıcı ile birleştiği için değişikliğe uğramaz. Böylece, bu sistemin mantığı inanılmaz derecede basittir: Baskıcı transkripsiyonu durdurur ve kendisi de indükleyici tarafından etkisizleştirilir. Bu iki olumsuzlamadan bir "olumlama" doğar yani olumlu bir etki. Bu olumsuzlamanın olumsuzlanması mantığı, fark edebileceğimiz gibi, diyalektik değildir: yeni bir önermeye varmıyor, yalnızca kalıtımsal şifreyle yazılı olan ve DNA'nın yapısında bulunan ilk önermenin yinelenmesiyle kalır. Biyolojik sistemlerin düzenlenme mantığı Hegel mantığına uymuyor; fakat hesap makinelerinde olduğu gibi, Boole'un cebrine uyuyor.

Bugün bu sisteme benzeyen çok sayıdaki sistemin varlığından haberdarız (bakteriler alanında). Bunlardan hiçbiri şimdiye dek tamamen "çözülmüş" değildir. Bu sistemlerden bazılarının, özellikle yalnızca olumsuz etkileşimlerin geçerli olmayışı sebebiyle, "Laktoz sistemine" nazaran daha karışık olduğu çok muhtemeldir. Fakat "Laktoz sisteminin" incelenmesi sonucunda varılan en genel ve anlamlı kavramlar, diğer sistemler için de geçerlidir. Bu kavramlar şunlardır:

a) Baskıcı, kendiliğinden her türlü etkinlikten yoksun olduğu için, kimyasal belirtilerin bir aracısıdır.

---

6 J. Monod, J-P. Changeux ve F. Jacob, Journal of Molecular Biology, 8, p. 318-356 (1961) Ve "The lactose operon", Cold Spring Harbor Monograph (1970), J.R. Beckwith ve David Zipser Ed.

b) Galaktosidin enzim sentezi üzerindeki etkisi tamamen dolaylıdır. Bu da baskıcının tanıma özelliklerinden ve her iki durumun birbirlerini dışlaması durumunda ona ulaşabiliyor olmalarından kaynaklanmaktadır. Tam da bu yüzden, daha önce genel bir şemayla anlatıldığı gibi, allosterik bir etkileşim söz konusudur.

β-galaktosidazın, β-galaktosidlerini hidrolize etmesi olgusuyla, biyosentezinin yine aynı moleküller tarafından gerçekleştirilmesi arasında *kimyasal olarak zorunlu* hiçbir bağ yoktur. Fizyolojik olarak yararlı ve "mantıklı" olan bu bağ, kimyasal olarak keyfidir. Buna "nedensiz" [gratuite] diyeceğiz

Nedensizlik kavramı

Nedensizlik dediğimiz bu temel kavram, işlevin kendisiyle, hizmet ettiği kimyasal belirtilerin doğası arasında kimyasal açıdan bağımsızlık olması anlamına gelir ve allosterik enzimlerde geçerlidir. Bu durumda, tek ve aynı protein molekülü, aynı zamanda hem kendisine has olan katalitik işlevi, hem de düzenleyici işlevi yerine getirir. Ancak daha önce gördüğümüz üzere, allosterik etkileşimler dolaylıdır ve bu, yalnızca kendilerinin ulaşabildikleri iki (ya da daha çok) hâlde bulunan proteinin stereospesifik tanıma (ayırt etme) özelliğine bağlıdır.

Allosterik bir enzimin alt yapısı ile etkinliğini hızlandıran ya da ketleyen ligandlar arasında *kimyasal olarak zorunlu* hiçbir yapı ya da etkinleştirici bağ yoktur. Son kertede, etkileşimlerin özgüllüğü ligandların yapısından bağımsızdır ve bu yapı tamamen kendisinin ulaşabilmekte olduğu proteinin çeşitli hâllerine bağlıdır. Bir gen bu yapıyı kendince ve serbestçe *belirlemektedir*.

Sonuç olarak, burada en önemli nokta şudur ki, allosterik bir proteinin aracı olmasıyla meydana gelen söz konusu düzenleme ile *her şey mümkündür*. Allosterik bir proteini moleküler "mühendislik" tarafından tasarlanmış özel bir ürün gibi düşünmek gerekir. Aralarında kimyasal bir uyum olmayan moleküller arasında olumlu ya da olumsuz bir etkileşime yol açarak, herhangi bir tepkimede, bu tepkimeye kimyasal olarak

yabancı ve ondan etkilenmeyen bileşiklerin kullanılabilmesine neden olabilir. O halde, allosterik etkileşimlerin işleyiş ilkesi denetimlerin "seçimlerine" tamamen özgürlük sağlıyor. Bu denetimler tüm kimyasal zorluklardan ayıklanarak fizyolojik gereksinimler için daha uyumlu olacaklar, böylelikle hücreye veya organizmaya daha etkin ve tutarlı bir etkide bulunmak üzere seçilecekler. Sonuçta, bu sistemlerin *nedensizliğinin* ta kendisi moleküler alanda pratik olarak sonsuz bir araştırma ve keşif alanı sunmaktadır. Böylece bu alan, işleyiş bakımından kimya yasalarını aşan veya onların dışında kalıyormuş gibi görünen organizmanın, özerk işlevsel birliğini sağlayan devasa sibernetik bağlantılar ağını oluşturabilmeyi başarmıştır.

Aslında, daha önce gördüğümüz gibi, bu edimler moleküler yani mikro ölçekte incelendikleri zaman, tamamen belli kimyasal etkileşimler olarak, belli bir seçim sonucunda sağlanıyorlar ve düzenleyici proteinler tarafından düzenleniyor gibi görünmektedirler. İşte, tam da bu moleküllerin yapılarında, canlıların özerkliklerinin kaynağını bulabiliriz. Daha doğrusu, canlıların kendilerine has özelliklerini belirleyen edimlerini meydana getiren ve kendileri tarafından belirlenmesini sağlayan özelliğin kaynağını bulabiliriz.

Şimdiye dek incelediğimiz sistemler, hücrenin faaliyetlerindeki düzeni sağlayan ve onun birliğini meydana getiren sistemlerdi. Çok hücreli organizmalarda, hücreler, dokular ve organlar arasındaki koordinasyonu birtakım özel sistemler sağlamaktadır. Burada sinir sistemi ve içsalgı sisteminin yanı sıra, doğrudan hücreler arası etkileşim de söz konusudur. Ben, nerdeyse tamamı mikro ölçeklerde tanımlanamayan bu sistemlerin işleyişlerini şimdilik irdelemeyeceğim. Fakat yine de bu sistemlerde, kimyasal sinyallerin yorumlanmasını ve aktarımını sağlayan moleküler etkileşimlerin, ayırt edici stereospesifik tanıma özelliğine sahip proteinlere bağlı olduğu hipotezini kabul edeceğiz. Tam anlamıyla allosterik etkileşimlerin araştırılmasının ortaya koyduğu, kimyasal nedensizliğin ana ilkesini de bu özelliğe bağlanmaktadır.

***

"Bütüncülük" ve indirgemecilik*

Bu bölümü noktalamak için "indirgemeciler" ve "organisistler"** arasındaki eski tartışmaya değinmemiz iyi olabilir. Her biri az çok bilinçli olarak veya nerdeyse bilinçsizce Hegel'in etkisini taşıyan bazı düşünce okullarının, canlı varlıklar kadar karmaşık bir sisteme sahip varlıklar söz konusu olduğunda, analitik yaklaşımın değerine karşı çıktıkları görülür.

Anka kuşu misali, her yeni kuşakta[7] yeniden doğan bu okullara ("bütüncü" veya "organisist") göre "indirgemeci" olarak nitelenen analitik tutum, çok karmaşık bir organizmanın özelliklerini, yalnızca ve basitçe onu oluşturan parçaların bir "toplamı" olarak değerlendirdiği için her zaman verimsiz kalmaya mahkûmdur. Bu, yalnızca "bütüncülerin" bilimsel yöntem konusunda ve bunda analizin rolünün önemi konusunda ne kadar cahil olduklarını gösteren çok saçma ve çok kötü bir tartışmadır. Mesela, Marslı bir mühendisin gelip de dünyadaki bir hesap makinesinin işleyişini anlamak için, ilkece, onu parçalarına bölüp incelemeden, önermeye dayalı cebrin işlemlerini gerçekleştiren elektronik öğelerine ayrıştırmadan, nasıl anlamasını bekleyebiliriz? Analitik yöntemin gücüne karşı organisist savların verimsizliğini tüm alanlar içerisinde en iyi ortaya koyan bir alan varsa, o da bu bölümde kısaca üzerinde durduğumuz mikro ölçekteki sibernetiğin incelenmesi olabilir.

Her şeyden önce, allosterik etkileşimlerin irdelenmesiyle ulaşılan sonuç, teleonomik edimlerin, çok bileşenli karmaşık sistemlerin tek özelliği olmadığıdır; çünkü bir protein molekülü, yalnızca bir tepkimeyi harekete geçirebilmekle kalmayıp, bir de onun faaliyetlerini *birçok* kimyasal bilgiye dayalı olarak düzenleyebilmektedir.

Bu mikro ölçekli sistemlerin incelenmesiyle, canlı varlıklardaki sibernetik ağın karmaşıklığı, zenginliği ve gücü, dışa-

---

* "Holisme" et réductionisme – çn.

** Organisizm, gerçekliğin organik bir 'bütünlük' içinde anlaşılabileceğini savunan felsefe. Platon ve Hobbes'un felsefelerinde organisizm izlerine rastlanır – yn.

7 *Bkz. Beyond Reductionism*, Koestler and Smythies, Ed. Hutchinson, London, 1969.

rıdan organizmayı birtakım edimlerin toplamı olarak değerlendirdiğimiz vakte kıyasla, çok daha fazladır. Bu çözümlemeler, henüz en basit hücrenin bile sibernetik sisteminin tam bir betimlemesini yapmaktan her ne kadar uzak olsalar da, bu hücrenin büyümesinde ve çoğalmasında dolaylı ya da dolaysız işbirliği içinde olan, istisnasız tüm edimlerin birbirlerine hizmet etmekte olduğunu ortaya koymaktadırlar.

Bunun gibi temellerden hareketle organizmanın, nasıl fizik yasalarına bir yandan uyarak, öbür yandan da onları aşarak kendi tasarısının izini sürdüğünü ve tamamlamaya çalıştığını gerçekten de anlamamız mümkün olabilir. Oysa bu, "sistemlerin genel bir savından" hareketle mümkün değildir.

5

MOLEKÜLER ONTOJENEZ

Gördüğümüz gibi, gerek makro ölçekteki yapıları bakımında olsun, gerek işlevleri bakımından olsun, canlılar az çok makinelere benzetilebilir; fakat onları meydana getiren koşullar göz önüne alındığında son derece farklıdırlar. Bir makine, herhangi bir yapay nesne, makro ölçekteki şeklini dış kuvvetlerin eylemlerine borçludur, yani maddeye bir şekil vermek için, ona etkide bulunan araçlara. Mermerden Afrodit'in biçiminin ortaya çıkabilmesi için, heykeltıraşın aletlerine ihtiyaç vardır. Heykeltıraşın yonttuğu heykelden Afrodit biçimi ortaya çıkarken, tanrıçanın kendisi, denizin köpüklü dalgalarından doğmuştur (Uranos'un kanlı organından döllenerek). Sonrasında vücudu kendiliğinden, kendinden kaynaklı bir hareketle gelişmiştir.

Bu bölümde, bu kendiliğinden gelişen ve otonom olan morfogenez sürecinin, son bir incelemeyle, proteinlerin stereospesifik tanıma özelliklerine bağlı olduğunu göstermek istiyorum. Bu süreç, kendini makro yapılarda ortaya koymadan önce, mikro ölçeklerde başlamaktadır. Sonuç olarak, temel yapıların özelliklerine bakarak onların bilinçli olmalarını sağlayan "sır-

rı" araştıracağız. Başka bir deyişle, canlı sistemlerin canlandırıcı ve kurucularını yani Maxwell'in cinlerini araştıracağız.

Her şeyden önce şunu belirtmeliyiz ki, organizmaların gelişimlerinin mekaniği ile ilgili burada ortaya koyacağımız sorular, hâlen biyoloji için derin bir bilinmezlik barındırmaktadır. Embriyoloji, gelişimin mekaniğini takdir edilecek bir başarıyla tasvir etse de, makro ölçeklerdeki yapıları, mikro ölçeklerdeki etkileşimlerle açıklamak için daha çok yol almamız gerekiyor. Buna karşın bugün bazı moleküler yapıların nasıl inşa edildiği yeterince iyi anlaşılmıştır. Ben burada bu olgunun fizikî özünün ortaya çıkmasını sağlayan şeyin, tam anlamıyla "moleküler bir ontojenez" süreci olduğunu göstermek istiyorum.

Daha önce, küresel proteinlerin genellikle kimyasal olarak özdeş, sınırlı sayıdaki alt birimlerden oluşan bir bütün (agrega) biçiminde meydana çıktıklarını hatırlatma fırsatım olmuştu. Bu kurucu alt birimlerin sayısı küçük olduğu için, bu proteinler "oligomer" olarak isimlendirilir. Bu oligomerlerde, alt birimler (protomerler) yalnızca kovalent olmayan bağlarla birbirlerine bağlıdır. Bunun ötesinde, daha önce görmüş olduğumuz gibi, oligomerik bir molekülde yer alan protomerlerin oluşturmuş oldukları bir düzende, her biri geometrik olarak birbirlerine özdeştir. Dolayısıyla zorunlu olarak, bir simetri işlemiyle veya daha doğrusu bir dönme işlemiyle, her proteinin diğerlerinden herhangi birine dönüşmesi mümkündür. Bu şekilde oluşmuş polimerlerin, noktasal dönüş gruplarından birine ait simetri öğeleri taşıdığını kolayca gösterebiliriz.

Oligomerik proteinlerde alt birimlerin kendiliğinden biraraya gelmesi

Böylece bu moleküller mikro ölçekte hakiki kristaller oluşturmaktadırlar. Bu kristalleri, "kapalı kristaller" diye isimlendireceğim özel bir sınıfa yerleştireceğim; çünkü doğrudan kristal olarak nitelendirdiklerimiz için (uzayda bulunan yalnızca bir gruba göre oluşmuş olan), tam tersi söz konusudur. Genellikle kendi simetri öğelerinden bir bölümünü yitirmeden, yenilerini kazanıp da büyüyemezler.

Son olarak, daha önce belirttiğimiz üzere, bu proteinlerin bazı işlevsel özellikleri, oligomerik hallerine bağlı oldukları gibi simetrik yapılarına da bağlıdır.

Bu nedenle, mikro ölçeklerdeki bu yapıların nasıl oluştukları biyolojik açıdan manidar olduğu kadar, fiziksel açıdan da ilginç bir sorun teşkil etmektedir.

Tıpkı protomerlerde olduğu gibi, bir oligomerik molekülde proteinler yalnızca kovalent olmayan bağlarla birbirlerine bağlı olduklarından, onları ölçülü işlemlerle (yüksek sıcaklığa tâbi tutmaksızın veya saldırgan kimyasal aracılara başvurmadan) monomerik birimlere ayırmak mümkündür. Bu durumdaki protein genellikle tüm işlevsel, katalitik veya düzenleyici özelliklerini yitirmiş olur. Oysa burada şöyle önemli bir nokta vardır, "olağan" ilk koşullar yeniden sağlandığında (onları ayrıştıran aracının ortadan kalkmasıyla), oligomerik bütünlüklerin genellikle tekrar kendiliğinden oluştuklarını ve "doğdukları" hâle yeniden dönüştüklerini fark ederiz: İşlevsel özelliklerinin yeniden ortaya çıkmasının yanı sıra, aynı sayıdaki ve simetrideki protomerlerle tekrar eski hallerine dönerler.

Dahası, aynı protein türüne ilişkin alt birimlerin yeniden birleşmesi, yalnızca bu proteini içeren çözeltide görülmez. Yüzlerce, belki de binlerce başka proteinin olduğu kompleks karışımlarda da görülür. Bunun kanıtı ise, bir kez daha, protomerleri birleştiren kovalent olmayan sterik komplekslerin oluşumunda ortaya çıkan aşırı incelikli, özgül ayırt etme sürecidir. Bu süreci epigenez[1] bir süreç olarak düşünmekte hakkı-

1 Embriyonun oluşumu ve gelişimi sırasında ortaya çıkan yapıların ve yeni özelliklerin, "epigenez" süreç diye adlandırılan bir sürece sıkça dâhil edildiğini biliyoruz. İlk yumurtada yer alan saf kalıtsal veriden itibaren, organizmanın git gide zenginleşerek ortaya çıkma sürecidir. Bu sıfat genellikle çoktan aşılmış iki karşıt teoriye atfen kullanılmaktadır. "Önoluşçuluk" (Préformationiste) diye anılan bir gruba göre yumurtada, erişkin haldeki hayvanın şekli hali hazırda bulunmaktadır. Bunun karşıtı "epigenezci" (épigénésiste) gruba göre ise ilk verilerden hareketle *gerçek* bir zenginleşme ve gelişme süreci geçerlidir. Ben burada, hiçbir teoriye atıfta bulunmadan, yalnızca organizmanın yapısal ve işlevsel gelişim sürecini nitelendirmek için bu terimi kullanıyorum.

mız var; çünkü içinde hiçbir simetri olmayan monomerik moleküllerden oluşan bir eriyikten, karmaşıklık açısından daha üst seviyedeki, daha büyük moleküller oluşmaktadır, üstelik daha önceden ortada olmayan işlevsel özelliklere sahip olarak.

Bizi burada esas olarak ilgilendiren, bu moleküler epigenez sürecin *kendiliğinden* oluşan bir süreç olma özelliğidir. Kendiliğindenliği iki anlamda kullanıyorum:

1. Oligomerlerin oluşması için zorunlu güç kaynağının sisteme dışarıdan katılması gerekmiyor; bunun zaten monomerlerden oluşan eriyikte bulunduğunu düşünmemiz gerekiyor.

2. Termodinamik açıdan kendiliğinden olan süreç, kinetik açıdan da öyledir; onu hızlandırmak için herhangi bir katalizör gerekmiyor. Gerçekte bunun sebebinin, bağların kovalent olmayan bağlar olması aşikârdır. Daha önce, bu tür bağların hem meydana gelmesi için, hem de kopması için gereken hızlandırma enerjisinin nerdeyse sıfır olmasının çok önemli olduğunun altını çizmiştik.

Karmaşık taneciklerin kendiliğinden yapılaşması

Bu olguyu, yapıcı moleküllerden oluşan bir eriyikten ortaya çıkan moleküler kristallerin oluşumuna çok sıkı bir biçimde benzetebiliriz. Burada da, aynı kimyasal türden moleküllerin birbirleriyle kendiliğinden gelişen bir düzen oluşturmaları söz konusudur. Her iki durumda da basit, geometrik ve kendini tekrar eden kurallara göre şekillenen yapılar söz konusu olduğu için bu benzerliği görmek kolaydır. Yakın bir tarihte, çok daha karışık bir yapıya sahip, hücrelerden oluşan organitlerin kendiliğinden toplanmaları sonucu oluştuklarını gösterebildik. Ribozom denen, kalıtım yasalarını tercüme eden mekanizmanın ana parçası olan yani protein sentezini yapan tanecikler için de durum aynıdır. Moleküler ağırlığı 10^6'ya varan bu tanecikler, yaklaşık elli değişik protein ve üç değişik nükleik asidin biraraya gelmesinden oluşmaktadırlar. Ribozomun içindeki bu değişik ana yapı taşlarının tam olarak biraraya nasıl gelmiş oldukları bilinmese de, bu taneciğin işleyişinin, örgütlenme şekline son

derece tâbi olduğu bellidir.* Oysa ribozomun yapı taşlarını ayrıştırıp baktığımızda, başlangıçta "doğuştan" gelen malzemeyle aynı işlevsel etkinliğe sahip, aynı molekül ağırlığında, aynı örgütlenme biçiminde taneciklerin, *in vitro* (laboratuarda), kendiliğinden geri oluşumuna tanık oluyoruz[2].

Herhalde bugün karmaşık moleküler bir yapının kendiliğinden oluşumuyla ilgili bildiğimiz en çarpıcı örnek birtakım bakteriyofajların durumudur[3].

T4 bakteriyofajının karmaşık ve çok incelikli yapısı ribozomunkiyle benzeşir. Yalnızca virüsün genomunu (yani DNA'sını) korumakla kalmaz, konak hücrenin duvarına yapışarak, kendi DNA'sını şırıngayla enjekte eder gibi onun içine aktarır. Bu ayrıntılı mikro ölçekteki makinenin değişik parçaları, virüsün farklı mutasyonlarından ayrı ayrı elde edilebilir. Bu parçalar *In vitro* karıştırılarak, şırınga işlevlerini yerine getirip DNA'larını boşaltabilecek normal halleriyle eş tanecikleri yeniden oluşturmak üzere *kendiliğinden* biraraya gelirler[4].

Tüm bu gözlemler göreceli olarak yeni sayılırlar** Bu araştırma alanında önemli gelişmelerin olmasını bekleyebiliriz. Mesela mitokondri veya hücre zarı gibi daha da karmaşık hücre organellerinin, *in vitro* olarak yapılmaları gibi. Bu arada, şimdiye dek gözden geçirdiğimiz birkaç olay, protein esaslı yapı taşlarının stereospesifik olarak ve *kendiliğinden* bir araya gelmeleriyle oluşan kompleks yapıların ve onlara bağlı işlevsel özelliklerin oluşum sürecini canlandırmamız için yeterlidir. Burada, birbirlerinden ayrı, tek başlarına oldukları

---

* Kitabın yazıldığı tarihten günümüze, özellikle de 2000'li yıllarda ribozomun yapısı üzerine çok ilerlemeler kaydedilmiştir. Artık günümüzde ribozom büyük bir ribozim olarak değerlendirilmektedir. 1993'de laboratuar ortamında yapay RNA üretilmiş, protein yerine RNA'nın enzim özelliği ön plana çıkmıştır – yn.

2 M. Nomura, "Ribosomes", Scientific American, 221, 28 (1969).

3 Bakterileri konak hücre olarak kullanan virüsler bakteriyofaj olarak isimlendirilir.

4 R.S. Edgar ve W.B. Wood, "Morphogenesis of bacteriophage T in extracts of mutant infected cells", Proceedings of the National Academy of Science, 55, 498 (1966).

** Günümüze kadar söz konusu makaleye 227 atıf verilmiş ve buna benzer iki yüzün üzerinde yeni çalışma yapılmıştır – yn.

takdirde, özlerinde, bir yapı kurmak için eşleşmek amaçlı birbirlerini tanıma özellikleri dışında her türlü işlevsel özellikten ve faaliyetten yoksun moleküllerin oluşturdukları düzensiz karışımdan, işlevselliğin kazanılması, bir düzenin "belirmesi" ve yapısal farklılaşma gibi üç durum meydana gelmiştir. Öte yandan, bakteriyofajlar ve ribozom söz konusu olduğunda artık kristalleşmeden bahsedemeyiz; çünkü bunlar bir kristale kıyasla çok daha karmaşık bir seviyededirler, yani başka bir deyişle daha karmaşık bir düzene sahiptirler. Yine de son kertede, moleküler bir kristali oluşturan kimyasal etkileşimlerin doğası bakımından benzerlik vardır. Bir kristalde olduğu gibi bir araya gelmiş moleküllerin oluşturdukları yapının ta kendisi, bütünün oluşmasını sağlayan "bilginin" kaynağını barındırır. Demek ki, çok moleküllü, karmaşık bir yapının bir araya gelmesini örgütleyen epigenez sürecin özü, onu oluşturan yapı taşlarında bir kuvve olarak vardı ve ancak onların bir araya gelmesiyle *etkin duruma geldi*.

Gördüğümüz gibi bu analiz, önoluşçu ve epigenezcilerin eski tartışmalarını, ilginç hiçbir yanı kalmayan, kavramsal bir çatışmaya indirgiyor. Tamamlanmış yapının son hâli, hiçbir zaman, hiçbir yerde baştan beri yoktu, zamanla oluştu. Fakat oluşacak olan yapının tasarısı, onu oluşturan elemanlarda yer almaktaydı. Böylece bu yapı, yeni bir bilginin aşılanmasına veya dışarıdan bir müdahale yapılmasına gerek duymadan, otonom bir şekilde ve kendiliğinden gerçekleşebilir. Bu bilgi, yapıyı oluşturan bileşenlerde mevcuttu; fakat başta henüz ifade bulmamıştı. Bir yapının epigenez oluşumu bir *yaratılış* değil, bir *açığa çıkma* hâlidir.

***

Mikro ölçekte ve makro ölçekte morfogenez

Çağdaş biyologlar, doğrudan mikro ölçekteki yapıların oluşumlarının incelenmesine dayanan bu anlayışın, makro ölçekteki yapıların (dokular, organlar, uzuvlar vs.) epigenezini de açıklaya-

bileceğinden ve açıklaması gerektiğinden şüphe duymazlar, her ne kadar henüz tamamen doğrulanmamış tahminlerden hareket ettiklerini kabul etseler de. Aslında, bu makro ölçekteki yapının oluşumuyla ilgili ortaya konan sorunlar yalnızca boyutlar bakımından değil, karmaşıklık bakımından da başka bir düzeyde meydana çıkıyor. Bu düzeyde, en önemli yapıcı etkileşimler, moleküller arasında değil de hücreler arasında yer almaktadır. Aynı dokuya ait hücrelerin, ayrıldıktan sonra birbirlerini ayırt ederek tanıyabildiklerini ve yeniden bir araya gelebildiklerini görmüştük. Bu arada hücrelerin birbirlerini tanımalarını sağlayan bileşen veya yapıları henüz bilmiyoruz. Her şey hücrelerin zarlarının kendilerine has yapılarından kaynaklandığına işaret ediyor. Fakat birbirlerini tanımalarını sağlayan bu elemanların tek tek moleküler yapılar olarak mı, yoksa yüzeydeki çok moleküllü ağlar olarak mı ele alınmaları gerektiğini bilmiyoruz[5].

Her ne olursa olsun, tamamen proteinlerden meydana gelmiş ağlar söz konusu olmasa bile, son bir incelemeyle bu tarz ağların yapılarının, ağı oluşturan diğer bileşenlerin biyosentezinden sorumlu enzimlere (örneğin polisakkaritler ve lipitler) zorunlu olarak dayandıklarını ve protein temelli bileşenlerin tanıma özellikleri tarafından belirlenmiş olduklarını görürüz.

Hücrelerin "bilişsel" özellikleri diye tanımladığımız özelliklerin, aslında birkaç proteine ait ayırt etme yetisinden kaynaklanması muhtemeldir; fakat bu yetiler kendilerini oldukça dolaylı bir yoldan göstermektedirler. Makro ölçekteki bir olgu olarak gösterebileceğimiz, bir dokunun oluşturulması veya bir organın farklılaşması, proteinlerden kaynaklanan mikro ölçekteki etkileşimlere dayanmaktadır diyebiliriz. Bu durum, proteinlerin, kovalent olmayan karmaşıkların *kendiliğinden* oluşmalarıyla meydana gelen stereospesifik tanıma özelliklerinden kaynaklanır diye düşünebiliriz.

Fakat şimdilik, morfogenezin olgularını "mikro ölçeklere indirgeme"nin, bu olguları açıklayan gerçek bir kuram oluşturmak anlamına gelmediğini kabul etmemiz gerekir. Burada,

5 J.P. Changeux, in "Symmetry and function in biological systems at the macromolecular level", A. Engström ve B. Strandberg Ed., Nobel Symposium No 11, p. 235-256 (1969), John Wiley and Sons Inc., New York.

böyle bir kuramı olgusal betimlemelerden ibaret olmaktan daha ileriye götürebilecek bir yaklaşımda kullanılacak terimleri belirleyen bir ilke ortaya koymak söz konusudur. Bu ilke ulaşmak istediğimiz amacı aydınlatabilir; fakat ulaşmamız için bize gereken yola çok az ışık tutmaktadır. Merkezî sinir sistemi kadar karışık bir aracın, moleküler düzeydeki gelişmesini yorumlarken ortaya çıkabilecek olağanüstü sorunu bir düşünelim. Bu sistemi oluşturan hücreler arasında, bazıları birbirilerinden oldukça uzak mesafelerde yer alan, milyarlarca özgül iç bağlantının kurulması gerekir.

Uzaktan yönlendirmelerin etkileri meselesi herhalde embriyolojideki en zor ve en önemli problemdir. Embriyologlar, yeniden canlanma olgusunu açıklamak için "morfogenetik alan" veya "gradyan"* terimlerini geliştirdiler. İlk bakışta bu kavram sanki birkaç Angström** büyüklüğündeki stereospesifik etkileşim kavramını oldukça aşıyor gibi görünmektedir. Fakat bu sonuncusu belirgin fiziki bir anlam barındırabilmektedir. Bu tarz etkileşimlerin çoğalması ve tekrarlanmasıyla, örneğin milimetre veya santimetre çapında bir örgütlenme yaratması ya da onu belirlemesi hiç de anlaşılmaz değildir. Çağdaş embriyoloji bu doğrultuda ilerlemektedir. Tamamıyla *durağan* stereospesifik etkileşim kavramının, morfogenetik "alanı" veya gradyanları açıklamak için yetersiz kalacağı pek muhtemel gözüküyor. Onu, allosterik etkileşimleri yorumlamamıza yarayan benzeri kinetik varsayımlarla zenginleştirmek gerekebilir. Ben kendi adıma, son bir incelemeyle, bu olguyu açıklayabilecek anahtarın, yalnızca proteinlerin stereospesifik birleştirici özelliklerinde saklı olduğuna inanıyorum.

