



JOHN MAYNARD SMITH - EÖRS SZATHMÁRY

YAŞAMIN KÖKENLERİ

yaşamın doğuşundan dilin ortaya çıkışına

TÜRKÇESİ: AVNİ UYSAL - GİZEM UYSAL



GINKO BİLİM

İÇİNDEKİLER

ÖNS ÖZ	9
BÖLÜM 1 / YAŞAM VE BİLGİ	11
BÖLÜM 2 / ANA GEÇİŞLER	29
BÖLÜM 3 / KİMYADAN KALITIMA	49
BÖLÜM 4 / RNA DÜNYASINDAN MODERN DÜNYAYA	57
BÖLÜM 5 / KALITIMDAN BASİT HÜCRELERE	69
BÖLÜM 6 / KARYOTİK HÜCRELERİN KÖKENİ	83
BÖLÜM 7 / CİNSİYETİN KÖKENİ	107
BÖLÜM 8 / GENETİK UYUŞMAZLIK	127
BÖLÜM 9 / BERABER YAŞAMAK	135
BÖLÜM 10 / ÇOK HÜCRELİ ORGANİZMALARIN EVRİMİ	145
BÖLÜM 11 / HAYVAN TOPLULUKLARI	167
BÖLÜM 12 / HAYVAN TOPLULUKLARINDAN İNSAN TOPLULUKLARINA	183
BÖLÜM 13 / DİLİN KÖKENİ	201
İLERİ OKUMALAR	231
SÖZLÜK	233
DİZİN	235

Edina ve Sheila'ya

ÖNSÖZ

1995 yılında, evrime yeni bir bakış açısı sunan *The Major Transitions in Evolution [Evrimdeki Ana Geçişler]* isimli bir kitap yayımladık. Ana fikrimiz, evrimin nesiller arasında aktarılan bilgideki değişikliklere bağlı olması ve kendilerini çoğaltan ilk moleküllerden başlayıp dilin ortaya çıkışıyla sonlanan, bilginin saklanma ve aktarılma şeklinde “ana geçişlerin” meydana gelmesiydi. Amacımız, bu geçişleri Darwinci anlayışa uygun bir biçimde açıklamaktı.

Bahsetmiş olduğumuz bu kitabın hedef kitlesi uzman biyologlardı ve okurun belirli bir bilgi birikimine sahip olduğunu varsaymıştık. Elinizde bulunan kitapta ise, aynı fikirleri daha genel bir okur kitlesine sunuyoruz. Okurun biyolojiyle ilgili bazı temel bilgilere sahip olduğunu düşünsek bile yine de çok kolay bir okuma olmayacaktır. Bu kitap, birçok olgusal gerçeği ve oldukça fazla yeni fikri barındırmaktadır. Buna rağmen çaba göstermeye istekli kişilerin, biyolojideki en temel fikirlerin birçoğunu anlayacağına inanıyoruz.

Bu süreç boyunca pek çok yardım aldık. E.S., kitap yazılırken gösterdikleri destek için Budapeşte Kolejine, kolejin eski rektörü Lajos Vékás’a ve fikirleriyle katkıda bulunan, özellikle de 1994-1995 ve 1996-1997 yıllarında enstitüye gelen birçok ziyaretçiye teşekkür borçludur. J.M.S. de benzer şekilde, Sussex Üniversitesindeki Biyoloji Bilimleri Okuluna ve Falmer köyündeki Swan’a minnettardır. Özellikle, bir fikri açıklamada başarısız olduğumuzda bunu bize söylediği ve Helena Cronin, Mark Ridley ve Colin Tudge’ın taslak üzerinde yorum yapmalarını sağladığı için Oxford Üniversitesi Yayınlarından editörümüz Michael Rodgers’a çok şey borçluyuz. Böyle bir projeye danışmanlık yapabilecek daha iyi bir üçlü hayal etmek zordur: Hepsine minnettarız. Son olarak,

yaşamın kökeni

yanlışlarımızı ve hatalı ifadelerimizi titizlikle düzelttiği için Sally Bunney’e teşekkürlerimizi sunarız. Böylesi bir destekle, hedeflediğimiz kitabı yazmayı başaramamamızın pek bir mazereti olamaz.

Kasım 1998

J.M.S. / E.S.

YAŞAM VE BİLGİ

Organizmalar inanılmaz derecede karmaşıktır. Onlar –biyokimyaları, anatomileri, davranışları– hakkında bildiklerimiz ne kadar fazlalaşırsa keşfettiğimiz ayrıntılı adaptasyonlar da o kadar şaşırtıcı hale gelmektedir. Bütün bu karmaşıklık nasıl ortaya çıkmış olabilir? Bir çiftçinin en fazla sütü veren ineklerini çiftleştirdiğinde ineklerin süt üretimlerinin zamanla artacağını hepimiz anlayabiliriz. Bu durum yavruların ebeveynlerine benzemesi gerçeğine –yani, kalıtıma– dayanır ve bunu ilk bakışta hiç de zorluk çekmeden görürüz: Günlük yaşantımızda çocukların anne ve babalarına benzediği gerçeğine alışkınsızdır. Darwin’in doğal seçimle evrim kuramı, doğada en iyi hayatta kalabilen ve çoğalabilen bireylerin, bunu yapmalarını sağlayan özelliklerini yavrularına aktararak, besiciye olan yararından ziyade organizmanın kendisi için yararlı özelliklerin onun evrimine yol açtığı fikrinden başka bir anlama gelmez. Bu, belki de hepimizin rahatlıkla anlayabildiği bilimdeki tek büyük fikirdir.

