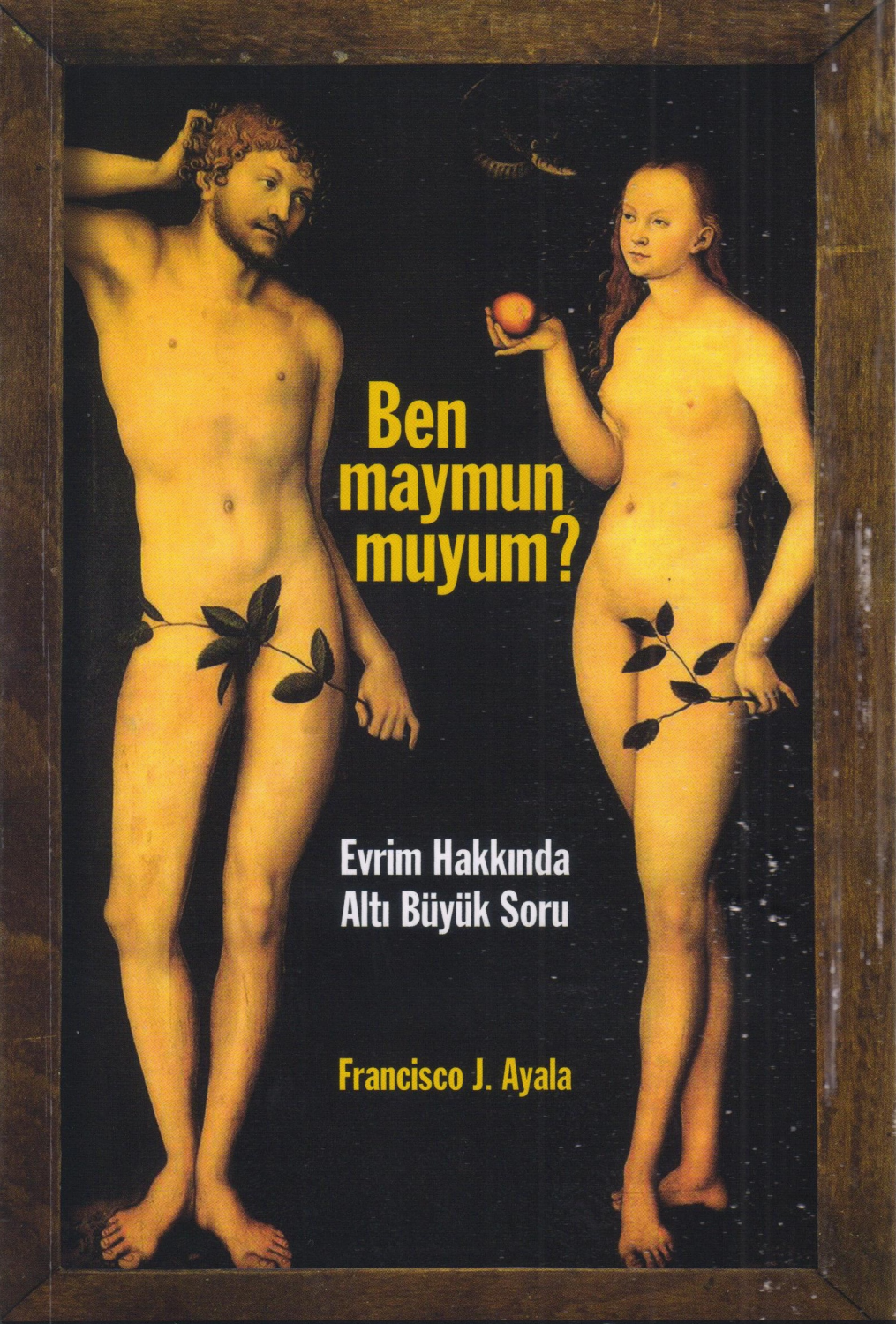


Ben maymun muyum?

Evrim Hakkında Altı Büyük Soru

Francisco J. Ayala

BOĞAZİÇİ ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

BEN MAYMUN MUYUM?

Ferit Burak Aydar İstanbul Üniversitesi İngiliz Edebiyatı Bölümü mezunu. Aralarında Ian Watt, *Romanın Yükselişi* (Metis); John Reed, *Balkanlarda Savaş* (Pencere); Edward Said, *Başlangıçlar* (Metis); P. de Man, *Körlük ve İçgörü* (Metis); Esra Özyürek, *Modernlik Nostaljisi* (Boğaziçi Üniversitesi); Lenin, *Devlet ve Devrim* (Agora) çevirilerinin de olduğu otuzun üzerinde çevirisi vardır. Ayrıca Lenin'den *Yenilgicilik ve Enternasyonalizm*, *Sovyet İktidarı ve Dünya Devrimi* ve *Bolşevikler ve Proletarya Diktatörlüğü* başlıklı derlemeleri hazırlamış ve çevirmiştir.

BEN MAYMUN MUYUM?

Evrim Hakkında Altı Büyük Soru

Francisco J. Ayala

Çeviren: Ferit Burak Aydar

BOĞAZİÇİ
ÜNİVERSİTESİ
YAYINEVİ

Francisco J. Ayala
Am I A Monkey?
Six Big Questions About Evolution
© 2010 The Johns Hopkins University Press. All rights reserved.

Ben Maymun muyum?
Evrim Hakkında Altı Büyük Soru
© BÜTEK A.Ş. 2013. Tüm hakları saklıdır.

BÜTEK Boğaziçi Eğitim Turizm Teknopark Uygulama
ve Dan. Hiz. San. Tic. A.Ş.
Boğaziçi Üniversitesi Güney Kampüs, 7. Lojman,
3. Kat, P.K. 34342, Bebek-Beşiktaş/İstanbul
Telefon: 0212 359 46 30

Yönetim Yeri:
Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi
Boğaziçi Üniversitesi Uçaksavar Kampüsü
Garanti Kültür Merkezi, Arka Giriş
Etiler/İstanbul

bupress@boun.edu.tr
www.bupress.org
Telefon ve faks: (90) 212 257 87 27
Sertifika No: 10821

Genel Yayın Yönetmeni: Murat Gülsoy
Yönetici Editör: Ergun Kocabıyık
Yayıma Hazırlayan: Berna Akkıyal
Kapak Tasarımı: Kerem Yeğin
Baskı: Acar Basım ve Cilt Sanayi Ticaret A.Ş.
Beysan San. Sitesi Birlik Cad., No: 26
Acar Binası, Haramidere/Avcılar, İstanbul
Telefon: (0212) 422 18 00 (255)
Sertifika No: 11957

Birinci Basım: Ekim 2014 (2.000 adet)

Hanna'ya sevgiyle

İÇİNDEKİLER

Teşekkür ix
Giriş xi
1 Ben Maymun muyum? 15
2 Evrim Neden Bir Kuramdır? 23
3 DNA Nedir? 30
4 Bütün Bilimciler Evrimi Kabul Ediyor mu? 45
5 Yaşam Nasıl Başladı? 52
6 *Hem* Evrime *Hem de* Tanrıya İnanmak Mümkün mü? 59
Kaynaklar Hakkında Not 69
Dizin 71

Teşekkür

Johns Hopkins Üniversitesi Yayınevi başeditörü Vincent J. Burke'e son derece minnettarım. Bu kitabı o tasarladı ve yazmamı istedi. Her zaman sağlam tavsiyelerde bulunan Vince'le çalışmak bir zevkti. Johns Hopkins Üniversitesi Yayınevi'ndeki diğer isimler de aynı derecede nazik ve yardıma açıktı, özellikle de yönetici editör Julie McCarthy, yardımcı editör Jennifer E. Malat ve harikulade bir redaktör olan George Roupe. Hepsine en içten teşekkürlerimi sunuyorum. Bu kısa kitabı yazma deneyimini benim için çok eğlenceli bir işe dönüştürdüler. Denise Chilcote'a elyazmasını hazırlama konusundaki borcum da minnettarlığım da kelimelerle anlatılmaz. Yirmi üç yıldır yönetici asistanım olarak yapılacaklar ve yapılabilecekler konusunda asla hata yapmadı. Altından kalkmayı başardığı muazzam işler konusunda ona daima hayranlık duyuyorum. Onun mükemmeliyetçiliğinden ve işine bağlılığından çok şey öğrendim.

GİRİŞ

Darwin, bilim devrimini, evrenin işleyişinin doğa yasaları yoluyla açıklanabileceği görüşünü canlılar dünyasına aktararak tamamlamıştı. Organizmaların evrimine dair ikna edici kanıtlar sunmuştu. Fakat daha da önemlisi organizmaların "tasarım"ını açıklayan süreci keşfetmişti: doğal seçilim. Canlı varlıkların çevreye uyum sağlamaları ve çeşitliliği, yeni ve karmaşık türlerin kökeni, hatta insanlığın kökeni bile artık doğa yasalarının yönettiği düzenli bir değişim süreciyle açıklanabilirdi.

16. ve 17. yüzyıllarda gerçekleşen bilim devrimi, evreni doğa yasalarının yönettiği hareket halindeki madde olarak kavrayan bir anlayışın başlangıcı oldu. Kopernik, Galileo, Newton ve diğer bilimciler tarafından yapılan keşifler köklü bir devrime yol açtı. Bu keşiflerle, evrenin doğadaki olayları açıklayabilen içkin yasalara uyduğu varsayımı sahiplenilmiş oldu. Fakat canlı varlıkların çeşitliliği ve uyum sağlamaları bilimin dışında bırakılmıştı.

Organizmaların işlevsel tasarımı hayvanların görmek için bir çift göze, uçmak için kanatlara, yüzmek için yüzgeçlere, bitkilerin ise fotosentez için klorofile sahip olmalarını temellendirecek bir Tasarımcı'ya ihtiyaç olduğunu düşündürüyordu sanki. İnsanlığın evren anlayışı, iki tarafı keskin bıçak haline gelmişti. Doğa yasalarından devşirilen bilimsel açıklamalar hem gökyüzündeki hem de yeryüzündeki canlı olmayan maddeler dünyasına hükmediyordu. Bir Yaratıcı'nın ya da başka olağanüstü varlıkların akıl sır ermez hikmetine yaslanan doğaüstü açıklamalar ise canlı varlıkların kökenini ve gruplaşma biçimini (dünyadaki en çeşitli, karmaşık ve ilginç gerçeklikleri) açıklıyordu.

Bu kavramsal ikiliği çözen, Darwin'in dehası oldu.

Darwin'in doğal seçilim yasasını keşfetmesi biyoloji alanında "hareket halindeki madde sistemi" denebilecek bir doğa anlayışını geliştirerek bilim devrimini tamamladı; bu sistem, insan aklının doğaüstü aracılara başvurmadan açıklayabileceği yasalara bağlıdır. Doğal seçilim insanlığın geliştirdiği en büyük fikirlerden, Darwin de gelmiş geçmiş en etkili bilimcilerden biridir.

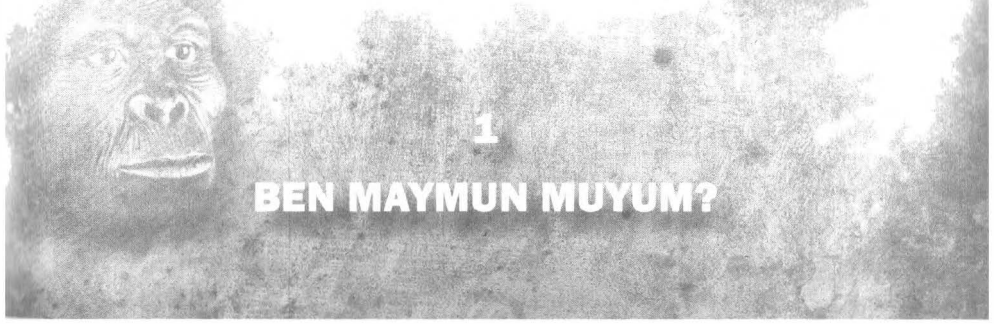
Modern biyolojinin temelini oluşturan başlıca kavram "biyolojik evrim kuramı"dır. Evrim, neden bu kadar farklı türde organizma olduğunu bilimsel olarak açıklar ve bu organizmalar arasındaki benzerlik ve farklılıkları ortaya koyar. Evrim insanların yeryüzünde nasıl ortaya çıktıklarını anlatır ve diğer canlılarla biyolojik bağlarını gösterir. Sürekli evrilen bakterileri, virüsleri ve diğer patojenleri anlamamızı ve bunların sebep olduğu hastalıklara karşı etkin koruma yollarının geliştirilmesini sağlar. Evrim bilgisi tarım, tıp ve biyo-teknolojideki ilerlemeleri mümkün kılmıştır.

Birçok insan (başta ABD'de olmak üzere, pek çok yerde) evrim kuramının tartışmalı olduğunu düşünüyor. Ömrüm boyunca evrimi açıklayan süreçleri ve kanıtları incelemiş bir genetikçi ve evrimci olarak, bu algıyı şaşırtıcı buluyorum. İnsanlar da dahil bütün organizmaların kendilerinden çok farklı atalardan evrildiği düşüncesi tartışmaya yer bırakmayacak kadar açıktır. Bilimciler diğer doğrulanmış bilimsel kuramlardan (mesela dünyanın güneşin etrafında dönmesi, galaksilerin genişlemesi, atom kuramı ya da genetikteki biyolojik kalıtım kuramı) ne kadar eminlerse, organizmaların evriminden de o kadar emindir.