***

Proteinlerin temel yapısı ve küresel şekli

Proteinlerin katalitik, düzenleyici veya epigenez işlevlerinden herhangi birini incelediğimizde, her halükarda, hepsinin bu mo-

* Elektrik potansiyelinin ve kimyasal içeriğin uzamsal değişimi – yn.

** Metrenin on milyarda biri (10^{-10} metre) – yn.

leküllerin stereospesifik birleştirici özelliklerine dayandıklarını kabul etmemiz gerekir.

Bu bölümde ve bundan önceki iki bölümde de gösterdiğimiz üzere, canlı varlıkların tüm teleonomik eylemleri ve yapıları, en azından ilkece, bu kavramla açıklanabilmektedir. Bu bakış açısı uygunsa –ki olduğundan şüphe etmemiz için ortada bir sebep yoktur- teleonominin yarattığı paradoksu çözmek için son bir adım daha atmamız gerekiyor.

Bunun için, proteinlerin stereospesifik birleştirici yapılarının evrimleşme mekanizmalarının oluşma biçimini açıklayabilmemiz gerekiyor. Bu bölümde bu yapıların oluşum şekline değineceğim, evrimleşme meselesini ise bir sonraki bölüme bırakacağım. Teleonominin son "sırrını" barındıran bu moleküler yapıları ayrıntılı bir şekilde inceleyerek, derin anlamlar taşıyan sonuçlara varacağımızı gösterebilmeyi umuyorum.

Öncelikle, küresel bir proteinin alanındaki yapının iki farklı türde kimyasal bağ tarafından belirlendiğini hatırlamamız gerekir (*Bkz.* Ekler, s.163).

1. "Temel" protein yapısı, topolojik açıdan çizgisel olan, kovalent bağlarla birleşmiş amino asit yapıtaşlarından oluşan bir diziden meydana gelir. Bu bağlantılar, kendi başlarına olduklarında, oldukça esnek, lifli bir yapıdadırlar ve teorik olarak nerdeyse sınırsız sayıda yapıya bürünmeleri mümkündür.

2. Fakat bu küresel proteinin "başlangıç" yapısı dediğimiz durumu, topolojik olarak çizgisel olan kovalent dizi boyunca yer alan amino asitleri kendi aralarında birleştiren çok sayıdaki kovalent olmayan etkileşimlerle sağlanmaktadır. Bunun sonucunda, polipeptid lif kendi üzerine çok karışık bir şekilde bükülerek, sımsıkı küre benzeri bir yumak durumunu alır. Son kertede, bu karışık bükümler molekülün uzaydaki yapısını ve hatta molekülün ayırt etme özelliğini yerine getirebilmesini sağlayan stereospesifik birleşme alanlarının kesin şeklini de belirlemektedirler. Gördüğümüz gibi, işlevsel yapıyı sabitleyen şey, çok sayıda moleküller arası kovalent olmayan etkileşimlerin toplamı, daha doğrusu birlikte çalışmalarıdır. Bu işlevsel yapı, proteinin (yine kovalent olmayan) başka moleküllerle, seçici davranarak, stereospesifik kompleksler oluşturmasını sağlar.

Bizi burada ilgilendiren asıl mesele, bir proteinin bağlı olduğu bilişsel işlevin özel, biricik şeklinin oluşumu yani ontojenezidir. Uzunca bir süre, bu yapıların karmaşık olmaları ve çok değişik türlerde kovalent olmayan etkileşimlerle sabitlenmiş olmaları nedeniyle, belli bir polipeptid lifinin çok büyük sayılarda değişik şekiller alabileceği sanılmıştı. Fakat pek çok gözlemin bütünlüğüne bakıldığında, "doğuş" hâlinde ve fizyolojik olarak normal şartlar altında, yalnızca aynı kimyasal türün (ilkel yapı tarafından belirlenerek), tek bir şekle girerek var olduğunu görürüz (veya allosterik proteinlerde olduğu gibi az sayıda, birbirlerinden çok az bir farkla ayrılan değişik durumlara da girebilirler). Bu keskin bir şekilde belirlenmiştir. Protein kristallerinin mükemmel X-ışını kırınım görüntüleri vermeleri bunu kanıtlar. Bu da, bir molekülü oluşturan binlerce atomdan büyük bir çoğunluğunun birkaç Angströmlük bir ayrımla sabitleşmiş bir biçimde yerleştikleri anlamına gelir. Hatta şuna da dikkat edelim ki, bu eş biçimlilik ve bu yapının keskin belirlenmişliği, küresel proteinlerin özgül birleşmelerini sağlayan şarttır ve bu özellik, bu proteinlerin biyolojik açıdan en temel özelliğidir.

Bu yapıların oluşum mekanizmalarının ilkesi günümüzde oldukça iyi anlaşılmıştır. Gerçekten de şunları biliyoruz:

1. Proteinlerin yapılarının kalıtsal belirlenimciliğinin, verili bir proteine denk gelen amino asit yapıtaşlarının *dizisini tamamen belirlediğini*,

2. Bu şekilde sentezlenmiş polipeptid lifin, işlevsel küre benzeri şekle *kendiliğinden* ve *özerk* bir şekilde katlandığını.

Küresel yapıların oluşumu

Böylece, polipeptid lifin ilkece alabileceği binlerce bükümlü şeklin arasından, yalnızca bir tanesi seçilip gerçekleşmiştir. Gördüğümüz gibi, olabilecek en yalın düzeyde, yalıtılmış bir makromolekül ölçeğinde, hakiki bir epigenez süreç söz konusudur. Açık durumdaki bir lif binlerce şekil alabilir. Fakat bu durumda tüm biyolojik faaliyetlerinden, özellikle de stereospesifik tanıma becerisinden yoksundur. Tam tersine, bükümlü bir şekle yal-

nızca bir durum olanaklıdır ve bunun sonucu olarak bu durum, çok üstün seviyedeki bir düzene karşılık gelir. Nitekim işlevsel faaliyet tamamen bu belirli şeklin alınabilmesine bağlıdır.

İlkesini anladığımızda, bu küçük çaplı mucizevî moleküler epigenezin açıklaması görece basittir:

1. Fizyolojik olarak olağan koşullarda, yani sulu evrede, proteinlerin bükülmüş biçimleri, açılmış biçimlerine oranla termodinamik açıdan daha dengelidir. Bu sabitliğin kazanılmasının ilginç bir sebebi vardır; bunu belirtmek önemlidir. Diziyi oluşturan amino asit yapıtaşları arasından, yaklaşık yarısı "hidrofobiktir", adeta suya karıştırılan sıvı yağ gibi hareket ederler: temas etmeleriyle, devinmez olan su moleküllerini serbest bırakarak toplanmaya eğilim gösterirler. Böylelikle, protein derli toplu ve sıkı bir yapı hâlini alır ve karşılıklı ilişkiye girerek lifi oluşturan yapıtaşlarını hareketsiz kılar. Bu noktada, su moleküllerinin dışlanması sayesinde, proteinler bir düzen kazanarak kâra geçmişlerdir (veya negatif entropileri artmıştır); su molekülleri *özgürleşmiş* bir şekilde düzensizliği, diğer bir deyişle sistemin entropisini büyütürler.

Verili bir polipeptid dizisine uygun çeşitli bükümlü yapılar arasından, yalnızca bir tanesi veya çok azı olabilecek en sıkı yapının oluşumuna izin verir. Dolayısıyla bu yapı diğerlerine nazaran daha çok tercih edilir olacaktır. Birazcık daha sadeleştirerek anlatacak olursak, bu yapı, su moleküllerini en fazla dışarıda bırakacak olan yapıya tekabül ettiği için "seçilmiştir". Sıkı yapıların farklı olasılıklar dâhilindeki oluşumlarının, lifteki amino asitlerin konumlarına (başta hidrofobisi olan yapıtaşları olmak üzere) bağlı oldukları çok açıktır. Belirli bir proteinin özel küresel şekli ve buna bağlı olan işlevsel faaliyeti, lifteki yapıtaşlarının dizisi tarafından *dayatılır*. Burada önemli olan nokta şudur ki, bir proteinin üç boyutlu yapısının tamamını belirlemeye yarayan bilgi miktarı dizinin kendisinin belirlediği miktara oranla çok daha büyüktür. Örneğin, yüz amino asitten meydana gelen bir polipeptidde, diziyi tanımlamak için gerekli bilgi (H) yaklaşık olarak 450 bittir ($H = \log_2 20^{100}$). Oysa ki üç boyutlu yapıyı belirlemek için bu sayıya çok daha büyük miktarda bilgi eklemek gerekir, hatta bu sayı-

yı hesaplamak oldukça güçtür (en az 1000 ila 2000 bit arası değişir diyelim).

Epigenez "zenginleşmenin" sahte paradoksu

O hâlde genomun, proteinin işlevini "tamamen belirlediğini" söylemekte bir çelişki görebiliriz. Çünkü bu işlev üç boyutlu bir yapıya bağlıdır ve bunun bilişsel içeriği kalıtımsal belirlenimciliğin katkısına kıyasla *çok daha zengindir*. Bazı modern biyoloji eleştirileri bu çelişkiyi belirtmekten geri durmadılar. Özellikle Elsässer, canlı varlıkların (makro ölçekteki) yapılarının epigenez gelişiminde, fiziksel açıdan açıklanamayan olgulara tanıklık ettiğini belirtir ve bunu "nedensiz zenginleşmeye" bağlar.

Moleküler epigenezi ayrıntılı bir şekilde incelediğimizde bu itiraz kaybolur: üç boyutlu yapıya tekabül eden bilgi zenginleşmesi baştan iyi bir şekilde belirlenmiş başlangıç şartlarında ifade edilen (dizi tarafından gösterilen) kalıtımsal bilgiden ileri gelir (sulu evrede, dar sınırlar arasındaki bir sıcaklıkta oluşuna, iyon bileşimi vs). Böylelikle, birçoğu arasından yalnızca bir tanesi gerçekleşebilmektedir. Buna bağlı olarak, başlangıç şartları son kertede, küresel yapı içerisinde hapsolmuş bilgiyle ortaklaşa bu yapıyı belirler. Onu tamamen belirlemese de, yalnızca diğer olası yapıları eleyerek, kısmen iki anlamlı *a priori* bir mesajın tek anlamlı yorumunu sunar, daha doğrusu dayatır.

***

Küresel bir proteinin yapılanma sürecinde, aynı zamanda hem mikro ölçekteki görüntünün ne olduğunu, hem de organizmanın kendisinin özerk epigenez gelişiminin kaynağını görmemiz mümkündür. Bu gelişim sürecinden hareketle birbirini takip eden birçok aşamayı veya düzeyi tanımamız mümkündür.

1. Stereospesifik bir araya gelme özelliği taşıyan, küresel yapıyı veren polipeptid dizilerin katlanması.

2. Hücre organellerini oluşturmak için proteinler arası (veya proteinlerle diğer temel yapı taşları arasında) bir araya gelme etkileşimleri.

3. Dokuları ve organları oluşturmak için hücreler arası etkileşimler.

4. Tüm bu aşamalarda, allosterik türden etkileşimler tarafından kimyasal faaliyetlerin koordinasyonu ve ayırt etme özellikleri.

Bu aşamaların her birinde, bir önceki aşamada yer alan ürünler arasında kendiliğinden oluşan etkileşimlerin sonucunda daha üstün bir düzene sahip yapılar ve yeni işlevler ortaya çıkar. Tıpkı çok katmanlı bir havai fişek gibi, her aşama, kendisinden öncekinde saklı olan yetileri açığa çıkarır. Sonuçta, bu olgunun belirlenimciliği, kaynağını, başlangıç şartları tarafından yorumlanmış, daha doğrusu filtrelenmiş polipeptid dizilerinin toplamının temsil ettiği kalıtımsal bilgide bulur.

Teleonomik yapıların son kanıtı

O halde, tüm canlı varlıkların teleonomik performanslarının ve yapılarının *son kanıtı [ultima ratio],* Maxwell'in cinlerinin biyolojik "embriyosunda", polipeptid liflerini oluşturan yapıtaşlarının dizilerinde yatıyor, yani küresel proteinlerde. Bir anlamda, hakiki olarak, hayatın sırrı, ki varsa, kimyevî düzenlenişin bu katmanında açığa çıkıyor ve bizler, yalnızca bu dizileri tanımlamayı başarmakla kalmayıp, bir de itaat ettikleri birleşme yasasını ortaya koyabildik. Böylece sırrın biraz çözüldüğünü, *son kanıtın* da keşfedildiğini söyleyebiliriz.

Küresel bir protein dizisinin tamamı, 1952'de Sanger tarafından çözülmüştür. Bu aynı zamanda hem bir ilham, hem bir keşif, hem de bir hayal kırıklığı olmuştur. Yapısını, yani işlevsel bir proteinin (insülin) eleyerek seçme özelliğini yönlendirmeyi başarabildikleri bu dizide, ne bir düzen, ne bir tekillik, ne de bir sınırlandırma açığa çıkıyordu. Bu arada, bu tarz bilgilerin biriktiği ölçüde, günün birinde birtakım genel birleşme yasalarının ve bazı işlevsel ilişkilerin ortaya çıkacağını umabilir miydik acaba? Günümüzde, çok değişik organizmalara ait çeşitli proteinlere denk gelen yüzlerce diziyi tanıyoruz. Bu dizilerden ve bunların modern hesaplama ve analiz yöntemleriyle sistemli bir şekilde karşılaştırılmalarından, genel yasaya

varabiliriz: bu da rastlantı yasasıdır. Daha açık anlatmak gerekirse: bu yapılar "rastlantısaldır", bu da 200 çökelti barındıran bir proteinin 199'unun düzenini tam olarak bilinmesine rağmen, geriye kalan, analizle henüz tanımlanamamış bir çökeltinin doğası öngörülemediği için ne teorik, ne de deneye dayalı hiçbir kural telaffuz edilemez demek oluyor.

Bir polipeptiddeki amino asit dizisinin "rastlantısal" olduğunu söylemek, ki bunun altını çizmek gerekir, kesinlikle bu konudaki cahilliğin itiraf edildiği anlamına gelmez. Bu yalnızca bir olgunun fark edildiği anlamına gelir: örneğin bir polipeptidde bir çökeltinin bir diğeriyle sıralandığı ortalama frekans, genelde proteinlerdeki her iki çökeltinin ortalama frekanslarının *çarpımına* eşittir. Bunu başka bir şekilde resmedebiliriz. Her biri bir amino aside denk gelen bir oyun kartı destesi hayal edelim. Bu iki yüz kartlık, *ortalama* her amino asidin ölçüsünü barındıran bir deste olsun. Kartları karıştırdıktan sonra rastlantısal diziler elde ederiz ve doğal polipeptidlerde gerçekte gözlemlediğimiz dizilerden herhangi birine denk gelen bir diziyi fark etmemize olanak yoktur.

Fakat bu anlamda, bütün proteinlerin ilk yapıları bize rastgele bir seçimin sonucunda elde edilen rastlantısal saf ürünler gibi geliyorsa, her bir zincirde, çok manidar bir anlam taşıyan, olası yirmi çökeltiden oluşan *etkin hâldeki* dizi kesinlikle rastgele bir şekilde sentezlenmemiştir; çünkü bu sıralama, söz konusu proteinin tüm moleküllerinde nerdeyse hatasız bir şekilde tekrar üretilmiştir. Böyle olmasaydı, kimyasal analiz yoluyla bir molekül topluluğunun dizisini düzenlemek imkânsız olurdu.

O halde, her bir proteindeki "rastlantısal" dizinin, her bir organizma, her bir hücre, her bir kuşak için, milyarlarca veya milyonlarca kez, yapıların değişmezliğini koruyan, yüksek sadakatli bir mekanizma tarafından tekrar üretildiğini kabul etmek gerekir.

Günümüzde, bu mekanizmanın yalnızca ilkesini değil, onu oluşturan öğelerin bir kısmını da biliyoruz. Bir sonraki bölümde bu konuya geri döneceğiz. Bir polipeptid lifinin içindeki yapıtaşlarının dizisinin esrarını barındıran derin anlamlı me-

sajı çözmek için bu mekanizmayı tüm ayrıntılarıyla bilmemize gerek yok.

Mesajın yorumlanması

Bu öyle bir mesaj ki, mümkün olan bütün kıstaslar göz önünde bulundurulduğunda bile, tamamen rastgele yazılmış görünüyor. Bu mesajın yüklü olduğu anlam, doğrusal bir dizinin üç boyutlu tercümesi olan küresel yapının, eleyici, işlevsel ve doğrudan teleonomik etkileşimlerinden hareketle açığa çıkmaktadır. Moleküler düzeyde, küresel bir protein zaten hâlihazırda işlevsel özellikleri bakımından adeta bir makinedir; fakat gördüğümüz üzere, bir kör eşleştirme oyunundan başka bir şey ifade etmeyen temel yapısı itibariyle bunu söyleyemeyiz. Bu rastlantısallık, değişmezlik makinesi tarafından ele geçirilip, korunup, tekrar tekrar üretilmiştir ve böylece düzene, kurala ve zorunluluğa dönüşmüştür. Tanım gereği, *tamamen* kör bir oyundan, her şey, hatta görme yetisi bile ortaya çıkabilir. Biyosferin tamamının kaynağı ve oluşumu, işlevsel bir proteinin ontojenezinde yansımaktadır ve canlı varlıkların temsil ettikleri, takip ettikleri ve yerine getirdikleri tasarının nihai kaynağı, kendini bu ilk temel yapının oluşturduğu mesajda, bu belirli, keskin, sadık; ama temelinde çözülemez yazıda açığa çıkarıyor. Çözülemez olmasının nedeni, kendiliğinden yerine getirdiği zorunlu fizyolojik işlevi yerine getirmeden önce, yapısına baktığımızda yalnızca kaynağındaki rastlantısallığı görmemizdir. İşte, çok uzun yıllardan beri günümüze ulaşan mesajın en derin anlamı, bizim için tam olarak budur.

6

Değişmezlik ve Düzensizlikler

Platon ve Herakleitos

Bundan yaklaşık üç bin yıl önce, İyonya adalarında doğan Batı düşüncesi, başından beri birbirine görünüşte taban tabana zıt iki düşünceyle bölünmüştür. Bu felsefelerden birine göre, evrenin hakiki ve mutlak gerçekliği, özü itibariyle değişmez ve hareketsiz, mükemmel biçimlere dayanır. Diğerine göre ise tam tersine, evrenin tek gerçekliği harekete ve evrime dayanır.

Platon'dan Whitehead'e, Herakleitos'tan Hegel'e ve Marx'a kadar, tüm filozofların politikayı ve ahlâkı düşünüş şekillerinin, alttan alta bu metafiziksel epistemolojilere bağlı oldukları ortadadır. Bu ideolojik yapıtlar, bizlere kendilerini *a priori* düşünceler olarak sunsalar da aslında önceden tasarlanmış etik ve politik bir kuramı meşrulaştırmak üzere *a posteriori* olarak kurulmuşlardır[1].

Bilimin bu tartışma dışında kalmasına neden olan veya daha doğrusu bu tartışmaya katılmasını yasaklayan tek *a prio-*

1 Bkz. Popper, The Open Society and Its Enemies, Routledge, London (1945).

ri, nesnellik postülatıdır. Bilim, gerek evreninki olsun, gerek onun içinde yer alan sistemlerin, örneğin insanı da içeren biyosferinki olsun, evrimi araştırmaktadır. Tüm olguların, olayların, bilgilerin, sistemi oluşturan öğelerde değişim yaratan etkileşimler barındırdıklarını biliyoruz. Bu kavram, evrenin yapısında hareketsiz varlıkların olduğu düşüncesi ile hiçbir şekilde uyumsuz değildir. Tam tersine: olguları incelerken, bilimin belirlemiş olduğu temel strateji değişmezliğin keşfine dayanmaktadır. Bütün fizik yasaları, tıpkı matematik alanındaki gelişmeler gibi, bir değişmezlik bağlantısı belirler; bilimin en temel önermeleri belli hâllerin korunması olgusuna dayalı evrensel postülatlardır. Seçebileceğimiz tüm örneklere bakacak olursak, bir olguyu incelemek için, bu olgu tarafından korunan değişmezliklere dayanan bir açıklama şekli dışında bir yöntemin olmadığını görmek kolaydır. Herhalde buna en iyi örnek, hareketsizlik yasalarını oluşturabilmek için diferansiyel denklemlerin icat edilmelerinin bir gerektiğidir, yani değişimi, değişmeyenden hareketle açıklamaya yarayan bir aracın gerekmiş olduğudur.

Bilimsel söylemin örgüsünü oluşturan bütün bu değişmezlik, korunma ve simetri yasalarının, gerçeğin yerine konan kurgulardan ibaret olup olmadıklarını sorgulayabiliriz elbette. Belki de bu kurgu, yalnızca "anlaşmaya dayalı", tamamen soyut bir ilke olan özdeşlik ilkesini temel alan bir mantığın kurulabilmesine neden olmuştur. Bu sayede gerçeğin özünün, bir kısmı boşaltılmış olsa da, işlevsel bir görüntüsü oluşturulabilmiştir. Burada söz konusu olan anlaşma öyle ki, ne olursa olsun, insan aklı için vazgeçilmez görünmektedir.

Bu klasik soruna burada değinmemin sebebi, statüsünün kuantum devrimiyle derinden değişime uğradığını belirtmektir. Klasik bilim anlayışında, özdeşlik ilkesi, bir fizik postülatı olarak belirmez. Yalnızca bir mantık işlemi olarak kullanılır ve maddi bir gerçekliğe tekabül etmesi de gerekmez. Modern fizik için durum farklıdır, en temel postülatlardan biri aynı kuantum durumunda bulunan iki atomun mutlak özdeşliklerine

dayanmaktadır[2]. Dolayısıyla günümüzde, özdeşlik ilkesini, basitçe mantığımızı kullanma biçimimizi düzenleyen bir kurala indirgeyemeyiz: en azından kuantum boyutlarında maddi bir gerçekliğe tekabül ettiğini kabul etmemiz gerekir.

Her ne olursa olsun, bilimi yok etmeden ondan ayıramayacağımız Platoncu bir öğe her zaman vardır ve baki kalacaktır. Tekil olguların sonsuz çeşitliliği içerisinde, bilim yalnızca değişmezlikleri bulmaya çalışmaktadır.

***

Anatomideki değişmezlikler

19. yüzyılın büyük doğa bilimcileri, Cuvier'den (ve Goethe'den) sonra, kendilerini anatomideki değişmezlikleri sistemli bir şekilde araştırmaya adamışlarken, içlerinde "Platoncu" bir tutku taşıyorlardı. Belki de modern biyologlar, hayret verici derecede çeşitli morfolojilerin ve yaşam biçimlerinin göründüğü bunca canlı varlık içerisinden, kendine has tek bir "biçimi" veya en azından özelliğini belirlediği grubun içerisinde her biri değişmez olan sınırlı sayıda anatomik düzlemleri tanıyabilmiş bu adamların dehasına yeterince hakkını vermiyorlar.

Fokların, karadaki etoburlara çok yakın memeliler olduklarını görmek herhalde çok da zor değildi. Fakat tulumlularla (urochordata) omurgalıların anatomilerinde aynı temel tasarımın olduğunu fark edip hepsini sırt iplikliler (kordalılar) içinde sınıflandırmak daha zordur. Tulumlularla ile derisi dikenliler (echinodermata) arasındaki ortak yanların ayırdına varmak ise büsbütün zordur. Biyokimya tarafından kanıtlandığı üzere, hiç şüphe yok ki, denizkestaneleri, kafadanbacaklılar gibi çok daha gelişmiş bazı türlere nazaran bize çok daha yakındırlar.

Klasik zooloji ve paleontoloji eserleri, canlıların düzenlerinin temel düzlemlerini araştıran bu devasa çalışmalar sayesinde inşa edilebilmişlerdir. Bu eserler ve bunların yapıları,

2 V. Weisskopf, Symmetry and Function in biolojical systems at the macromolecular level, Engström and Strandberg Ed., Nobel Symposium No 11, p. 28, Wiley and Sons, New York (1969).

hem evrim kuramının oluşmasına neden olmuşlardır, hem de onu meşru kılmışlardır.

Bu arada, hala türlerin çeşitliliği söz konusudur ve biyosferin makro düzeyinde, birbirlerinden uç derecelerde farklarla ayrılan ve bir arada yaşayan çok sayıda, değişik düzenlerle kurulmuş biyolojik düzlemlerin olduğunu kabul etmek gerekir. Örneğin tek hücreli canlı, ahtapot, mavi yosun ve insan arasında ne gibi ortak özellikler var? Hücrenin keşfedilmesi ve hücre kuramı tüm bu çeşitliliğin içerisinde bir birliğin oluşturulmasını sağlamıştır. Tüm canlı yaşamının, mikro düzeyde, en derindeki ve sıkı birliğinin kaynağının açığa çıkması için, 20. yüzyılın ikinci yarısında yer alan biyokimyasal gelişmeleri beklemek gerekti. Günümüzde bakteriden insana kadar tüm canlılarda kimyasal makinenin, gerek işleyişi açısından, gerek yapısı açısından, temelde aynı olduğunu biliyoruz.

Kimyasal değişmezlikler

1. Yapısal açıdan: Tüm canlı varlıklar, istisnasız olarak aynı iki temel makromolekül sınıfından meydana gelmişlerdir; proteinlerden ve nükleik asitlerden.

Dahası, tüm canlılarda bu makromoleküller sınırlı sayıdaki aynı radikal yapıtaşlarının bir araya gelmesinden oluşurlar: Proteinlerde yirmi yapıtaşı, amino asit ve nükleik asitlerde dört yapıtaşı mevcuttur.

2. İşleyiş açısından: Bütün organizmalarda temel kimyasal işlemler için aynı tepkimeler veya daha doğrusu aynı tepkime dizileri kullanılmaktadır; bir yandan kimyasal gücün toplanması ve depolanması için, diğer yandan da hücreyi oluşturan temel öğelerin biyosentezi için.

Şüphesiz, metabolizmanın bu merkezî temasından hareketle, çeşitli işlevsel uyum sağlama mekanizmalarına denk gelen bir çok değişken bulunmaktadır. Bu değişkenler, nerdeyse her zaman, önce başka işlevler için kullanılmış evrensel metabolik dizilerin yeni kullanımlarına denk gelmektedirler. Mesela azot boşaltımı kuşlarda ve memelilerde farklı şekillerde yapılır. Kuşlar ürik asit boşaltırken, memeliler üre boşaltır. Oysa kuş-

larda ürik asidin sentezlenme yolu, bütün organizmalarda pürin denen nükleotidleri (nükleik asitlerin evrensel temel taşlarıdırlar) sentezleyen, tepkime dizisinin yalnızca ufak çaptaki bir değişikliğidir. Memelilerde üre sentezi, yine evrensel olan, metabolik yoldan elde edilen bir değişiklik sayesinde oluşur: tüm proteinlerde mevcut olan arginin isimli bir amino asidin senteziyle sonuçlanan bir değişikliktir. Bu örnekleri kolaylıkla çoğaltabiliriz.

Biyosferin tamamında, hücre kimyasının nerdeyse tıpatıp benzerliği, benim kuşağımın biyologları tarafından keşfedilmiştir. 1950'den beri bunun kesinliğine varılmıştı ve bütün yeni yayınlar bu olguyu doğruluyordu. Bu durum "Platoncuların" umduklarından öteydi.

Fakat hücre kimyasının bu evrensel "biçiminin" aşamalı olarak açığa çıkması, yeniden üretilen değişmezlik sorununu daha keskin ve paradoksal hale getiriyor gözüküyordu. Kimyasal olarak, tüm canlıların yapı taşları aynıysa ve aynı yollarla sentezleniyorlarsa, morfolojide ve fizyolojide bu muhteşem çeşitlilik nereden kaynaklanıyordu? Dahası, nasıl oluyor da her canlı türü diğerleriyle aynı maddelerden ve aynı kimyasal değişikliklerden meydana gelmesine rağmen, kuşaklar boyunca kendilerini diğer canlılardan ayırt eden özellikleri, başka bir deyişle temeldeki değişmezliklerini yani yapısal normlarını koruyabiliyordu?

Temel değişmez olarak DNA

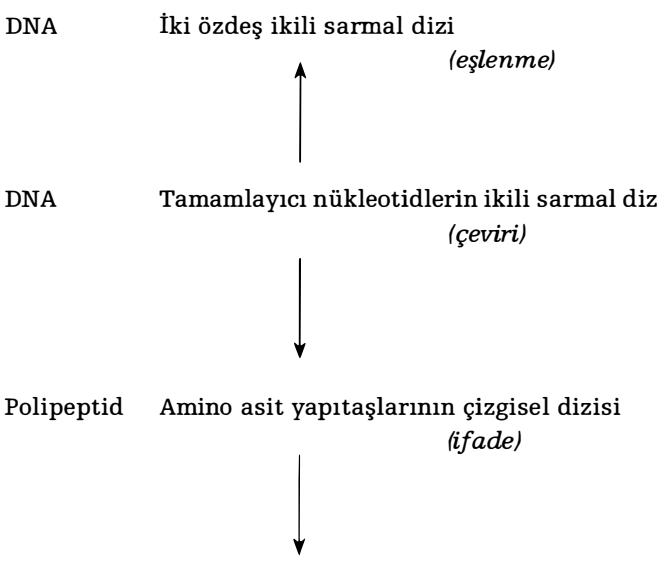
Bugün bu sorunun cevabını biliyoruz. Bir yandan evrensel yapı taşlar olan nükleotidler, diğer yandan da amino asitler, yapının, yani proteinlerin özgül işlevsel birleşimlerinin yazılı olduğu bir alfabenin mantıksal karşılığıdır. Bu alfabeyle, biyosferin içerdiği yapısal çeşitlilik ve faaliyetlerin tümü yazılabilir. Bunun da ötesinde, DNA'nın dizilerindeki nükleotidler aracılığıyla yazılan bu yazı sayesinde, her hücrede ve her kuşakta aynı kalan üreme yoluyla, türün değişmezliği korunuyor.