Darwin’in düşüncesi basit olsa da –belki de çok basit *olduğundan*– bu düşüncenin, çevremizde gördüğümüz karmaşıklığı gerçekten açıklayabildiğine inanmak zordur. Daha çok süt veren inekler yetiştirebiliyor olabiliriz ama uçan domuzlar ya da konuşan atlar yetiştiremeyiz: Seçip çoğaltabileceğimiz umut verici hiçbir varyant bulunmaz. Peki, sürekli artan karmaşıklıkta evrimi mümkün kılan bu varyasyon nereden gelmektedir? Biyoloji ders kitapları mutasyonların –yani, kalıtsal olan yeni varyantların– rastlantısal olduğunu söylemekle yükümlüdür. “Rastlantısal” her ne kadar herkesin dilinde, tanımını zor bir kelime olsa da bu ifade gerçeğe oldukça yakındır: Genel olarak yeni

mutasyonların, varlığın sürdürülmesine uyum sağlamaktan ziyade zarar verdiğini söylemek daha doğru olacaktır. Öyleyse, özlerinde uyarlanımsal olmayan mutasyonların etrafımızda gördüğümüz, mükemmel bir biçimde uyum sağlamış organizmaların evrimine yol açtığı gerçekten doğru olabilir mi? Elinizdeki kitap bu soruya bir cevap bulma girişimidir. Bunu yapmaya çalışırken de modern biyolojinin büyük bir bölümünü gözden geçireceğiz.

Kalıtım mekanizmasını anlamak bu anlamda can alıcı bir adımdır çünkü tüm doğal seçimle evrim süreci ona dayanmaktadır: Çocuklar anne ve babalarına benzemeselerdi, Darwinci mekanizma işlemezdi. Peki, yapılar nasıl kopyalanabilmektedir? En basit yolu “şablon üretimi” yöntemidir. Eğer metal bir heykeli kopyalamak isteseydiniz, önce heykelin kilden bir kalıbını yapar, sonra erimiş metali kalıbın içine dökerdiniz ve böylece orijinalin bir kopyasını elde etmiş olurdunuz. Bu, dış yüzeyi kopyalamak için etkili bir yoldur ancak kopyalanacak nesne, hücre ve molekül seviyesine kadar inen karmaşık bir iç yapıya sahip canlı bir organizmaya benzeseydi, işe yaramazdı. Gerçekten de karmaşık bir organizma çoğalırken önce, daha sonradan gelişerek yetişkine dönüşecek basit bir yumurta üretir. Yumurta, karmaşık molekülleri barındırır ancak yetişkindekine benzer morfolojik yapılara sahip değildir: Spermin içinde minyatür bir insan yoktur.

O zaman nasıl oluyor da bir yumurta, onu üreten türe bağlı olarak bir fareye, bir file ya da bir meyve sineğine dönüşüyor? Bu soruya verilecek kısa cevap şudur: Her yumurtanın genlerinde, hangi yetişkinin geliştirileceğiyle ilgili birtakım talimatlar bulunmaktadır. Elbette, yumurtanın elverişli bir ortamda olması ve yumurtada genetik talimatları yorumlaması gereken yapıların da bulunması gerekir ancak bu yetişkin formunu belirleyen şey genlerdeki bilgidir. Genlerin kendileri şablon üretimiyle kopyalanabilir: Bir fil şablon üretimiyle doğrudan kopyalanamaz ama bir filin üretim talimatları kopyalanabilir ve bir sonraki nesle aktarılabilir. Bu fikir, Darwin’e tuhaf –belki de akıl almaz– gelirdi, oysa bizim için çok da garip değildir. Bizler, manyetik bir bant üzerindeki manyetizma örüntülerinin bir senfoniye oluşturmak için bilgi taşıyabildiği ya da elektromanyetik dalgaların

televizyon ekranı üzerindeki bir görüntüye dönüştürülebildiği fikrine aşinayız. (TV görüntüsünün üç boyutlu değil de iki boyutlu olduğu doğrudur ancak bu durum, bilginin aktarılmasındaki zorluktan değil, üç boyutlu ekran yapımındaki zorluktan kaynaklanmaktadır.)