Ben Maymun muyum? Evrim Hakkında Altı Büyük Soru evrim mefhumuna bütünüyle hâkim olmayan insanların kafasını kurcalayan soruları cevaplayarak, evrim kuramının bazı temel özelliklerini açıklamaya çalışıyor. İki hususu en başta belirtmek gerekiyor. Birincisi, dünyayı tanımak için başvurulacak en ideal yollardan biri bilimdir, ama bilim bu konuda tek kaynak değildir. Gündelik deneyimler, edebiyat, müzik ve sanatsal deneyim, felsefi

tefekkür, dindar kişiler içinse din ve vahiy gibi başka kaynaklardan da bilgi edinilebilir.

Kitabın son bölümünü ayırdığım ikinci husus da ilkiyle ilintili. Bilim ile dinin her koşulda çeliştiği yargısı doğru değildir. Gerektiği gibi anlaşıldığında, zaten çelişmeleri de mümkün değildir; çünkü ikisi farklı alanlarla ilgilidir. Dünya hakkındaki bilimsel anlayışımız olabildiğince başarılıdır; dahası ele aldığı konu kadar temel bir kapsayıcılığa sahiptir, ama yine de korkunç derecede eksiktir. Değer ve mana gibi meseleler bilimin kapsamı dışındadır. Hayatın amacını ve anlamını olduğu gibi, ahlaki ve dinî değerlerle ilgili meseleleri anlamak için de başka alanlara yönelmemiz gerekir. Birçok insan için bu sorular çok önemlidir, hatta başlı başına bilimden daha önemlidir.



1
BEN MAYMUN MUYUM?

BEN BİR PRİMATIM. Maymunlar da primattır, ama insanlar maymun değildir. Primat kategorisi maymunları, kuyruksuz maymunları ve insanları içerir. İnsanlar türeyiş bakımından maymunlardan çok, kuyruksuz maymunlara yakındır. Kuyruksuz maymunlar, deyim yerindeyse, bizim birinci göbekten akrabalarımızken, maymunlar ikinci ya da üçüncü göbekten akrabalarımızdır. Kuyruksuz maymunlardan bize en yakın olan şempanzelerdir, sonra goriller, daha sonra da orangutanlar gelir. İnsan soyu ile şempanze soyu arasında yaklaşık 6-7 milyon yıl fark vardır. Biz bu bilgileri üç kanaldan biliyoruz: İnsanlar dahil olmak üzere canlı primatların karşılaştırılmasıyla; geçmişte yaşamış primatların fosil kalıntılarının keşfedilip araştırılmasıyla; DNA'larının, proteinlerinin ve diğer moleküllerinin karşılaştırılmasıyla. DNA ve proteinler bizim diğer primatlarla ve primatların birbiriyle yakın akraba olduğumuza dair en sağlam bilgiyi sunmaktadır. Fakat atalarımızın giderek insana benzemeleri sonucunda insan soyunun nasıl değiştiğini öğrenmek için fosilleri incelememiz gerekiyor.

Darwin'in evrim kuramı, insanlar ile kuyruksuz maymunların insan olmayan, ortak atalardan geldiğini savunuyordu. Darwin'in çağdaşları "eksik halka"nın, yani kuyruksuz maymunlar ile insanlar arasındaki ara organizma türünün ne olduğunu sorgulamışlardı. Darwin'in en bilinen kitabı *Türlerin Kökeni* 1859'da, evrim kuramını insanları da kapsayacak şekilde genişlettiği *İnsanın Türeyişi* ise 1871'de yayımlandı ve Darwin 1882'de öldü. İnsan soyunun şempanze soyuyla yollarını ayırmasından

sonraki aşamada insanın ataları olan primatlara hominid (veya hominin) adı verilmektedir. Darwin'in ölümüne dek, modern insanın atası olan hominidlere ait tek bir fosil bile keşfedilmiş değildi, ama Darwin bunların önünde sonunda bulunacağına emindi. İlk hominid fosili 1889'da Hollandalı fizikçi Eugene Dubois tarafından Cava adasında keşfedildi. Fosil, uyluk kemiğinden ve küçük bir kafatasından oluşuyordu. Dubois insan anatomisi konusunda uzman olduğundan, bu fosillerin iki ayağı üzerinde duran bir canlıya ait olduğunu hemen anlamıştı; uyluk kemiği modern insanın uyluk kemiğine çok benziyordu. Ama küçük kafatasının kapasitesi 580 cc (santimetreküp), yani ağırlığı 900 gramdan (454 cc'ye denktir) biraz daha az olan bir beyni taşıyabilecek kadarken, günümüz insanının kafatası 1.300 cc civarındadır ve beyni yaklaşık 1.365 gram ağırlığındadır. Dubois'nın keşfettiği fosil yaklaşık 1,8 milyon yıl önce yaşamış olan ve bugün *Homo erectus* türüne dahil edilen bir bireye aitti. Bizim türümüzse *Homo sapiens* olarak adlandırılıyor.

"Eksik halka" artık eksik değil. Cava'da bulunan fosil ilkti; fakat 20. ve 21. yüzyıllarda Afrika, Asya ve Avrupa'da yüzlerce hominid bireye ait olan yüzlerce fosil kalıntısı keşfedildi ve keşifler bugün de, üstelik daha da artan bir hızla sürüyor. Radyometrik yöntemlerle ve başka araçlarla incelenmiş olan bu fosillerin tarihleri saptandı. Bazı hominid fosilleri hem insanlardan hem de diğerlerinden çok farklı olduğundan, farklı birer tür olarak sınıflandırıldı. Farklı zamanlarda yaşamış olan hominid fosillerinin kayıtları, modern insanın soy çizgisinde zaman içinde birkaç değişiklik yaşandığını gösteriyor. Değişikliklerden biri beden büyüklüğündeki, diğeri de kafatası kapasitesindeki (ve beyin büyüklüğündeki) artış. Bazı türlere ilginç adlar veriliyor; bazen fosillerin bulunduğu yere ya da morfolojik niteliklere atıfta bulunulurken, adlar bazen de kâşiflerin tercihlerine göre seçiliyor.

Bilinen en eski hominid fosilleri 6-7 milyon yıllık; Afrika'da bulunan bu fosiller *Sahelanthropus* ve *Orrorin*

adlarıyla biliniyor. Bu fosillerin anatomisinin incelenmesi sonucu, yerdeyken ağırlıklı olarak iki ayak üzerinde durdukları, ama beyinlerinin çok küçük olduğu anlaşıldı. *Ardipithecus* bundan yaklaşık 5,5 milyon yıl önce, yine Afrika'da yaşamış bir tür. Afrika'nın değişik bölgelerinde bulunmuş sayısız fosil kalıntısı *Australopithecus* olarak biliniyor; yaklaşık 4 milyon yıl önce yaşamış olan bu hominid, insan gibi dik duruşa sahipti, ama yaklaşık 450 gramlık kafatası kapasitesi bir gorilin ya da şempanzeninkiyle hemen hemen aynı, modern insanın kafatasınınsa üçte biri kadardı. *Australopithecus*'un kafatası kuyruksuz maymun ile insan özelliklerinin bir karışımıydı: Alnı dar, yüzü büyük, kuyruksuz maymunu andıran nitelikte, ama dişlerin büyüklüğü insanlarınki gibi. *Australopithecus* ile kısmen aynı dönemde yaşamış olan diğer ilk hominidler arasında *Kenyanthropus* ve *Paranthropus* bulunuyor; ikisinin de beyni görece küçüktü, ama *Paranthropus*'un bazı türlerinin bedenleri daha büyüktü. *Paranthropus* nesli tükenmiş hominid soyunun bir yan dalını temsil ediyor.

Bize çok daha yakın olan hominidlere *Homo habilis* adı veriliyor; bu grup, bizim cinsimiz olan *Homo* ile aynı cinse mensup olarak sınıflandırılan ilk tür. Eski çağlarda yaşamış bu bireyler çok basit taş aletler yapıyordu; bunu başaran ilk hominidler olduklarından, Latincede "eli işe yatkın" ya da "becerikli" anlamına gelen *habilis* adıyla anılıyorlar. Bunların 600 cc civarındaki kafatası kapasitesi ilk hominidlerin çoğundan daha büyüktü, ama modern insanların beyin büyüklüğünün yarısı kadar bile değildi. *Homo habilis* 2,5 milyon yıl ila 1,5 milyon yıl önce tropikal Afrika'da yaşamıştı. *Homo habilis*'lerde beşerî teknolojinin en mütevazı başlangıç adımlarını görebiliriz.

Homo habilis'ten sonra sahneye *Homo erectus* çıktı. Afrika'da yaklaşık 1,8 milyon yıl önce evrilmiş olan ve kafatası kapasitesi 800 ila 1.100 cc arasında değişen (yani yaklaşık 1-1,5 kg) *Homo erectus*, *Homo habilis*'ten daha gelişkin aletler yapıyordu. *Homo erectus*'un bilhassa iki özelliği dikkate şayan. Birincisi, bu türün –farklı zaman

ve mekânlarda görece küçük morfolojik değişiklikler geçirerek– uzun süre, 1,8 milyon yıl öncesinden yaklaşık 400 bin yıl öncesine kadar yaşamış olması. *Homo erectus*'un ikinci ayırıcı özelliğiyse, kıtalar arasında gezen ilk canlı olması. Afrika'da ortaya çıktıktan kısa süre sonra Avrupa ve Asya'ya yayılan *Homo erectus*, 1,6 ila 1,8 milyon yıl kadar önce –Dubois'nın ilk hominid fosillerini keşfettiği– Kuzey Çin ve Endonezya'ya kadar gitmiş ve yaklaşık 250 bin yıl öncesine kadar orada yaşamıştı.

Homo erectus'tan sonra iki hominid türü evrildi: *Homo neanderthalensis* ve bizim türümüz olan *Homo sapiens*. Avrupa'da sayısız *Homo neanderthalensis* ("Neanderthal insan") fosili bulundu; ilk kez yaklaşık 200 bin yıl önce ortaya çıkan bu türün soyu 30 bin yıl kadar önce tükendi. *Homo neanderthalensis*'in en son fosilleri, anlaşıldığı kadarıyla yaşadıkları son yer olan İspanya'da bulundu. Neanderthallerin bizimkine oldukça benzer büyük beyinleri vardı ve bedenleri de bizimkinden farklı değildi, ama biraz daha tıknazlardı.

Homo erectus'tan *Homo sapiens*'e evrim yaklaşık 400 bin yıl önce başlamış olabilir. *Homo sapiens*'in "arkaik" biçimleri olduğu düşünülen bu döneme ait fosiller bulunmuştur. Anatomik açıdan bakarak, modern insanların yaklaşık 200 ila 150 bin yıl kadar önce Afrika'da evrilip, sonunda diğer hominidlerin yerini alarak dünyanın geri kalanına yerleştiğini söyleyebiliyoruz. Asya ve Avrupa'nın önceki ev sahipleri olan *Homo erectus*'un soyunun ise doğrudan devamı olan bir tür yok. (Tek istisna *Homo floresiensis*'tir. Fosil kalıntıları 12 ila 18 bin yıl önce yaşadıkları Endonezya'nın Flores adasında 2004'te bulunmuş olan bu ufak hominidlerin Asya'da yaşamış *Homo erectus*'un soyunun doğrudan devamı olabileceği düşünülse de, bu mevzu hâlâ açıklığa kavuşturulmuş değil.)

Modern *Homo sapiens*'in dünya üzerindeki kıtalara yerleşmesi görece yakın bir dönemde gerçekleşti: 60 bin yıl önce Güneydoğu Asya ve bugün Çin'in yer aldığı bölge; bundan hemen sonra Avustralasya; sadece 35 bin yıl

kadar önce Avrupa; 15 bin yıl kadar önce Sibirya'dan gelen yerleşimciler tarafından Amerika. Dolayısıyla insan nüfusları arasında etnik farklılaşma görece yakın bir zamanda, coğrafi olarak birbirinden ayrılmış nüfus topluluklarını 60 bin yılda birbirlerinden uzaklaştıran evrim sonucunda yaşandı.

ABD'deki İnsan Genomu Projesi, Ulusal Sağlık Enstitüleri ile Enerji Bakanlığı'nın maddi desteğiyle 1989'da başladı. (Bir süre sonra, yine ABD'de bu işe girişen ve çoğunlukla bağımsız bir şekilde benzer sonuçlara ulaşan Celera Genomics adlı özel teşebbüs, sonradan devlet destekli projeye katıldı.) Amaç yaklaşık 3 milyar dolarlık bir bütçeyle, on beş yıl içinde bir insan genomunun eksiksiz dizilimini çıkarmaktı (tesadüf bu ya, bir DNA harfi yaklaşık bir dolara mal oluyordu). Genom dizisinin taslağı, belirlenen tarihten önce, 2001'de tamamlandı. İnsan Genomu Projesi ise 2003'te bitirildi.

İnsan genomunun DNA dizilimine ulaşmak teknolojik açıdan çok büyük bir başarıydı. Üçüncü Bölüm'de dikkat çekildiği gibi, bir insan genomunun DNA'sının 3 milyar nükleotid dizilimini basmak her biri binlerce sayfa tutan binlerce kitap demektir. Bugün böyle uzun bir genomun dizilimini çıkarabilmemiz, bu büyüklükte genomların dizilimini çıkarmayı nispeten basitleştiren yeni teknolojilerin geliştirilmesi sayesinde mümkün oluyor. Son birkaç yılda her biri yaklaşık 100 bin dolar maliyetle, birkaç insanın DNA genomlarının dizilimi çıkartıldı (oysa dediğimiz gibi, ilk insan genomu projesinde bu fiyat 3 milyar dolardı) ve tabii, bu kez on dört yıl değil, sadece yaklaşık bir ay harcandı.