Temel biyolojik değişmez, DNA'dır. İşte bu yüzden, Mendel'in geni, kalıtımsal özelliklerin değişmezliğini taşıyan araç olarak

tanımlaması, Avery tarafından bunun kimyasal yollarla ortaya konması (ve Hershey tarafından kanıtlanması), daha sonra Watson ve Crick'in DNA'nın değişmezliği çoğaltma yapısının temellerini bulup bizleri aydınlatması, hiç kuşkusuz biyoloji alanındaki gelmiş geçmiş en temel keşiflerdir.

Tüm bunlara, ancak bu keşiflerle anlam bulan ve kesinlik kazanan seçilime dayalı evrim kuramını da eklemek gerekir.

DNA'nın yapısı, bu yapının bir geni belirleyen nükleotid dizisinin tıpatıp bir kopyasını üretmek için nasıl emir verdiği, bir DNA sarmalının nükleotid dizisini, bir proteindeki amino asit dizisine çeviren kimyasal makinenin nasıl çalıştığı, tüm bu olgular ve kavramlar, uzman olmayanlar için mükemmel ve geniş bir şekilde tanımlanmıştır[3].



Açıklığa kavuşturulması gereken ilk nokta, DNA'nın *aynen* kopyalanmasının "sırrının", molekülde birbirleriyle bir-

3 (Bkz. Ekler s.167)

leşmiş iki lifin oluşturdukları *kovalent olmayan kompleksin stereokimyasal tamamlayıcılığında* yatıyor olmasıdır. Seçici proteinleri ayırt eden bir özellik olan, stereospesifik birleşme özelliğinin temel ilkesinin, DNA'nın kopyalama özelliklerinin de temelinde bulunduğunu görüyoruz. Fakat DNA'da, kompleksin topolojik yapısı, proteinlerin oluşturduğu komplekse göre daha sadedir. Bu da, kopyalama mekanizmasının çalışmasını sağlamaktadır. Gerçekten de, iki liften birinin stereokimyasal yapısı, onu oluşturan yapıtaşlarının dizisi tarafından tamamen belirlenmiştir. Çünkü dört yapıtaşından *her biri* (sterik kısıtlamalar yüzünden) diğer üç tanesinden *yalnızca biriyle bireysel* olarak eşleşebilir. Sonuç olarak;

1. Kompleksin sterik yapısının tamamı *iki boyutta* gösterilebilir. Biri, bitmiş olarak, her noktasında karşılıklı birbirlerini tamamlayan bir çift nükleotid barındıran, diğeri ise, potansiyel olarak bu çiftlerden oluşan sonsuz bir dizi barındıran iki boyut.

2. İki liften (herhangi) biri verildiğinde, tamamlayıcı dizi, nükleotidlerin ardışık eklenmeleriyle git gide daha yakın olarak kurulabilir ve nükleotidlerden her birini, sterik olarak önceden belirlenmiş eşi seçer. Böylece iki liften her biri, kompleksin bütününü oluşturacak biçimde, eşinin yapısını kendisi seçmiş olur.

DNA'nın küresel yapısı, herhalde bu tarz yapıtaşlarının doğrusal polimerizasyonundan oluşmuş bir makromolekülün, öteleme ve dönmeden oluşan iki simetri işlemiyle belirlenmiş sarmal bir lifin, oluşturabileceği en sade ve en olası yapıdır. Dolayısıyla bu yapıyı, bütününün oluşturduğu düzen nedeniyle, lifli bir kristal gibi kabul edebiliriz. Fakat yapının inceliğini göz önünde bulundurduğumuzda, düzensiz bir kristalin söz konusu olduğu söylenmelidir; çünkü temel çiftler dizisi yinelenen bir yapıya sahip değildir. Dizinin tamamen "serbest" olduğunu belirtmek önemlidir. Şu anlamda ki, bütünün yapısı diziye hiçbir kısıtlama dayatmıyor; çünkü olabilecek olan tüm dizilerle uyuşabilir.

Gördüğümüz üzere, bu yapının oluşumu, bir kristalinkine yakından benzetilebilir. İki liften birinde bulunan her bir dizi

öğesi, onunla birleşmek üzere kendiliğinden gelen molekülleri seçip onlara yön veren ve böylece kristalin büyümesini sağlayan billursu bir tohum işlevi görür. Yapay bir şekilde ayrılmış, birbirini tamamlayan iki lif, binlerce veya milyonlarca dizi arasından, nerdeyse hatasız bir şekilde eşlerini seçip, *kendiliklerinden* özgül kompleksi yeniden oluştururlar.

Bu arada, her bir lifin büyümesi, nükleotidlerin kendi aralarında dizi oluşturmaları için birleşmelerini sağlayan *kovalent* bağları da içerir. Bu bağların oluşumu kendiliğinden olamaz: kimyasal bir gizil gücün kaynağı ve katalizör gereklidir. Gizil gücün kaynağı, nükleotidlerin kendilerinde bulunan ve yoğunlaşma etkisi sırasında kopan belirli bağlarla temsil edilir. Bu yoğunlaşmayı bir enzim, yani DNA-polimeraz katalize eder. Bu enzim, daha önceden bulunan lifte özgül biçimde belirlenmiş olan diziye "ilgisiz" kalır. Öte yandan, enzime dayalı olmayan katalizörlerle hızlandırılmış mononükleotidlerin yoğunlaşmasını yönlendirenin, doğrudan, bunların daha önce var olan bir polinükleotid ile kendiliğinden eşlenmesi olduğu kanıtlanmıştır[4].

Enzim diziyi belirlemese de, tamamlayıcı kopyanın sadık oluşuna, yani bilgi iletiminin aslına uyup uymadığını belirlemeye katılır. Deneyin göstermiş olduğu üzere, uç noktada bir sadakat söz konusudur; ama mikro ölçeklerde yer alan bir süreçten bahsettiğimiz için, bu sadakat mutlak olamaz. Bu temel noktaya birazdan değineceğiz.

***

Kodun çevirisi

Nükleotid dizisinin, amino asit dizisine çeviren *çeviri* mekanizması, ilkesi bakımından, *kopyalama* mekanizmasından çok daha karmaşıktır. Görmüş olduğumuz gibi, son kertede, kopyalama süreci, matris işlevi gören bir polinükleotid dizisi ile onunla birleşen nükleotidler arasındaki *dolaysız* stereospesifik etkile-

4 L. Orgel, *Journal of Molecular Biology*, 38, p.381-393, 1968

şimlerle kendisini ifade eder. Çeviride de bilgi iletişimi, kovalent olmayan stereospesifik etkileşimlerle sağlanmaktadır; fakat bu yönetici etkileşimler birbirini takip eden birçok aşamayı barındırır. Bu etkileşimlerde birçok yapı taşı yer alır ve her biri, yalnızca kendi dolaysız işlevsel eşini tanır. Bu yapı taşları bilgi iletişimini sağlayan zincirin başında müdahalede bulunurken, diğer uçta "nelerin döndüğünden" tamamen habersizdir. Öyle ki, kalıtım kodunun harflerinden her biri, polipeptiddeki (yirmi amino asitten) bir amino asidi belirleyen DNA'daki üç nükleotidlik bir diziden oluşan stereokimyasal bir dildedir. Buna karşın, kodlamayı yapan üçlüyle kodlanan amino asit arasında hiçbir dolaysız sterik bağ yoktur.

Bu bizi önemli bir sonuca götürür; çünkü bu durumda, biyosferde evrensel olan bu kod, sanki bilgi iletimi bambaşka bir anlaşmaya göre de sağlanabilirmiş gibi yani kimyasal olarak tamamen *keyfi* oluşmuş gibi gözükür[5]. Ayrıca, çeviri mekanizmasının bazı yapı taşlarının yapılarını ve bu şekilde kimi üçlülerin yorumunu da değiştirerek, organizmada (geçerli anlaşmalar çerçevesinde) ona çok zararlı olabilecek hatalara neden olan mutasyonlar da bilinmektedir.

Çeviri sürecinin çok mekanik, hatta "teknolojik" yanının altını çizmek gerekir. Her aşamada değişik yapı taşlarının araya girip, bir yapı taşının yüzeyindeki (ribozomun) bir polipeptidin tortu halinde birikmesine neden olmaları ve bunun adeta freze makinesinde biçim verilecek bir parçanın diş açarak ilerlemesine benzetilebilecek ardışık etkileşimleri andırması, kaçınılmaz bir şekilde, mekanik sistemli bir fabrikanın üretim zincirini düşündürür.

Sonuçta normal bir organizmada, kesinliği sağlayan mikro ölçekteki bu mekanizma, çeviri sürecinde inanılmaz bir sadakatin olmasına neden olur. Hiç şüphesiz, hatalar oluyor elbette; ama o denli az ki, olağan ortalama sıklıklarına bakıldığında kullanılabilir hiçbir istatistik sağlamıyorlar. Hiçbir karışıklık barındırmayan kodun devamında (DNA'nın protein olarak çevrilmesinde), bir DNA sarmalındaki nükleotidlerin oluşturdu-

5 Bu noktaya 8. bölümde yeniden değineceğiz.

ğu dizi, ona denk gelen polipeptiddeki amino asitlerin dizisini tamamen belirlemektedir. Bunun da ötesinde, (5.bölümde gördüğümüz gibi), polipeptid dizisi, bir kere oluştuktan sonra kazanmış olduğu kıvrımlı yapıya ulaştığında (olağan başlangıç koşullarında) yapısal, dolayısıyla da işlevsel "yorum" tek bir anlama gelir ve kesindir. Genetik bilgi dışında hiçbir yardımcı ek bilgiye gereksinim yoktur. Hatta öyle görünüyor ki bu olanaksızdır; çünkü mekanizma, bildiğimiz haliyle buna yer de bırakmaz. Organizmaların barındırdıkları tüm yapıların ve performansların, proteinlerin yapılarından ve faaliyetlerinden kaynaklandığını kabul ettiğimiz ölçüde şunu da kabul etmemiz gerekir ki: organizmanın tamamı, kalıtımsal mesajın son aşamadaki epigenez ifadesidir.

Çevirinin çift yönlü tersinir olmayışı

Şu önemli noktayı da eklememiz gerekir ki, bu *çeviri mekanizması kesinlikle çift taraflı işlemez.* "Bilginin" ters yönde iletildiği, yani proteinden DNA'ya aktarıldığı hiçbir şekilde ne gözlemlenebilmiştir ne de hayal edilebilir bir şeydir*. Bu kavram, günümüzde tamamlanmış ve kesinliğe kavuşmuş gözlemler bütününe dayanmaktadır ve bu kavramın sonuçları özellikle evrim kuramı açısından o denli önemlidir ki, onu modern biyolojinin temel ilkelerinden biri olarak saymamız gerekir[6]. Bunun sonu-

---

* Son 15 senedir birçok deneysel ve teorik araştırmaya konu olan uyarlayıcı/yönlendirilmiş (adaptive/directed) mutasyon olgusu açlık çeken hücrelerde (mutasyonla) çeşitlenme ve seçilim arasında bir ilintililiğin varlığını, yani proteinden DNA'ya bilgi aktarılıyor olabileceğini işaret etmektedir (Nature 335: 142–145 (1998); Genetics 126: 5–16 (1990), 131: 31–42 (1992), 131: 783–789 (1992), 132: 9–21 (1992); Mutat. Res. 375: 19-24 (1997), 510: 141-152 (2002), 595: 107-116 (2006); J. Bacteriol. 180: 2862-2865 (1998); Curr. Opin. Microbiol. 4: 586-594 (2001); Biosystems 43: 83–95 (1997), 50: 203–211 (1999); Neuroquantology 7: 564–595 (2009)) – yn.

6 Bu kitabın birinci baskısından sonra bazı eleştirmenler (Piaget mesela), bu önermemi deneysel olarak çürütebileceklerine inanmışlardı ve bunu sağlayacak birtakım yeni sonuçları dile getirmekten büyük bir haz duymuş görünüyorlardı. Temin ve Baltimore'un, RNA'yı, DNA'ya çevirme özelliği olan bir enzimi bulmuş olmaları söz konusuydu. Yani alışıldık çeviriyi ters yönde yapan bir enzimi. Bu güzel gözlemler, dizisel bilişimin çevirisinin DNA'dan (veya RNA'dan) proteine doğru yapıldığı ilkesini hiçbir şekilde çürütmez. Bu buluşu

cunda, bir DNA sarmalının dizisinin temsil ettiği bilginin değişime uğramış durumunun aktarıldığını düşünmemiz gerekir; çünkü bir proteinin yapısını ve performansını değiştirebilecek ve bunu kısmen soyuna aktarabilecek herhangi *olası* bir mekanizmanın olmadığını söyleyebiliriz; çünkü tersinden bakarsak, herhangi bir bilgiyi veya haberi DNA'ya aktaracak bir mekanizmanın olduğunu düşünmek imkânsızdır.

Bunun bir sonucu olarak, bütün sistem tamamen muhafazakâr, kendi üstüne kapalı ve dış dünyadan herhangi bir bilgi alma becerisinden kesinlikle yoksundur. Gördüğümüz gibi, bu sistem her türlü "diyalektik" betimlemeye terstir; bunu gerek özelliklerine, gerek saat kurma mekanizmasını andıran mikro ölçekli yapısına bakarak görebiliriz; çünkü DNA ve protein ve organizma ile ortamı arasında kurduğu ilişkiler hep tek yönlüdür. Sonuna kadar kartezyendir, Hegelci değil: hücre tam anlamıyla bir *makinedir*.

Bu yüzden de bu sistemin, yapısından ötürü, her türlü değişikliğe ve her türlü evrime karşı duracağı sanılabilir. Kimse de bunun böyle olduğundan şüphe duymuyor ve tam da bu noktada gerçekten de evrimin kendisinden daha paradoksal olan bir olguya dair bir açıklamamız var[7].

Bu olgu bazı türlerin olağanüstü değişmezliğidir. Bu türler önemli hiçbir değişikliğe uğramadan yüz milyonlarca yıldır üremeyi başarmışlardır.

***

Mikro ölçekli düzen bozuklukları

Bununla birlikte fizik bize, mikro ölçekte hiçbir varlığın kuantum boyutlarında bir düzen bozukluğu yaşamaktan kaçınamayacağını öğretir (erişilmez olan mutlak sıfır dışında) ve bu bozukluklar makro ölçekteki sistem içinde birikip onun yapısını adım adım; fakat kaçınılmaz olarak değiştirir.

---

yapanlar, çok seçkin moleküler biyoloji uzmanları biyologlardır ve örneğin görünürde Piaget'nin yaptığı gibi, hiçbir zaman çalışmalarından bu sonuçlara varmamışlardır.

7 Kısmî açıklama, 7. Bölüm, s.114

Çevirinin sadık olması için biyolojik makinenin muhafazakârlığının mükemmel olmasına rağmen, canlı varlıklar bu yasaya maruzdurlar. Çok hücreli organizmalardaki yaşlanma ve ölüm, en azından bir bölümüyle, rastlantısal çeviri yanlışlarının birikmesiyle açıklanabilir; çünkü bu yanlışlıklar, sadık bir şekilde çevirinin oluşmasını sağlayan yapı taşlarından bazılarını değişikliğe uğratır. Böylece yanılmaların sıklığı artar ve bu da organizmanın yapısını azar azar, acımasızca değiştirir[8].

Fizik yasalarını ihlâl etmediği sürece, kopyalama mekanizması da tüm düzen bozukluklarına ve kazalara maruz kalmaktan kaçamaz. Bu düzen bozukluklarından en azından bazıları, dizideki birtakım öğeleri az çok değişikliğe uğratır. Bu transkripsiyon hataları, mekanizmanın kör sadakati nedeniyle otomatik olarak yaklaşık benzer düzen bozuklukları şeklinde yeniden yazılır. Daha sonra, *mutasyona* uğrayacak olan DNA sarmalına denk gelen polipeptidin amino asit dizisine aynı sadakatle, değişiklik olarak çevrilirler; fakat bu mutasyonun işlevsel "anlamı", ancak bir kısmı yeni olan bu polipeptidin kendi üstüne katlanmasıyla ortaya çıkacaktır.

Biyolojideki modern araştırmalar içerisinde, moleküler genetik alan, yöntemlerinin güzelliğiyle ve derin bir anlam barındırmasıyla öne çıkar (Benzer, Yanofsky, Brenner ve Crick). Bu araştırmalar sayesinde, özellikle DNA'nın çift sarmalında yer alan polinükleotid dizisinin maruz kalabileceği çeşitli gizli değişiklik türleri incelenebilmiştir. Böylece çeşitli mutasyonları ve nedenlerini tespit etme fırsatı olmuştur:

1. Tek bir nükleotid çiftinin, bir başkasının yerine geçmesi,

2. Bir ya da daha çok nükleotidin yok olması ya da eklenmesi,

3. Uzun ya da kısa dizi bölümlerinin tersine çevrilmesi, yinelenmesi, yer değiştirmesi ve eriyip birleşmesiyle kalıtımsal yazının "çiğnenmesi" ve böylece oluşan çeşitli mutasyonlar vardır[9].

---

8 Orgel, L.E., *Proceedings of the National Academy of Science*, 49, p. 517 (1963).

9 Bkz. Ekler, s.168

Bu değişikliklerin gelişigüzel meydana geldiklerini, yani rastlantısal olduklarını söylüyoruz ve bu mutasyonlar, kalıtımsal yazının değişmesinin *tek* olası kaynağı ve organizmanın kalıtımsal yapılarının *tek* temsilcileri olduklarına göre, o halde biyosferde meydana gelen tüm oluşun ve tüm yeniliğin kaynağı zorunlu olarak *yalnızca* rastlantıdır. Evrimin olağanüstü yapısının temelinde saf rastlantı, yalnızca rastlantı, mutlak; fakat kör bir özgürlüğe sahip rastlantı vardır: modern biyolojideki bu temel kavram, bugün artık olabilir veya en azından kavranabilir varsayımlar arasında herhangi bir varsayım değildir. Rastlantı, gözlemlenebilen ve deneye tâbi tutulan tüm olgulara uyan, düşünebileceğimiz *tek* kavramdır. Hiçbir şey bu konudaki düşüncelerimizi tekrar gözden geçirmemizi ve değişeceklerini kabul etmemiz (veya umut etmemiz) gerektiğini sağlayamaz.

Aynı zamanda, bütün bilimlerin içerdikleri tüm kavramlar arasında insan merkezciliğe en yıkıcı etkisi olan kavram budur ve bizim gibi aşırı teleonomik canlılar için sezgisel olarak kabul edilmesi neredeyse imkânsızdır; diğer bir deyişle, bütün bu vitalist ve animist ideolojilerin kesip atacakları bir kavram, daha doğrusu bir hortlaktır. Dolayısıyla rastlantı kavramını kullandığımızda, konu evrimin kaynağı olan mutasyonlara gelince, onu ne manada ve nasıl kullanacağımızı belirtmek önemlidir. Rastlantı kavramının içeriği basit değildir ve kelimenin kendisi çok farklı durumlar için kullanılabilmektedir. En iyisi buna birkaç örnek vermemiz:

Bu kelimeyi zar oyununda veya rulette kullanırız; sonucu öngörebilmek için olasılık hesaplamalarında kullanırız; fakat tamamen mekanik ve makro ölçeklerde olan bu oyunlardaki zarı ya da topu yeterli bir kesinlikle yönetemeyeceğimiz için, "rastlantı" diye *pratikteki* olanaksızlığa deriz. Sonuçların belirsizliğini büyük ölçüde ortadan kaldırabilecek çok yüksek düzeyde belirleme yeteneğine sahip bir fırlatma mekanizmasını düşünebileceğimiz açıktır. Ruletteki belirsizliğin tamamen işlevsellikten kaynaklandığını; ama özsel olmadığını söyleyebiliriz. Birçok olguya baktığımızda teorilerinde rastlantı kavramını ve olasılık hesaplamalarını tamamen metodolojik ne-

denlerden ötürü kullanırız, bu durumların aynı olduklarını da kolaylıkla görebiliriz.

İşlevsel belirsizlik ve öze dair belirsizlik

Fakat başka durumlarda rastlantı kavramı yalnızca işlevsel açıdan kullanılmaz, temel ve öz bir anlam barındırdığı için kullanılır. Örneğin "mutlak tesadüfler" diyebileceğimiz, birbirinden tamamen bağımsız, iki farklı nedenler zincirinin kesişmesi sonucunda olduğu gibi. Diyelim ki Doktor Dupont, bir hastası tarafından acilen çağırıldı ve muslukçu Dubois ise yakınlardaki bir binanın çatı sızıntılarını acilen onarmaya gitti. Doktor Dupont, tam da muslukçunun onarım yaptığı binanın yanından geçerken, muslukçunun dikkatsizliği yüzünden çekicini düşürmesiyle, ikisinin "determinist" yörüngesi kesişir. Böylece kafasına çekiç düşen doktor, beyni parçalanarak ölür. Doktorun rastlantıya kurban gittiğini söyleriz. Önceden bilinmezliği doğasında taşıyan bu olay için başka hangi terimi kullanabiliriz ki? Burada, tamamen özü itibariyle rastlantı söz konusudur. Çünkü kazayı meydana getiren karşılaşma, iki bağımsız olay dizisinin kesişimi sonucunda meydana gelmiştir.

Kalıtsal bilginin *kopyalanmasında* ve bunun işlevsel sonuçlarında, bir yanlışlığa neden olan ya da yol açan olaylar arasında da tam bağımsızlık vardır. İşlevsel etki, değişen proteinin yapısına, gerçekleştirdiği işleve, sağladığı etkileşimlere, katalize ettiği tepkimelere bağlıdır. Bütün bunların, mutasyonun kendisiyle, yakın veya uzak nedenleriyle hatta bütün bu nedenlerin doğasının determinist olup olmadığıyla da ilgisi yoktur.

Son olarak, mikro ölçeklerde maddenin kuantum yapısında köklenmiş, çok daha radikal bir belirsizlik kaynağı bulunur. Zaten mutasyon dediğimiz hadisenin kendisi mikro ölçekte yer alır ve bunun sonucunda belirsizlik ilkesi buna uygulanır. Dolayısıyla, doğası gereği bu hadise *özü itibariyle* öngörülemezdir.

Bildiğimiz gibi belirsizlik ilkesi, en büyük modern fizikçilerden bazılarının bile tamamen kabul edebildikleri bir ilke

değildir. En başta da, "Tanrı'nın bir zar oyunu" oynadığını kabul edemeyeceğini söyleyen Einstein buna bir örnektir. Bazı ekoller, bu kavramın tamamen işlevsel olduğunu; ama öze dair bir şey ifade etmediğini savundular. Oysa kuantum kuramını bilinmezlikten kurtarmak ve ona daha "incelikli" bir yapı kazandırmak için harcanan tüm çabalar başarısızlıkla sonuçlandı. Günümüzdeyse, bir gün gelip de bu ilkenin kendi bilim kollarında yok olacağına inanan fizikçi sayısı görünürde çok azdır.

Ne olursa olsun, bir noktaya vurgu yapmamız gerekir; bilinmezlik ilkesini bir gün kenara bırakacak dahi olsak, DNA'daki bir dizinin mutasyonuyla, onun sonucunda proteinde yer alan etkileşimlerin yer aldıkları düzeydeki işlevsel etkiler arasında yalnızca "mutlak bir tesadüf" görebiliriz. Tıpkı yukarıdaki doktor-muslukçu hikâyesinde kullandığımız manadaki gibi, bu olay da "öze dair" olan rastlantının alanında yer alır. Doğal olarak rastlantının, tanımı gereği dışarıda bırakıldığı ve ne olursa olsun doktorun muslukçunun çekici altında can vermek zorunda olduğu Laplace evrenine dönersek, iş değişir.

Evrim: Mutlak bir şekilde yaratma ve hiçbir şey ifade etmeme

Hatırladığımız üzere, Bergson evrimi yaratıcı bir gücün mutlak ifadesi gibi görüyordu. Öyle ki, bu yaratıcı güç kendini gerçekleştirmek için ve yaratmak için vardır, kendisinin dışında bir amaca yönelik değildir.

Bu yaklaşımıyla, evrenin oluşum örgüsünde yazılı bir programın muhteşem bir şekilde gerçekleşmekte olduğunu düşünen tüm animistlerden keskin bir şekilde ayrılmaktadır (Engels olsun, Teilhard olsun veya Spencer gibi iyimser pozitivistler olsun). Onlar için evrim tam olarak bir yaratım değildir, yalnızca doğada henüz dile getirilmemiş niyetlerin kendilerini "ifade etmesidir". Böylece embriyonun gelişmesini de, tıpkı evrim gibi bir şeyin açığa çıkması olarak görürler. Modern kurama göre, "ifade etme" kavramı epigenez gelişimle bağdaştırılır, tabii ki evrimle değil; çünkü evrimin kaynağında temelden ge-

len bir öngörüsüzlük vardır, bu anlamda da *mutlak* yeniliğin yaratıcısıdır. Bergson'nun metafizik yolları ile bilimin yollarının uyumlu gözükmesi, saf bir rastlantıdan mı kaynaklanıyor acaba? Belki de değildir: Bergson, hem iyi bir sanatçı hem de iyi bir şair olmanın yanı sıra zamanının doğal bilimlerinden de oldukça haberdardı. Biyosferin göz alıcı zenginliğinden ve tüm zorluklara rağmen içinde gelişen, tükenmek bilmez bir yaratıcılığın savurganlığının adeta ispatı olan muhteşem şekillerin ve davranışların ortaya çıkışları karşısında duyarsız kalması olanaksızdı.

"Hayatın ilkesi", Bergson'a göre evrimin ta kendisidir. Bergson'un, bunun en açık kanıtı diye düşündüğü yerde, tam aksine, modern biyoloji; bütün canlı varlıkların özelliklerinin, molekülleri muhafaza eden temel bir mekanizmayı temel aldığını kabul eder. Modern kurama göre, *evrim hiçbir şekilde canlı varlıkların bir özelliği değildir*; çünkü evrimin kökü, canlıların tek ayrıcalıklarını meydana getiren muhafaza mekanizmasının *kusurlarından* doğar. Dolayısıyla şöyle dememiz gerekir: Cansız, yani üremeyen bir sistemde bütün yapıyı yavaş yavaş yıkabilecek olan bu düzen bozukluklarının, bu "gürültünün" kaynağı biyosferdeki evrimdir. Bu kaynak, sınırsız yaratıcı özgürlüğüne, gürültüye sağır olduğu kadar müziğe de sağır olan bu tesadüf koruyucusu* içinde kavuşur: DNA'nın kopyalama yapısında.

---

* Burada bir kelime oyunu vardır. Yazar, "conservatoire" sözcüğünü, müzik-ses betimlemesini tamamladığı için seçmiş olabilir. Bir anlamı müzik okuluyken, diğer anlamı koruyan-muhafaza eden yapıdır – çn.

7

Evrim

Rastlantı ve Zorunluluk

Canlı varlıklar kendilerini çok iyi muhafaza eden bir yapıya sahiptirler ve yapılarının evrimleşmesine yol açan başlıca temel olaylar mikro ölçekte rastlantısaldır. Ayrıca teleonominin işleyişinde yol açabilecekleri etkilerle ilişkileri yoktur.

Fakat özü itibariyle tekil bir olgu sayılan ve bu yüzden de öngörülemez olan yanlışlık, DNA'nın yapısına bir kere yazıldığı anda mekanik bir şekilde ve sadakatle milyonlarca veya milyarlarca kez aynı anda kopyalanıp, çevrilecektir. Böylece rastlantıların krallığından gelip, zorunlulukların ve kaçınılmaz kesinliklerin krallığına yerleşir; çünkü seçilim, ancak makro ölçeklerde, yani organizma boyutunda meydana gelir.

Görünürde bugün de birçok seçkin düşünüre göre, tek başına seçilim mekanizmasının gürültünün kaynağından biyosferdeki tüm müziği çıkartabilmesi olanaksızdır. Seçilimin rastlantının ürünleri *üzerinde* etkisi vardır ve başka bir yerden de

beslenmesi olanaksızdır; fakat çok sıkı zorunlulukların olduğu ve rastlantının dışlandığı bir alanda işlev gösterir. Evrim genellikle yükselen eğilimlerini, başarılı fetihlerini, görünüşe göre rahatlıkla ilerleyişini bu katı zorunluluklara borçludur, rastlantıya değil.

Bazı post-Darwinci evrimciler, seçilimden hareketle, onu çok basitleştiren ve safça da olsa korkunç bir hâle sokan "yaşam savaşı" fikrini ortaya attılar. Zaten bu fikir Darwin'e değil, Spencer'a aittir. Bunun tam aksine, bu yüzyılın başındaki neo-Darwinciler bu fikirden çok daha zengin, nicel kuramları esas alan bir fikir ortaya atmışlardır. Buna göre, doğal seçilimi belirleyen ana etken "yaşam savaşı" değil; fakat bir türün üreme faaliyetinin diferansiyel toplamıdır.