Öyleyse karmaşık organizmaların gelişimi temelde, kalıp üretim yoluyla kopyalanabilen genetik bilginin varlığına bağlıdır. Evrim, bu genetik bilgi üzerinde gerçekleşen rastlantısal değişikliklere ve en başarılı organizmaları belirleyen talimat kümelerinin doğal seçilimine bağlıdır. Ancak bunun işe yaraması için talimatların yorumlanması gerekmektedir. Kompakt diskin bir CD çalara, elektromanyetik dalgayla taşınan bilginin hareket eden görsellere dönüştürülmesi için de bir televizyona ihtiyacı vardır. Modern biyolojinin büyük bir bölümü genetik bilginin bir forma nasıl dönüştürüldüğüyle ilgilenmektedir: Bu sonuçların bazılarını aşağıda anlatıyoruz.

Nesilden nesile aktarılan şey yetişkin yapısı değil, o yapıyı oluşturmaya sağlayan talimatlar listesidir. Balıklar amfibilere ya da sürüngenler kuşlara ve memelilere evrimleştikçe bu talimatlar da özünde rastlantısal mutasyonlar ve seçim yoluyla değişti ama talimatların yazıldığı araç ve bu talimatların yapıya çevrilme şekli temel olarak aynı kaldı. Bu süreçler Darwin için tamamıyla bilinmezdi: Bunları ilerleyen bölümlerde, özellikle Bölüm 4 ve Bölüm 10'da anlatacağız.

Ne var ki, bu kitapta asıl olarak üzerinde durduğumuz konu farklıdır. Yaşam daha karmaşık bir hale geldikçe, onun sayesinde bilginin saklanma ve aktarılma araçları da değişmiştir: Yeni kodlama yöntemleri daha karmaşık organizmaları mümkün kılmıştır. Yani aslında, balıkların kullandığı kodlama yöntemleri kuşların ya da memelerin kullandığı kodlama yöntemlerinden çok da farklı değildir: Mesajın yazıldığı dil ya da onu deşifre etmek için kullanılan araçlar yerine sadece mesaj değişmiştir. Ancak yaşama, kendi kendine çoğalan ilk moleküllerden basit hücrelere, çok hücreli organizmalara ve oradan da insan topluluklarına kadar uzanan daha geniş bir açıdan baktığımızda, bilginin aktarılma şeklinin değişmiş olduğunu görürüz. “Ana geçişler” olarak adlandırdığımız şey işte bu değişikliklerdir: Nihayetinde, karmaşıklığın evrimini mümkün kılanlar onlardır.

Bu kitap, karmaşıklığın evriminin bir açıklamasıdır. Bu açıklama esasen Darwinci olsa da genetik bilgi ve bu bilginin saklanma, aktarılma ve deşifre edilme şekli üzerinden ifade edildiği için Darwin'e çok garip gelebilirdi. Bu evrim yaklaşımı, yaşamın kökeniyle başlayıp insan dilinin –bilginin nesiller arasında aktarılma şeklinde gerçekleşen en son değişiklik– ortaya çıkışıyla son bulan birkaç “ana geçişi” fark etmemize yol açmıştır. Belki de bu, gerçekleşen değişikliklerin en sonuncusu değildir: Günümüzde, tahmin edilemez sonuçlarıyla birlikte, bir başka ana geçiş yaşıyor olabiliriz.

Yaşam nedir?

Yaşamı tanımlamanın iki yolu vardır. İlki, Dünya üzerinde yaşayan varlıklarla ilişkilendirdiğimiz belirli özelliklere –örneğin büyümek ya da uyarıcılara tepki göstermek gibi– sahip bir şeyin canlı olduğunu söylemektir. Bu yaklaşımdaki sorun hangi özelliklerin önemli olduğuna karar vermektir. Mars'a ayak basan ilk astronotlar, ön tarafında iki lensi, uydur çanağına benzeyen bir biçimi ve keskin sivri uçlarla çevrelenmiş bir deliği olan altı bacaklı bir nesnenin kendilerine doğru yürüdüğünü görürlerse, onun canlı olduğunu ya da canlı yaratıklar tarafından yapılmış bir şey olabileceğini varsayacaklardır. Oysa mor bir balçıkla kaplanmış kaya parçaları bulurlarsa, bundan o kadar da emin olmayacaklardır. Bir biyolog ise, eğer balcığın bir metabolizması olsaydı –yani, onu oluşturan atomlar, onun yapısının daimi bir parçası değil de etrafını saran yaşam alanından içeri alınan, çeşitli kimyasal bileşikler oluşturmak üzere birleşen ve daha sonra tekrar yaşam alanına boşaltılan şeyler olsaydı– muhtemelen onun canlı olduğu sonucuna varırdı. Dünya üzerindeki çoğunlukla canlı olarak düşünülen şeylerin tümü bu metabolizma özelliğine sahip olsa da hepsinin bacakları, gözleri, kulakları ya da bir ağzı yoktur. Bu yüzden yaşamı metabolizmaya dayanarak tanımlamak mantıklı görünür. Ancak burada da bazı pürüzler vardır. Canlı olmayan bazı şeylerin biraz önce belirttiğimiz şekliyle bir metabolizması varken canlı olarak düşünmek isteyebileceğimiz bazı şeylerin ise yoktur. Bu konuya daha sonra döneceğiz.

Alternatif olarak, popülasyonun doğal seçimle evrimleşmesi durumunda ihtiyaç duyulacak özelliklere sahip herhangi bir