Diğer birçok türün, özellikle de şempanzenin DNA genomu dizilimi tamamlandı ve ilk kez 1 Eylül 2005'te yayımlandı. Bilimciler iki genom arasında karşılaştırmalar yaparak, bizi diğer türlerden ayıran, yani insan yapan şeyin genetik düzeyde ne olduğunu anlamaya çalışıyor. İnsan ve şempanzelerdeki ortak genom bölgelerinde iki türün yüzde 99 aynı olması birçoklarını şaşırttı. Bu fark hangi pencereden baktığınıza bağlı olarak çok küçük ya

da gayet büyük görünebilir: Toplamda yüzde 1'lik fark çok küçük görünse de, her genomda 3 milyar DNA harfi olduğunu düşünürsek, 30 milyonluk bir farka tekabül ediyor.

Genomları daha da ayrıntılı olarak karşılaştırdığımızda, enzimlerin ve genlerin kodladığı diğer proteinlerin yüzde 29'unun iki türde de aynı olduğunu görüyoruz. Proteinleri oluşturan yüz ila birkaç yüz aminoasitten özdeş olmayan proteinlerin yüzde 71'iyse, insanlar ile şempanzeler arasında sadece ortalama iki aminoasit kadar farklı. Eğer türlerden birinde bulunan DNA segmentlerini dikkate alır diğerini almazsak, iki genom sadece yüzde 96 kadar aynı. Yani genetik malzemenin büyük bir kısmı (yaklaşık yüzde 3'ü, yani 90 milyon kadar DNA harfi) insanlar ve şempanzeler 6-7 milyon yıl önce kendi bağımsız evrim yollarına girdikten sonra eklenmiş ya da silinmiş. Bu DNA'nın büyük kısmı proteinleri kodlayan genler içermiyor.

İki genomun karşılaştırılması sayesinde, iki türdeki belli genlerin evrim derecesi daha iyi anlaşıldı. Bulgulardan birine göre, beyindeki etkin genler, şempanzelere kıyasla insan soyunda daha fazla değişmiş. Bütüne bakıldığında, sıtmaya ve vereme direnme genleri de dahil olmak üzere, 585 genin insanlarda şempanzelere kıyasla daha hızlı evrildiği saptandı. (Sıtmanın şempanzelere kıyasla insanlar için çok daha sert bir hastalık olduğunu belirtelim.) İnsan genomunda son 250 bin yılda hızla evrilmiş faydalı genler içerdiği görülen birkaç bölge mevcut. Konuşmanın evriminde rol oynayan *FOXP2* geni bu bölgelerden birinde yer alıyor (Üçüncü Bölüm'de ele alacağız).

Bugün insanın farklılaşmasına katkıda bulunmuş olan bazı temel özellikleri biliyoruz: Büyük beyin ve bazı genlerin evriminin (örneğin insanın konuşmasıyla ilgili genlerin) artan hızı. Bu bilgi fevkalade önemli; yine de, sahip olduğumuz bilgiler, özel olarak hangi genetik değişikliklerin insanı meydana getirdiğini anlamamız açısından yetersiz kalıyor.

İnsan ve şempanze genomlarının ayrıntılı mukayesesi ve kayda değer genlerle bağlantılı işlevlerin deney-

lerle araştırılması, bizi özel olarak insan yapan şeyin ne olduğuna ilişkin kavrayışımızı önümüzdeki on ila yirmi yıl içinde ciddi ölçüde ilerletecek. Bizi insan yapan ayırt edici özellikler gelişimin başlarında, doğumdan çok önce, genomda kodlanan doğrudan bilginin aşama aşama dört boyutlu bir birey (zaman içinde biçimlenme düzeni değişen bir birey) haline gelmesiyle başlıyor. İnsanın en ayırt edici özellikleri pek çok bakımdan beyinde ifade edilen, insan zihnini ve insan kimliğini açıklayan özelliklerdir.

Bizi özel olarak insan yapan ve diğer primatlardan ayıran özellikleri araştırırken hesaba katılması gereken sonuçlardan biri, insan beyninin ileri düzeyde gelişimiyle birlikte biyolojik evrimin kendisini aşmış ve yeni bir evrim tarzı doğurmuş olması; bu yeni tarzı, teknoloji yoluyla çevreyi değiştirerek uyum sağlama olarak niteleyebiliriz. Organizmalar doğal seçilim yoluyla, genetik bünyelerini evrenin taleplerine uyacak şekilde kuşaktan kuşağa değiştirerek çevrelerine uyum sağlıyor. İnsanlar (ama sadece insanlar, en azından kayda değer ölçüde) çevrelerini genlerinin ihtiyaçlarına göre değiştirerek düşman çevrelere uyum sağlama yetisi geliştirmiş durumda. Ateşi keşfetmek, kıyafet ve barınak yapmaya başlamak, insanlara Eski Dünya'nın biyolojik olarak uyumlu olduğumuz sıcak tropikal ve alttropikal bölgelerinden –Antarktika'nın buz tutmuş otlaklarını saymazsak– tüm yeryüzüne yayılma imkânı sundu. Göçebe insanlar, soğuk havalara karşı kürk ya da tüy yoluyla anatomik koruma sağlayan genlerin evrilmesini beklemek zorunda kalmadı. Keza bugün biz de kanat ya da solungaç sahibi olmak için gerekli zamanın geçmesini beklemiyoruz; insan havayı ve suyu maharetle tasarlanmış aletler (uçak ve gemi) aracılığıyla fethetti bile. İnsanlığı en geçerli standartlara göre en başarılı canlı türü haline getiren şey insan beynidir (daha doğrusu, insan zihnidir).

Son yirmi yılda büyük atılım gerçekleştirmiş olan heyecan verici biyoloji disiplinlerinden biri de nörobiyoloji. Bu alana her geçen gün daha fazla mali ve insani kay-

nak ayrılması, eşi görülmedik bir keşif patlamasına yol açtı. Duyu organlarımızca algılanan ışık, ses, ısı, direnç ve kimyasal etkilerin, sinyalleri sinirlerden beyne ve bedenin başka bölgelerine taşıyan elektrik gerilimi farklarını ve kimyasal transmitter salınımını nasıl tetiklediğine ilişkin pek çok şey öğrenildi. Keza bilgi aktarımı için sinir kanallarının kullanım yoluyla güçlendirilebileceği ya da hasardan sonra değiştirilebileceği, hangi nöronların ya da nöron gruplarının belli bir organdan ya da çevresel konumdan alınan bilgilerin işlenmesine ayrıldığı hakkında ve nöral süreçlerle ilgili diğer birçok konuda önemli adımlar atıldı. Fakat tüm bu ilerlemelere rağmen nörobiyoloji hâlâ emekleme evresinde bir disiplin; mevcut kuramsal gelişim aşamasının, Mendel'in kalıtım yasalarının yeniden keşfedildiği 20. yüzyılın başındaki genetikle kıyaslanabilecek seviyede olduğu söylenebilir. En ciddi önem arz eden şeyler hâlâ bir sır perdesiyle çevrili; örneğin fiziksel olguların zihinsel deneyimler (bilinç öğelerine katkıda bulunan, filozofların *qualia* adını verdikleri hisler ve duyumlar) haline gelmesi ve bu çeşitli deneyimlerin içinden zihin denen, özgür iradeye ve bireyin hayatı boyunca devam eden bir benlik farkındalığı gibi ayrılmaz özelliklere sahip olan bir gerçekliğin ortaya çıkması nasıl mümkün oluyor?

Zihnin aydınlatılamaz gizemlerle dolu olduğuna inanmıyorum; kanımca bunlar insanların bilimsel yöntemlerle çözüp, felsefi analiz ve tefekkür yoluyla ışık tutabilecekleri bulmacalar. Önümüzdeki yarın yüzyılda ya da o civarda bu bulmacalardan birçoğunun çözüleceğine her şeyine iddiaya girerim. İşte o zaman "kendini tanı" uyarısına kulak verme yolunda epey ilerlemiş olacağız.

Evrim "yalnızca" bir kuram mıdır? Bir sonraki bölümde evrimin gerçekten de bir kuram olduğunu iddia edeceğim. Ama evrim bilimsel anlamda bir kuramdır, yani sadece bir tahmin ya da önsezi değil, sayısız gözlem ve deneyle desteklenen bütünlüklü bir bilimsel bilgi külliyatıdır. Bu nedenle evrim hem bir kuramdır hem de bir olgudur.



2
EVRİM NEDEN BİR KURAMDIR?

EVRİM BİR KURAMDIR, ama aynı zamanda bir olgudur. Bu çifte iddia şaşırtıcı görünebileceğinden, bir açıklama yapma gereği duyuyorum. Öncelikle, evrimin neden bir kuram olduğunu, ardından da neden bir olgu olduğunu açıklayayım.

Bilimciler evrim "kuram"ından bahsederken, bu kelimeyi günlük hayattakinden farklı şekilde kullanırlar. Günlük dilde *kuram* çoğu zaman "tahmin", "önsezi" ya da "spekülasyon" anlamına gelir. Mesela birisi "Usama bin Ladin'in nerede saklandığı hakkında bir kuramım var" diyebilir. Veya başka biri "Varoşlarda yaşayanlar şehrin merkezinde yaşayanlardan daha şişmandır" gibi bir fikri dile getirdiğinde, karşısındaki "Bu senin kuramın, böyle olduğuna dair elinde bir kanıt yok" yanıtını verebilir. Ama bilimde moniker *kuramı* doğal dünyanın bir veçhesi hakkında gözlemleri, olguları, yasaları, çıkarımları ve sınanmış hipotezleri içeren sağlam bir izah için kullanılır. Bilimciler bazen kuram kelimesini gelişigüzel bir şekilde, destekleyici sağlam kanıtlardan yoksun, değişebilir izahlar için kullansalar da, bu tür tereddütlü açıklamalara "hipotez" demek daha doğrudur. *Kuram* kelimesinin bu özensiz kullanımları ile çok sayıda kanıtla desteklenen evrim gibi mefhumları tarif etmek için kullanılan "kuram"ı ayırt etmek önemlidir.

Bilimde evrim haricinde de birçok güçlü kuram vardır. Güneş-merkezlilik kuramına göre, güneş dünyanın değil, dünya güneşin etrafında döner. Atom kuramı bütün maddelerin atomdan oluştuğunu söyler. Hücre kuramı canlı olan her şeyin hücrelerden oluştuğunu savunur.

Evrim kuramına göreyse, organizmalar ortak atalardan gelmiştir. Daha yakın döneme ait ortak ataları olan türler, son ortak ataları daha uzakta olan türlere göre birbirlerine daha fazla benzer. İnsanlar ile şempanzelerin biçimlenme düzeni [*configuration*] ve genetik yapıları bakımından benzerlikleri babun, fil ya da kangurularla olan benzerliklerinden fazladır. Birçok tür vardır; çünkü organizmalar kuşaktan kuşağa aşamalı olarak değişir ve farklı soylar farklı çevrelerin etkisiyle farklı şekillerde değişir.

Bilimde *kuram* kelimesi gibi, *olgu* kelimesinin de günlük kullanımdakinden farklı bir anlamı vardır. Bilimsel bir olgu tekrar tekrar, çoğu zaman akılla şüphe edilemeyecek düzeyde doğrulanmış bir gözlemdir. Örneğin yemek tuzu klor ve sodyumdan oluşur; DNA ise A, C, G ve T ile temsil edilen dört nükleotidden oluşur. Gündelik kullanımdaysa *olgu* daha geniş anlamda, doğrudan gözlem ve deneyime dayalı bilgiyi kapsayacak şekilde kullanılır ve dolayısıyla çoğu zaman akıl yoluyla sorgulanması mümkündür.

Bilimciler hayvanlarla bitkilerin kökenlerinde evrim olgusunun yer almasının akılla şüphe edilemeyecek denli bilimsel bir yargı olduğu konusunda hemfikir. Bilimciler açısından evrim, dünyanın yuvarlak olduğu ve güneşin etrafında döndüğü ya da maddenin atomlardan oluştuğu kadar kabul görmüş bir mefhumdur. Günlük hayattaki dille söylersek, evrimin gerçekleşmiş olması sadece bir kuram değil, aynı zamanda bir olgudur.

Bu noktada bir itiraz gelebilir. Türlerin ortak bir atadan evrimini (mesela insanlar ile şempanzelerin evrimini) gözlemlemiş, hele hele deneyle tekrarlamış kimse olmadığına göre, "evrim gerçekleşmiştir" şeklindeki olgusal iddia nasıl dile getirilebiliyor? Bilimin deneye, tekrara ve gözleme dayalı olduğu doğru değil midir? Evet öyle, ama bilimcilerin gözlem ve deney yaptıkları şeyler kuramların genel yargıları ya da kavramları değil, sonuçlarıdır.

Kopernik'in güneş-merkezlilik kuramı dünyanın güneşin etrafında döndüğünü savunur. Bu iddia, tahmin edilen sonuçları sayısız kez teyit edildiği için bilimciler

tarafından kısa sürede kabul edilmişti; oysa o dönemde henüz hiç kimse dünyanın güneşin etrafında döndüğünü gözlemlemiş değildi. Bugün bile, dünyanın güneş etrafındaki dönüşünü bir yılda tamamladığını hiç kimse, astronotlar bile gözlemlemiş değil. Hiç kimse atomları görmemiş olmasına karşın, maddenin çeşitli atomlardan oluştuğunu kabul ediyoruz; çünkü fizik ve kimya alanlarında bu iddiaları doğrulayan gözlemler ve deneyler yapılıyor. Güçlü mikroskoplar sayesinde son yıllarda bütün maddeleri devasa boyutlarda görebiliyor ve böylece varsayımsal atom ve moleküllerin dışsal biçimlenme düzenini inceleyebiliyoruz. Buna karşın atomları proton, elektron, nötron ve diğer parçacıkları düzeyinde, yani mevcut atom kuramında belirtildiği şekliyle gözlemlemekten hâlâ çok uzağız. Bilimciler atomları ve bunların ayrıntılı bileşimini ve biçimlenme düzenini doğrudan gözlemleyebilseler de, maddenin bileşimine dair atom kuramı bu gözlemlere dayanmaz. Keza atomların varlığı hakkındaki doğrudan gözlemler de atom kuramına pek bir katkı sağlamaz; zira bu kuram atomların var olduğu gibi basit bir iddiadan çok daha fazla bilgi içerir.