Çağdaş biyolojinin verileri, seçilim kavramını aydınlatmaya ve ne olduğunu belirlemeye halen yardımcı olmaktadır. Dahası eskiden habersiz olduğumuz hücrelerarası sibernetik ağın (en basit organizmalarınkinin bile) gücü, karmaşıklığı ve tutarlılığı hakkında oldukça açıklık kazanmış düşüncelerimiz var. Bu düşünceler sayesinde, proteinin yapısında değişiklik görüntüsü altında ortaya çıkan tüm "yeniliklerin", aslında daha önceden bir sınamadan geçtiklerini ve organizmayı oluşturan sistemin bütünüyle uyumlu olup olmadıklarına bakıldığını eskisinden daha iyi anlıyoruz. Bu sistem, organizma tasarısının gerçekleşmesi için komut veren sayısız yönlendirmelerle birbirine bağlı bir ağlar bütünüdür. Dolayısıyla mutasyon türleri arasında tek geçerli olanları, teleonomik aygıtın tutarlılığını en azından azaltmayan bilakis onu yönlenmiş olduğu doğrultuda daha da güçlendiren mutasyonlardır. Çok daha ender görülenleri de, teleonomik aygıtın yeni olasılıklarla zenginleşmesine yardımcı olan mutasyonlardır.

Teleonomik aygıt, bir mutasyon kendini ilk defa ifade ettiğinde rastlantıdan doğan bir eğilimin geçici ya da kalıcı bir süreliğine kabulünün veya reddedilmesinin temel başlangıç koşullarını belirler. Seçilim, teleonomik performansı, diğer bir deyişle yapıcı ve düzenleyici etkileşimlerin oluşturdukları ağın genel özelliklerinin ifadesini yargılar. Tam da bu yüzden evrim adeta bir "tasarıyı" tamamlamaya çalışıyor gibi gözükür.

Bu görünürdeki tasarı, atalardan kalma bir "rüyayı" sürdürmeyi ve zenginleştirmeyi gerçekleştirebilmektir.

Rastlantının kaynağının zenginliği

Kopyalama aygıtının mükemmelliği sayesinde mutasyonların her biri çok ender karşılaşılan olaylardır. Bu konuda en çok ve belirgin bir şekilde veri elde ettiğimiz tek organizma olan bakterilerde bile, bir geni ele aldığımızda, ona denk gelen bir proteinin işlevsel özelliklerini hassasiyetle değiştirecek bir mutasyonun olma olasılığı, her bir hücre neslinde 10^{-6} ile 10^{-8} arasında bir mertebededir. Fakat birkaç milimetre suda sayısı birçok milyar hücreyi bulabilecek bir topluluk gelişebilir. Böylesi bir toplulukta oluşan tüm mutasyonların 10,100 veya 1000 örnekle temsil edildikleri söylenebilir ve bu toplulukta her türden mutantın toplam sayısının da 10^5 ila 10^6 arasında olduğu değiştiği düşünülebilir.

Bunun bir sonucu olarak, topluluk ölçeğinde mutasyon ender rastlanılan bir olgu olmaktan çıkar: kural hâline gelir. Oysa seçilimin baskısı tek başına bireylerde değil, topluluk içinde ortaya çıkar. Gerçi şurası da doğru ki, daha gelişmiş organizmalar bakterilerin düzeyine erişemez fakat;

1. Daha gelişmiş bir organizmanın genomunda, mesela bir memelininkinde, bakteriye göre bin kat fazla gen bulunur;

2. Hücre nesillerinin sayısı, dolayısıyla da mutasyon olasılığı, yumurtalıkta veya spermatozoidde, daha doğrusu üreme hücreleri çizgisinde oldukça fazladır.

İnsanda belirli mutasyonların göreceli çokluğunu belki de bu durum açıklıyordur: örneğin 10^{-4} ila 10^{-5} oranında karşılaştığımız mutasyonlar kolaylıkla saptayabildiğimiz bazı kalıtımsal hastalıklara neden olabilir. Ayrıca bu yüksek sayıyı ortaya koyarken kendilerini doğrudan gösteren mutasyonları hesaba katmadığımızı da belirtmekte fayda var; cinsel birleşimle beraber çok hassas etkiler doğurabilecek olanlar da söz konusudur. Evrim açısından bu tarz mutasyonların, daha göze çarpan bireysel mutasyonlara kıyasla daha önemli bir yere sahip olmuş olmaları muhtemeldir.

Günümüzdeki insan topluluğunda ($3x10^9$), her nesilde toplam yüz ila bin milyar arasında mutasyonun meydana geldiğini kabul edebiliriz. Bu sayıyı vermemin sebebi, çoğalma mekanizmasının kıskançça muhafaza etme özelliğine rağmen genomun barındırdığı, beklenmedik bir anda oluşabilecek çeşitlilikleri içeren devasa deponun boyutları hakkında bir fikir vermektir.

Bu kocaman şans oyununun boyutlarını ve doğanın bu oyunu oynama hızını göz önünde bulundurursak, zorlukla açıklanabilen veya nerdeyse çelişkili görünen olgu evrim değil de biyosferde sabit kalan "şekillerdir". Hayvanlar âlemi sınıflandırmasında başlıca kolların oluşturduğu düzenlemeler, Kambriyen çağın sonlarına, bundan 500 milyon yıl öncesine uzanırlar.

Türlerin sabitliğinin yarattığı "çelişki"

Bazı türlerin yüz milyonlarca yıldır özellikle gelişmediklerini de biliyoruz. Örneğin lingula* 450 milyon yıldır, istiridyeyse 150 milyon yıldır aynı şekilde görünüp, muhtemelen de bugün restoranlarda yediklerimizle aynı tada sahiptir[1].

Son olarak, değişmez kimyasal örgütlenme planına sahip (başta genetik kodun kalıtım yasasının yapısı ve çevirinin karmaşık yapısı olmak üzere) "modern" hücrenin iki ila üç milyar yıldır var olduğunu düşünebiliriz ve hiç şüphe yok ki, muhtemelen o zamandan beri hücre işlevsel tutarlılığını sağlayan moleküler sibernetik güçlü bir ağa sahiptir.

Bazı türlerin inanılmaz derecede sabit oluşlarını, evrimin milyarlarca yıla yayılmasını ve hücrenin temel kimyasal "planının" değişmezliğini ancak teleonomik sistemin aşırı tutarlılığıyla açıklayabiliriz. Hem rehber, hem fren rolüne sahip bu sistem, doğanın şans oyununun ona sunduğu astronomik rakamlara varan olasılıklar arasından yalnızca çok az bir kıs-

---

* Kolsu ayaklılar (Brachiopoda) sınıfından, Sillur Devri'nden (500 milyon yıl önce) bugüne kadar hiç değişmeden kalmış Filipin adaları yakınlarında kuma gömülü olarak yaşayan, 3-5 cm uzunluğunda kabuklu, uzun saplı türleri olan bir cins – çn.

1 Simpson, *The Meaning of Evolution*, Yale University Press (1967).

mını tutup, süzgecinden geçirip, çoğaltıp, kendisine dâhil etmiştir.

Kopyalama sistemine gelince, kaçınılmaz olarak maruz kaldığı mikro ölçekli düzen bozukluklarını elemek şöyle dursun, onları kaydedip oldukları gibi geri vermekten başka bir şey bilmez. Edimleri son aşamada teleonomik süzgeçten geçip seçilimle ayıklanınca, sundukları da çoğu zaman boşa gider.

***

Evrimin geri dönüşlü olmayışı ve ikinci ilke

DNA kodundaki bir harfin diğerinin yerini alması gibi tam zamanında oluşan basit bir mutasyon, geri döndürülebilirdir. Kuram bunu öngörür ve deneyim bunu kanıtlar; fakat birbirlerine çok yakın olsalar da iki farklı türün oluşmasına neden olan tüm hassas mutasyonlar, başta mutasyona uğramış türde meydana gelip biriken çok sayıdaki birbirlerinden bağımsız mutasyonlar silsilesinin bir sonucudur ve bunlar, cinsel birleşmenin yarattığı "genetik akış" sayesinde hep rastgele birbirleriyle kesişip, eşleşirler. Bu olgu, onu meydana getiren bağımsız olayların çokluğu yüzünden istatistiksel olarak geri döndürülebilir değildir.

Dolayısıyla biyosferdeki evrim, *zamanda belli bir yönü işaret eder*; bu da entropinin artma yasasının, yani termodinamiğin ikinci ilkesinin dayattığı yönle *aynı* yöndür ve zorunlu olarak geri dönüşü olmayan bir süreçtir. Burada basit bir karşılaştırmadan çok daha fazlası söz konusudur. İkinci ilke evrimin geri dönüşlü olmadığını ortaya koyan *aynı* istatistiksel veriler üstüne kuruludur. Aslında *evrimin geri dönüşlü olmayışını, ikinci ilkenin biyosferdeki ifadesi olarak kabul etmek meşrudur*. Yalnızca istatistiksel bir öngörüyü ortaya koyan ikinci ilke, makro ölçekteki herhangi bir sistemin etkisi hafif olan bir hareketle ve kısa bir süreliğine hareketsizliğin eğimini yukarıya doğru arttırabileceğini, yani bir manada zamanın geriye gidebilmesi olasılığını dışarıda bırakmaz elbette. Canlı varlıkların kopyalama mekanizması tam da bu tek ve kaçak hareketleri yakalayıp çoğaltır ve seçilim yoluyla bunları tutar.

Bu manada seçilimle oluşan evrim, zamanda yolculuk makinesi gibi bir şeye benzer; çünkü mikro ölçekli devasa rastlantı deposunda yer alan sonsuz olasılık arasında ender ve değerli olan aksaklıkların seçimiyle ortaya çıkar.

Evrimin genel yükselen eğilimi veya teleonomik aygıtın mükemmelleşmesi ve zenginleşmesi gibi, zamanda geriye doğru yolculuk mekanizmasından hareketle ortaya koyduğumuz sonuçların kimilerine göre mucizevî, kimilerine göreyse çelişkili görünmesi kadar doğal bir şey yoktur. Bugün bazı düşünürlerin, filozofların hatta biyologların modern "Darwinci-moleküler" kuramını hala şüpheyle karşılamaları da doğaldır.

Kısmen de olsa bunun bir sebebi, seçilimin beslendiği rastlantılar kaynağının tükenmek bilmez zenginliğini hayal etmekte zorlanmamızdır. Vücudumuzun antikorlar aracılığıyla oluşturduğu bağışıklık sistemi bu duruma çok iyi örnektir. Antikorlar organizmayı işgal eden bakteri veya mikropları, kısacası organizmaya yabancı olan maddeleri stereospesifik birleşme özelliği sayesinde tanıma yeteneğine sahip proteinlerdir. Fakat herkesin bildiği gibi, antikorun organizmada ortaya çıkabilmesi için (bir süre organizmada kalmak üzere) ve belli bir maddeyi tamamen tanıması için, örneğin belli bir türdeki bir bakteriye ait "sterik bir motifi", önce organizmanın bu yabancı maddeyle karşılaşmayı en az bir kere tecrübe etmiş olması gerekir (sunî olarak aşı yoluyla veya doğal yollarla).

Antikorların kökeni

Bunun ötesinde organizmanın doğal veya sentetik herhangi bir sterik motife uyumlu antikorlar üretebileceğini kanıtladık. Bu hususta olasılıklar uygulamada sonsuz görünmektedirler.

Bu yüzden de uzun bir süre antikorun özgül birleşme yapısının sentezini sağlayan bilgi kaynağını antijenin* kendisi sandık; oysa günümüzde antikorun yapısının antijenle alakalı olmadığı ortaya konmuştur: organizmanın içerisinde, çok sayıda üretilmiş birtakım uzmanlaşmış hücreler antikorların yapısını belirlemektedir ve iyi tanımlanmış genetik parçalar

* Çoğunluğu protein yapısında olan vücut için yabancı maddeler – yn.

üstüne "kumar oynama" özelliğine sahip –tek- hücrelerdir. Bu uzmanlaşmış ve çok hızlı genetik kumar oyununun tam olarak nasıl işlediği tamamen aydınlığa kavuşmuş bir konu değildir*: Antijenin yapısından tamamen bihaber, her ikisi de rastlantısal olan mutasyonlar kadar yeniden eşleşmelerin de araya girmesi muhtemeldir. Antijen burada seçici rolünü üstlenir, onu tanıma yeteneğine sahip antikorları üretecek hücrelerin çoğalması için kolaylık sağlar.

En belirgin şekilde tanıyabileceğimiz moleküler uyum sağlama olgusunun kaynağında rastlantıyla karşılaşmamız dikkat çekicidir. Fakat ancak böylesi bir kaynağın organizmaya, bir şekilde "her yönden" gelen saldırılara karşı bu denli zengin savunma mekanizmaları sağlayabileceği (*a posteriori* olarak) açıktır.

***

Davranış: Seçilim baskılarına yön veren etken olarak ortam

Seçilim kuramının kavranmasının bir zorluğu da, seçilimi sağlayan aracıların sıklıkla *dış ortamların* şartlarına bağlı sanılmaları ve seçilimin böyle anlaşılmış olması ya da öyle sunulmuş olmasıdır. Bu tamamen yanlış bir kavrayıştır; çünkü dış koşulların organizma üstünde yarattıkları baskı, hiçbir şekilde o türün kendine has teleonomik performanslarından bağımsız değildir.

Aynı ekolojik "yuvada** yaşayan farklı organizmaların dış koşullarla (başka organizmalar da dâhil olmak üzere) etkile-

* Bu kumar oyunu hakkında günümüzde daha fazla şey bilmekteyiz. Kumar, antikoru kodlayan genin yeniden düzenlenmesiyle başlar. Bu gen, farklı segmentlerden oluşur ve her segment için birden fazla aday gen dizisi vardır. Her bir antikor üreten hücre bu adaylardan rastgele seçimler yapar ve böylece yaklaşık 10.000 farklı antikordan oluşan bir repertuvar oluşturulur. Yeniden düzenlenme, seçilen segmentler birleştirilirken TdT (terminal deoksinükleotidil transferaz) enzimiyle aralara rastgele nükleotitler eklenmesiyle son bulur. Bunun ardından antikor çeşitliliği 100 kat daha artar. Fakat kumar henüz bitmez. Yeniden düzenlenen gen, diğer hücrelerin DNA'sına göre 10^5 kat daha sık mutasyon geçirir – yn.

** Orjinalinde 'niş' - yn.

şimleri çok farklı ve özgüldür. Organizmanın kendisi tarafından kısmen "seçilmiş" olan bu özgül etkileşimler, organizmanın maruz kaldığı seçilim baskısının doğasını ve yönünü belirler. Yeni bir mutasyonun seçilimin "başlangıç koşullarıyla" karşılaşması demek, ayrılmaz bir biçimde hem dış ortamla, hem de teleonomik aygıtın tüm yapılarıyla ve performanslarıyla karşılaşmasıdır diyebiliriz.

Organizmanın örgütlenme seviyesi ne kadar gelişmiş olursa yani dış ortam karşısında *otonomisi* ne kadar artarsa, seçilime yön vermesi açısından teleonomik performans payının da o denli arttığı açıktır. Bu nokta, hayatta kalmaları ve çoğalmaları davranışlarına bağlı olan gelişmiş organizmalar için çok belirleyicidir diye kabul edebiliriz.

Şu ya da bu davranışın ilk defa seçilmesinin uzun vadeli etkileri vardır. Bu etkiler yalnızca ilk defa ilkel bir şekilde onu açığa çıkartan türde ortaya çıkmaz, bir de o türün soyuyla meydana gelen tam bir grupta kuşaklar boyunca görülür. Bildiğimiz gibi evrimin ana hatları yeni ekolojik alanların istilâ edilmesine bağlı olarak oluşmuştur. Dört ayaklı omurgalılar oluşabilmişlerse ve devamında kurbağagiller, sürüngenler, kuşlar ve memelilerden oluşan muhteşem bir serpilmenin olanağı doğabilmişse, bunun sebebi günün birinde ilkel bir balığın sudan çıkıp, hareket etmek için beceriksizce zıplamaktan başka çaresi olmamasına rağmen karayı keşfetmeyi "seçmiş" olmasıdır. Böylece bir davranışın değişmesinin yarattığı sonuçlara neden olan seçilim baskısı ortaya çıkmıştır. Bu seçilim baskısıyla da dört ayaklıların sahip oldukları güçlü uzuvlar meydana gelmiştir. Bu evrimin Macellan'ı, gözü pek kâşifin soyundan devam edenlerin arasında, kimisi saatte 70 kilometreden hızlı koşabilmekte, kimisi hayranlık uyandırıcı bir beceriyle ağaçlara tırmanabilmekte, kimisiyse gökleri istila etmekte. Böylece hepsi ata balığın "rüyasını" olağanüstü bir şekilde sürdürmüş, tamamlamış ve ötesine geçmişlerdir.

Bazı grupların evrimleşmesi sırasında milyonlarca yıl boyunca desteklenmiş genel bir eğilimin sonucunda, organların gözle görülür bir biçimde yönlendirilmiş gelişimlerini seyrederiz. Bunun sebebi de şudur: belli bir davranışın ilk defa se-

çilmesinin ardında (mesela bir avcının saldırması karşısında seçilen davranışı ele alırsak), türün o davranışı destekleyecek yapıları ve performansları sürekli olarak mükemmelleştirmesini sağlayacak yola girmesi yatıyor. Günümüzde rastladığımız atın ataları avcılarından kaçıp ovalarda yaşamayı seçtikleri için (kendilerini savunmak veya saklanmak yerine), atların modern türleri birçok indirgemeci aşamadan oluşan uzunca bir evrim süreci sonucunda bugün tek bir parmaklarının ucunda yürümeyi başarabilmektedirler.

Çok keskin ve karmaşık bazı davranışların, mesela kuşların çiftleşme öncesi törenleri gibi, özellikle görünür olan morfolojik özelliklerle incelikli bir şekilde eşleştiğini biliyoruz. Bu davranışın evriminin ve bundan doğan morfolojik bazı özelliklerin bir arada yol aldıklarını biliyoruz. Cinsel seçilim baskısıyla biri diğerine çağrıda bulunup onu güçlendirmiştir. Herhangi bir süs, bir türde ortaya çıkıp gelişmeye başlayıp da cinsel birleşmenin başarıyla gerçekleşmesine katkıda bulunmuşsa, ilk seçilimin baskısını güçlendirir ve destekler böylece bu süsün en iyi hâle gelmesinin önü açılır. O halde, bazı muhteşem kuş tüylerinin seçilmesinin şartlarını oluşturan şey cinsel güdüdür, yani her şeyden önce *arzudur* diyebiliriz[2].

Lamarck bir hayvanın "hayatta başarılı olabilmek" için ortaya koyduğu çabaların yarattığı gerilimin genetik mirasına doğrudan etkide bulunduğunu ve bunun soyunu şekillendirip ona nüfuz ettiğini düşünüyordu. Ona göre, zürafanın devasa uzunluktaki boynu, atalarının ağaçların en yüksek dallarına ulaşma iradelerindeki sürekliliğe işaret ediyordu. Bugün şüphesiz bu hipotez kabul edilebilir değildir; fakat saf seçilim, davranışların öğeleri üstüne bir etkide bulunarak, Lamarck'ın anlatmak istedikleriyle aynı noktaya varıyor: anatomik olarak uyum sağlama özelliklerinin ve özgül performansların sıkı bir şekilde eşleşmesi söz konusudur.

***

2 N. Tinbergen, Social Behavior in Animals, Methuen, London (1953).

Dil ve insanın evrimi

İnsanın evrimine yön vermiş seçilim baskısı sorunlarını bu kavramların çerçevesinde değerlendirmek gerekir. Bu sorunun çok özel bir durumu var, konunun sadece bizim hakkımızda olması ve varlığımızın kökenlerinden itibaren nasıl evrimleştiğini anlamamızın şimdiki doğamızı daha iyi anlamamıza yardımcı olmasından değildir; çünkü tarafsız bir gözlemciyi ele alırsak, mesela bir Marslıyı, insanın özgül faaliyetinin gelişiminin yani biyosferde eşsiz bir olay olan sembolik dilin *başka* bir evrime yol açtığını, yeni bir hükümdarlığın yaratıcısı olduğunu herhalde kabul etmesi gerekirdi: Kültürün, düşüncelerin ve bilginin evrimi.

Bu olay eşsizdir; modern dilbilim uzmanları, insanın sembolik dilinin hayvanların kullandıkları çok çeşitli iletişim araçlarına (duymaya, dokunmaya, görmeye dayalı veya başka tarzda) kesinlikle indirgenemez olduğu konusunda ısrarlıdırlar. Bu tutumlarını kesinlikle haklı çıkartmışlardır.

Fakat bu noktadan hareketle, evrimin mutlak bir şekilde kesintisiz olduğunu kesin olarak söylemek ve insan dilinin *başlangıcından bu yana* çeşitli çağrıda bulunma ve uyarma sistemleriyle hiçbir alakası olmadığını düşünmek, örneğin büyük maymunlarda olduğu gibi, bana aşılması zor bir duvar gibi görünüyor. Ayrıca her halükârda bunun gereksiz bir hipotez olduğunu düşünüyorum.

Şurası kesin ki hayvanların beyni yalnızca bilgileri kaydetmekle kalmayıp, onları eşleştirir ve dönüştürür. Hayvanlar daha sonra bu işlemlerin sonuçlarını kişisel performansları aracılığıyla ortaya koyabilmektedirler; fakat burada çok esaslı bir nokta var, bu sonuçları özgün, kişisel bir şekilde bir araya getirip, değiştirip bir başkasına aktaramamaktadırlar. Oysa insan dilinin tam da olanaklı kıldığı şey budur. Tanımı gereği şöyle diyebiliriz: İnsan dili, bir kişide yaratıcı kombinasyonların ve yeni bağlantıların, o kişi yok olup gitmeden önce bir başkasına aktarılabildiği bir günde doğmuştur.

İlkel dilleri tanımıyoruz: eşsiz modern türümüzün tüm ırklarında, sembolik araç hassasiyetle aynı karmaşıklık seviyesine ve iletişim gücüne gelmiştir. Hatta Chomsky'ye göre bütün

insan dillerinin özündeki yapılar, dillerin "biçimleri" aynıdır. Dilin aynı zamanda hem gösterdiği, hem de izin verdiği olağanüstü performanslar, *Homo Sapiens*'in sinir sisteminin gelişimiyle önemli ölçülerde bağlantılıdır; bu gelişme onun en belirgin ve ayırt edici anatomik hatlarını da belirlemiştir.

Günümüzde artık şunu kesinlikle söyleyebiliriz ki, en eski atalarından beri insanın evrimleşmesi her şeyden önce kafatasının yani beyninin sürekli ilerleyen gelişmesi üzerine olmuştur. Bunun için iki milyon yıldan fazla bir süredir desteklenen, süreklilik arz eden ve yönlendirilmiş bir seçilim baskısı gerekti. Bu seçilim baskısı dikkat çekicidir; çünkü bu süreç göreceli olarak kısadır ve özgüldür; çünkü insandan başka bir türde benzerine rastlanmamaktadır: modern insansı (anthropoïde) maymunların kafataslarının büyüklüğü, bundan birkaç milyon yıl önceki atalarınkine göre çok daha fazla değildir.

İnsanın merkezî sinir sisteminin ayrıcalıklı evrimiyle, kendine has özelliğini ortaya koyan performansı arasında çok yakın bir ilişkinin olmadığını düşünmek imkânsızdır. Bu ilişki öyle ki, dil hem bu evrimin bir ürünü, hem de evrimin olabilmesini sağlayan ilksel koşullardan birisidir.

Bana en gerçekçi görünen varsayım, çok erken bir dönemde soyumuzda ortaya çıkan en ilkel sembolik iletişimin uç nitelikteki yeniliklerle sunabildiği olanaklarla ilksel "seçimlerden" birini oluşturup, yeni bir seçilim baskısı ortaya çıkararak türün geleceğini belirlemiş olduğudur. Bu seçilim dilsel performansın kendisini desteklemiş olmalı ve bunun sonucunda ona hizmet eden organı, yani beyni de desteklemiştir. Sanırım bu varsayımdan yana yeterince güçlü kanıtlar bulunmaktadır.

Bugün bildiğimiz en eski, hakiki Hominidler (haklı sebeplerle Leroi-Gourhan'ın "Australantrop" diye adlandırdığı Australopitler) o zamandan beri, İnsan'ın en yakın kuzeni olan Pongidlerden (yani insanımsı maymunlardan) ayırt eden özelliklere sahiptiler ve zaten onları ayrı kılan da buydu. Australantroplar ayakta duruyorlardı. Bunun için hem ayağın bu duruşa göre özellik kazanması, hem de kemiklerde ve kaslarda çok sayıda değişikliğin meydana gelmesi gerekti, bilhassa omurgada ve ona göre konumlanan beyinde. Jibon dışında tüm

insanımsı maymunlarda görülen dört ayak üstünde yürüyüşün külfetinden kurtulmanın herhalde insan evriminde oldukça önemli bir yere sahip olduğu sıkça vurgulanmıştır. Kimse bu çok eski buluşun ne kadar önemli olduğundan şüphe etmez (Australantroplardan da eski): atalarımızın öndeki uzuvlarını kullanarak, durmaksızın yürüyerek ya da koşarak avlanabilmelerini sağlamıştır.

Bu ilkel Hominidler'in kafatası büyüklüğü Şempanze'ninkinden birazcık daha fazla ve bir Goril'inkinden hafifçe daha ufaktı. Beynin ağırlığı elbette performanslarıyla orantılı değildir. Fakat kimse ağırlığın belli bir sınır dayattığından da şüphe edemez, *Homo Sapiens*'in ortaya çıkması kafatasının gelişmesine bağlıydı.

Yine de Zinjanthrop'un beyni Goril'inkinden daha ağır olmamasına rağmen, Pongid'lerin yoksun olduğu birtakım performanslara sahipti: Zinjanthrop'ların bir sanayisi vardı; fakat öylesine ilkeldi ki "araçlarını" yapay nesne olarak tanımlamamızı sağlayan şey çok kaba yapıların aynı şekilde tekrarlanmaları ve bulunan bazı iskelet fosillerinin etrafında gruplanmış olmalarıydı. Büyük maymunlar doğal "araçlar" kullanırlar; yeri gelince taşları veya ağaçların dallarını kullanırlar; ama hiçbir şekilde tanımlayabileceğimiz bir kuralı gözeterek şekil verilmiş bir yapay nesne üretmezler.

O hâlde, Zinjanthrop'u çok ilkel bir *Homo faber* olarak mı kabul etmemiz gerekir? Oysa dilin gelişimiyle, geleceğe yönelik ve düzenli bir faaliyete bağlı olarak ortaya çıkan bir sanayi arasında çok sıkı bir bağlantı olması çok muhtemeldir[3].

Australantroplar'ın, ilkel sanayileriyle aynı düzeyde sembolik iletişim araçları kullandıklarını varsaymak mantıklı görünüyor. Bunun ötesinde, Dart'ın[4] düşündüğü doğruysa ve Australantroplar gergedan, su aygırı ve panter gibi hayvanları avlamayı becerebildilerse, bunun daha önce bir avcı grubu arasında ayarlanmış olması gerekir. Bu tasarının telaffuz edi-

3 Leroi-Gourhan, *Le Geste et La Parole*, Albin Michel (1964) – R. L. Holloway, *Current Anthropology*, 10, 395 (1969) – J. Bronowsky, in *"To honor Roman Jakobson"*, Mouton, Paris, p.374 (1967)

4 Leroi-Gourhan atıfta bulunmuştur, *loc. cit.*

lip önceden ayarlanması için de dilin kullanımına ihtiyaçları vardı.

Australantropların beyin büyüklüğünün gelişmemesi bu varsayıma karşı bir kanıtmış gibi görünmekte; fakat yakın bir zamanda genç bir şempanze üstünde yapılan deneyler, maymunların eklemli bir dili kullanamasalar da sağır-dilsiz alfabesinin sembollerini kullanarak, o dilin birkaç öğesini içselleştirip kullanabildiklerini göstermiştir[5].

O halde, eklemli sembol kullanabilme yetisinin özellikle çok da karışık sayılmayan hareket sinirlerindeki değişikliklerinden kaynaklandığını ve bulunduğu aşama olarak şimdiki şempanzelerden daha akıllı olmayan bir hayvanda ortaya çıktığını düşünmekte haklıyız.

Bir kere bu eşiği geçtikten sonra ne kadar ilkel olursa olsun bir dilin, zekânın hayatta kalma değerini önemli ölçülerde arttırdığı açıktır. Böylece beynin gelişmesine yardımcı olarak, konuşma yetisinden yoksun hiçbir türün erişemeyeceği güçlü ve yönlendirilmiş bir seçilim baskısı yaratmaktan geri kalmaz. Sembolik bir iletişim sistemi varolmaya başladığı anda, onu kullanma yeteneğine en çok sahip olan bireylerin veya toplulukların, aynı zekâ seviyesine sahip ama dilden yoksun bir türün bireyleri üstünde tartışılmaz bir üstünlükleri meydana gelir. Bir dilin kullanımından doğan seçilim baskısının merkezî sinir sisteminin gelişmesine ve özellikle belli bir zekâ türünün oluşmasına yardımcı olduğunu görürüz: bu özel, özgül, devasa olanakları barındırması açısından zengin bu performansı kullanmaya en elverişli olan zekânın oluşmasına. Bir çocuğun dil becerisini kazanmasına dair incelemeler bu sürecin bir mucize gibi görünmesini, dilin doğası gereği, biçimsel kurallardan oluşan düzenli bir sistemi öğrenmekten aşırı farklı olmasından ileri geldiğini karşı çıkamayacağımız[6] bir biçimde göstermişlerdir.

5 B.T. Gardner and R.A. Gardner, in *Behavior of non-human Primates*, Schrier and Stolnitz Edition, Academic Press, New York (1970)

6 E. Lenneberg, *Biological Foundations of Language*, Wiley, New York (1967)

Dilin ilk ortaya çıkışı

Çocuk hiçbir kuralı öğrenmez ve hiçbir şekilde yetişkinlerin dilini taklit etmeye çalışmaz. Gelişiminin her aşamasında işine geleni aldığını söyleyebiliriz. Öncelikle (18 aylık olmaya yakın) çocuk on civarında kelimeyi ayrı ayrı, taklitle bile birbirleriyle bağlantı kurmadan kullanır. Daha sonra ikişer ikişer, üçer üçer kelimeleri belli bir cümle yapısına göre; ama yine erişkinlerin dilinin basit bir tekrarı ya da öykünmesi olmaksızın birbirleriyle ilişkilendirerek kullanmaya başlar. Bu süreç evrensel görünür ve tüm diller için sıralaması aynıdır. İki veya üç yılda (birinci yıldan sonra) çocuğun dille oynadığı bu oyunla dile yetkin olmasını sağlaması yetişkin gözlemciye her zaman inanılmaz görünür.

Dile bağlı performansların altında yatan sinirsel yapıların gelişimi sırasında epigenez ve embriyolojik süreçlerin yansımalarını görmemek olanaksızdır. Bu varsayım, travmadan kaynaklanan dil yetisi kaybının gözlemlenmesi sonucu onaylanmıştır. Bu konuşma kaybı, çocuğun yaşı ne kadar gençse o kadar hızlı ve tam olarak oluşur. Ergenliğe yaklaştıkça veya daha geç bir dönemde bu hasarlar geriye döndürülemez olur. Bu gözlemlerin ötesinde başka gözlemlerin toplamı, dil yetisinin kendiliğinden kazanılmasının kritik bir yaşı olduğunu onaylanmıştır. Herkesin bildiği gibi, erişkin yaşta ikinci bir dili öğrenmek için desteklenen ve düzenli bir iradeyi gerektiren bir çabanın ortaya konması gerekir. Bu yolla öğrenilen dil, kendiliğinden kazanılan anadile kıyasla her zaman daha geridir.

Beynin epigenez gelişiminde programlanmış dilin kazanılması

Dilin ilk kazanılmasının epigenez bir sürece bağlı olduğuna dair fikir, anatomik veriler tarafından onaylanmaktadır. Hakikaten de beynin olgunlaşmasının doğumdan sonra devam edip ergenlikle son bulmakta olduğunu biliyoruz. Bu gelişme, temelde beyin zarındaki sinir hücrelerinin kendi aralarındaki bağlantıların önemli ölçüde zenginleşmelerinden oluşur. İlk iyi yıl boyunca çok hızlı bir şekilde gelişen bu süreç sonra yavaşlamaya başlar.

Görünüşe bakılırsa ergenlik döneminden sonra bu sürece rastlanmamaktadır ve bunun bir sonucu olarak da dilin ilk kazanılmasının mümkün olduğu kritik dönemi de içermektedir[7].

Bu noktada, çocukta kendiliğinden dil yetisinin kazanılmasının bu denli mucizevî görünmesini, *işlevlerinden biri onu ağırlamak olan* epigenez gelişimin örgüsünün bir parçası olmasına bağlamak için bir adım daha atılması gerekiyorsa, ben kendi adıma hiç çekinmeden o adımı atarım. Daha açık olmayı denersem: Şüphesiz, bilişsel işlevin gelişmesi de beyin zarının doğum sonrası süreç boyunca büyümeye devam etmesine bağlıdır. Bu epigenez süreci boyunca dil yetisinin kazanılması, bilişsel işlevle öyle içten bir şekilde sıkı sıkıya bağlantılıdır ki içebakışla dilsel performansı, denk geldiği bilgiden ayırt etmek bizim için oldukça zordur. İnsan dillerinin muazzam çeşitliliğine baktığımızda genelde dilin yalnızca bir "üst yapı" oluşturduğu ve bunun da insanın ikinci evrimleşmesi olan kültürün bir ürünü olduğu kabul edilir. Bu arada *Homo Sapiens*'in bilişsel işlevlerinin genişlemesi ve incelmesi durumunun varolma nedenlerinin sadece dilin içerisinde ve dil aracılığıyla ortaya çıktıkları çok açıktır. Bu araçtan yoksun olduklarında, büyük bir kısmı kullanılamaz ve felce uğramış hâlde olurlar. Bu anlamda dil yetisi bir üstyapı olarak değerlendirilemez. Bilişsel işlevler ile göndermede bulundukları sembolik dil ve kendilerini ne aracılığıyla ifade ettikleri arasında, modern insanda çok yakın bir ortakyaşam ilişkisi olduğunu kabul etmemiz gerekir. Bu yalnızca uzun süreli ortak bir evrimin sonucu olabilir.

Chomsky'ye göre insan dillerinin bu muazzam çeşitliliğinin altında yatanı dilbilimsel açıdan derinlemesine incelediğimizde, tüm bu dillerde ortak bir "biçime" rastlıyoruz. Chomsky bu biçimin doğuştan olduğunu ve türün ayırt edici bir özelliği olarak kabul edilmesi gerektiğini düşünür. Kartezyen metafiziğe bir dönüş gibi görünen bu bakış açısı bazı filozofları ve antropologları dehşete düşürmüştür. Bunun kapsadığı biyolojik içerik de kabul edilecekse, bu yaklaşım bana kesinlikle şaşırtıcı gelmiyor. Çok daha önce insanın beyin zarı yapısın-

7 Lennenberg, *loc. cit.*

daki gelişmenin, en kaba haliyle kazanılmış dil yetisine etkide bulunduğunu kabul edersek tam tersine bu bakış açısı bana doğal gözüküyor. Bu da, eklemli dilin insan ırkında ortaya çıkmasıyla yalnızca kültür evrimine neden olmadığını, bir de insanın fiziksel evrimini de sağladığını kabul etmek anlamına gelir. Durum gerçekten de böyleyse, beynin epigenez gelişim sürecinde ortaya çıkan dil yetisi artık "insan doğasının" bir parçasıdır ve genomun içerisinde bambaşka bir dilde, genetik kodun kalıtım yasasıyla belirlenmiştir. Mucize mi? Muhakkak. Çünkü son bir incelemeyle rastlantının bir ürünü söz konusudur; fakat Zinjantrop veya onun arkadaşlarından biri bir kategoriyi temsil etmek üzere eklemli sembol kullanarak, günün birinde Darwinci Evrim Kuramını ortaya koyabilecek bir beynin ortaya çıkma olasılığını iyice pekiştirmiştir.

8

Sınırlar

Biyoloji bilgisinin güncel sınırları

Belki de üç milyar yıl boyunca evrimin ilerlediği upuzun yolu hayal etmeye kalkıştığımızda, yaratmış olduğu yapıların muazzam zenginliğini, bakteriden insana tüm canlı varlıkların edimlerinin ne kadar mucizevî bir şekilde etkili olduklarını, bunların az kazananı belirleyen kör bir seçilimin gelişi güzel birtakım numaraları çektiği devasa bir şans oyununun ürünü olduğundan şüphe etmekten kendimizi alıkoyamayız.

Günümüzde birikmiş kanıtları tekrar gözden geçirmemiz gerekse de, bu görüş olgularla (özellikle kopyalama, mutasyon ve çevrimin moleküler mekanizmalarıyla) en çok bağdaşan görüştür. Bunun kesinliğini bilsek de evrimin bütününü dolaysız, sentetik ve sezgisel olarak anlamakta güçlük çekiyoruz. Mucize "açıklandı"; ama bize hala mucizevî görünüyor. Mauriac'ın da yazdığı gibi: "Bu profesörün anlattıkları biz şu zavallı Hıristiyanların inandıklarımızdan çok daha inanılmaz.".

Bu gerçektir, tıpkı modern fiziğin birtakım soyutlamalarını zihnimizde tatmin edici bir şekilde canlandıramamamız kadar gerçek. Tabii biliyoruz ki bu tarz zorluklar deney ve mantık üstüne kurulu kesinliklere sahip bir kurama karşı sav olarak ortaya konmaz. Mikro ölçekte olsun veya kozmos ölçeğinde olsun fizikte sezgisel olarak kavrayamamanın nedenini görebiliyoruz: Ele alınan olguların boyutları doğrudan elde ettiğimiz deneyimlerin kategorilerini aşıyor. Bu eksikliğe çare olamasa da onu yalnızca soyutlama kapatabiliyor. Biyolojide zorluğun boyutu farklı. Her şeyin üstüne kurulu olduğu temel etkileşimlerin özellikleri mekanik olduğu için anlaşılmaları nispeten daha kolaydır. Canlıların sistemlerinin inanılmaz karmaşık oluşu bütüncül sezgisel bir canlandırmaya engeldir. Tüm bu öznel zorluklar ne fizikte ne biyolojide, kuramın kendisine karşı herhangi bir sav teşkil etmiyor.

Günümüzde evrimin temel mekanizmalarının yalnızca ilkece anlaşılmakla kalmayıp bir de ayrıntılı bir şekilde tanımlandıklarını da söyleyebiliriz. Bulunan çözüm o kadar tatmin edici ki türlerin sabitliliğini de sağlayan mekanizmalar söz konusu: DNA'nın kopyalanan değişmezliği, organizmaların teleonomik tutarlılıkları.

Her şeye rağmen daha uzun bir süre evrim biyolojinin merkezî bir kavramı olarak kalacak ve zenginleşip daha da tanımlanacaktır. Bu arada temelde sorun çözülmüştür ve evrim, artık bilgilerimizin sınırlarında durmamaktadır.

Ben kendi adıma bu sınırları evrimin iki ucunda görüyorum: bir tarafta canlı sistemlerin işleyişlerinin kaynağında, diğer tarafta ise hiç görülmemiş yoğunluktaki teleonomik bir sistemin - insanın merkezî sinir sisteminin - işleyişinde. Bu bölümde bu bilinmezliğin iki sınırının sınır çizgilerini belirlemeye çalışacağım.

***

Kökenler sorunu

Canlı varlıkların esas özelliklerinin temelindeki evrensel mekanizmaları keşfettiğimizde köken meselesini çözdüğümüzü dü-

şünebiliriz. Aslında bu keşiflerle meselenin nerdeyse tamamı daha açık terimlerle tekrar masaya yatırılmış ve daha öncesine nazaran çok daha zor olduğu böylelikle ortaya konmuştur.

İlk organizmaların ortaya çıkışlarını sağlayan *a priori* üç aşama belirleyebiliriz:

a) Canlı varlıkların temel yapı taşları olan nükleotidlerin ve amino asitlerin dünya üzerinde oluşumları,

b) Bu maddelerden hareketle kendini kopyalayabilen ilk makromoleküllerin oluşumları,

c) Evrimin, ilkel hücrenin ortaya çıkması için, bu "kopyalanabilen yapıların" etrafında teleonomik bir aygıt inşa etmesi.

Her bir aşamanın ortaya koyduğu sorunlar farklıdır.

Genellikle "biyoloji öncesi" diye adlandırılan ilk aşama yalnızca kuramsal açıdan değil, bir de deneye tâbi tutmak için de rahatlıkla ulaşabileceğimiz bir yerdedir. Biyoloji öncesi kimyasal evrimin izlediği yolda hâlâ belirsizlik söz konusuysa ve hep de kalacaksa, bütünün oluşturduğu tablo yeterince açık görünüyor. Bundan dört milyar yıl önce atmosferin koşulları ve dünyanın kabuğu, metan gibi karbonun basit bileşiklerinin birikmesine uygundu. Su ve amonyak da vardı. Zaten biyolojik olmayan katalizörler eşliğindeki bu basit bileşiklerden kolaylıkla daha karmaşık yapılara sahip birçok molekül elde edilebilir. Bunların arasında amino asitler ve nükleotidlerin öncüleri de yer almaktadır (azotlu bazlar, şekerler). Burada dikkat çekici bir durum vardır: belli koşullar altında bir araya gelmeleri çok muhtemel olan ve modern hücreyle eş veya benzeri yapılara sahip ana yapı taşlarının sentezlerinin verimi çok yüksektir.

Bir noktada, Dünya'nın üzerinde bulunan bazı su birikintilerinde yüksek miktarda iki temel makromolekül sınıfını içeren çözeltilerin, diğer bir deyişle nükleik asitlerin ve proteinlerin *olmuş olmaları olasıdır*. Bu "biyoloji öncesi çorbadan" da, kendilerinden önce gelenlerin polimerleşmeleri sonucunda çeşitli makromoleküllerin yani amino asitlerin ve nükleotidlerin oluşmaları da olanaklıdır. Bu "olası" koşulların oluşturulduğu laboratuar ortamında, yapıları bakımından "modern" makromoleküllere benzeyen polipeptidler ve polinükleotidler elde etmeyi başardık.

Sonuç olarak, buraya kadar ana bir zorlukla karşılaşmıyoruz; fakat belirleyici olan aşama henüz aşılmamıştır: bu ilkel çorbada herhangi bir teleonomik aygıtın yardımı olmaksızın kendilerini kopyalayabilen makromoleküllerin oluşum aşaması. Bu zorluğun aşılması güç değildir. Bir polinükleotid dizisinin, tamamlayıcı dizinin ögelerini kendiliğinden yönlendirebileceğini gösterdik. Tabii ki bu tarz bir mekanizma, ancak çok etkisiz ve sayısız hataya yer veren bir mekanizma olabilir. Fakat evrimin temel üç sürecini oluşturan kopyalama, mutasyon ve seçilim bu oyuna dâhil oldukları anda, oluşturdukları dizilerin yapısı gereği kendiliğinden kopyalanmaya en yatkın olan makromoleküllere önemli ölçüde yarar sağlamışlardır ve üstünlük kazanmalarına yardımcı olmuşlardır[1].

Varsayım olarak üçüncü aşama, bir *organizmayı*, ilkel bir hücreyi yaratmak üzere teleonomik aygıtların kendisini kopyalayabilen yapının etrafında aşamalı olarak ortaya çıkmalarıdır. "Ses duvarına" tam da bu noktada çarpıyoruz; çünkü ilkel bir hücrenin neye benzediği hakkında en ufak bir fikrimiz yok. Bildiğimiz en basit canlı sistemi, karmaşıklığı kadar etkililiğiyle muazzam bir yapıya sahip bakteri hücresi şu anki mükemmeliyetine belki bir milyardan fazla zaman önce kavuşmuştu. Bu hücrenin bütün kimyasının tasarısı diğer tüm canlı varlıklarınkiyle aynıdır. Örneğin insan hücresiyle aynı genetik kodu kalıtım yasasını ve kopyalama mekanizmasını kullanır.

Böylece incelememiz için verilen en basit hücrelerin "ilkellikle" alakaları yoktur. Beş yüz veya bin milyar yıla yayılan seçilim, zamanla o denli güçlü teleonomik bir aygıt yaratmıştır ki, bu hücreleri oluşturan gerçekten de ilkel yapıların kalıntılarını ayırt etmek imkânsızdır. Hiçbir fosil olmaksızın böylesi bir evrimi yeniden oluşturmak mümkün değildir. Yine de bu evrimin izlemiş olduğu yol hakkında akla yatan bir varsayımda bulunmak isteriz, özellikle de başlangıcı hakkında.

Kodun kökeninin gizemi

İlkel çorba fakirleşmeye başladıkça, metabolik sistemin kimyasal gücü tutmayı ve hücreyi oluşturan ana yapı taşlarını sen-

1 L. Orgel, *loc. cit.*

tezlemeyi "öğrenmesi" oldukça çetin bir sorundur. Hücrenin yaşamasını sağlayan seçici geçirgenliğe sahip zarın ortaya çıkışı için de aynı durum söz konusudur; fakat esas sorun genetik kodun kalıtım yasasının kökeni ve çevrilmesini sağlayan mekanizmadır. Burada belki de doğru kelime "sorun" değil de tam anlamıyla gizemdir.

Çevrilmezse kodun hiçbir anlamı yoktur. Modern hücrenin makinesi, DNA'da *kendileri kodlanmış olan* yaklaşık yüz elli makromolekül yapı taşı vardır: *bu kod ancak çevirisi yapılmış ürünler tarafından çevrilebilir*. Bu, *omne vivum ex ovo*'nun* modern tercümesidir.

Bu halka nasıl ve ne zaman kendi üstüne kapandı? Bunu hayal etmek inanılmaz derecede güçtür. Fakat günümüzde bu kodun en azından çözülmüş ve evrensel kabul edilmiş olması sorunu belli ifadelerle ortaya koymamızı sağlıyor. Biraz sadeleştirirsek şu biçimde seçenekler düşünebiliriz:

Kodun yapısı kimyasal nedenlere ya da daha doğrusu stereokimyasal nedenlere bağlı olarak açıklanabilir; belli bir kod belli bir amino asidi temsil etmek için "seçilmişse" bunun sebebi aralarında belli bir stereokimyasal uyumun olmasıdır;

Kodun yapısı kimyasal olarak keyfîdir; bildiğimiz hâliyle kod, onu yavaş yavaş zenginleştirmiş bir dizi rastlantısal seçimin sonucudur.

Birinci varsayım uzaktan en çekici olana benziyor; çünkü öncelikle kodun evrenselliğini açıklamaya yardımcı olur. Sonra öyle bir çeviri mekanizması hayal etmemizi sağlıyor ki, bu mekanizmanın içinde bir polipeptidin oluşması için amino asitlerin sıra hâlinde dizilmeleri, amino asitlerle katlanan yapının kendisi arasında dolaysız bir etkileşime bağlı olur. Özellikle ve son olarak, bu varsayım doğru olsaydı ilkece onu doğrulamak mümkün olurdu. Zaten doğrulamak için de pek çok girişimde bulunuldu ve şimdilik toplamda elde edilen sonuç olumsuz kabul edilmeli[2].

Belki de bu konu hakkında henüz son söz söylenmedi. Olasılıksız görünen bir doğrulama beklerken, ikinci varsayıma

---

* Latince, "Tüm yaşayan varlıklar bir yumurtadan gelir." - çn

2 F. Crick, *Journal of Molecular Biology*, 38, s. 367-379 (1968).

yönlenebiliriz ki zaten yöntem açısından rahatsızlık verici olması asla doğru olmadığı anlamına gelmez. Birçok açıdan rahatsızlık vericidir ve kodun evrenselliğini açıklamaz. Onu geliştirmeye yarayan pek çok girişim arasından yalnızca bir tanesi başarılı olabilmiştir ve bu zaten en olası görünendir; fakat hiçbir ilkel çeviri modeli önermez. O hâlde imdadına kurgu yetişmeli. Çok zekice olanları da eksik kalmamıştır: alan çok serbest, hatta fazlasıyla.

Durum hâlâ gizemini koruyor ve derinden ilginç bir sorunun cevabını da maskeliyor. Dünya'da hayat başladı: Bu *olaydan* evvel bunun bu şekilde gerçekleşmesi olasılığı neydi? Varsayım geçersiz değildir, hatta tam tersine, biyosferin şimdiki şekline bakılırsa belirleyici olay *yalnızca bir kere* meydana gelmiştir. Bu da, *a priori* olarak olmuş olması olasılığının neredeyse sıfır olduğu anlamına gelir.

Bu düşünce birçok bilim insanına itici gelir. Bilim bir kereliğine meydana gelmiş bir olayla ilgili ne bir şey söyleyebilir ne de bir şey yapabilir. Yalnızca, *a priori* olarak gerçekleşme olasılığı ne kadar düşük olursa olsun, sınırlı olan ve bir sınıf meydana getiren olaylar hakkında "lafı uzatabilir". En başta kodu düşünürsek, yapılarının evrenselliğiyle biyosfer her halükârda tekil bir olayın ürünü gibi görünmektedir. Tabii ki bu tekilliğin kaynağında diğer pek çok girişimin veya farklı olasılığın seçilimle elenmiş olmaları çok muhtemeldir; fakat hiçbir şey bu yorumu yapmayı sağlamıyor.

Evrende olması mümkün tüm olaylar arasından belli bir tanesinin *a priori* olarak gerçekleşme olasılığı sıfıra yakındır. Bununla birlikte evren var: olasılığı çok düşük (olay oluşmadan önce) tekil olayların da bunun içinde yer alması normaldir. Hâlihazırda Dünya üzerinde hayatın yalnızca bir kere ortaya çıktığını kabul etmeye ya da reddetmeye hakkımız yok. Dolayısıyla da ortaya çıkmadan önce, çıkma olasılığının nerdeyse imkânsız olduğunu söylemeye de.

Bu düşünce bilim insanları arasında yalnızca biyologlara rahatsızlık vermez. İnsani bir eğilim olarak, evrende yer alan her gerçek şeyin zorunlu ve ebedî olduğuna dair inanışı zede-

ler. Kaderin bu güçlü duygusuna karşı her zaman tetikte olmamız gerekir. Modern bilim her türlü ilkesini kendinde barındıran şeyi [immanence] göz ardı eder. Kader gerçekleştiği süre boyunca yazılıyor, daha önce değil. Bizim kaderimizse insan türü ortaya çıkmadan önce yoktu. Biyosferde mantık üstüne kurulu sembolik bir iletişim sistemi kullanan tek tür ortaya çıkmadan önce. Bu da başlı başına bizi her türlü insan merkezciliğe karşı uyanık tutması gereken bir başka tekil olaydır. Tekilse, tıpkı hayatın kendisinin de ortaya çıkışı gibi, meydana gelmeden önce olma olasılığının nerdeyse yok kadar düşük olmasındandır. Ne evren hayata ne de biyosfer insana gebeydi. Bizim milli piyango numaramız tuttu. Bir milyarı kazanmış birinin yanında, kendi hâlimizin nesi bize garip geliyor?

***

Mantıkçı; biyologu, insan beyninin bütününün işleyişini "anlamak" için gösterdiği tüm çabaların boşa çıktığı; çünkü hiçbir mantık sisteminin onun yapısını tamamen açıklayamadığı konusunda uyarabilir. Bu uyarı konu dışı olurdu; çünkü bilginin bu mutlak sınırından o kadar uzağındayız ki.

Öteki sınır: merkezî sinir sistemi*

Zaten bu mantıksal karşı çıkışı, hayvanın merkezî sinir sistemini incelerken uygulayamayız. Hayvanın merkezî sinir sistemini, insanınkine nazaran daha az karmaşık ve daha güçsüz sanabiliriz. Bununla birlikte bu durumda hâlâ geriye önemli bir zorluk kalıyor: Bir hayvanın bilinçli deneyimi bize yabancıdır ve muhtemelen de hep kalacaktır. Bir kurbağanın beyninin işleyişine dair eksiksiz bir tasviri, bu bilgilere erişimimiz imkânsızken nasıl yapabiliriz? Bundan şüphe etmek serbesttir. Öyle ki deneylere karşı konulan engellere rağmen insan beyninin keşfe-

* Monod'un kitabının yazıldığı tarihten bu yana merkezi sinir sisteminin işleyişi hakkında çok şeyler keşfedilmiştir. Monod'un temel argümanlarını değiştirmemekle birlikte, nörobilimdeki bu yeni gelişmeler Alfa Bilim serisinden çıkan 'Madde ve Bilinç' (P. Churchland), 'Düşüncenin Kökeni' (A. Koob), 'Empatik Beyin' (C. Keysers) gibi kitaplarda yer almaktadır – yn.

dilmesinin yerini alan bir şey bulamayacağız; çünkü nesnel ve öznel verileri kıyaslama imkânını bize bir tek o sunuyor.

Ne olursa olsun beynin yapısının ve işleyişinin, mümkün olan tüm seviyelerde eş zamanlı olarak araştırılması gerekir. Bunun sonucunda da, çok farklı yöntemler gerekse de ve incelenen nesne aracısız olsa da, bir gün tüm bilgilerin bir noktada toplanacaklarına dair ümidimizi kaybetmemeliyiz. Şimdilik toplanamıyorlarsa bu, ortaya koydukları meselelerin zorluğundan ileri gelmektedir.

Merkezî sinir sisteminin epigenez gelişimi en zorlu ve en önemli meseleler arasındadır. İnsanda, 10^{14} ilâ 10^{15} adet sinapsla birbirine bağlı, kimisi birbirinden oldukça uzak 10^{12} ilâ 10^{13} adet nöron bulunmaktadır. Uzaktan morfogenetik etkileşimlerin nasıl oluştuğuna dair gizemden daha önce bahsettim, bir daha üstüne durmayacağım. En azından bu tarz meseleleri açıkça ortaya koyabiliyorsak, bunun da sebebi tam olarak dikkat çekici deneylerdir[3].

Birincil mantıksal öge olan sinapsı anlamadan, merkezî sinir sisteminin işleyişini anlayamayız. İncelemeye tabi tutulan tüm seviyeler arasında deneye en çok imkân veren odur ve incelikli teknikler sinapslar hakkında dosya yığınları dolduracak bilgi sağlamıştır. Yine de sinapsların aktarımının moleküler çevirisini yapmaktan henüz çok uzağız. Bu esaslı bir sorundur; çünkü hafızanın son sırrı herhâlde burada saklıdır. Uzun zaman önce bu çeviriyle ilgili, sinapsların bulundukları seviyede, sinirlerin akımının aktarımından sorumlu pek de geriye dönüşü olmayan moleküler etkileşimler şeklinde kayıt edildikleriyle ilgili bir fikir önerildi. Bu kuram akla yakın görünür; ama doğrudan bir kanıtı da yoktur[4].

Merkezî sinir sisteminin ilksel mekanizmalarına dair derin cehaletimize rağmen modern elektrofizyoloji, sinirsel sinyalle-

3 Sperry, *passim*.

4 Hafızanın birtakım makromoleküllerin yapıtaşlarında (ribonükleik asit) kodlanmış olduğuna dair oluşturulan kuram, bazı fizyolojistler tarafından itibar görmüştür. Böylece genetik kodun kalıtım yasasının incelenmesiyle ortaya konan görüşlere katılıp, onları kullanabileceklerine inanmışlardır. Fakat çeviri kodu ve mekanizması üstünde güncel bilgilerimizin ışığında bu kuramı savunmak mümkün değildir.

rin özellikle bazı duyusal yollar üstünde bütünleşmeleriyle ve incelenmesiyle ilgili çok anlamlı sonuçlar elde etmiştir.

Nöronların (sinapslar aracılığıyla) sinyalleri algılaması sayesinde diğer pek çok hücreyi algılayabilmesi başta olmak üzere, nöronun özellikleriyle ilgili çok bilgi elde edilmiştir. İncelemeler, işlevsel açıdan nöronlarla elektronik hesap makinesinin bileşimine giren temel yapı maddeleri arasında çok yakından bir benzerlik kurabileceğimizi kanıtladı. Örneğin nöronlar, tıpkı hesap makinesi gibi önermeler cebirinin tüm mantıksal hesaplarını yapabilmektedir. Fakat bunun da ötesinde, farklı sinyallerin zamanda kaç defa denk geldiklerini toplayabilir veya çıkarabilir ve algıladığı sinyallerin *genliğine* bağlı olarak onların *frekanslarıyla* oynayabilir. Aslında modern hesap makinelerinin hâlihazırda kullandıkları hiçbir oluşturucu birimin bu kadar çeşitlilikteki edimi yerine getirdiği ve sonuçta incelikle değiştirebildiği görülmemiştir. Bununla birlikte, sibernetik makineyle merkezî sinir sistemi arasındaki benzerlik hâlâ şaşırtıcıdır ve karşılaştırılmaları çok verimlidir. Fakat halen bütünleşmenin düşük seviyesiyle sınırlı olduklarını görmek gerekmektedir; örneğin duyuların incelenmesinin birinci derecesinde. Dille ifade bulan korteksin üstün işlevlerinin tamamı henüz bu sınırların dışında kalıyor. Buradaki farkın sadece "niceliksel" mi (karmaşıklık seviyesi bakımından) yoksa "niteliksel" mi olduğunu sorabiliriz kendimize. Bence bu soru anlamsızdır. Hiçbir şey temel etkileşimlerin farklı bütünleşme seviyelerinde farklı doğalara sahip olduklarını düşünmemize izin vermez. Birinci diyalektik yasanın uygulanabileceği bir durum varsa, tam da bu durumdur.

***

Merkezî sinir sisteminin işlevi

İnsanda bulunan bilişsel işlevlerin inceliği ve bunların uygulama alanlarının genişliği, hayvanlarda (ve insanlarda) beynin yerine getirdiği öncelikli işlevleri maskeliyor. Belki de bu öncelikli işlevleri aşağıdaki gibi sıralayıp açıklayabiliriz:

1. Özellikle duyusal girdilere bağlı olarak nöromotor etkinliğinin merkezî yönetimini ve koordinasyonunu sağlamak;

2. Genetik olarak belirlenmiş bir devre şeklinde az çok karışık hareket programları içermek; özel uyaranlara bağlı olarak onları harekete geçirmek;

3. Dış dünyanın hayvanın özgül edimlerine uyum sağlayan bir temsilini oluşturmak için duyusal girdileri incelemek, filtrelemek ve kendine katmak;

4. Anlamlı olan olayları (özgül edimler dizisine uygun olarak) kaydedip benzerliklerine göre onları sınıflandırmak; onları oluşturan olayların (rastlantısal veya ardışık bir şekilde meydana gelen) ilişkilerine göre, bu sınıfları bir araya getirmek; kendi deneyimlerini katarak doğuştan gelen programları daha incelikli kılmak ve çeşitlendirmek;

5. Hayal etmek, yani dışarıdaki olayların veya hayvanın kendisinde bulunan hareket programlarının temsilini yaratmak ve canlandırmak.