Evrim kuramı da kuramın sonuçlarını doğrulayan sayısız gözlem ve deneye dayanır. Örneğin insanlar ile şempanzelerin birbirlerine benzerliğinin babunlara olan benzerliklerinden daha fazla olduğu iddiası, insanlar ile şempanzelerin DNA'sının şempanzeler ile babunların DNA'sından daha benzer olduğu tahminine yol açar. Bu tahmini test etmek için bilimciler belli bir geni seçer, her bir türün DNA yapısını inceler ve böylece çıkarımlarını doğrularlar. Bu deneyler, sonucu daha da güvenli kılmak için farklı şekillerde tekrarlanır. Aynısı her türlü organizma arasındaki sayısız tahmin ve çıkarım için de geçerlidir.

Evrim kuramı birbiriyle ilişkili üç farklı konuda açıklamalarda bulunur: (1) Evrim olgusu, yani organizmaların ortak bir kökenden türemiş oldukları; (2) evrimin tarihi, yani soyların birbirinden ne zaman ayrıldığına ve her soyda gerçekleşen değişikliklere dair ayrıntılar; (3) evrimsel

değişikliğin gerçekleşme süreçleri ya da mekanizmaları.

İlk mesele en temel olanıdır ve mümkün olan en kesin şekilde doğrulanmıştır. Darwin'in bunu destekleyen sayısız kanıtına, biyoloji disiplinlerinin tümünün topladığı yeni yeni kanıtlar eklenmeye devam ediyor. "Organizmaların evrimsel kökeni" bugün şüpheye yer bırakmayacak derecede, bilimcilerin fizik, astronomi, kimya ve moleküler biyolojideki kabul görmüş bilimsel kuramlara atfettikleri derecede kesin bir bilimsel yargıdır. Yukarıda belirttiğim gibi, biyologların evrim bir "olgu"dur derken kastettikleri, bu tartışma götürmez kesinliktir; organizmaların evrimsel kökeni neredeyse bütün biyologlar tarafından kabul edilir.

Evrim kuramı, organizmaların evrim geçirdiğine dair genel kabulün çok ötesine geçer. İkinci ve üçüncü mesele (evrimin tarihini ortaya koyma ve evrimin nasıl ve neden gerçekleştiğini belirleme çabası) etkin bilimsel tetkiklerle ilişkilidir. Bazı sonuçlar gayet sağlam kanıtlar üzerine oturtulmuştur. Örneğin şempanzelerin insanlara benzerliği, bu ikisinin babunlara ya da diğer maymunlara benzerliğinden daha fazladır. Bir diğer sonucu şöyle açıklayalım: Darwin'in varsaydığı süreç olan doğal seçilim, insan gözü ve kuşların kanatları gibi uyum sağlayıcı özelliklerin biçimlenme düzenini açıklar. Birçok mesele bu kadar kesin değildir, diğerleri kestirimseldir, bir o kadarı da (ilk canlıların temel özellikleri ve tam olarak ne zaman ortaya çıktıkları) halen meçhuldür (bu konuyu Beşinci Bölüm'de ele alacağız).

Gelgelelim bu meselelere ilişkin belirsizlik evrim olgusundan kuşku duyulmasına yol açmaz. Benzer şekilde, evrenin biçimlenme düzeni ve galaksilerin kökeni hakkında da bütün ayrıntıları bilmiyoruz, ama bu yüzden galaksilerin var olduğundan şüphe etmiyoruz ya da bunların temel özellikleri hakkında tüm öğrendiklerimizi çöpe atmıyoruz. Evrimsel biyoloji şu anda bilimsel araştırmanın en etkin alanlarından biri ve diğer alanlardaki ilerlemelerin de desteğiyle sürekli kayda değer yeni keşifler yapılıyor.

Biyolojik evrim incelemeleri dünyadaki yaşama ilişkin

anlayışımızı baştan aşağı değiştirdi. Biyolojik evrim bizi çevreleyen dünyanın üç temel özelliğini açıklıyor: Canlı varlıklar arasındaki benzerlikler, hayatın çeşitliliği ve organizmaların uyum sağlamaları (neden hayvanların görmek için gözü, uçmak için kanatları ve suda nefes almak için solungaçları vardır?). Evrim insanların yeryüzünde ortaya çıkışını açıklıyor ve diğer canlı varlıklarla ilişkilerimizi ortaya seriyor. Evrim şu anda biyologların dünyayı anlamak için kullandıkları temel düzenleyici ilkedir. 20. yüzyılın en büyük evrimcilerinden biri olan Theodosius Dobjanski'nin belirttiği gibi, "evrimin ışığı olmaksızın biyolojide hiçbir şey anlamlı olmaz".

Evrim hakkında bir şeyler öğrenmenin pratikte de yararı vardır. Modern biyoloji genetik kodu çözdü, son derece verimli mahsuller geliştirdi ve ileri düzeyde tıbbi bakım için gerekli bilgiyi sağladı. Evrim kuramı topluma önemli katkılarda bulundu. Evrim neden birçok insan patojeninin eskiden etkili ilaçlara direnç gösterdiğini açıklıyor ve giderek ciddileşen bu sağlık problemiyle boğuşmanın yollarını gösteriyor. Evrimin anlaşılması, doğal çevreyle sürdürülebilir ilişkiler kurmak açısından vazgeçilmezdir.

Evrim bilgisinin dünya çapında önemli bir acil sağlık sorununun çözümüne nasıl katkı sunabileceği, Ulusal Bilimler Akademisi ve Tıp Enstitüsü'nün bir belgesinde ortaya konmuştur:

> 2002'nin sonlarında Çin'de yüzlerce insan bilinmeyen bir enfeksiyondan kaynaklanan şiddetli bir zatürree nedeniyle hastalandı. "Ağır akut solunum yolu yetersizliği" (SARS) adı verilen bu hastalık çok geçmeden Vietnam, Hong Kong ve Kanada'ya yayılarak yüzlerce cana mal oldu. Mart 2003'te San Francisco'daki California Üniversitesi'nden bir grup araştırmacı bir SARS hastasının dokularından yalıtılmış virüs örnekleri aldı. DNA mikro cihazı olarak bilinen yeni bir teknolojiden yararlanarak 24 saat içinde virüsün ne olduğunu buldular. [...] SARS virüsünün bulunmasında evrim bilgisi temel öneme sahipti. [...] Ayrıca SARS virüsünün evrimsel tarihinin bilgisi, bilimcilere bu hastalık

> hakkında, mesela nasıl yayıldığı konusunda önemli bilgiler sundu. (*Science, Evolution, and Creation*, 2008, s. 5.)

Darwin'le 19. yüzyılda yaşamış diğer biyologlar canlı organizmaların karşılaştırmalı incelemelerinde (anatomi), coğrafi dağılımında (biyo-coğrafya) ve nesli tükenmiş organizmaların fosil kalıntılarında (paleontoloji) ikna edici kanıtlar bulmuşlardı. Darwin'in yaşadığı dönemden beri bu kaynaklardan daha güçlü ve daha kapsamlı kanıtlar gelirken, yakın dönemde ortaya çıkan biyoloji disiplinleri de (genetik, biyokimya, ekoloji, hayvan davranışları [etoloji], nörobiyoloji ve özellikle de moleküler biyoloji) yeni ve bir o kadar güçlü kanıtlar ve ayrıntılı deliller sunuyor.

Darwin paleontolojik kanıtların sökün ettiğini görseydi, kuşkusuz çok memnun olurdu. Ana grupların arasındaki ara tür organizmaların fosillerinin keşfedilmesi buna örnektir: Sözgelimi sürüngenler (dinozorlar) ile kuşlar arasındaki ara tür *Archaeopteryx*; balıklar ile tetrapodlar arasındaki ara tür *Tiktaalik*; kuyruksuz maymunlar ile *Homo sapiens* arasındaki ara tür hominidlere ait sayısız fosil ve çeşitli türleri. Ama Darwin'i en çok da moleküler biyolojinin evrim hakkında sunduğu çok sayıda kanıt ve evrim tarihi hakkındaki kesin bilgiler mutlu ederdi diyebiliriz; zira bu tarihsel kanıt ve belgelerin oluşturduğu kaynak Darwin'in hayal dahi edemeyeceği kadar geniş.

20. yüzyılın ikinci yarısında, DNA'nın çift sarmal yapısının 1953'teki keşfinden sonra ortaya çıkmış bir disiplin olan moleküler biyoloji bugün organizmaların evrimi hakkındaki en güçlü kanıtları sunuyor. Bir sonraki bölümde DNA'yı ve DNA sayesinde evrim kanıtlarının nasıl çarpıcı bir şekilde güçlendiğini açıklıyorum.

O meselelere geçmeden önce, bu bölümün konusuna ilişkin önemli bir tespitte bulunmam gerekiyor. Bilimde her hipotez ve kuram ilelebet yeni bir kuram tarafından çürütülmeye ya da değiştirilmeye açıktır. Bir kuramı destekleyecek ne kadar çok kanıt biriktirilmiş olursa olsun, gözlemlenen olguların ve deneysel sonuçların gerçekleşme-

sinin ardındaki nedenlerin sadece bilinen gerçekleri değil, henüz açıklanmamış başka olguları da açıklayan başka bir kuramdan çıkartılabilme olasılığı her zaman vardır. Ne var ki organizmaların evrimi gibi çok sayıda disiplinden katkılarla en ince ayrıntılarına kadar doğrulanmış olan kuramların bir gün çürütülmesi ya da yerine yeni bir kuramın geçirilmesi pek muhtemel değildir. Fakat evrim kuramının geliştirileceği ve ilerletileceği kesin. Benzer şekilde, güneş-merkezlilik kuramı ya da maddenin moleküler bileşiminin çürütülmesi de pek muhtemel değil.

Şimdi gelin, "hayatın kimyasalı" denen DNA'ya ve moleküler biyolojinin sunduğu evrim kanıtlarına bakalım.



3

DNA NEDİR?

DNA "DEOKSİRİBONÜKLEİK ASİT"İN kısaltmasıdır. DNA'nın kimyevi yapısı iki tamamlayıcı iplikten oluşan bir çift sarmaldır. Bunlar dört farklı türde nükleotidden oluşan uzun zincirlerdir: adenin (A), sitozin (S), guanin (G) ve timin (T). DNA'da cisimleşmiş olan genetik bilgi hayatın üç temel veçhesini açıklar: (1) Organizmalardaki tüm canlı süreçler; (2) biyolojik kalıtımın kesinliği ve (3) biyolojik evrim.

Birincisi, DNA tüm canlı süreçleri yönlendiren genetik bilgiye sahiptir. Bu bilgi dört nükleotidin uzun dizilimlerinde, semantik bilginin alfabenin harf dizileri tarafından aktarılmasına benzer bir tarzda depolanmıştır. Organizmaların DNA'sında muazzam bir genetik bilgi saklanır; çünkü bir organizmanın DNA moleküllerinin toplam uzunluğu devasadır. Örneğin insan genomu (yani her insanın ebeveyninden miras aldığı DNA) 3 milyar harf uzunluğundadır. Bir insan genomunu basmak istesek, her biri 1.000 sayfa uzunluğunda, sayfa başına 3.000 harf (yaklaşık 500 kelime) düşen 1.000 kitap tutardı. Bilimciler insanların ya da diğer organizmaların genomlarının tamamını yayımlamasalar da, DNA bilgisini bilgisayarlarda elektronik olarak depoluyorlar.

DNA'nın ikinci özelliğiyse biyolojik kalıtımın kesinliğidir. DNA çift sarmalındaki iki iplik birbirini tamamlar, ikisi de aynı genetik bilgiye sahiptir ve ikisi de özgün tamamlayıcı ipliğe benzer bir tamamlayıcı ipliğin sentezi için kalıp görevi görebilir. Dört nükleotid çiftinin her biri tamamlayıcı iplikte diğer üçünden sadece biriyle çift oluşturur. A sadece T ile, C de sadece G ile çift oluşturur. Örneğin bir ipliğin kısa bir segmenti ATTCAGCA'dan

oluşuyorsa, tamamlayıcı zincir TAAGTCGT olacaktır. Bu tamamlayıcılık biyolojik kalıtımın aslına uygunluğunu açıklar. Çoğalma sürecinde sarmal olarak sarılı iki iplik açılır ve ikisi de tamamlayıcı ipliğin sentezi için kalıp görevi görür, böylece iki yavru çift sarmal birbirine ve anne moleküle özdeş olur. Dolayısıyla ATTCAGCA dizilimi özgün DNA molekülündeki partnerine özdeş olan tamamlayıcı ipliğin sentezini (TAAGTCGT) yönetecektir. Benzer şekilde, özgün TAAGTCGT zinciri tamamlayıcı bir zincirin (ATTCAGCA) sentezini yönlendirecek, böylece dizilim bakımından kardeş ve anne çift sarmala özdeş bir çift sarmal ortaya çıkacaktır.

DNA'nın üçüncü temel özelliği organizmaların evrimini mümkün kılan mutasyondur. DNA'nın nükleotid diziliminde kodlanmış olan bilgi, genellikle replikasyon sırasında aslına sadık kalınarak yeniden üretilir; böylece biraz önce açıklandığı üzere, her replikasyon birbirine ve anne moleküle özdeş iki DNA molekülü ortaya çıkarır. Sürecin aslına uygunluğu muazzamdır, ama kusursuz değildir. Replikasyon sırasında DNA molekülünde kimi zaman mutasyonlar yaşanır; bunun sonucunda yavru hücreler nükleotid dizilimi ya da DNA'nın uzunluğu bakımından ebeveyn hücrelerden –ve birbirlerinden– farklılaşırlar. Mutasyonlar çoğu zaman tek bir harf (nükleotid) içerir, ama birkaç ya da birçok harf olması da mümkündür. Mutasyon öncelikle bir organizmanın tek bir hücresindeki DNA'da gerçekleşir ve yeni, değişmiş DNA ilkinden türeyen bütün hücrelere aktarılır.