İlk üç maddede belirtilen işlevler hayvanların genellikle üstün olarak sınıflandırmadığımız merkezî sinir sistemi tarafından yerine getiriliyor; örneğin eklembacaklılarda olduğu gibi. 4. maddede özetlenen işlevlerin bu hayvanlar için önem taşıdığı şüphelidir[5]; fakat ahtapot[6] gibi gelişmiş omurgasızlarda ve tabii ki tüm omurgalılarda önemli bir şekilde devreye giriyor.

"Tasarlayıcı" olarak sınıflandırabileceğimiz 5. maddede yer alan işlevlere gelince, gelişmiş omurgalılara has özellikler oldukları şüphesizdir. Fakat burada bilincin engelleri kendini ortaya koymaktadır ve bu eylemin dışında kalan işaretleri (mesela rüyaları) yalnızca bize yakın olan türlerde tanıyabiliyoruz, diğer türler bunlardan tamamen yoksun olmasa da.

4. ve 5. işlevler bilişseldir oysa 1, 2 ve 3.'de yer alanlar yalnızca düzenleyicidirler ve temsil yaratmayı sağlarlar. Yalnızca 5. maddede yer alan işlevler *öznel deneyim* yaratmayı sağlayabilirler.

5 Belki arıları bunun dışında tutabiliriz.

6 J.Z. Young, "A model of the brain", Oxford University Press (1964).

Duyusal izlenimlerin incelenmesi

3. maddenin önermesine göre merkezi sinir sisteminin incelediği duyusal izlenimler dış dünyanın fakirleşmiş ve yönlendirilmiş bir temsilini oluşturur. Öyle bir özet çıkarır ki, hayvanın özgül davranış tarzına göre dikkatini çekenleri tamamen açığa çıkartır (Kant'ın kullandığı anlamda onu tamamlayan bir şekilde, toplamda "eleştirel" bir özet söz konusudur). Bu tamamen deneyimle sabitlenmiştir. Mesela, kurbağanın gözünün arkasında olan bir alıcı onun hareket hâlindeki bir sineği görmesini sağlar (siyah bir nokta şeklinde); ama durağan hâldeyken değil[7].

Öyle ki kurbağa sadece uçmakta olan sineği avlamaya kalkışacaktır. Şunda ısrarlı olmalıyız ki, elektrofizyolojik incelemeyle kanıtlandığı üzere bu davranışın sebebi, kurbağanın hareketsiz duran siyah noktayı yiyecek olmadığını düşünerek hor görmesi değildir kesinlikle. Şüphesiz, siyah nokta retinanın üstünde kopyalanıyordur; fakat *aktarılmıyor;* çünkü sistem sadece hareketli nesnelerle harekete geçmektedir.

Öznel açıdan beyaz, bütün renklerin yokluğu gibi değerlendirilir; fakat buna rağmen kediler[8] üstünde yapılan birtakım deneyler, spektrumun bütün renklerini bir arada yansıtan bir alanın *beyaz* bir sayfa gibi görünmesindeki gizeme bir yorum getirmeyi önerdiler. Deneyi yapanlar, farklı uzunluktaki dalgalara cevap veren nöronların çapraz ket vurmaları sonucunda retinanın görülebilir uzunluktaki dalgaların tüm skalasına aynı biçimde maruz kaldığında nöronların sinyal göndermediklerini göstermişlerdir. Öznel açıdan Goethe Newton'a karşı haklıydı. Bir şair için son derece affedilebilecek bir hatadır.

Hayvanların nesneleri veya nesneler arasındaki ilişkileri soyut, özellikle geometrik kategorilere göre sınıflandırabildiklerinden de şüphe yoktur: Bir ahtapot veya bir fare üçgen, çember veya kare kavramlarını tanıyabilirler ve onlara bu biçimleri gerçek bir nesne şeklinde sunduğumuzda nesnenin boyutundan, yönünden veya renginden bağımsız olarak onları ayırt edebilirler.

---

7 H.B. Barlow, *Journal of Physiology*, 119, p.69-88 (1953).

8 T.N. Wiesel ve D.H. Hubel, J. Neurophysiol., 29, p.1115-1156 (1966).

Kedinin görüş alanında beliren şekilleri analiz eden devreler incelendiklerinde, geometrik şekillerin tanınmasını sağlayan devrelerin retinada beliren görüntüyü filtreleyip yeniden oluşturdukları ve iki durumda da aynı devrelerin söz konusu olduğu gösterilmiştir. Sonuç olarak bu analizciler bazı basit öğeleri özetledikleri görüntüye kendi kısıtlamalarını dayatmaktadırlar. Örneğin, bazı sinir hücreleri yalnızca sağdan sola eğimi olan çizgilere yanıt vermektedir; diğerleriyse ters tarafa eğimi olan hücrelere yanıt verirler. Dolayısıyla temel geometrinin "kavramları" nesnenin kendisinde temsil edilmez, tersine en basit elemanlarından hareketle onu fark eden ve tekrar oluşturan duyusal analizciler tarafından ortaya konur.[9]

O hâlde bu modern keşifler, bilginin "doğuştan varolan" çerçevelerinden söz eden tüm varsayımları dışlayan ve iki yüz yıldır bilimde sürdürdüğü hükümdarlığını bırakmayan radikal deneycilere karşı olarak Descartes'ı ve Kant'ı yepyeni bir anlamda haklı çıkartmaktadır.

Doğuştancılık ve deneycilik

Günümüzde hâlâ bazı davranış bilimi uzmanları hayvanların davranışlarının öğelerinin, biri ötekini kesinlikle dışlayacak şekilde ya doğuştan geldiğini ya da sonradan öğrenildiğini savunur görünmektedirler. Lorenz'in sağlam bir şekilde gösterdiği üzere bu yaklaşım tarzı tamamen yanlıştır[10].

Davranış, deneyimle öğrenilen öğeler içeriyorsa, bunun böyle olmasını sağlayan doğuştan gelen yani kalıtımsal olarak belirlenmiş bir *program* sayesindedir. Programın yapısı öğrenme yetisine çağrıda bulunur ve ona rehberlik eder. Öğrenme, türün kalıtımsal mirası tarafından önceden belirlenmiş, tanımlanan belli bir "biçim" altında gerçekleşir. Herhalde çocuğun dili öğrenmesindeki ilk aşama sürecini böyle değerlendirmek gerekir (*bkz.* 7. bölüm). İnsanın temel öğrenme kategorileri ve hatta o kadar da temel olmasa da birey ve toplum

9 D.H. Hubel ve T.N. Wiesel, Journal of Physiology, 148, s.574-591 (1959).

10 K. Lorenz, *Evolution and Modification of Behavior*, University of Chicago (1965).

açısından önemli bir anlamı olan diğer davranış öğeleri söz konusu olduğunda durumun aynı olmaması için hiçbir neden yoktur. Bu tarz meseleler genellikle deneyime açıktırlar. Davranış bilimi uzmanları her gün bu tarz deneyler yürütmektedirler. Bunlar öylesine zalim deneyler ki insanın ve özellikle çocuğun üstünde uygulandıklarını düşünmek akıl almazdır. Öyle ki kendisine saygısından ötürü insan yapısını oluşturan bazı yapıları keşfetmekten kendini men eder.

***

"Düşüncelerin" kartezyen manada doğuştan olduklarını reddeden deneycilerin yaptıkları uzun tartışma, biyologların fenotip ile genotip ayrımı üstüne yaptıkları tartışmaya benzer. Onları tanıtan genetik uzmanları için kalıtımsal mirasın tanımı için vazgeçilmez temel bir ayrımdır bu. Fakat genetik uzmanı olmayanlar için bu ayrım çok kuşku uyandırmaktadır çünkü onların gözünde sanki genin değişmezlik postülatını kurtarmaya yarayan yalancı bir ayrım söz konusu gibidir. Burada bir kere daha nesneyi olduğu haliyle, somut ve tüm varlığıyla tanımak isteyenler ile ondan ideal bir biçimin maskelenmiş temsilini ayırt etmek isteyenler arasındaki karşıtlığı görürüz. Alain iki çeşit bilge var diyordu: idealları sevenler ile onlardan nefret edenler. Bu iki bakış açısı bilimde de karşı karşıya gelir ve her ikisi de çatışmalarından ötürü bilimin gelişmesi için gereklidirler. İdealları hor görenler için yalnızca üzgün olabiliriz; çünkü katkıda bulundukları bu gelişme sadece onları sürekli haksız çıkartmaktır.

Bununla birlikte önemli bir açıdan 18. yüzyılın büyük deneycileri haksız sayılmazlardı. Canlı varlıklarda, doğuştan gelen kalıtımsal bilgi dâhil, gerek arının kalıplaşmış (stereotip) davranışı olsun gerek insanın bilgisinin doğuştan varolan çerçevesi olsun, her şey deneyimden gelir. Fakat her bireyin, her kuşakta fiilen yeniden oluşturduğu deneyimden değil; evrim boyunca türün soyunda meydana gelen birikimden doğanla. Tıpkı diğer organlarda olduğu gibi, merkezî sinir sisteminin özel işlevine uyum sağlaması ancak seçilim tarafından arındırılan ve rastlantıdan beslenen bu deneyimlerle ve ancak bu

sayısız girişimler sayesinde mümkündür. Beyin için, türün edimlerine uyumlu olarak duyular dünyasının bir temsilini sunmak, deneyimler gerçekleşirken o anda kendi kendilerine kullanılmaz halde olan verileri sınıflandırmaya yarayan çerçeveyi oluşturmak ve hatta insanda, öznel deneyimi tekrar hayalî olarak canlandırıp sonuçlarını öngörebilmesini sağlamak ve eylemini hazırlamasına olanak vermek.

Hayalî olarak canlandırma işlevi

Bence insan beyninin kendine özgü tekil özelliklerini oluşturan şeyler, hayalî olarak canlandırma işlevinin yoğun kullanımı ve güçlü gelişimidir.

Bunlar bilişsel işlevlerin en derin katmanında gerçekleşirler ve dil de bunun üstüne kurulu olup muhtemelen yalnızca bir kısmını ifade ediyordur. Bu arada bu işlev yalnızca insana ait değildir. Sahibinin gezintiye hazırlandığını gören genç köpek sevincini belli ederken herhalde gezeceği vakit yapacağı yeni keşifleri, onu bekleyen maceraları, hissedeceği leziz korkuları, yanında koruyucusu olduğu için hiçbir tehlikeye maruz kalmadan yaşayabileceğini hayal etmektedir. Daha sonra tüm bunları karmakarışık bir şekilde yeniden canlandırır, bu sefer rüyasında.

Hayvanda, tıpkı küçük çocukta olduğu gibi, öznel canlandırma nöromotor eylemlerden sadece kısmen ayrılıyor gibi görünür. Gerçekleştirdiği faaliyet oyun aracılığıyla ifade bulur. Fakat insanda, öznel canlandırma en üstün işlev olarak, yaratıcılık işlevi olarak yer bulur. Faaliyetleri özetleyip, yerleriyle oynayarak dilin semboller aracılığıyla tercümesini yaptığı şey yaratıcılık işlevidir. Chomsky'nin de altını çizdiği üzere, en mütevazı kullanımında bile dil nerdeyse her zaman yenilikler yaratır: çünkü her daim yeni olan öznel bir deneyimi, kendine has bir hayal dünyasını ifade eder. İnsanın dilini hayvanların iletişimden ciddi bir şekilde ayıran da budur. Bunlar belli sayıdaki kalıplaşmış somut durumlara denk gelen çağrılara ya da uyarılara indirgenirler. Oldukça keskin bir şekilde hayal etme özelliğine sahip en akıllı hayvan, hayal gücünün hangi

yöne oynadığını kabaca göstermek dışında "bilincini özgürleştirmeyi" sağlayan her türlü imkândan yoksundur. İnsan kendi öznel deneyimlerini dile getirmeyi bilir: yeni deneyim, yaratıcı karşılaşma onu ilk defa canlandıranla birlikte yok olup gitmeyecektir artık.

Bütün bilim insanları, tahminimce, en derin katmandaki düşünme eyleminin sözsüz olduğunu fark etmişlerdir: bu *hayalî bir deneyimdir* ve şekiller, kuvvetler, etkileşimler yardımıyla kelimenin tam anlamıyla ancak ucu ucuna bir "görüntüyü" canlandırırlar. Bir keresinde, bilinç alanında hayal etme deneyimine o kadar çok yoğunlaşmışım ki kendimi bir proteinle özdeşleştirirken buldum. Bununla birlikte, hayal etme deneyiminin anlamı bu noktada ortaya çıkmıyor; ama ancak sembolik olarak yorumlandığında ortaya çıkabiliyor. Hayalî olarak canlandırdığımız görsel olmayan hayalleri sembol olarak değil de doğrudan hayal gücü deneyimine kendini sunan öznel ve soyut "gerçeklik" diye değerlendirmemiz gerektiğini düşünüyorum.

Her halükarda, günlük kullanımında hayalî olarak canlandırma süreci onu takip eden dil kullanımıyla tamamen maskelendiği için sanki düşüncenin kendisiyle karıştırılıyormuş gibidir. Pek çok nesnel gözlem insanın bilişsel işlevlerinin, en karışık olanları dâhil, dolaysız olarak dile (veya tüm diğer sembolik ifade aracılarına) bağlanmadıklarını kanıtlamıştır. Ayrıca dilsizlik üstüne yapılan araştırmaları da buna dâhil edebiliriz. Belki de bu deneyimler arasında en ilginç olanları yakın zamanda Sperry[11] tarafından yapılanlardır. Bu deneylerde deneklerin iki beyin lobu cerrahi yöntemle "corpus callosum"dan* ayrılmıştır. Bu deneklerin sağ göz ve sağ elleri sadece sol beyin lobuna bilgi iletmektedirler ve tam tersi. Böylece denek sol gözüyle gördüğü veya sol eliyle dokunduğu bir nesne tanıyabiliyor fakat ismini koyamıyor. Ya da bazı zorlu testlerde, iki elden birinde tutulan bir nesnenin, bir ekranda (üç boyutlu) şeklinin *açık haliyle* eşleştirilmesi istendiğinde beynin sağ lobu (dilsiz olan), "baskın" (sol) loba göre daha üs-

11 J.Levi-Agresti ve R.W.Sperry, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 61, p.1151 (1968).

* Her iki beyin yarıküresinin kortekslerini bağlayan yapı – yn.

tün geliyordu ve tanımlamada daha hızlı davranıyordu. Öznel hayalî olarak canlandırma eyleminin önemli bir kısmının, belki de en "derin" kısmının sağ lob tarafından sağlandığı olasılığının olduğunu düşünmek için sebeplerimiz var.

***

Düşüncenin öznel bir canlandırma sürecine dayandığını düşünmek meşruysa, insanda bu yetinin bu derece yüksek gelişimi bir evrimin sonucudur. Bu evrim boyunca hayal gücünün, deneyimiyle hazırlanmış somut eylem içerisinde, kalıcı olma değeri ve etkili olup olmadığı seçilim tarafından sınanmıştır. Atalarımızın *somut deneyimle sabitlenmiş* eksiksiz temsil etme ve tam tamına doğru öngörü yeteneği sayesinde, insanın merkezî sinir sisteminin parçası olan hayalî olarak canlandırma gücü *Homo sapiens*'teki hâline kavuşabilmiştir. Australantropların, Pitesantropların veya Kromanyonların sahip oldukları türden silahlarla panter avı düzenlemeye gelince öznel canlandırma yetişinin hata yapma şansı yoktu. İşte bu yüzden atalarımızdan bizlere kalan, doğuştan sahip olduğumuz mantık aracı bizi yanıltmayıp evrendeki olayları "anlamamızı" sağlar yani onları sembolik dil aracılığıyla tanımlamamızı ve öngörmemizi sağlar. Yeter ki canlandırıcıya gerekli bilgi öğeleri sunulmuş olsun.

Kendi deneyimlerinden edindiği sonuçlarla sürekli zenginleşen öngörü aracı canlandırıcı, keşfin ve yaratımın aracıdır. Mantığın öznel işlevinin incelenmesiyle, nesnel mantığın ve matematik gibi yeni sembolik araçların yaratılmasının kuralları tespit edilebilmiştir. Büyük beyinler (Einstein gibi), insan tarafından yaratılan matematiksel varlıkların doğayı bu denli sadık bir şekilde temsil edebilmelerine haklı olarak sıklıkla hayran olmuşlardır, hem de deneyimden hiç pay almamalarına rağmen. Bireysel ve somut deneyimden hiçbir şey almadıkları gerçek fakat mütevazı atalarımızın sayısız ve acımasız deneyimlerinin yarattığı canlandırıcının yeteneklerinden pay almışlardır. Bilimsel yönteme göre mantıkla deneyimi düzenli bir şekilde karşılaştırdığımız zaman atalarımızın bütün bu deneyimleriyle hâlihazırdaki deneyimleri karşılaştırmış oluyoruz.

***

Düalist yanılsama ve ruhun varlığı

Bu harikulade aracın varlığını hayal edip, faaliyetlerinin sonuçlarını dile getirebilmemize rağmen yapısı ve işlevleri hakkında hiçbir fikrimiz yoktur. Bu konuda fizyolojik açıdan deneyler nerdeyse etkisizdirler. Tüm tehlikelerine rağmen içebakış bize daha fazlasını söylüyor. Geriye, tanınmayan dönüşümlerin içinden geçen hayalî olarak canlandırma sürecini açığa çıkaran dilin incelenmesi kalıyor ki muhtemelen dil bunun tüm işlevlerini açıklayamıyordur.

İşte nerdeyse Descartes için olduğu kadar bizim için de aşılamayan sınıra gelmiş bulunuyoruz. Aşılmadığı sürece, düalizm işlevsel gerçekliğini toplamda korumayı sürdürüyor. Bizim de gündelik yaşantımızda beyin ve ruh kavramları, 17. yüzyılda yaşayan insanlara göre daha fazla karışıyor değildir. Nesnel bir inceleme bizi varlığın görünen düalizminde bir yanılsama olduğunu görmeye zorluyor. Bu yanılsama varlığın kendisine öyle içten bağlıdır ki onu öznelliğin dolaysız kavrayışı içerisinde yok edebileceğimizi ummak veya ahlâkî bir şekilde, duyarlılıkla onsuz yaşamaya çalışmak boştur. Ayrıca buna neden gerek duyalım ki? Kim ruhun varlığından şüphe edebilir? Ruhta maddî olmayan bir "özün" olduğu yanılsamasından vazgeçmek onun varlığını yadsımak anlamına gelmez. Tam tersine, kalıtımsal ve kültürel mirasın karmaşıklığını, zenginliğini ve dipsiz derinliğini tanımaya başlamak demektir bu, tıpkı bilinçli veya bilinçsiz tüm şahsî deneyimlerin bir bütün oluşturup kendinin yadsınamaz tanığı olan, tekil, olduğumuz varlığı yaratmaları gibi.

9

KRALLIK VE KARANLIKLAR

İnsanın evriminde seçilim baskıları

Daha önce bahsettiğim gibi, Australantrop'un* veya onun hemcinslerinden birinin yalnızca somut ve fiilî olarak gerçekleşen bir deneyimini değil de öznel bir deneyimini, şahsî bir "hayalî canlandırmasını" aktarmayı başardığı gün yeni bir krallık doğmuştu: düşüncelerin krallığı. Yeni bir evrim, kültürün evrimi böylece olabilmiştir. Bundan böyle dilin evrimine yakından bağlı olan insanın fiziksel evriminin, dilin seçilimin şartlarını alt üst eden etkilerine maruz kalarak daha uzun yol alması gerekiyordu.

Modern insan, bu evrimci ortakyaşamın ürünüdür. Diğer tüm varsayımlarda anlaşılmaz, çözülemezdir. Yaşayan tüm

---

* Latincede güney anlamına gelen "australis" ve eski Yunancada "maymun" anlamına gelen pithékos köklerinden türemiş olan Australopithecus'lar, yaklaşık 4 milyon yıl önceden 1 milyon yıl önceye kadar Afrika'da yaşamışlardır. 110 – 150 cm uzunluğuna sahip Australopithekler, dik durmaya başlamış ve iki ayak üzerinde yürümeyi başarmışlardır – yn.

canlı varlıklar da birer fosildirler. Kendisinde, proteinlerinin en ufak yapısına dek soyunun izlerini veya damgalarını taşır. Bu, mirasçısı olduğu "fiziksel" ve "düşünsel" evrimin ikililiği nedeniyle diğer tüm hayvan cinslerinden daha fazla insan için geçerlidir.

Şöyle düşünebiliriz, yüz binlerce yıldır düşünsel evrim fiziksel evrimi, yalnızca anlık hayatta kalma olgusuna doğrudan bağlı olayları öngörmeyi beceren korteksin zayıf gelişiminin yarattığı engel yüzünden çok az önceleyebilmiştir. Hayalî canlandırma yetilerinin gelişiminin işlevlerini anlamlandıran dilin zorladığı yoğun seçilim baskısı da buradan ileri gelmektedir. Buradan hareketle kafatası fosillerinin tanıklık ettiği bu evrimin şaşırtıcı derecedeki hızını da görebiliriz.

Birbirine bağlı bu evrimler süregeldikçe, merkezî sinir sisteminin gelişiminin yavaş yavaş yarattığı zorluklar karşısında düşünsel olan giderek daha fazla bağımsız olmuştur. Bu evrimden ötürü, İnsan kendisinin altındaki dünya üstünde hâkimiyetini yaymaya başlayıp, onun içerdiği tehlikelerden daha az acı çekmeye başladı. Evrimin birinci aşamasına rehberlik etmiş seçilim baskısı artık kendini özgürce salabilirdi, her halükarda da başka bir şekle bürünmeye başlamıştı. Böylece çevresine hükmeden İnsan'ın karşısında artık kendisinden başka ciddi bir düşmanı kalmamıştı. Bundan böyle insan türünde başlıca seçilim etkenlerinden biri kendi türü içerisinde ölümüne savaş olmuştur. Hayvanların evriminde son derece nadir karşılaşılan bir olgudur bu. Günümüzde aynı türden belirli topluluklar ya da ırklar arasında savaş, hayvanlar âleminde görülmez. Büyük memelilerde sıklıkla erkekler arasında görülen bireysel kavgalar bile nadiren kaybedenin ölümüyle sonuçlanır. Doğrudan kavganın, Spencer'ın "struggle for life" kavramının türlerin evriminde çok az bir rol oynadığı hususunda uzmanlar fikir birliği içindedirler. Bu İnsan için geçerli değildir. Türün gelişmesinin ve yayılmasının en azından belli bir aşamasından itibaren evrimi oluşturan bir etken olarak kabileler arası ya da ırklar arası savaş önemli bir rol oynamıştır. Belki de Neandertal insanın ani yok oluşunun sebebi atamız olan *Homo sapiens*'in yaptığı bir soykırım olabilir.

Bu herhalde sonuncusu da değildi: yeteri kadar tarihsel soykırım biliyoruz.

Bu seçilim baskısı insanı hangi yöne doğru itmektedir? Tabii ki akılla, hayal gücüyle, iradeyle ve hırsla daha iyi donatılmış olan ırklara destek olmuştur. Fakat bununla birlikte yalnız cesarete karşı çetelerin birlikteliğini, toplulukların saldırganlığını; kendi sorumluluğunu almaktan daha çok, kabilenin yasalarına saygıyı desteklemiştir.

Bu basitleştirici şemaya karşı yapılan tüm eleştirileri kabul ediyorum. İnsan evriminin belirgin iki aşamaya bölündüğünü iddia etmiyorum. Yalnızca insanın kültürel değil, fiziksel evriminde de önemli bir rol oynamış seçilimin başlıca baskılarını sıralamaya çalıştım sadece. Önemli olan nokta şu ki, yüz binlerce yıldır kültürel evrimin fiziksel evrimi etkilememesi mümkün değildi; özellikle insanın fiziksel açıdan sınırsızca üstün olmasından ötürü diğer hayvanlara nazaran onda seçilim baskısını *yönlendiren, davranıştır.* Ne zaman ki davranış kültürel hale gelip, genel olarak otomatik olmaktan çıkmıştır, kültürel çizgiler genomun evrimi üstündeki baskısını yönetmeye başlamışlardır.

Bu durum ta ki kültürel evrimin büyüyen hızı genomunkini tamamen kendinden ayırana kadar devam etmiştir.*

***

Modern toplumlarda kalıtımsal bozulma tehlikesi

Modern toplumlarda bu ayrım her yerdedir. Bu toplumlarda seçilim yok edilmiştir. En azından Darwinci anlamda "doğallıkla" bir ilgisi kalmamıştır. Bizim toplumlarımızda, bir seçilim hâlâ etkisini gösteriyorsa, "en uygun olanın yaşamda kalması", bu "en uygun" olanın *kalıtımsal* açıdan yaşamda kalmasını, diğer bir deyişle soyunun daha çok yayılmasını sağlamaz. Tabii ki zekâ, hırs, cesaret ve hayal gücü modern toplumlarda hâlâ ba-

* Monod'un kitabından 40 yıl sonra yazılan Taylor'un *Yapay Maymun*'unda (Alfa yayınları Bilim Serisi) bu konuda çok ilginç bir tartışma yer alır – yn.

şarı etkenleridirler; fakat *bireysel* başarının etkenleridirler, evrim için tek geçerli olan *kalıtımsal* başarının değil. Tam tersine. Herkesin bildiği üzere, istatistikler zekâ katsayısı (veya kültür seviyesi) ile çiftlerin ortalama çocuk sayısı arasında ters orantılı bir ilişki olduğunu gösterir. Buna karşın, aynı istatistikler eşler arasında zekâ katsayısı açısından çok güçlü doğru orantılı bir ilişki gösterir. Bu göreceli değerlere göre kendini en yüksek kalıtımsal gücü göre sınırlamaya çalışan elit bir tabakanın yavaş yavaş oluşabilmesini sağlayabilecek tehlikeli bir durumdur.

Hatta dahası: yakın bir zamana dek görece "ileri" sayılabilecek toplumlarda bile, sırf fiziksel açıdan değil de entellektüel açıdan da en az uyum sağlayabilenler doğrudan ve acımasızca yok ediliyordu. Çoğu ergenlik yaşına bile ulaşamıyordu. Bugün bu kalıtımsal açıdan sakat olanların çoğu çoğalabilecek kadar uzun bir süre yaşayabiliyor. Doğal seçilim yok olup da türün bozulmasına karşı kaçınılmaz olarak onu korumaya yönelik çalışan mekanizma, bilginin ve sosyal etiğin sayesinde artık en ağır bozukluklar dışında eskisi gibi çalışmıyor.

Sıklıkla sinyalleri verilmiş bu tehlikelere karşı bazen moleküler genetiğin yakın dönemdeki gelişmelerinden şifa umulmuştur. Yarı-bilginler tarafından yayılan bu yanılsamalardan kurtulmalıyız. Şüphesiz bazı genetik bozuklukları giderebiliriz; ama *yalnızca bundan muzdarip olan bireyde*, onun soyunda değil. Modern moleküler genetik bir "üstün insan" yaratmak üzere kalıtımsal mirasın hatalarını gidermek için bize *hiçbir yöntem* sunmadığı gibi, böylesi bir umudun ne kadar boş olduğunu da gösteriyor: genomun mikro ölçekli düzeyi şimdilik böyle değişikliklere izin vermiyor ve muhtemelen de hiçbir zaman vermeyecek. Bilim-kurgu hayallerini dışarıda bırakırsak, insan türünü "düzeltmek" için tek yöntem ancak kasıtlı ve ciddi bir seçilim uygulamak olurdu. Kim böyle bir yöntemi uygulamak ister, kim buna kalkışır?

Şurası kesin ki seçilimin olmayışının veya seçilimin tersine oluşunun şartları gelişmiş toplumlarda hükümdarlığını sürdürüp tür için bir tehlike oluşturmaktadır. Bununla birlikte bunun etkisi ancak uzun vadede çok önemli bir hâle gelebilir: on veya on beş kuşakta, yani ancak yüzyıllar geçtikten sonra.

Oysa modern toplumlar çok daha aciliyeti önceliği olan ve ağır tehditlere açıktırlar.

***

Burada nüfus patlamasından, doğanın yok ediliyor olmasından ve hatta megatonluk nükleer bombalardan bahsetmiyorum; ama çok daha derin ve çok daha ağır bir kötülükten bahsediyorum, ruhani bir hastalıktan bahsediyorum. Bu hastalık düşünsel evrimin en büyük dönüş noktasıdır. Bunu düşünsel evrim yaratmıştır ve sürekli kötüleşmeye devam etmesine neden olmaktadır. Bilginin üç yüzyıllık inanılmaz gelişimi bugün insanın kendisi hakkında sahip olduğu on binlerce yılda köklenmiş bakış açısını parçalamak üzere, evrenle ilişkisi gözden geçirmesini gerektiriyor.

Bu arada bunların hepsi, gerek ruhun hastalığı, gerekse megatonların gücü üzerine düşüncelerimiz basit bir fikirden kaynaklanmaktadır: doğa nesneldir, bilginin doğruluğu mantıkla deneyimin düzenli karşılaştırılmalarından başka bir yerden gelemez. Bu düşüncenin, düşüncelerin hükümdarlığında bu denli açık ve basit olmasına rağmen nasıl olur da *Homo sapiens*'in ortaya çıkışından ancak yüz bin yıl sonra aydınlığa kavuşabildiğini anlamakta zorlanıyoruz. Nasıl olur da Çin medeniyeti gibi en gelişmiş medeniyetlerin bunu gözden kaçırabildiklerini ve Batı medeniyetinden öğrenmek durumunda kaldıklarını; ayrıca Batı'da bile, nasıl olur da mekanik sanatların saf uygulama alanında hapsolmuş bu bilginin açığa çıkması için Thales ve Pisagor'dan, Galileo, Descartes ve Bacon'a kadar 2500 yılın geçmesi gerektiğini zor anlıyoruz.

Bir biyolog için düşüncelerin evrimini biyosferin evrimiyle karşılaştırmak çekicidir; çünkü soyut Krallığın, biyosferin cansız varlıklara aşkın olmasından daha fazla biyosferden aşkın olması, düşüncelerin organizmanın bazı özelliklerine sahip olmalarındandır.

Düşüncelerin seçilimi

Düşünceler de organizmalar gibi yapılarını devam ettirme ve çoğaltma eğilimine sahipler, onlar gibi birleşip karışabilirler,

yeni kombinasyonlar oluşturabilirler, içeriklerini aktarabilirler ve son olarak evrimleşirler ve şüphesiz ki bu evrimde seçilimin rolü büyüktür.* Düşüncelerin seçilimi kuramı gibi bir kuramı önermeyi denemeyeceğim. Fakat en azından bunda bir rol oynayan başlıca etkenleri belirlemeyi deneyebiliriz. Bu seçilim zorunlu olarak iki seviyede uygulanır: birincisi zihinde, diğeri uygulamadaki başarısında.

Bir düşüncenin uygulamadaki başarısının değeri, onu benimseyen bireyin veya grubun davranışlarındaki değişime bağlıdır. Onu benimseyen insan grubuna daha çok uyum, hırs ve kendine güven getiren düşünceler böylece yayılma güçlerini yükseltip kendi ilerlemelerini güvence altına alırlar. Düşüncenin yayılmasının değerinin, barındırdığı nesnel gerçeklik payıyla zorunlu bir ilişkisi yoktur. Dini bir ideoloji toplum için kuvvetli bir iskelet oluşturduğu zaman bunun yapısının kendisiyle bir ilgisi yoktur, bu tamamen bu yapının kabul edilmesi ve kendisini dayatabilmesi durumuyla ilgilidir. Böylesi bir düşüncenin salgın gibi yayılması gücünü ve onun uygulamadaki başarısını birbirinden ayırmak zordur.

Salgın oluşturma gücünün, başlıbaşına, incelenmesi çok daha zordur. Zihnin önceden var olan yapılarına bağlı olduğunu söyleyebiliriz; bunun içinde kültür tarafından geliştirilmiş düşünceleri barındırdığı kadar hiç şüphesiz zor tanımlayabileceğimiz doğuştan gelen birtakım yapıları da barındırmaktadır. Fakat en çok salgın oluşturma gücüne sahip düşünceler, insanı içkin bir kaderin parçası olarak *açıklayan* böylece kaygısını dağıtacak olan düşüncelerdir.

***

Açıklamaların gerekliliği

Yüz binlerce yıldır insanın kaderi, dışında yaşamda kalmayı başaramadığı topluluğununkiyle, kabilesininkiyle karıştırılıyordu. Kabilesine gelince, devamlılığını sürdürebilmesi ve ken-

* Monod'un bu fikrini Dawkins 1976'da 'mem' olarak somutlaştırmıştır (*bkz.* "Mem Makinesi", Susan Blackmore; Alfa Yayınları Bilim Serisi) – yn.

dini koruyabilmesi, ancak bir arada yaşamaya bağlıydı. Bu bir arada yaşamayı örgütleyen ve devamlılığını sağlayan yasaların son derece öznel olan önemi buradan doğar. Belirli bir insan belki bu yasaları delebilir; ama hiç kimse onları yadsıyamaz. Uzun süredir bu tarz sosyal yapıların zorunlu olarak seçilimde ne kadar önemli bir payları olduğunu gördüğümüzde insan beyninin doğuştan gelen kategorilerinin kalıtımsal evrimine hiçbir etkilerinin olmadıklarını düşünmek zordur. Bu evrim hem kabile yasalarının kabul edilmesini kolaylaştırmalıydı, hem de onun egemenliğini sağlayacak olan efsanevi açıklamanın *ihtiyacını* yaratmalıydı. Biz bu insanların soyundan geliyoruz. Herhâlde varoluşun anlamını aramaya bizi zorlayan endişenin açıklanmasına duyduğumuz gereksinim bize onlardan yadigâr. Bütün efsanelerin, bütün dinlerin, felsefelerin ve bilimin kendisinin yaratılmasının arkasındaki endişe budur.

Ben kendi adıma bu buyurgan ihtiyacın doğuştan geldiğine, kalıtımsal kodun diliyle bir yerlerde yazılı olduğuna ve kendiliğinden geliştiğine hiç şüphe duymuyorum. İnsan türünün dışındaki hayvanlar âleminde, karıncalar, beyaz karıncalar ya da arılar gibi belli başlı böcek türlerini bunun dışında tutarsak, hiçbir şekilde bu denli incelikli örgütlenmiş bir sosyal yapı karşımıza çıkmaz. Sosyal böceklerde örgütlenmenin sabitliliği ise neredeyse kültürel mirastan tamamen bağımsızdır ve hatta tamamen kalıtımsal aktarıma bağlıdır. Sosyal davranış tamamen doğuştan gelir, otomatiktir. İnsanda tamamen kültürel olan sosyal kurumlar böylesi bir sabitliliğe asla ulaşamazlar; zaten kim bunu ister? Efsanelerin ve dinlerin uydurulması, geniş felsefî sistemlerin inşa edilmesi, insanın saf bir otomatizm karşısında eğilmeden sosyal olarak yaşayabilmesinin karşısında ödediği bedeldir. Fakat yalnızca kültürel miras kendi kendine sosyal yapıları desteklemek için tek başına yeterli değildir. Bu mirası zihin tarafından arzulanan bir besine dönüştürecek kalıtımsal desteğe ihtiyaç vardı. Böyle değilse, bizim türümüzün sosyal yapısının temelindeki dinî olgunun evrenselliğini nasıl açıklayabiliriz? Dahası, nasıl oluyor da bu efsanelerin, dinlerin veya felsefî ideolojilerinden oluşan devasa çeşitliliğin özünde aynı "biçime" rastlıyoruz?*

Efsanevî ve metafizik ontojeniler

Kaygıyı hafifleten yasanın oluşması amacıyla yapılan "açıklamaların" tümünün "hikâyeler" veya daha doğrusu ontojeniler olduklarını görmek kolaydır. İlkel efsanelerin hemen hepsi az çok tanrısal olan kahramanlık hikâyelerinden yola çıkarak dokunulmazlığı olan gelenekler üstüne kurulu sosyal yapıların nasıl oluştuğunu anlatır ve toplulukların kökenlerini inşa eder: tarihi yeniden yazmıyoruz. Büyük dinlerin de yapıları aynıdır; kendisi her şeyin yaratıcısı olmasa bile yaratıcıyı temsil eden, onun adına konuşan vahiy inmiş bir peygamberin hayat hikâyesi temel alınır ve o, insanların tarihini ve kaderini dile getirir. Tanrısal bir peygamberle zenginleşmeden önce doğrudan bir Bedevî topluluğunun kahramanlık hikâyesine bağlı olmasından ötürü ve tarihsel yapısı yüzünden, bütün büyük dinlerin arasında herhalde en "ilkel" olanı Yahudi-Hıristiyan dinidir. Tam aksine Budizm, diğerlerinden çok daha farklı olarak, en temel hâliyle yalnızca karmaya bağlı kalır. Karma, bireysel kaderi yöneten aşkın yasadır. Bu insanların hikâyesinden çok ruhların hikâyesidir.

Platon'dan Hegel ve Marx'a kadar bütün felsefe sistemleri bir yandan açıklayıcı, diğer yandan da kurallı ontojeniler önermişlerdir. Platon'da ise, ontojeni tersinedir. Tarihe baktığı zaman "ideal" formların gitgide bozulduklarını görür yalnızca ve Devlet'te son kertede ortaya koymak istediği şey geriye doğru gidebilen bir zaman makinesidir.

Hem Marx hem Hegel için tarih aşkın, zorunlu ve uygun bir plana göre gelişir. Marksist ideolojinin insanlar üstündeki büyük gücü yalnızca İnsan'ın özgürleşmesine dair verdiği sözden ileri gelmez, bir de ve hatta her şeyden önce geçmiş, şimdiki ve gelecek tarihle ilgili verdiği bütüncül ve ayrıntılı açıklamadan, ontojenik yapısından da kaynaklanır. İnsanlık tarihiyle sınırlı, "bilimsel" kesinliklerle donatılmış olmasına rağmen tarihsel materyalizmin hâlâ eksiklikleri vardı. Ona diyalektik materyalizmi eklemek gerekti ve böylece ruhun arzuladığı bütünsel

* Monod'un bu konudaki öncü fikirleri de günümüzde yeni bilimsel kanıtlarla sağlamlaştırılmıştır (*bkz.* "Tanrı Beyni" (Tiger ve McGuire; Alfa Yayınları Bilim Serisi) – yn.

yorum eklenmiş oldu: böylelikle insanlık tarihi ve kozmosunki aynı sonsuz yasalara tabi olarak bir araya gelebildiler.

***

"Eski anlaşmanın" bozulması ve modern ruhun hastalığı

Tam bir açıklama duyma ihtiyacı doğuştan geliyorsa; bunun eksikliği derin bir kaygının kaynağıysa; bu kaygıyı hafifletecek tek açıklama şekli İnsan'ın anlamını, ona doğanın planlarında zorunlu bir yer atfederek açığa çıkaran bütüncül bir tarihse; bu açıklamanın gerçek, anlamlı, rahatlatıcı görünmesi için eski animist[1] geleneğin içinde erimesi gerekiyorsa; düşüncelerin hükümdarlığında nesnel bilginin özgün gerçekliğin tek bilgi kaynağı olarak görünmesi için neden binlerce yılın geçmesini beklememiz gerektiğini anlıyoruz.

Hiçbir açıklama önermeyen bu katı ve soğuk düşünce, ruhun ihtiyaç duyduğu tüm diğer besinlere karşı bir orucu dayatarak doğuştan gelen kaygıyı yatıştıracak yere onu daha da körüklemektedir.* Bu düşünce, İnsan'ın doğasının kendisiyle özdeşleşmiş çok daha eski bir geleneği tek kalemde silebileceğini varsayıyordu; İnsan'ın doğayla kurduğu eski animist anlaşmayı yok sayıyordu ve bu değerli bağın yerine yalnızlık tarafından donuklaşmış bir evrende kaygılandırıcı bir iz sürmemizi öne sürüyordu. Yalnızca kendi için püriten bir kibirden ibaret görünen böylesi bir düşünce nasıl kabul edilebilirdi? Edilmedi; hâlâ da öyle. Her şeye rağmen kendini dayatabilmişse bunun sebebi yalnızca inanılmaz performans gücünden ileri gelir.

Üç yüzyıldır, nesnellik postülatı üstüne kurulu bilim, toplumdaki yerini, ruhlarda değil, pratikte elde etmiştir. Modern

---

1 Belki bu sıfatı, 2. bölümde belirttiğim gibi, özel bir anlamda kullandığımı yeniden vurgulamam gerekebilir. (Bkz. S.???)

* Monod'un bu iddiası, "Tanrı Beyni" yazarlarının inancın serotonin üreterek stresi düşürdüğünü ve bu yüzden inançsız insanın inançlılara göre çok daha stresli olduğunu kanıtlamasıyla haklılık kazanmıştır – yn.

toplumlar bilimin üstüne kurulmuşlardır. Zenginliklerini, güçlerini ve isterlerse insanlığın ilerleyen zamanlarda daha da büyük zenginliklere erişebileceği kesinliğini ona borçludur ve nasıl ki bir türün biyolojik evriminde temel bir "seçim" tüm soyunu etkileyebilmişse, kaynağı belirsiz bilimsel bir faaliyeti seçmiş olmak da kültürün tek bir yöne doğru evrimini başlatmıştır. 19. yüzyılın bilimsel ilerlemecilerine göre bu yol insanlığı yenilmez, muhteşem bir gelişmeye götürürken, bize göre bugün karşımızda karanlık bir uçurum giderek derinleşmektedir.

Modern toplumlar bilimin keşfettiği zenginlikleri ve güçleri kabul ettiler; fakat bilimin en derin mesajını dinlemediler, hatta kulak bile vermediler sayılabilir. Bu mesaj, gerçekliğin biricik ve yeni kaynağının açıklanması, etiğin temellerinin tamamen yeniden gözden geçirilmesinin zorunluluğu, animist gelenekle keskin bir kopuşun, "eski anlaşmanın" hepten terk edilmesinin ve yenisinin kurulmasının gerekliliğiydi. Bütün güçlerle silahlanmış, Bilim'e borçlu olduğu tüm zenginliklerin keyfini sürerken, toplumlarımız bilimin kendisi tarafından kökten çürütülmüş değer sistemlerini yaşamaya ve öğretmeye devam etmektedir.

Bizimkinden önce başka hiçbir toplum bu denli bir kopuşa şahit olmamıştır. İlkel kültürlerde olduğu gibi klasik kültürlerde de, bilginin kaynağı ile değerlerin kaynağı animist gelenek tarafından birbirleriyle karıştırılıyordu. Tarihte ilk defa bir medeniyet yükselmek için animist geleneğe çaresizce bağlı olarak kendi değerlerini meşru kılmaya çalışmıştır ve bunu da onu bilginin, gerçeğin tek kaynağı olarak kabul etme fikrini terk ederek yapmıştır. Batıdaki "liberal" toplumlar kendi ahlâklarının temelleri olarak, hâlâ bıyık altından Yahudi-Hıristiyan dininin rahatsız edici bir karışımını, bilimsel ilerlemecilik fikrini, insanın sahip olduğu "doğal" hakların olduğuna dair bir inancı ve faydacı bir pragmatizmi yaşamaya çalışıp, öğretmeye meyillidirler. Marksist toplumlar hep tarihin materyalist ve diyalektik bir dininin kehanetinde bulunmuşlardır; görünüşte liberal toplumlarınkine nazaran daha sağlam ahlâki bir çerçeve sunuyor gibi gözükür; fakat belki de bugüne

dek güçlü olmasını sağlayan katılığı nedeniyle aslında belki de daha kolay yok olmaya yatkındır.* Ne olursa olsun, animizimde köklenmiş tüm bu sistemler nesnel bilginin ve gerçeğin dışındadırlar; ayrıca faydalanmak istedikleri ama saygı duymadıkları ve hizmet etmek istemedikleri bilime yabancı, son kertede de düşmanca bir tavır sergilerler. Bu boşanma o kadar büyük ve bu yalan öyle dikkat çekici ki, kültürden, zekâdan nasibini almış ve tüm yaratımın kaynağında yer alan ahlâkî kaygıyı barındıran tüm insanların bilincinde takıntı yaratıp onu parçalar, yani evrimlerinde topluma ve kültüre karşı sorumluluklar taşıyan ve taşıyacak olan tüm insanların bilincinde.

Modern ruhun hastalığı, ahlâki ve sosyal varlığın kökündeki bu yalandır. Az çok kafa karışıklığıyla teşhisi konmuş bu hastalık, bugün bilimsel kültüre karşı hissedilen korku veya daha çok nefret ve her şekilde kesin olarak yabancılaşma hissiyatını yaratmaktadır. Genellikle bilimin alt ürünlerine karşı alenen bir tiksintiye rastlanır: bombalar, Doğa'nın yok edilmesi, tehlikeli nüfus artışı. Teknolojinin bilim olmadığı repliğini söylemek elbette kolaydır. Hatta yakında insanlığın yaşamda kalması için atom enerjisinin kaçınılmaz olduğunu; doğanın yok oluşunun aslında teknolojinin fazla kullanımından kaynaklanmadığını; fakat kullanımının yetersizliğine işaret ettiğini; nüfus patlamasının her yıl ölümden kurtarılan milyonlarca çocuktan kaynaklandığını söylemek de kolaydır; iyi de onları yeniden ölüme mi terk edelim?

Bu yüzeysel bir söylemdir. Hastalığın derin nedenleriyle işaretlerini birbirine karıştırmaktadır. Bu reddediş bilimin temel mesajına karşı bir sesleniştir. Korku kutsal şeylere karşı saldırıdan doğar: değerlere karşı yapılan suikasta duyulan korkudur. Tamamen haklı çıkmış bir korkudur. Bilimin değerlere saldırdığı gerçektir. Doğrudan değil; çünkü bilim onların yargıcı değildir ve onları *görmezden gelir*; fakat bilim, Avustralya aborijinlerinden materyalist diyalektikçilere kadar bütün toplumların animist geleneğin üstüne kurdukları değerleri, ahlâkı, ödevleri, hakları, kanunları, yasakları barındıran tüm efsanevî veya felsefî ontojenileri yıkmaktadır.

---

* 1989'da Monod'un bu öngörüsü de doğrulanmıştır – yn.

İnsanların bu mesajın anlamını tamamen kabul ettiklerinde, eninde sonunda binlerce yıllık rüyalarından uyanıp, bütün yalnızlıklarını ve uç derecedeki garipliklerini keşfetmeleri gerekecek. Artık bir Çingene misali yaşanması gereken yer olan Evren'in sınırlarında bulunduklarını bilecekler. Kendi müziğine sağır olan, tıpkı umutlarına karşı olduğu gibi acılarına veya suçlarına karşı da ilgisiz olan Evren'in sınırlarında.

O hâlde suçun ne olduğunu kim belirler? Neyin iyi, neyin kötü olduğunu? Geleneksel sistemler etiği ve değerleri İnsan'ın erişemeyeceği yerlere koyarlardı. Değerler ona ait değillerdi: onlar kendilerini dayatırlardı ve İnsan onlara aitti. Artık Evren'in boşluğunda çözülüyormuş gibi görünen değerlerin sadece kendisine ait olduğunu bilen İnsan, en sonunda onların efendisi olabilecek. İşte böylesi bir zamanda modern insan en sonunda bilime yüzünü dönüp, onun yalnızca bedenlerde değil, ama ruhun kendisinde de yarattığı korkunç yıkım gücünü ölçebilmeye başlamıştır.

***

Değerler ve bilgi

Bunun çaresi nedir? Nesnel gerçekliğin ve değerler kuramının daimi olarak birbirine yabancı, iç içe geçemeyecek alanlar olduklarını kalıcı bir şekilde kabul etmemiz mi gerekir? Yazar olsun, filozof olsun hatta bilim insanı olsun, modern düşünürlerin büyük bir kısmının duruşu bunu sergilemektedir. Bunu hem insanların büyük çoğunluğu adına kabul edilemez buluyorum, hem de bu düşüncenin insanların kaygılarını besleyip büyüteceğini ve iki temel nedenden ötürü tümden yanlış olduğunu savunuyorum:

- öncelikle şüphesiz, değerler ve bilgi eylemde olduğu kadar söylemde de her zaman ve zorunlu olarak birbirine bağlıdır;
- üstelik ve özellikle, son bir incelemeye tabi tutulduğunda "gerçek" bilginin tanımı etik düzlemdeki bir postülata dayanır.

Bu iki noktanın her biri kısa bir açılım bekliyor. Etik ve bilgi eylem tarafından kaçınılmaz olarak birbirlerine bağlıdırlar. Eylem, bilgiyle değerleri eş zamanlı olarak devreye sokar ve sorgulatır. Tüm eylemler bir etiği ifade eder, kimi değerlere hizmet eder veya onların önüne geçer; bir başkası değerleri seçmemize sebep olur veya öyleymiş gibi görünür. Diğer taraftan da tüm eylemlerde bilgiye zorunlu olarak başvurulur, fakat buna karşın eylem de bilginin zorunlu olarak ihtiyaç duyduğu iki kaynaktan biridir.

Animist bir sistemde etiğin ve bilginin yorumlanmaları çatışma yaratmaz; çünkü animizm bu iki kategori arasındaki tüm uç ayrımlardan kaçınır, onları aynı gerçekliğin farklı iki yüzü gibi değerlendirir. İnsanın sözüm ona "doğal" kabul edilen "haklarına" dayanan sosyal bir etik anlayışı Marksizmin örtük ahlâkının açıklanma teşebbüslerinde çok daha sistematik ve onaylanmış bir şekilde açığa çıkar.

Bilginin içindeki tüm gerçeklerin zorunlu şartı olarak nesnellik postülatını koyduğumuz zaman, etiğin alanıyla bilginin alanı arasında gerçeğin kendisinin aranması için vazgeçilmez, radikal bir ayrım yapılmış olur. Bilginin kendisi her türlü değer yargısının dışında tutulmuş olur ("epistemolojik değerlerden" farklı olarak). Oysa ki etik, nesnel olmayan bir öze sahip olduğu için daimi surette bilginin alanının dışında tutulur.

Sonuçta bilimi yaratan şey aksiyom olarak konulmuş bu radikal ayrımdır. Şunu da burada eklemek çekici geliyor: Kültür tarihindeki bu biricik hadise başka bir medeniyet yerine Batı Hıristiyan topraklarında oluşmuşsa, bunun sebebi belki de kısmi olarak Kilise'nin kutsal âlemle, dünyevî âlem arasında temel bir ayrım tanımasından ileri gelir. Bu ayrım yalnızca bilimin kendi yollarını bulmasını sağlamakla kalmayıp (kutsal alanı çiğnememek şartıyla), zihinlerde nesnellik ilkesinin koyduğu çok daha keskin ayrıma yol açmıştır. Batılılar, bazı dinlerde kutsal ile dünyevi âlem arasında hiçbir ayrımın olmaması, olamayacağı düşüncesini anlamakta zorluk çekerler. Hinduizm için her şey kutsaldır; hatta "dünyevî" kavramı anlaşılmaz gelir.

Bu sadece bir parantezdir. Tekrar olgulara gelelim. Nesnellik postülatı, "eski anlaşmayı" feshederek bilgi yargıları ile değer yargıları arasındaki tüm karışıklıkları önler; fakat bu iki kategorinin eylemde bir araya gelmeleri kaçınılmazdır, söylem de buna dâhildir. İlkeye sadık kalmak adına, tüm söylemlerin (veya eylemlerin) anlamlı, gerçek sayılmaları için bir araya getirdiği iki kategori arasındaki ayrımı açıkça belirtmeleri ve korumaları gerekir (veya bunu yaptığı ölçüde anlamlı ve gerçek sayılır). Bu şekilde tanımlanmış gerçeğe uygunluk kavramı, etikle bilginin iç içe olduğunu, değerlerle gerçeğin karıştırılmadan bir araya geldiklerini ve kaynaştıklarını anlayabilen dikkatli insana bütün anlamıyla apaçık görünür. Buna karşın, iki kategorinin karışmış ve ayırt edilememiş olduğu gerçeğe uygun olmayan söylem, ne kadar bilinçsizce olsalar da, ancak en zararlı yanlış anlaşılmalara, en suça teşvik edici yalanlara götürür.

Bu tehlikeli karışıma en çok ve sistematik olarak "politik" söylemlerde rastlıyoruz ("söylemi" hep Descartesçı anlamda anlıyorum) ve bu, yalnızca belli bir eğilimin politikalarında görülmez. Bilim insanlarının kendileri, kendi alanları dışındaki değerler kategorisi ile bilginin kategorisi arasındaki ayrımı yapma konusunda tehlikeli bir şekilde beceriksizlik sergilerler.

Bilginin etiği

Fakat bu da başka bir parantezdir. Tekrar bilginin kaynaklarına geri dönelim. Daha önce söylemiş olduğumuz gibi animizm, bilgi önermeleri ile değer yargıları arasında bir ayrımcılığı ne oluşturmak ister ne de oluşturabilir; çünkü her ne kadar özenle kılık değiştirmiş olsa da Evren'de bir niyetin olduğu varsayılıyorsa, böylesi bir ayrımın ne gibi bir anlamı olabilir? Oysa tam tersine nesnel bir sistemde bilgi ile değerler arasındaki tüm karışıklıklar yasaktır; fakat (ki burası temel noktadır, bilgiyi ve değerleri aynı kökende bir araya getiren mantıksal eklemdir) nesnel bilgiyi oluşturan bu yasağın, bu "ilk emrin" kendisi nesnel değildir ve olamaz: Bu, ahlâki bir kuraldır, bir disiplindir. Ger-

çek bilgi değerleri yok sayar; ama onu oluşturmak için bir değer yargısı daha doğrusu bir aksiyom gerekir. Gerçek bilginin şartı olarak nesnellik postülatını koymak *etik bir tercih oluşturur, bir bilgi yargısını değil; çünkü postülatın kendisine göre, bu keyfi tercihten önce gelen "gerçek" bir bilginin olması mümkün değildir*. Nesnellik postülatının bilginin kuralını oluşturması için, nesnel bilginin kendisini bir değer olarak tanımlaması gerekir. O hâlde nesnellik postülatını kabul etmek demek, bir etiğin temel önermesini ifade etmek demektir: *bilginin etiği.*

Bilginin etiğinde *bilgiyi inşa edilmesi, bir ilk değerin etik olarak tercih edilmesi ile başlar.* Bu noktada kendilerini insana dayatan aşkın, dinî veya "doğal" yasaların "bilgisi" üstüne kurmak isteyen animist etiklerden kökten bir şekilde ayrılır. Bilgi etiği insana kendisini dayatmaz; tam tersine onu tüm söylemlerin veya tüm eylemlerin gerçek olmalarını sağlayan aksiyom şeklindeki bir şart olarak insanın kendisi dayatır. *Yöntem Üzerine Söylem (Discours de la Méthode*) kurallı bir epistemoloji önerir; fakat onu her şeyden önce ahlâk üstüne derin bir düşünce, ruhun bir orucu olarak da okumak gerekir.

Gerçeğe uygun söylem de bilimi kurar ve bugün insanı hem zenginleştiren hem tehdit eden, özgürleştirdiği kadar köleleştirebilecek olan devasa güçleri onun eline teslim eder. Bilim tarafından örülmüş modern toplumlar bu ürünlerle yaşamaktadır ve tıpkı bir uyuşturucu bağımlısı gibi bunlara bağımlıdırlar. Maddi kuvvetlerini bilgiyi kuran bu etiğe borçludurlar ve ahlâkî zayıflıklarını da hâlâ dayanmaya meyil ettikleri bilginin kendisi tarafından yıkıma uğratılmış değer sistemlerine. Bu çelişki ölümcüldür. Ayaklarımızın altında derinleşen uçurumu kazıyan odur. Modern dünyanın kurucusu olan bilgi etiği onunla uyuşan, bir kere anlaşıldıktan ve kabul edildikten sonra onun evrimini yönlendirebilecek tek etiktir.

***

Bu etik anlaşılıp, kabul edilebilir mi? Düşündüğüm gibi, yalnızlığın yarattığı kaygı ve zorlayıcı bir bütünsel açıklamaya duyulan ihtiyaç doğuştan geliyorsa; çok eski zamanlardan gelen bu miras yalnızca kültürel değildir; fakat aynı zaman-

da kalıtımsaldır da. Bu katı, soyut, kendini beğenmiş etiğin kaygıyı yatıştırabileceğini, gereksinime cevap verebileceğini düşünebilir miyiz? Bilmiyorum, ama belki de her şeye rağmen bu tamamen imkânsız değildir. Bilgi etiğinin verebileceği bir "açıklamadan" daha fazla olarak, insanın aşmaya ve aşkınlığa ihtiyacı mı vardır? Hâlâ ruhlarda yaşayan büyük sosyalist rüyanın gücü buna tanıklık ediyor gibi görünmekte. Değerler sistemlerinden hiçbiri, kendisini feda edebilecek kadar ihtiyacını haklı çıkaran ve bireyi aşan bir ideali önermeden gerçek bir etik kuramaz.

O kadar fazla hırslı olmasından ötürü, bilgi etiği belki de bu aşkınlığa duyulan ihtiyaca karşılık verebilir. Aşkın bir bilgi önerir, gerçek bilgiyi ve insana onu kullanmasını değil; fakat özgürce ve bilinçli bir seçimle ona hizmet etmesini önerir. Bununla birlikte aynı zamanda bir hümanizmdir; çünkü insandaki yaratıcıya ve bu aşkınlığın temsilcisine saygı gösterir.

Ayrıca bilgi etiği bir manada "etiğin bilgisidir", dürtülerin, tutkuların ve biyolojik varlığın ihtiyaçlarının ve sınırlarının bilgisidir. İnsandaki hayvanı görebilmektedir, saçma değil fakat garip, garipliği sebebiyle değerli olan varlık aynı zamanda iki krallığa da aittir: hem biyosfere hem de düşüncelerin krallığına. Bu yırtıcı düalizm tarafından eş zamanlı olarak işkence edilen ve zenginleşen bu varlık, kendini sanatta ve şiirde olduğu gibi insan sevgisinde de ifade eder.