Genellikle ölümle sonuçlanan bir hastalık olan hemofili (kanın pıhtılaşmaması), Avrupa'nın yakın tarihinde olumsuz anlamda önemli sonuçlar doğurduğu bilinen bir mutasyondan kaynaklanır. Hemofilinin sebebi X kromozomundaki bir mutasyondur. İnsanlarda cinsiyet X kromozomu tarafından belirlenir. Kadınların iki X kromozomu vardır; erkeklerin ise bir X, bir Y kromozomu vardır. X kromozomunun birinde hemofili mutasyonu olan kadınlar bu hastalığa yakalanmaz, ama hemofili

mutasyonu olan X kromozomunu miras alan oğullarına aktarır (ortalama yüzde 50 oranında). Kraliçe Victoria'nın X kromozomlarından birinde yaşanan hemofili mutasyonu, onun kızları ve kızlarının kızları aracılığıyla Rus, İspanyol ve Avrupa'daki diğer kraliyet ailelerine aktarılmıştı. Örneğin, Rusya Çarı II. Nikola'nın tek oğlu olan Çareviç Aleksis hemofiliyi Kraliçe Victoria'nın torunu olan annesi Aleksandra'dan miras almıştı. İspanyol tahtının varisi olan Prens Alfonso da bu hastalığı, yine Victoria'nın torunu olan Kraliçe Ena'dan (Kral XIII. Alfonso'nun karısı) almıştı. Siyaset tarihçileri, tahtın varislerindeki hemofilinin iki kraliyet ailesinin düşüşünün nedenlerinden biri olduğuna inanıyor.

Evrimde hesaba katılan mutasyonlar üreme hücrelerinde (yumurtalıklar ve sperm) ya da üreme hücrelerinin türediği hücrelerde gerçekleşen mutasyonlardır; çünkü bunlar bir sonraki kuşağı üreten hücrelerdir. Diğer hücrelerde gerçekleşen mutasyonlar genellikle önemli farklar yaratmayacak, arada kaynayacak türdedir. Fakat bazı mutasyonlar kansere ve başka hastalıklara yol açabilir. Bir insanın iki gözünün farklı olması gibi olumsuz örnekler de mevcuttur. Bu tür vakalar, tıpkı mutasyonlar gibi nadirdir.

Organizmaların büyük bir çoğunluğunda, özellikle göz renginin değişmesi gibi gözle görülür etkiler ya da hastalığa yol açan metabolik etkiler sergileyen mutantlarda söz konusu olan mutasyon oranları ölçülmüştür. İnsanlardaki ve diğer hayvanlardaki mutasyon oranları genellikle her yüz hücre için bir mutasyon ile her bir milyon hücre için bir mutasyon arasında değişmektedir. Mutasyon oranları çok düşük olmasına karşın, yeni mutasyonlar her türün her kuşağında gerçekleşir; çünkü her bir türe mensup çok sayıda birey ve her bireyde pek çok gen vardır. İnsan nüfusu 6 milyardan fazladır. Bir mutasyonun bir milyon kişide bir gerçekleşmesi, yaşayan insanların bütün olası mutasyonlar içinden toplam altı bin yeni mutasyon taşıması anlamına gelir.

DNA mutasyonları organizmaların evrimini mümkün kılar. Ama normalde olduğundan çok daha sık mutasyon gerçekleştiği takdirde, birçok kusura, hatta tamamen dağılmaya yol açacaktır. Mutasyonların yararlı olmaktan çok kusur ya da hastalığa yol açmaları muhtemeldir; çünkü mutasyonlar organizmanın yerleşik DNA dizilimini bozar ki bu dizilim binlerce kuşak boyunca, bir organizmanın yaşadığı çevrede hayatta kalmasını ve üremesini kolaylaştıracak şekilde seçilmiştir. Fakat yukarıda açıklandığı üzere, mutasyon süreci her kuşağa çok sayıda yeni genetik varyasyonlar sağlar ve bunlar ölümcül ya da çok zararlı olmadığı sürece, önceki kuşaklardan taşınan mutasyonlara eklenir. Yani türler genetik olarak türdeş bireylerden değil, çeşitli mutasyonlarla birbirinden ayrılan bireylerden oluşur. Dolayısıyla yeni çevresel zorluklar ortaya çıktığında, türlerin bunlara uyum sağlayabilmesi şaşırtıcı değildir. Örneğin dünyada ilaçlamanın yoğun olduğu bölgelerdeki yüzden fazla böcek türünün DDT böcek ilacına direnç geliştirdiği biliniyor. Bu böcekler geçmiş evrim tarihlerinde bu sentetik bileşimle hiç karşılaşmamış olsalar da, önceden var olan mutasyonlar bazı böceklerin DDT'nin yarattığı koşullarda yaşamasına imkân tanıdı. Bu "uyum sağlama" hali doğal seçilim tarafından hızla çoğaltıldı; çünkü sadece DDT dirençli böcekler hayatta kaldı ve sonraki kuşakları doğurabildi.

Hastalığa yol açan bakteri ve parazitlerin antibiyotiklere ve diğer ilaçlara direnci de aynı sürecin bir sonucudur. Bir birey hastalığa (mesela vereme) yol açmış özgül bakteriyi öldüren bir antibiyotik aldığında, bakterilerin çok büyük bir çoğunluğu ölür, ama milyonlarca bakteriden biri antibiyotiğe direnç gösteren bir mutasyon geçirebilir. Bu dirençli bakteriler yaşayıp çoğalacaktır ve bu antibiyotik söz konusu bireydeki ya da direngen bakteriyi kapan başka bir insandaki hastalığı artık tedavi etmeyecektir. İşte bu nedenle, bakteriyel hastalıklar son dönemde antibiyotik karışımlarıyla tedavi ediliyor. Eğer bir antibiyotiğe direnç kazandıran mutasyon milyonda birse, üç mutasyon

taşıyan bir bakteri örneği (her biri antibiyotiklerden birine direnç kazandırır) kentilyonda birdir (kentilyon = 10^{18}); üç antibiyotiğe de direngen bu tür bakterilerin enfeksiyonlu bir bireyde var olması tamamen imkânsız olmasa da, pek muhtemel değildir.

Bakterileri maruz bırakıldıkları antibiyotiklere direngen kılan mutasyonlar bakterilere yararlıdır ve bakteri popülasyonları arasında hızla yayılır. Evrim tarihimizde insanlara ya da atalarımıza yararlı mutasyonlar görüldüğünü biliyoruz; insanlara özgü olan özellikleri bunlarla açıklayabiliriz. Örneklerden biri, dille ilişkili bir işlevle özdeşleştirilen ilk gen olan *FOXP2*'dir. *FOXP2* geni birçok memeli türünde mevcuttur ve akciğer epitelinin gelişiminde önemli rol oynar. İnsan soyunda gerçekleşen iki mutasyon, insanlarda *FOXP2* geninin yeni bir rol, yani dilde kritik bir rol edinmesini mümkün kıldı. Bu sayede atalarımızda doğal seçilimle tercih edildi ve insan nüfusları arasında hızla yayıldı. Bunun 200 bin yıl önce gerçekleştiği düşünülüyor; bu tarih, modern insanların evrimiyle az çok aynı döneme denk düşüyor. Yakın dönemde, *FOXP2* genindeki bir işlev bozukluğunun ciddi bir konuşma bozukluğuna yol açtığı bir insan ailesinin mutasyon yaşamış olduğu tespit edildi.

Evrimde çok önemli sonuçlar doğuran bir mutasyon türü de gen duplikasyonudur. Bir genden iki tane üretilmesi halinde, kopyalardan biri özgün rolü oynamaya devam ederken, diğeri yeni bir işlev edinebilir. Bunun bilinen örneklerinden biri globin genlerinin evrimi ve bu genlerin solunumla ilişkisidir. Atalarımızda yaşanan bir duplikasyon, genlerden birinin kaslarda (miyoglobin), diğerinin de kanda (hemoglobin) etkin olan oksijen metabolizmasında yer almasını mümkün kılmıştır. Hemoglobin geninin diğer duplikasyonlarıysa çok etkili olan modern tetramer hemoglobininin evrimini sağlamıştır; bu hemoglobin, biri bir tür, ikisi başka tür olan iki bileşenden (polipeptid) oluşur. Yetişkin insan hemoglobininin yüzde 98'ini oluşturan Hemoglobin A, iki alfa, iki beta polipeptidinden oluşur.

Yeni duplikasyonlar sonucunda, insan fetusunda etkin olan gama geni gibi ilave özelleşmeler ortaya çıkmıştır.

Organizmaların gelişimini ve işleyişini yönlendirmesinden ötürü, DNA'ya "usta molekül" denir. DNA çevreyle (yani hem hücre çevresi hem de bir organizmanın yaşayabileceği nehir ya da orman gibi dış çevreyle) etkileşimde bulunarak organizmaların özelliklerini, yani "fenotip"lerini belirler. Geniş açıdan bakıldığında, "fenotip" organizmaların sadece görünüşlerini değil, davranışlarını da kapsar. DNA, "ustalığını" iki ara adımla ortaya koyar. İlk adımda, DNA çift sarmalındaki nükleotid diziliminde bulunan bilgi "yazıya geçirilir", yani yeni tür bir moleküle kopyalanır; buna "mesajcı RNA" (mRNA; RNA'nın açılımı ribonükleik asittir) denir. Yazım aşamasında DNA ipliklerinden biri DNA replikasyonunda geçerli kurallara uygun şekilde kopyalanır; tek fark, RNA'da timin yerine urasil (U) bulunmasıdır. Böylece DNA segmenti ATTCAGCA, RNA'da UAAGUCGU'ya dönüşür.

Hücrenin çekirdeğinde yer alan DNA, yine orada mesajcı RNA'ya dönüşür. Bu mRNA, çekirdekten hücrenin ana gövdesi olan sitoplazmaya ilerler ve burada proteine ya da polipeptide çevrilir. Polipeptidler proteinleri oluşturur; bazı proteinlerde birden fazla polipeptid vardır. Örneğin atardamarlarımızda ve toplardamarlarımızda dolaşan hemoglobin, yukarıda da belirtildiği üzere, ikisi bir tür (alfa hemoglobin), ikisi başka tür (beta homoglobin) olmak üzere dört polipeptidden oluşur. Proteinler aminoasit zincirleridir. Yirmi tür aminoasit vardır. Nükleotid diziliminde aktarılan DNA bilgisi bir aminoasit dizilimine çevrilir.

Bu noktada proteinlerin yirmi farklı türde aminoasitten oluştuğunu hatırlamakta fayda var. Dört harfli DNA ve dört harfli RNA dilinden proteinlerin yirmi harfli diline çeviri nasıl gerçekleşir? İşin sırrı, mRNA'dan bir seferde üç harfin okunuyor olmasıdır. Üç ardışık harfin her birine "üçlü" ya da "kodon" denir. Örneğin AGC üçlüsü serin olarak okunurken, AUG üçlüsü metiyonin olarak okunur. Serin ve metiyonin 20 aminoasitin ikisidir. Dört tür har-

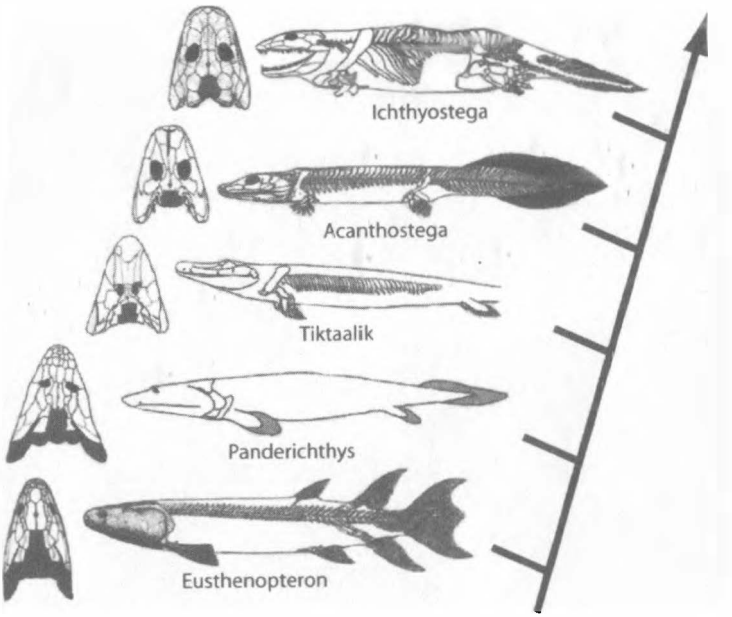
fin (nükleotid) 64 muhtemel üçlü kombinasyonu (kodon) vardır. Dolayısıyla genetik kod artıktır; bazı aminoasitler birkaç tür aminoasit tarafından kodlanır. Örneğin serin, AGC'ye ilaveten AGU üçlüsüyle de kodlanır.

İki tür protein vardır. Bazıları organizmaların önemli yapısal bileşenleridir; örneğin kollajen, kemiğin ana protein bileşenidir. Bazı proteinler enzimdir; bunlar, bütün organizmalarda kimyasal reaksiyonlara dolayımda bulunan katalizörlerdir. Enzimler hücrelerin içinde yaşanan bütün canlı süreçleri dolayımlayan moleküler makineler olarak görülebilir; yani enzimler bir maddenin diğerine dönüşümünde katalizör işlevi görür. Muazzam etkili makineler olan enzimler, insan elinden çıkma makinelerin en iyilerinden binlerce, milyonlarca kat daha etkilidir. Nanoteknolojinin amacı, enzim görevi görebilecek moleküller tasarlamak ve şu an beşerî sanayilerde (enformasyon teknolojileri dahil) kullanılan makinelerden katbekat etkili ürünler üretmek için enzime benzeyen bu makinelerden yararlanmaktır. Hücrelerdeki kimyasal ürünlerin çoğu, her biri farklı bir enzimin katalize ettiği bir dizi zincirleme reaksiyonun sonucudur. Proteinlerin yapısını açıklayan genetik bilgi her durumda DNA'nın nükleotid dizilimlerinde cisimleşir; bu, biyolojik kalıtımın aslına sadakatini açıkladığı gibi, evrimi de DNA mutasyonlarının bir sonucu olarak açıklayan moleküldür.

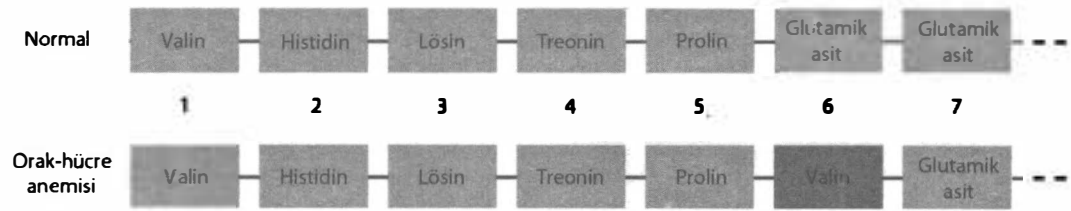
İkinci Bölüm'de evrimin hem bir kuram hem de bir olgu olduğunu teyit ettik. Bir sonraki bölümde paleontoloji, anatomi, biyo-coğrafya ve moleküler biyoloji alanlarından örneklere başvurarak, bu teyidi destekleyen kanıtları gözden geçireceğiz. Uzmanların elinde muazzam kanıtlar bulunuyor: her yıl yüzlerce kitapta ve sayısız bilimsel dergide binlerce araştırma yazısı yayımlanıyor. Giriş'te belirttiğim gibi, organizmaların evrimi kuramı, bilimcilerin gözünde atom kuramı ya da genetik kalıtım kuramı gibi doğrulanmış kuramlar kadar kesin bir olgudur.



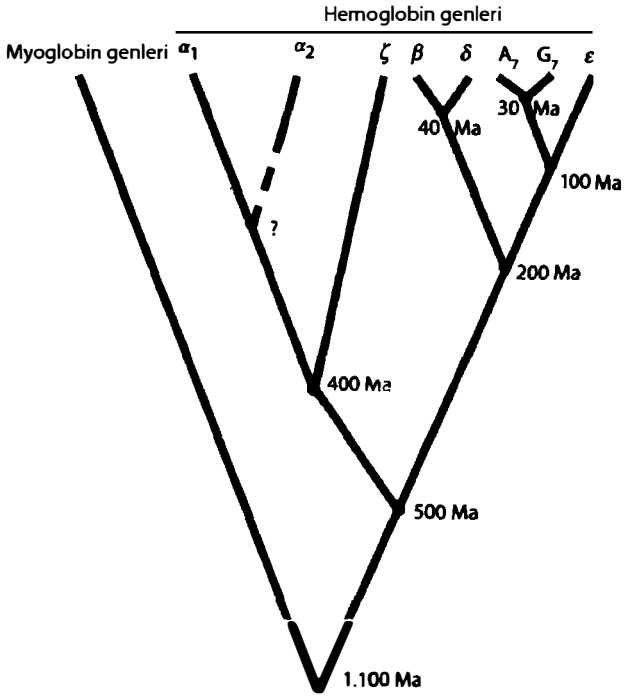
Dinozorlar (sürüngenler) ile kuşlar arasında ara tür özellikleri gösteren *Archaeopteryx* fosili. *Archaeopteryx* yaklaşık bir karga büyüklüğünde olan küçük bir hayvandı; bundan 60 milyon yıl önce Jura çağının sonlarında Orta Avrupa'da yaşamıştı. İyi muhafaza edilmiş birkaç fosil örneğinden ilki 1861'de, sonuncusu 2005'te Bavyera'da keşfedildi. *Archaeopteryx* iki ayağı üzerinde yürüyen küçük dinozorlara benzer bazı özellikler sergiler (iskeletinin çoğu dahil). Kafatası, gaga ve tüyler gibi diğer özellikleriyse, fotoğrafta açıkça görüldüğü üzere, kuşları andırır (Berlin'deki Musuem für Naturkunde'nin izniyle).



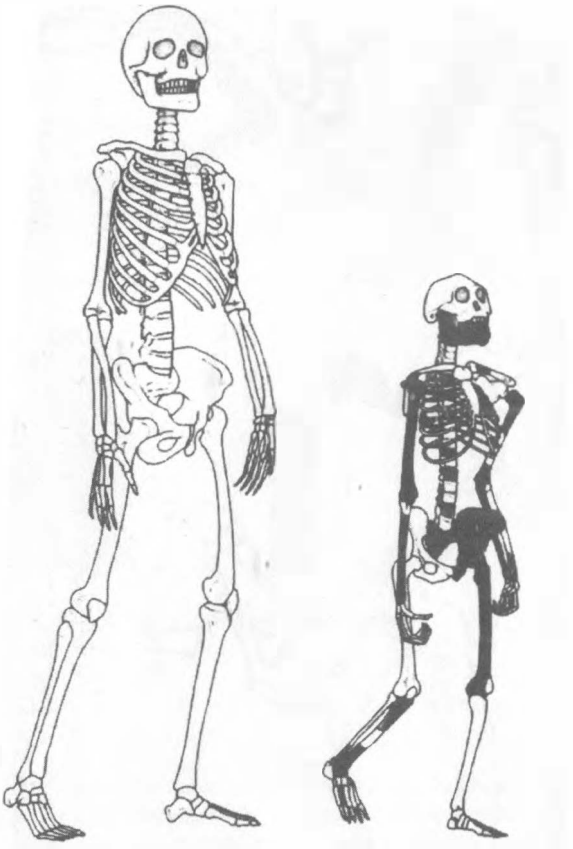
Tiktaalik ve kuşlar ile amfibiler (tetrapodlar) arasındaki diğer ara tür fosilleri. Bu canlılar 385 milyon yıl (resimde gösterilen canlılardan balığa en çok benzeyen *Eusthenopteron*) ila 359 milyon yıl (kesin amfibik özelliklere sahip olan *Ichthyostega*) önce yaşadılar. 2006'da Kanada Arktik Bölgesi'nde yer alan Nunavut'taki Ellesmere Adası'nda 380 milyon yıl öncesine ait Geç Devon Dönemi nehir sedimentlerinde birkaç *Tiktaalik* örneği keşfedildi. (Per Ahlberg ve Jennifer A. Clark, "Palaeontology: A Firm Step from Water to Land", *Nature*, 440: 2006, s. 747)



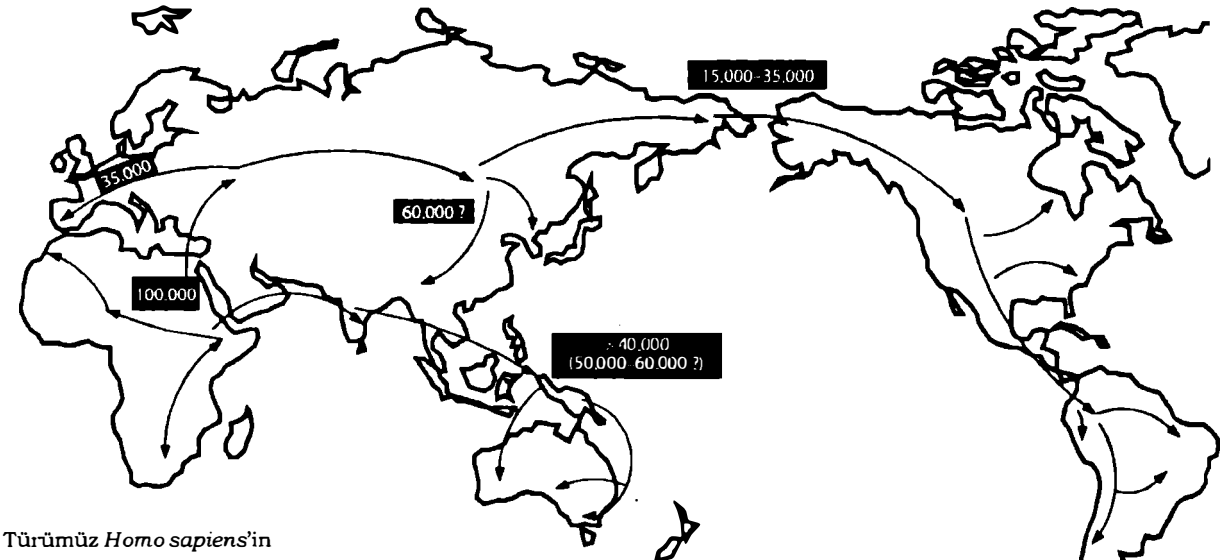
İnsan hemoglobinin beta zincirinin ilk yedi aminoasiti. Beta polipeptidi 146 aminoasitten oluşur. Beta polipeptidini kodlayan gendeki bir mutasyon, glutamik asitin yerini aminoasit valininin almasıyla sonuçlanır. İki ebeveynden de mutasyonlu geni miras almış olan bireyler normal hemoglobin A üretemez ve bu nedenle orak hücre anemisi olarak bilinen ciddi bir hastalık taşır. Bir ebeveynden normal gen miras alıp, diğer ebeveynden mutasyonlu gen almış olan bireyler ise bu hastalığı yaşamaz ve ayrıca tropikal bölgelerde yaygın bir habis enfeksiyon olan sıtmaya karşı bağışıktır. Bu, seyrek karşılaşılan bir durum değildir: Ebeveynlerinin birinden mutasyonlu, diğerinden mutasyonlu olmayan iki tür gen miras almış insanlar aynı genin iki özdeş kopyasına sahip olan bireylerden daha iyi durumdadır. Beta hemoglobin geni vakasıysa, diğerlerinden daha uç bir örnektir.



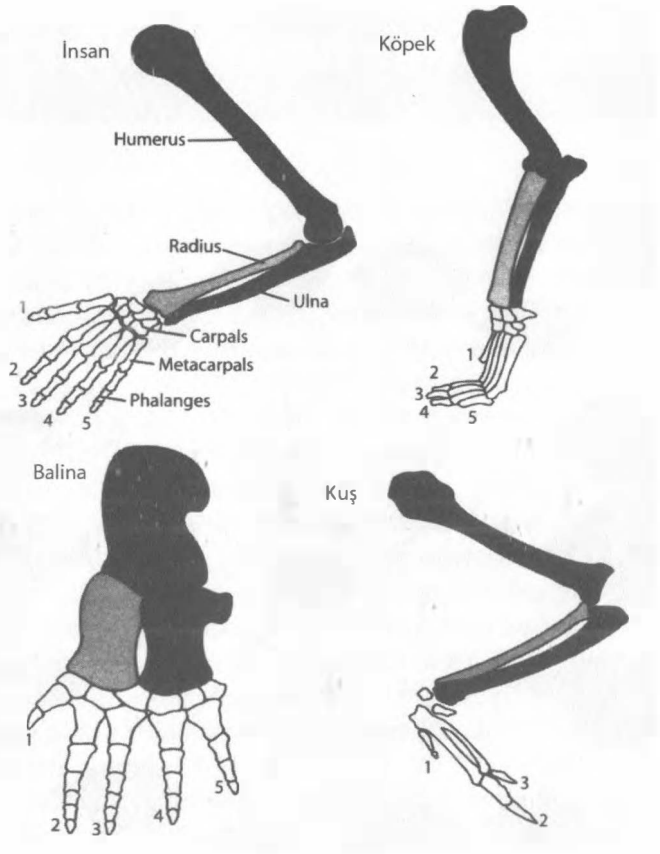
Oksijen metabolizmasını açıklayan globin genlerinin evrim tarihi. Uzun zaman aralıklarında gerçekleşmiş olan birkaç gen duplikasyonu, bu iki genin de biraz farklı işlevler edinmesini mümkün kılmıştır. Noktalar ata genlerinin çoğaldığı ve yeni gen soylarını doğurduğu yerlere işaret etmektedir. Noktaların yanındaki sayılar duplikasyonların gerçekleştiği zamanı (milyon yıl) göstermektedir. İlk duplikasyonlardan biri, bir genin kastaki oksijen metabolizmasına (miyoglobin), diğer genin de oksijen taşınımına (hemoglobin) dahil olmasını sağlamıştır. Hemoglobin genlerinin diğer duplikasyonları ise ek özelleşmeleri mümkün kılmıştır.