Tam tersine animist sistemler, biyolojik insanı yok saymayı, aşağılamayı veya engellemeyi az çok istemişlerdir. İnsandaki hayvani çizgileri korkuyla veya terörle karşılamalarını da. Buna karşın bilgi etiği, gerektiği zaman onu baskılamayı bilmek suretiyle, insanı bu mirası taşımaya ve saygı duymaya yüreklendirir. Biyolojik kökenlerini tanımakla beraber yaşamanın sorumluluğu, cesaret, başkalarını düşünme, cömertlik, yaratıcılık hırsı, bilgi etiği gibi insanın en yüce özellikleri, tanımladıkları ideale hizmet eden aşkın değerlerini de kesinleştirirler.

***

Bilgi etiği ve sosyalist ideal

Son olarak benim gözümde bilgi etiği, gerçek bir sosyalizmin temel alabileceği hem akılcı hem kesinlikle idealist tek duruştur. 19. yüzyılın bu büyük rüyası acı verici bir yoğunlukta hâlâ genç ruhlarda yaşamaya devam ediyor. Acı vericidir, bu idealin maruz kaldığı ihanetler ve onun adına işlenmiş cinayetler yüzünden. Bu belki de trajiktir; fakat bu derin hasret, felsefî öğretisini ancak bir animist ideoloji biçimi altında bulmuştur. Doğumundan itibaren diyalektik materyalizm üstüne kurulu tarihsel öngörünün bütün tehditlerin yükünü taşıdığını ve de bunların gerçekleşmiş olduklarını görmek kolaydır. Diğer animizm biçimlerine nazaran tarihsel materyalizmin temelinde değer ve bilgi kategorileri tamamen birbirleriyle karıştırılmaktadır. Hiçlikte kaybolmamak için tarihin yasalarını "bilimsel" olarak kurduğunu ve insanın buna itaat etmekten başka yolu ya da görevi olmadığını derinlemesine gerçek olmayan bir söylemle iddia edebilmesinin kaynağı bu karışıklıktır.

Ölümlü değilse çocukça sayılan bu yanılsamadan tamamen vazgeçmek gerekir. Takipçilerinin zihninde bilimden devşirilip ona yaslandığını samimiyetle sanan bir sosyalizm nasıl özü gereği gerçek olmayan bir ideolojinin üstüne kurulabilir? Sosyalizmin tek umudu, ona yüz yıldan fazladır hâkim olan ideolojiyi "gözden geçirmek" değildir; fakat onu tamamen terk etmektedir.

O halde, özgür bir tercihle bilimin kendisinin kaynaklarında onu en yüce değer, diğer bütün değerlerin koruyucusu, ölçüsü yapacak olan, bilgiyi kuracak bir etik değilse gerçeğin ve gerçekten de bilimsel olan sosyalist bir hümanizmin kaynağını nerede bulacağız? Ahlâki sorumluluğu, bu aksiyomu özgürce seçebilme eyleminin kendisi üstüne kuran bir etik. Sosyal ve politik kurumların temeli olarak yani onların gerçekliğinin, değerlerinin ölçüsü olarak kabul edilen bilgi etiği yalnızca sosyalizme götürebilir. Düşüncelerin, bilginin ve yaratımın aşkın krallığını korumaya, genişlemeye, zenginleştirmeye adamış kurumlar dayatır. İnsanın içinde barınan bir krallıktır bu. Git gide animizmin yalancı hizmetkârlığından olduğu kadar bütün maddi zorluklardan da özgürleşmiş olarak, insanı hem

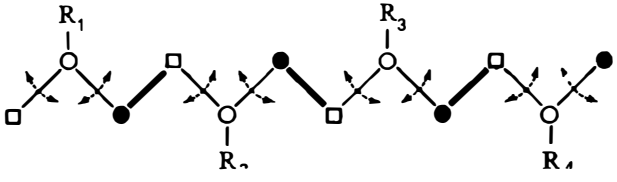
bu krallığın bir nesnesi hem kurucusu olarak gören kurumlar tarafından koruyan, en tekil ve en değerli özüne hizmet etmesi gereken krallık artık gerçek bir biçimde yaşayabilir.

Bu belki bir ütopyadır fakat tutarsız bir rüya değildir. Bu kendini yalnızca mantıksal tutarlığından kaynaklanan bir güçten ötürü dayatan bir fikirdir. Gerçeklik arayışının zorunlu olarak götürdüğü sonuçtur. Eski anlaşma feshedilmiştir; insan içinde rastlantısal olarak bulunduğu Evren'in devasa umursamazlığında yalnız olduğunu en sonunda biliyor. Kaderinin veya ödevinin herhangi bir yerde yazılı olmadığını da. Krallık ve karanlıklar arasında seçim yapacak olan artık odur.

Ekler

1. Proteinlerin yapısı

Proteinler, "amino asitlerin" doğrusal polimerizasyonundan meydana gelmiş makromoleküllerdir. Bu polimerizasyondan meydana gelen "polipeptid" zincirinin genel yapısı şöyledir:



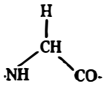
Yukarıdaki siyah ve beyaz daireler ve beyaz kareler farklı atom gruplaşmalarını simgelemektedirler (Beyaz daire: CH; Siyah daire: CO; Beyaz kare: NH). R_1, R_2 vs. ise organik yapı-taşlarını temsil etmektedirler. Proteinlerin evrensel temel yapı taşları olan 20 amino asit 1. Tabloda yer almaktadır.

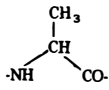
Bu zincir, atomlar arasında veya atom grupları arasında oluşan üç farklı bağdan meydana gelir:

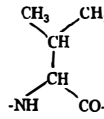
beyaz daire ve siyah daire arasında (CH-CO)
beyaz daire ve beyaz kare arasında (CH-NH)
siyah daire ve beyaz kare arasında (CO-NH).

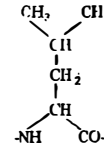
TABLO 1 – Amino Asit Yapıtaşları

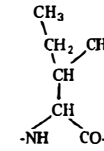
I. Hidrofobikler

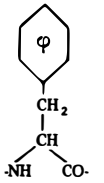

Glisin
(Gly)

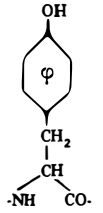

Alanin
(Ala)

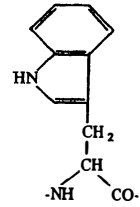

Valin
(Val)

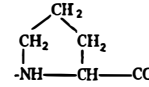

Lösin
(Leu)

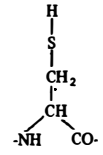

İzolösin
(IIeu)

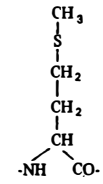

Fenilalanin
(Phe)


Tirozin
(Tyr)

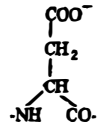

Triptofan
(Try)

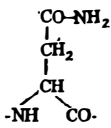

Prolin
(Pro)

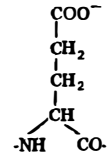

Sistein
(Cys)

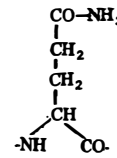

Methionin
(Met)

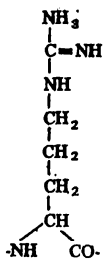
II. Hidrofiller

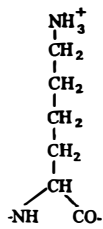

Aspartik asit
(Asp)

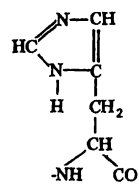

Asparajin
(AspN)

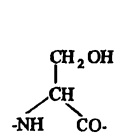

Glutamik asit
(Glu)

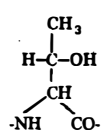

Glutamin
(GluN)


Arjinin
(Arg)

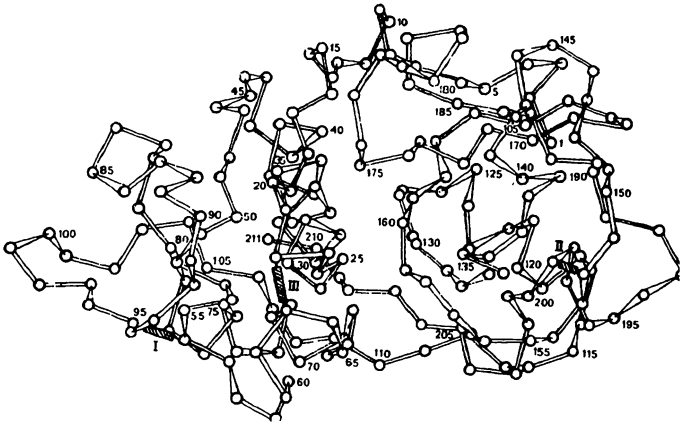

Lizin
(Lys)


Histidin
(His)


Serin
(Ser)


Treonin
(Thr)

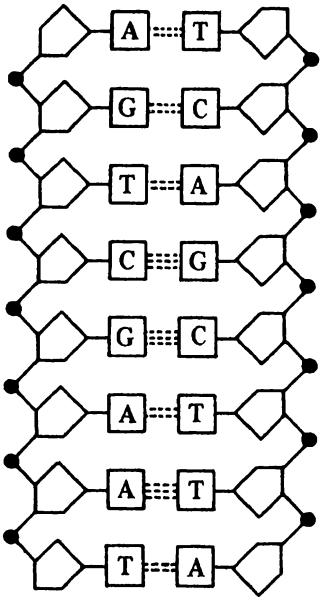
Bu sonuncu bağ ("polipeptid" dediğimiz) çok sağlamdır (s.165'teki resimde kalın çizgilerle belirtilen): eşleştirdiği atomları birbirlerine göre sabit kılar. Tam tersine, öteki iki bağ, atomların birbirlerine göre serbest yönelimlerine olanak sağlar (noktalı oklarla gösterildiği gibi). Bu, polipeptid lifinin son derece karmaşık ve çeşitli şekillerde kendisi üstüne katlanmasına izin verir. Yalnızca atomların kalabalık etmesi (özellikle R_1,R_2, vs yapıtaşlarını oluşturan atomların), bu olası çeşitliliği kısıtlar.



Şekil 5 *Papain molekülünde peptid zincirinin katlanmasının şematik gösterimi.*
(J. Drenth, J.N. Jansonuis, R. Koekoek, H.M. Swen ve B.G. Wolthers, *Nature*, 218, p. 929-932 (1968).

Bu arada (*bkz.* s.87), küresel proteinlerin ilk hallerine baktığımızda, aynı kimyasal türe ait ve zincirdeki yapıtaşlarının *dizisi* tarafından belirlenen bütün moleküllerin, aynı kıvrımlı şekli aldıklarını görürüz. 5. şekil, polipeptid zincirinin bir enzimde (papain) nasıl yol aldığını şematik olarak gösteriyor. Bu yolun ne kadar karmaşık ve görünüşte ne kadar tutarsız olduğunu fark edebiliriz.

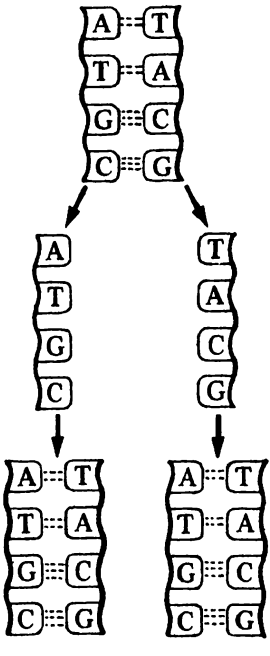
2. Nükleik Asitler



Nükleik asitler, "nükleotid" ismi verilen moleküllerin doğrusal polimerizasyonundan oluşan makromoleküllerdir. Bir yandan azotlu bir bazdan, diğer yandan da fosfatlı yapıtaşlarından oluşan bir şekerden meydana gelirler. Fosfor grupları polimerizasyonu sağlarlar; şekerin her tortusunun bir öncekiyle, bir sonraki arasında bağlanmasını sağlarlar ve böylece "polinükleik" bir zincir oluştururlar.

DNA'da (Deoksiribo Nükleik Asit), oluşturucu azotlu baz yapısına göre değişen dört nükleotid bulunur. Bu dört bazın adı: Adenin, Guanin, Sitozin ve Timindir ve genellikle A,G,S,T diye harflendirilirler. Bunlar kalıtımsal alfabenin harfleridir. Sterik nedenlerden ötürü, DNA'daki Adenin (A), Timinle (T) kendiliğinden kovalent olmayan bir bağ oluşturmaya meyillidir (*Bkz.* s.54-55) ve Guanin (G) de, Sitozinle (S) bağ oluşturur.

DNA, iki polinükleotid lifinin belirli, kovalent olmayan, kendiliğinden oluşan bağından meydana gelir. Bu çift lifte, bir lifte bulunan A, diğerindeki T'ye bağlanır; G, C'ye ve tersinden de T, A'ya; C, G'ye bağlanır. Dolayısıyla bu iki lif birbirlerini *tamamlamaktadırlar*. Bu yapı şematik olarak aşağıda gösterilmektedir. Pentagonlar şeker yapıtaşını; siyah daireler, her iki zincirin devamlılığını sağlayan fosfor atomlarını; A,T,C,G ile harflendirilen kareler ise, noktalı doğrular olarak çizilmiş kovalent olmayan etkileşimlerle çifter çifter eşleşmiş (A-T; G-C; T-A; C-G) bazları göstermektedirler. Yapı, çiftlerin oluşturabilecekleri tüm olası dizilere göre oluşabilir. Uzunluğu sınırlı değildir.



Bu molekülün kopyalanması iki lifin ayrışmasıyla gerçekleşir. Bunu tamamlayıcıların nükleotidlerinin teker teker oluşmaları takip eder. Bunu sadeleştirilmiş harflendirmelerle ve dört çiftle sınırlandırılmış olarak aşağıdaki şemadan görebiliriz.

Bu şekilde sentezlenmiş iki molekül, ana molekülün iki lifinden birini ve özgül eşleşme yoluyla yeni oluşmakta olan bir lifi barındırır. Bu iki molekül ana molekül ve birbirinin tıpatıp aynısıdırlar. Kopyalanan değişmezliğin ilkece çok basit olan mekanizması işte böyledir.

Mutasyonlar, mikro ölçekli bu mekanizmada meydana gelebilecek değişik türdeki kazalardan oluşurlar. Bunlardan bazılarının kimyasal mekanizmasını günümüzde yeterince iyi anlayabiliyoruz. Örneğin bir çift nükleotidin diğeriyle değişmesinin nedeni azotlu bazların "normal" hallerinin dışına çıkıp, totomerik bir biçime ender ve geçici olarak girebilmesidir. Bu şekil, bazın özgül eşleşme yeteneğinin bir şekilde tersine dönüşmüş hâlidir (Mesela C bazı bu "ender" biçimde A ile eşleşir G ile değil). Bu "yasak" eşleşmelerin olasılıklarını, yani frekanslarını, önemli bir şekilde arttıran kimyasal aracılar biliyoruz. Bu aracılar güçlü "mutajenlerdir".

DNA'nın lifinde nükleotidlerin arasına girebilen başka kimyasal aracılar da biliyoruz. Böylece DNA'nın şeklini değiştirip, bir veya daha çok nükleotidin azalmasına veya çoğalmasına sebep olan kazaların oluşmasını kolaylaştırır.

Son olarak da, iyonlaşma radyasyonları (X ışınları ve kozmik ışınlar) başka türde azalmalara veya "mastikalara" sebep olur.

3. Kalıtımsal Kod

Bir proteinin yapısı ve özellikleri polipeptidde yer alan amino asit yapıtaşlarının dizisi (doğrusal olan) tarafından tanımlanır. (*Bkz.* s. 89) Bu dizi DNA'nın lifinin parçasında yer alan nükleotidler tarafından belirlenir. Kalıtımsal kod (*sensu-stricto*) verili bir polinükleotid dizisine, polipetidlerden oluşan diziyi bir araya getiren kuraldır.

DNA'nın alfabesinde tanımlanması gereken 20 amino asit kalıntısı ve yalnızca 4 "harf" (4 nükleotid) olduğu için, bir amino asidi tanımlamak için birçok nükleotid gerekiyor. Kod aslında bir "üçlemedir": her bir amino asit aslında üç nükleotidden oluşan bir dizi tarafından belirlenir. Buna denk gelenler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çeviri makinesinin doğrudan DNA'nın nükleotid dizilerini kullanmadığını belirtmek gerekir. Bir de iki liften birinin tek sarmallı bir polinükleotide yani "mesajcı ribonükleik asite" (mesajcı RNA) çevrilmesi gerekir. RNA'daki polinükleotidler yapısal ayrıntılarla DNA'dakilerden ayrılır, başta urasil bazının (U), Timinin (T) yerine geçmesi gibi. Polipeptidi oluşturacak amino asitlerin dizisini bir araya getirecek matris görevi RNA'nın olduğuna göre, bu tablodaki kod RNA alfabesiyle harflendirilmiştir, DNA'nınkiyle değil.

TABLO II: GENETİK KOD

I ↓ / II →	U	C	A	G	III ↓
U	Fenilalanin Fenilalanin Lösin Lösin	Serin Serin Serin Serin	Tirozin Tirozin "Anlamsız" "Anlamsız"	Sistein Sistein Anlamsız Triptofan	U C A G
C	Lösin Lösin Lösin Lösin	Prolin Prolin Prolin Prolin	Histidin Histidin Glutamin Glutamin	Arginin Arginin Arginin Arginin	U C A G
A	İzolösin İzolösin İzolösin Methionin	Threonin Threonin Threonin Threonin	Asparagin Asparagin Lisin Lisin	Serin Serin Arginin Arginin	U C A G
G	Valin Valin Valin Valin	Alanin Alanin Alanin Alanin	Aspartik A. Aspartik A. Glutamik A. Glutamik A.	Glisin Glisin Glisin Glisin	U C A G

Tablo 2: Bu tabloda her üçlemenin 1.harfi soldaki dikey kolonda, 2.si yatay satırlardan, 3.sü sağdaki dikey kolondan okunur. Amino asit yapıtaşlarının isimleri Yapıtaşları tablosunda kısaltmalar olarak verilidir. (*Bkz.* s.164-165)

Amino asitlerin bir kısmı için, nükleotid "üçlemelerinden" oluşan farklı notasyonlar olduğunu görüyoruz. 4 harften oluşan bir alfabede üç harften oluşan $4^3 = 64$ "kelime" oluşturulabilir. Oysa tanımlayabildiğimiz yalnızca 20 amino asit vardır.

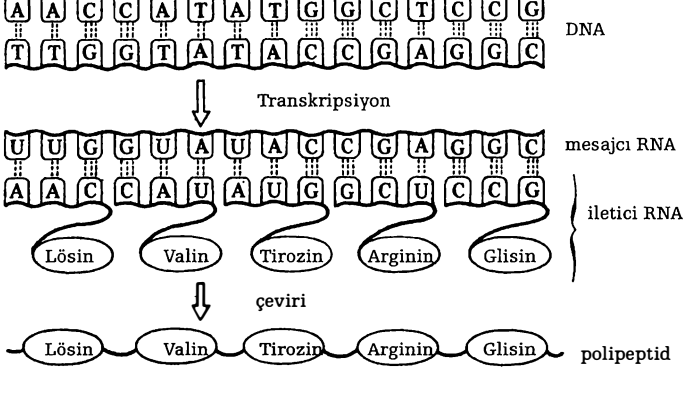
Buna karşın üç üçlemeye (UAA, UAG, UGA) "anlamsız" denir; çünkü hiçbir amino aside denk gelmezler. Bununla birlikte nükleotid dizisinin okunmasında noktalama işaretleri görevini üstlendiklerinden önemli bir rolleri vardır.

Çeviri mekanizması karışıktır; pek çok yapı taşı görevindeki makromolekül devreye girer. Bu mekanizmanın bilgisi, yazının zekâsını anlamak için vazgeçilmez değildir. Çeviriyi sağlayan kilit noktaları meydana getiren aracıları belirtmek yeterlidir. Bunlara "transfer" yapan RNA'lar denir. Bu moleküller şunları barındırır:

1- amino asitleri "kabul eden" bir gruplaşmayı; bir yandan bir amino asidi tanıyabilen, diğer yandan özel RNA transferini ve amino asidin RNA molekülüyle (kovalent) birleşimini katalize eden özel enzimler;

2- her bir transfer RNA'sının, mesajcı RNA'da bulunan uygun üçlemeyle eşleşmesini sağlayan kodun her bir üçlemesinin *tamamlayıcı* bir dizisi.

Bu eşleşme, toplamda mekanizmanın çeşitli oluşturucularının bir araya gelmesinde "kurucu" rolü oynayan kompleks bir oluşturucuyla (ribozom) oluşur. Mesajcı RNA dizisel okunur. Ribozomunun polinükleotid zinciri boyunca üçleme üçleme gelişmesini sağlayan yine yanlış anlaşılan bir mekanizmadır. Her bir üçleme sırası gelince ribozomun yüzeyinde ona uyan ve bu üçleme tarafından belirlenmiş bir amino asit taşıyan



bir mesajcı RNA ile eşleşir. Her aşamada, bir enzim RNA'nın taşıdığı amino asit ile oluşmuş olan polipetid zincirinin uçlarındaki, önceden gelen amino asit arasında bir peptid bağın oluşumunu katalize eder, böylece bu bir birlikten uzanır. Bundan sonra ribozom bir üçlemeden itibaren gelişir ve bu süreç yeniden başlar.

Yukarıdaki şekil, DNA'daki (keyfi olarak seçilmiş) bir diziye denk gelen bilgi aktarımı mekanizmasının ilkesinin bir şemasını verir.

Gördüğümüz şekilde mesajcı RNA, yıldızla işaretlenmiş DNA lifinden itibaren yazılmış görünmekte. Gerçekte transfer RNA'ları birbirlerinin ardından mesajcılarla eşleşir. Daha açık anlaşılması için, onları eş zamanlı eşleşiyorlarmış gibi gösterdik.*

* Deoksiribonükleik asitin kısaltması olan DNA ve reoksiribonükleik asitin kısaltması olan RNA bütün canlılarda bulunan hücrenin çoğalmasını, bölünmesini, protein sentezini ve ölmesini düzenleyen genetik kodları taşıyan nükleotid dizileridir. Genetik kodları içeren DNA parçalarına gen denmektedir. Kromozomlar ise DNA'lardan oluşan daha büyük moleküllerdir, örneğin insandaki en büyük kromozom olan 1. kromozom 220 milyon baz çifti uzunluğundadır. Genler tarafından taşınan bilginin tamamına bu canlının genotipi denir – yn.

4. Termodinamiğin ikinci ilkesinin anlamı üzerine

İkinci ilke üstüne öyle çok şey yazıldı ki, negatif hareket ile bilgi arasında entropi, "denge" üstüne, bu konuyu kısaca tekrar ele almaktan çekiniyoruz; fakat bir hatırlatma bazı okuyucular için yararlı olabilir.

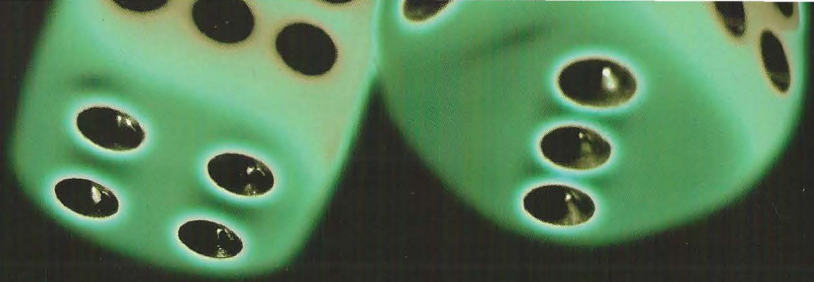
Tamamen dinamik olan ilk haliyle (1850'de Clausius tarafından, Carnot'nun teoreminin bir genellemesi olarak ortaya konan), enerjik olarak yalıtılmış bir yerde, tüm sıcaklık farklarının kendiliğinden yok olmaya meyil etmeleri gerektiği öne sürülür veya, ki bu da aynı yere geliyor, bu ilkeye göre sıcaklığının aynı olduğu bu tarz bir yerde, sistemin farklı bölgelerinde termal potansiyellerinde farklılıklara rastlamak imkansızdır. Örneğin bir buzdolabını soğutmak için enerji harcamaya ihtiyaç duyulması gibi.

Fakat sıcaklığın aynı şekilde dağıldığı ve potansiyel farkının kalmadığı bir yerde hiçbir (makro ölçekli) olgunun yer alması mümkün değildir. Sistem eylemsizdir. İşte, ikinci ilkenin yalıtılmış bir sistemde enerjinin kaçınılmaz olarak azalacağını öngörmesini bu anlamda söylüyoruz, Evren'de olduğu gibi. "Entropi", bir sistemin enerjisinin azalma seviyesini ölçen termodinamik miktardır. Bunun sonucunda ikinci ilkeye göre her ne olursa olsun bütün olgular yer aldıkları sistemin içersinde gerçekleştikleri zaman, zorunlu olarak entropinin büyümesi onlara eşlik eder.

Bu, ikinci ilkenin en derin ve en geniş anlamını ortaya çıkaracak olan maddenin kinetik kuramının (veya istatistiksel mekaniğin) gelişimidir. "Enerjinin azalması" veya entropinin artması, moleküllerin rastlantısal hareketlerinin veya çarpışmalarının istatistiksel olarak öngörülebilen sonuçlarıdır.Örneğin, birbirleriyle iletişim haline sokulmuş farklı sıcaklıkta iki kapalı yer gibi. "Sıcak" moleküller (yani hızlı hareket edenler) ve "soğuk" moleküller (yani yavaş hareket edenler) hareket ettikleri sürece bir kapalı yerden diğerine gelişi güzel yer değiştirecekler. Bu da kaçınılmaz olarak iki kapalı yer arasındaki sıcaklık farkını yok edecektir. Bu örnekte bu tarz bir sistemde entropinin artmasının düzensizliğin artmasına bağlı olduğu-

nu görürüz. Önce ayrı olan hızlı ve yavaş moleküller artık karışmıştır ve sistemin toplam enerjisi istatistiksel olarak bütün moleküllerin çarpışması sonucu her yere dağılır. Bunun sonucunda başta (sıcaklık farklarıyla) birbirinden ayırt edilebilen iki kapalı yer artık eşit hâle gelirler. Bu karışımdan önce, iki kapalı yer arasında potansiyel farkı barındırdığı için sistem tarafından bir iş tamamlanabilirdi. Artık sistemde bir kere istatistiksel dengeye ulaşıldı mı burada herhangi bir olgunun meydana gelmesi mümkün değildir.

Entropinin büyümesi, bir sistemdeki düzensizliği ölçüyorsa, düzenin artması entropinin azalmasına denk geliyor demektir veya bazen negatif entropinin zenginleşmesi demeyi tercih ederiz. Bu arada, bir sistemin düzen derecesi başka bir dilde tanımlanabilir: bilgi işlem dilinde. Bu dilde bir sistemin düzeni, bu sistemi tanımlamak için gerekli olan bilgi miktarına eşittir. Szilard ve Léon Brouillouin'in "bilgi" ve "negatif entropi" arasında belli bir eşitliğin olması fikri de buradan gelmektedir (*bkz.* s.61) Bu çok doğurgan bir fikirdir; fakat dikkatsiz genellemelerin ve benzetmelerin yapılmasına da yol açabilir. Bununla birlikte, bilişim teknolojilerinde bilgi kuramının en temel önermelerinden biri olan, bir mesajın aktarılmasında her zaman içerdiği bilginin bir kısmının kaybedilmesi söz konusudur önermesi, termodinamiğin ikinci ilkesine denktir.



Rastlantı ve Zorunluluk

1965 yılında Nobel Tıp ödülünü kazanan Monod hiç kuşkusuz çağının ilerisinde bir yazar. Keskin bilim adamı zekâsıyla, sadece kendi alanı olan biyoloji üzerine değil, felsefe ve toplum bilimleri alanında da yıllar sonra doğrulanacak öngörülerde bulunur kitabında. Monod'ya göre, Homo Sapiens'in ortaya çıkışından bile geriye giderek, insanlığın çocukluk yıllarına uzanan animist görüşler, modern insanın ruhunda halen canlı ve kökleşmiş haldedir.

Nesnel bilginin neden hâlâ özgün gerçekliğin tek bilgi kaynağı olarak görünmediğini sorgulayan Monod, bilim düşmanlığını modern toplumların ruh hastalığı olarak tanımlar. Monod'ya göre, ilk insanlardan bu yana binlerce yıldır animist düşünceler hâkimdir.

Monod'nun kitabındaki eleştiriler güncelliğini korumaktadır. Modern toplumlar bilimin keşfettiği zenginlikleri ve güçleri çoktan kabul ettiler; fakat bilimin en derin mesajını dinlemediler: "Bilime borçlu olduğu tüm zenginliklerin keyfini sürerken, toplumlarımız bilim tarafından bütünüyle çürütülmüş değer sistemlerini yaşamaya ve öğretmeye devam etmektedir." Modern toplumlardaki bu ikiyüzlülüğe dikkat çeker Monod. Bir yandan bilimin sağladığı bütün olanakları kullanırken, öte yandan bilimden çıkan mantıksal sonucu, maddenin kendiliğinden rastlantısal macerasının getirdiği sonucu, özetle bu evrenin bizim için tasarlanmadığı sonucunu kabul etmek istemiyor insanlar. Bilimin bu soğuk katılığı onları rahatsız ediyor. İnsanlar "inanmak" istiyorlar, hayatlarının bir anlamı olması gereğine olan inanç insanları rahatlatıyor.

BİLİM BİYOLOJİ FELSEFESİ

ISBN: 978-605-106-461-1

9 786051 064611