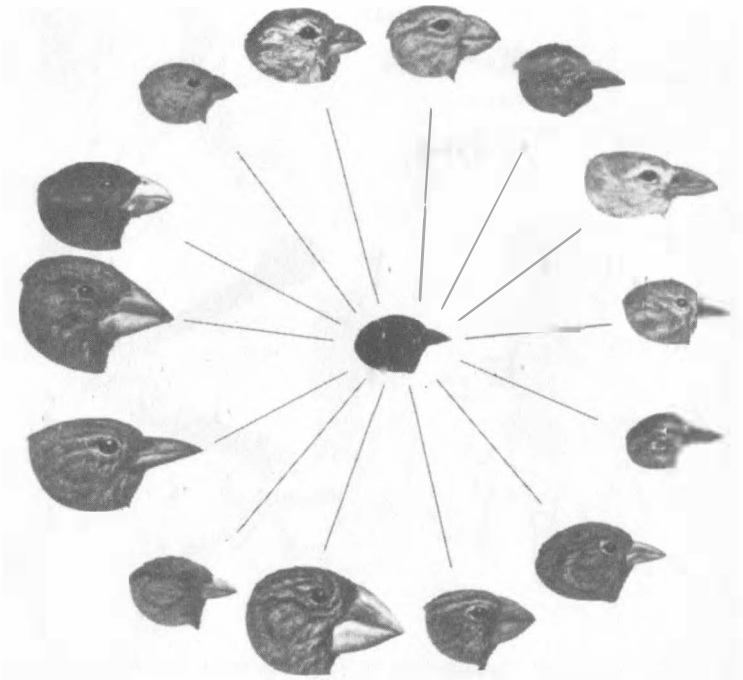
Modern insan ile Lucy'nin karşılaştırmalı iskeletleri. Lucy, modern insanların ata türleri *Australopithecus afarensis*'in bir örneğidir; 3,5 milyon yıl kadar önce yaşamış olan bu tür, iki ayak üzerinde duran, ama bedeni ve beyni küçük bir türdür. Lucy iskeletinin yaklaşık yüzde 40'ı (resimdeki gölgeli kısım) tek bir alanda bulunmuştur.



Türümüz *Homo sapiens*'in
tropik Afrika'dan başlayıp dünya üzerindeki kıtalara
uzanan yerleşim haritası. 50-60 bin yıl önce hem Kuzey ve Güney Asya'ya hem de Okyanusya'ya ulaşmışlar, ama tuhaf bir biçimde, Orta ve Batı Avrupa'ya 35 bin yıl önce gibi çok daha yakın bir zamanda gelmişler. Bunun muhtemel açıklamalarından biri Avrupa'da yaklaşık 200 bin yıl kadar önce Neanderthallerin yaşıyor olması; Neanderthallerin nesli 30 bin yıl kadar önce tükenene kadar, *Homo sapiens* bu bölgeye yerleşememiş olmalı. (L. L. Cavalli-Sforza, P. Menozzi ve A. Piazzo, *The History and Geography of Human Genes*'ten küçük değişiklikler yaparak aldım. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1994, s. 156)



İnsanda, köpeklerde, balinalarda ve kuşlarda farklı işlevler için kullanılan, benzer şekilde düzenlenmiş ve benzer yapıda kemikleri gösteren dört omurgalının önayak iskeleti. Evrimciler aynı işlevler gören yapıların çarpıcı benzerliğini, farklı yaşam tarzlarına uyum sağlarken aşamalı olarak değişim geçiren organizmaların ortak evrimsel kökeniyle açıklıyorlar. Yakın akraba organizmalar (örneğin farklı türde kemirgenler) arasında yapıların benzerliği kayda değerdir, evrimsel tarihleri bakımından birbirine daha uzak olan türler arasındaysa daha azdır. Mesela memeliler ile kuşlar arasındaki morfolojik benzerlikler memeli türleri arasındaki benzerliklerden daha azdır (örneğin bir kedi ile köpek), memeliler ile balıklar arasında ise daha da azdır. Morfolojik benzerlikler evrimin kanıtı olmakla kalmayıp, evrimcilerin organizmaların evrim tarihini yeniden inşa etmesine de yardımcı olur.



Darwin ispinozları. Galapagos Adaları'ndaki ortak bir atadan gelen 14 tür. Farklı türler farklı yiyeceklerle beslenir ve evrim sonucunda, gagaları beslenme alışkanlıklarına uyum sağlamıştır. Ekvator enlemindeki Galapagos Adaları, Güney Amerika'nın batı sahiline yaklaşık bin kilometre uzaklıktadır. Hawaii Adaları gibi volkanik kökenlidir ve oluşumu 4,5 milyon yıl kadar önce başlayarak, farklı zamanlarda gerçekleşmiştir. Bundan yaklaşık 3 milyon yıl önce Güney Amerika kıtasındaki bir ispinoz türü Galapagos Adaları'na yerleşti. İspinozların çeşitli adalardaki mevcut nişlere yerleşmeleriyle yeni ispinoz türleri evrildi. ("Evolution, The Theory of"tan uyarlandı, Britannica Ansiklopedisi'nin izniyle)



4
BÜTÜN BİLİMCİLER EVRİMİ KABUL EDİYOR MU?

BİYOLOGLARIN EZİCİ ÇOĞUNLUĞU evrimi kabul ediyor. Evrim kanıtlarını mesleki olarak bilenler evrimi inkâr edemez. Bilimciler, hayvanların ve bitkilerin evrimsel kökeninin tartışmaya mahal vermeyecek derecede bilimsel bir yargı olduğu konusunda hemfikir. Kanıtlar ikna edici ve kapsamlı; çünkü Darwin'in yaşadığı dönemde var olmayan disiplinler de dahil olmak üzere, bütün biyolojik disiplinler birtakım kanıtlar sunuyor. 19. yüzyılın ikinci yarısında Darwin ve diğer biyologlar, ilk olgunluk dönemine 19. yüzyılda ulaşmış olan çeşitli disiplinlerden (anatomi, embriyoloji, jeoloji ve paleontoloji) kanıtlar edinmişlerdi. Darwin'in yaşadığı dönemden bu yana evrimi destekleyen çok daha güçlü ve kapsamlı kanıtlar eklendi; yalnızca geleneksel kaynaklardan değil, genetik, biyokimya, ekoloji, etoloji, nörobiyoloji ve moleküler biyoloji gibi daha yakın döneme ait disiplinlerden de evrimi destekleyen veriler geliyor.

İkinci Bölüm'de gördüğümüz gibi, evrim araştırmaları üç farklı konuyla alakalıdır. Kanıtlar karşı çıkılamayacak kadar çok ve sağlam olduğundan, biyologlar ilk konuyu (evrimin kanıtları) artık sadece halka açıklama yapmak ya da evrimi kabullenmeyi reddedenlerle tartışmak zorunda kaldıklarında ele alıyor. Bugün kanıtlara ihtiyaç olmamasına karşın, evrimin bir olgu olduğuna dair kanıtlar giderek artıyor.

Günümüzde evrim araştırmaları yoluyla evrimin nasıl gerçekleştiği (sürecin nedenleri ya da mekanizmaları) ve gerçekte nasıl yaşandığı, organizmaların filojenisi, evrimsel tarihleri hakkında daha fazla bilgi edinilmeye çalışılıyor. Bazı çevreler evrimin tarihsel sürecinin araştırılmasına belli organizmalar üzerinden odaklanıyor;

bu organizmaların seçilmesinin sebebi tarım, tıp ya da sanayide pratik yararı olan sorunları çözmek açısından önem taşımalarıdır. Örneğin uzmanlar yetiştirilmiş mısırın Meksika'daki teosinte adlı bir vahşi bitkiden geldiğini ortaya koymuşlardır.

Bir organizma öldüğünde, genellikle bakteriler ya da diğer organizmalar ve hava koşulları nedeniyle yok olur. Az sayıda örnekte bedenin bazı kısımları (özellikle de diş, kemik ve kabuk gibi daha sert kısımlar) çamura gömülü vaziyette ya da başka bir tarzda yırtıcı hayvanlardan, çürümeden ve hava şartlarından korunup, gömülü oldukları kayaların içinde fosil halinde sonsuza dek saklanabilir. (Çamur ve diğer sedimentler zamanla kireçtaşına ve diğer kaya türlerine dönüşebilir.)

Fosil kayıtları tam değildir. Fosil olarak muhafaza edilen az sayıda organizmadan sadece çok küçük bir kısmı paleontologlar tarafından kurtarılıp incelenmiştir. Gelgelelim birçok örnekte, biçimlerin zamanla birbirinin yerini alma süreci son derece ayrıntılı şekilde yeniden kurgulanabiliyor. Örneklerden biri atların evrimidir. Atların evrimini *Hyracotherium*'dan, yani iki ayağında da birkaç parmağı ve biraz daha sert şeyler (yumuşak filizler, ince dallar ve ağaç ve çalı yaprakları) yemeye uygun dişleri olan, en az 50 milyon yıl yaşamış, köpek büyüklüğündeki hayvanlardan *Equus*'a, yani tek parmaklı ve dişleri otlamaya elverişli (ot ve çimen yiyen) çok daha büyük modern atlara kadar takip edebiliyoruz. *Hyracotherium*'dan *Equus*'a uzanan süreçte ara tür olan, tedrici olarak değişen atların evrimi son derece ayrıntılı bir biçimde keşfedilmiş durumda.

Ana organizma grupları arasında yer alan ara türler özellikle ilgi çekicidir. Bunlardan birçoğu biliniyor. İkinci Bölüm'de bahsi geçen *Archaeopteryx* ve *Tiktaalik* bu tür örneklerdir. 60 milyon yıl önce yaşamış olan *Archaeopteryx*, sürüngenler ile kuşlar arasında bir ara türdür. Fosillerde açıkça görüldüğü üzere, tüyleri vardı, ama iskeleti sürüngenlerinkine benziyordu, kafatası ve gagası ise kuşlarınki gibiydi. Zaman içinde *Archaeopteryx*'in birkaç örneği daha

bulundu; ilki Darwin'in *Türlerin Kökeni* kitabının yayımlanmasından iki yıl sonra (1861'de) keşfedildi ve Darwin kitabın sonraki basımlarında buna değindi. Sadece birkaç yıl önce keşfedilen en son *Archaeopteryx* fosiliyse şu anda Wisconsin'deki özel bir müzede meraklılarını bekliyor.

Yapılan araştırmalarda balıklar ile tetrapodlar (amfibiler) arasında sayısız ara tür keşfedilmiştir, ama bunların içinde en kayda değer olanı çok yakın bir zaman önce, 2006'da tespit edilen *Tiktaalik*'tir. Kanada Arktik Bölgesi'nde yer alan Nunavut'taki Ellesmere Adası'ndaki 380 milyon yıllık sedimentler arasında *Tiktaalik*'in birkaç örneği bulunmuştur. İlk tetrapodların bu dönemde evrildiğine inanıldığından, bu sedimentler bilimciler tarafından özellikle araştırılıyordu.

Birçok insan açısından en ilgi çekici ara tür fosili, insanlar ile ataları primatlar arasındaki ara türlerin fosilleridir. Birinci Bölüm'de anlatıldığı gibi, son yüzyılda yüzlerce hominid fosili keşfedildi.

Kaplumbağa, kuş, at, yarasa, insan ve balina iskeletleri, bu hayvanların farklı yaşam tarzlarına ve çevrelerinin çeşitliliğine rağmen, çarpıcı derecede benzerdir. Kemikler arasındaki benzerlik kol ve bacaklarda rahatlıkla görülebiliyor. Tasarımcılık ya da mühendislik açısından değerlendirildiğinde, aynı kemiklerden yapılmış ve aynı yapıya sahip önayaklarla kuş ya da yarasaların uçması, kaplumbağa ve balinaların yüzmesi, köpeklerin koşması ve insanların yazı yazması akıl almaz görünüyor. Bir mühendisin elinden çıksa, bütün bu amaçlar için daha iyi uzuvlar tasarlanabilirdi. Ama bu hayvanların iskelet yapılarını ortak bir atadan aldıklarını ve farklı yaşam tarzlarına uyum sağlayarak değişikliğe uğradıklarını kabul edersek, yapılarının benzerliği anlam kazanıyor.

Evrim kuramına ilk kanıtları sunan alanlardan biri de embriyolojiydi. Embriyoloji, hayvanların döllenmiş yumurtadan doğum ya da yumurtlama anına kadarki gelişimini araştıran bilim dalıdır. Balıklar, kertenkeleler, kuşlar ve insanlar ilk aşamalarda kayda değer derece-

HAWAİİ ADALARI'NIN YERLİSİ OLAN BİTKİ VE HAYVAN GRUBU TÜRLERİNİN SAYISI. Sağ sütun doğal yollarla sadece Hawaii'de ortaya çıkan türlerin yüzdesini göstermektedir. Diğer birçok bitki ve hayvan türüyse, yakın dönemde insanlar tarafından getirilmiştir.

	Yerli türlerin sayısı	*Yöresel yüzdesi*
Eğreltiotları	168	65
Çiçekli bitkiler	1.729	94
Salyangozlar	1.064	>99
Drozofila sinekleri	510	100
Diğer böcekler	3.750	>99
Kara memelileri	0	0

de benzer bir gelişim sergiler, ama embriyolar doğumun yaklaşmasıyla birlikte giderek farklılaşırlar. Benzerlikler, birbirine daha yakın olan hayvanlar (mesela insanlar ile maymunlar) arasında, daha az yakın olan hayvanlara (örneğin insanlar ile köpekbalıkları) kıyasla daha uzun süre devam eder. İnsan embriyolarında solungaç yarığı vardır. Bu yarıklar hiçbir zaman solungaçlarıyla nefes alıp vermeyen omurgalıların embriyolarında yer alır; çünkü bu yapıların ilk kez görüldüğü canlılar olan balıktan evrilmişlerdir. Evrim, gelişimin başlarında oluşan yapıların neden doğumdan önce kaybolduğunu açıklamamızı sağlar.

Darwin bitki ve hayvanların coğrafi dağılımında evrimin kanıtını görmüştü. Örneğin farklı Galapagos Adaları'nda farklı kaplumbağa ve ispinoz türleri olduğunu gözlemlemişti; bunlar ayrıca, Güney Amerika'da olanlardan da farklıydı. Dünyada *Drozofila* meyve sineğinin bilinen 1.500 kadar farklı türü vardır; bunların neredeyse üçte biri, kara sahası California'nın yüzde 5'inden daha küçük olan Hawaii takımadalarından başka hiçbir yerde yaşamamaktadır. Yine Hawaii'den başka hiçbir yerde bulunmayan binden fazla salyangoz türü mevcuttur. Diğer yandan, Hawaii yerlisi tek bir memeli yoktur ve birçok böcek türü de eksiktir. Bu çeşitlilik örüntülerini ancak

evrimle açıklayabiliriz. Hawaii ve Galapagos Adaları son derece yalıtık alanlardır ve çok az yerleşimcileri olmuştur. Adalara yerleşen türler kendilerine birçok boş ekolojik niş (çeşitli türlere ayrışarak işgal ettikleri yaşanabilir yerel çevreler) bulmuşlardır. Hawaii'de de Galapagos Adaları'nda da yerli memeli yoktur; çünkü canlı memelilerin böyle uzak takımadalara ulaşmaları imkânsızdır.

20. yüzyılın ikinci yarısında, yani *Türlerin Kökeni*'nin yayımlanmasından neredeyse yüzyıl sonra ortaya çıkmış bir disiplin olan moleküler biyoloji, organizmaların evrimi hakkındaki en güçlü kanıtları sunuyor. Moleküler biyoloji evrimi iki yoldan kanıtlar: Birincisi, DNA'nın doğasında yaşamın birliğini ve organizmaların enzimler ile diğer protein molekülleri düzeyinde işleyişini göstererek (Üçüncü Bölüm'de açıklandı); ikincisi, önceden bilinmeyen evrimsel ilişkileri yeniden kurgulamayı ve canlı organizmalar arasındaki tüm evrimsel ilişkileri doğrulamayı, bunların ayrıntılarını saptamayı ve zamanını belirlemeyi mümkün hale getirerek.

DNA'ya ve proteinlere "bilgilendirici makromolekül" adı verilmiştir; çünkü bunlar semantik bilginin alfabenin harf dizilerinde cisimleşmesine benzer şekilde, birim dizilimlerinden (nükleotid ya da aminoasit) oluşan uzun doğrusal moleküllerdir. İki makromoleküldeki bileşenlerin dizisini kıyaslayarak kaç farklı birimin olduğunu anlayabiliriz. Evrim genellikle bir seferde tek bir birimi değiştirerek gerçekleştiğinden, aradaki fark, ortak ataların yakın döneme ait olduğunun bir göstergesi sayılır. Dolayısıyla paleontolojiden, biyo-coğrafyadan, karşılaştırmalı anatomiden ve evrim tarihini inceleyen diğer disiplinlerden yapılan çıkarımlar, canlı organizmaların DNA'larının ve proteinlerinin moleküler düzeydeki çalışmalarında yer alan nükleotid ve aminoasit dizilimlerinin incelenmesiyle sınanabilir.

Moleküler evrim araştırmaları ancak organizmaların *canlı* türleriyle yürütülebilir. Uzun zaman önce yaşamış organizmaların DNA ve protein dizilimleri moleküler bi-

yolojinin bugün mevcut olan yöntemleriyle araştırmaya uygun bir tarzda muhafaza edilmemiştir. Bu zamana kadar moleküler yöntemlerle araştırılan en eski fosiller (örneğin Mısır mumyaları, mamutlar ve bazı Neanderthal kalıntıları da dahil) sadece birkaç bin ila altmış bin yıl yaş aralığındadır. Ne var ki moleküler biyoloji hangi eski türlerin bazı canlı türlerinin atası olduğunun (ve hangilerinin olmadığının) belirlenmesi gibi evrim ilişkilerini yeniden kurabilir.

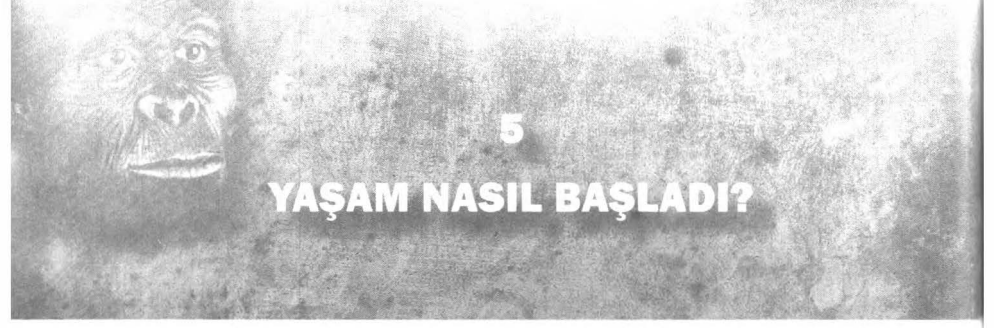
Moleküler evrim çalışmalarının karşılaştırmalı anatomiye ve diğer klasik disiplinlere kıyasla üç belirgin üstünlüğü vardır: *kesinlik, evrensellik* ve *çokluk*. Birincisi, bilgi kolaylıkla sayılabilir, ölçülebilir niteliktedir. Farklı organizmalarda verili bir makromolekülün birim dizilimi bilindiği takdirde, farklı olan birimlerin sayısı kolaylıkla saptanabilir. Bunun için, farklı türlere ait nükleotidleri ya da aminoasitleri yan yana getirmek ve farkları saymak yeterlidir. İkinci üstünlük olan evrensellikteyse çok farklı türde organizmalar arasında karşılaştırmalar yapılabilir. Karşılaştırmalı anatomi ya da paleontoloji, maya, çam ağacı ve insan kadar farklı organizmaların karşılaştırılması konusunda pek bir şey söyleyemez; buna karşılık, üçünde de karşılaştırılabilecek sayısız DNA ve protein dizilimi bulunur. Üçüncü üstünlük ise çokluktur. Her organizmada binlerce gen ve protein mevcuttur ve bunların her biri aynı evrim tarihini yansıtır. Eğer belli bir genin ya da proteinin araştırılması birkaç türün evrimsel ilişkilerini tatmin edici şekilde ortaya çıkarmıyorsa, sorun çözülene kadar başka genler ve proteinler araştırılabilir.

Moleküler biyoloji evrim incelemeleri için başka açılardan da yararlıdır. Farklı tür genlerin son derece farklı evrim hızları, evrim ağacında farklı derecelerde kesinliğe ulaşmak amacıyla farklı genleri araştırmaya dönük fırsatlar sunar. Evrimciler uzak evrimsel olayları yeniden inşa etmek için yavaş evrilen genlerden yararlanır, daha yakın dönemde farklılaşmış organizmaların evrim tarihini yeniden inşa etmek içinse giderek daha hızlı evrilen

genleri inceler.

Bugün Darwin'i çok memnun edecek ve moleküler evrim çalışmalarına aşina olmayanları kesinlikle şaşkına çevirecek bir iddiada bulunmak mümkündür: Canlı organizmaların evrim tarihindeki bilgi boşlukları artık kapatılabilecek durumdadır. Moleküler biyoloji sayesinde evrensel yaşam ağacını, yani bütün canlı organizmaların atası olan ilk yaşam biçimlerinden şu an yeryüzünde yaşayan bütün türlere kadar evrimi yeniden inşa etmek mümkün hale geldi. Yaşam ağacının ana dalları yeniden inşa edildi. Ayrıca evrensel yaşam ağacının giderek daha fazla dalına ait yeni yeni ayrıntılar hakkında her ay savısız bilimsel makale yayımlanıyor. Canlı organizmaların DNA diziliminde kodlanan neredeyse sınırsız evrimsel bilgi, evrimcilerin günümüz organizmalarına kadar ulaşan tüm evrimsel ilişkileri gayet ayrıntılı bir şekilde yeniden inşa etmesini mümkün kılıyor. İhtiyaç duyulan tek şey, sorulan her soruya olabildiğince kesin bir cevap vermek için ihtiyaç duyulan zorunlu kaynaklara (zaman ve laboratuvar masrafları) yatırım yapılmasıdır.

Evrim, çoğalan ve mutasyon geçiren canlı organizmalarda doğal seçilim yoluyla işler. Yaşam nasıl başlamıştır? Diğer gezegenlerde canlı organizmalar var mıdır? Bu meseleleri, hayatın kökeni hakkında bildiklerimize ve bilmediklerimize (ki bunlar da oldukça fazladır) dikkat çekerek bir sonraki bölümde ele alacağız.



5
YAŞAM NASIL BAŞLADI?

HEMEN HEMEN BÜTÜN BİYOLOGLAR, gezegenimizde yaşamın, bugün canlı organizmaları oluşturan aynı kimyasallardan (mesela karbon, nitrojen, oksijen ve hidrojen) doğal süreçlerle kendiliğinden başladığı konusunda hemfikir. Bilimciler yeryüzünde yaşayan bütün organizmaların tek bir özgün yaşam biçiminden türediği görüşünde de birleşiyor. Buradan, yaşamın nasıl başladığını bildiğimiz sonucu çıkar mı? Pek değil. Yaşamın kökeni konusunda bazı sağlam fikirler ve sağlam deneyler olmasına karşın, nasıl başlamış olabileceğine dair henüz genel bir mutabakata varılamadı. Fakat kanıtlar mebzul miktarda olduğundan, yeryüzündeki bütün yaşamın tek bir kökenden çıktığını kesin olarak biliyoruz. Bu soruya daha sonra döneceğiz; şimdi yaşamın nasıl ortaya çıktığını açıklama konusunda yaşadığımız zorlukların nereden kaynaklandığını inceleyelim.

"Yaşam nedir?" sorusuyla başlıyoruz. Yaşamın iki asli özelliği kalıtım ve metabolizmadır. Hücreler bölünerek, kendi kendilerinin kopyasını yaparak çoğalır. Yaşam sürekliliği olması için yavru hücrelerin anne hücreyi oluşturan aynı bileşenleri miras almaları gerekir. Bu bileşenler hücrenin kimyasal mekanizmasına ilişkin talimatlar içerir: Hangi kimyasallar yapılmalıdır ve bunlar nasıl işler? Bu talimatlar kimyasallarda saklıdır. Fakat bilgilendirici kimyasalların sentezinin hücrenin kimyasal mekanizmasında yapılması gerekir. Bu nedenle, süreç "Tavuk mu yumurtadan, yumurta mı tavuktan çıkar?" ikilemine benzer. Talimatlar kimyasal mekanizmanın nasıl işlediğini söyler, ama talimatlar kimyasal mekanizma olmadan sentezlenemez. Kopyası çıkarılacak bir belge düşünün: Kopyasını çı-

karmak için bir fotokopi makinesine ihtiyacınız vardır. Bir adım daha ilerleyip, bilgisayarları düşünelim: Talimatları yerine getirecek donanıma ve talimatları verecek yazılıma ihtiyacınız vardır. Yaşam söz konusu olduğunda, bilgisayarın yapılmasına ilişkin talimatlar da yazılıma dahildir.

Bilgi taşıyan bileşenler DNA ve RNA molekülleridir. DNA ve RNA dört tür kimyasal bileşeninden oluşan bir zincirdir ve bu bileşenler DNA'da A, C, G, T harfleriyle, RNA'da A, C, G, U harfleriyle temsil edilir; yani RNA'da T'nın yerini U alır. Üçüncü Bölüm'de değindiğimiz gibi, kalıtsal bilgi alfabedeki harflere benzer dört harf dizisinde yer alır. Kimyasal reaksiyonları gerçekleştiren mekanizma (buna "metabolizma" denir) enzimlerden oluşur. Enzimler, kimyasal reaksiyonları son derece doğru ve insanların yaptıkları makinelerden çok daha hızlı bir şekilde katalize edebilen proteinlerdir. Proteinler ise aminoasit adı verilen yirmi farklı bileşenin meydana getirdiği uzun zincirlerden oluşur.

Bir hücre binlerce farklı türde enzimi de içeren onbinlerce bileşenden meydana gelir. Bu bileşenler, birçoğu kesin olarak belirlenmiş reaksiyon dizileri olan binlerce kimyasal reaksiyonu son derece başarılı ve hatasız bir şekilde gerçekleştirir. Hücresel süreçlerin canlı temsilleri bunların son derece karmaşık ağlar olduğunu, ABD'deki ulaşım sistemine benzetilebileceğini gösteriyor. Bu sistemde eyaletler arası ve eyalet içi anayollar ve otobanlar, her türlü ek yol, bisiklet yolları, özel araba yolları ve şantiye yolları mevcuttur; ayrıca petrol kuyuları, rafineriler ve benzinlikler ile arabalar, kamyonlar, motosikletler ve diğer araçların yanı sıra, bunların üretildikleri fabrikalar vardır; bunların da yanında nehirler, suyolları, limanlar ve her türlü gemi ya da tekne ve havayolları, havaalanları, uçaklar ve bunların üretildiği fabrikalar gelir. ABD'nin son derece karmaşık ulaşım ağı bile kesinlikle bir hücrede gerçekleşen kimyasal bileşenler ve reaksiyonlar ağından daha karmaşık değildir.

Şimdi şu soruyu ele alalım: ABD'nin ulaşım ağı na-

sıl başlamıştır? Muhtemelen önce basit toprak yollar ya da patikalar, ardından at arabaları ve yük arabaları için uygun yollar (asfalt ya da değil) cevabını veririz. Fakat ilk yolların nerede tasarlandığını, hangi kasaba ya da köyleri birbirine bağladığını ve diğer temel özelliklerini bilmemiz zordur. Kuzey Amerika'daki ilk yollar birkaç bin yıl önce yapıldı. Oysa yeryüzünde yaşam birkaç bin çarpı milyon yıl önce ortaya çıktı; dolayısıyla yaşam yollarının kökenlerini belirlemek çok daha zordur.

Yaşamın nasıl başladığını bilmek için, en basit yaşam biçimlerini oluşturan ilkel bileşenleri tespit etmek zorundayız. Yukarıda belirttiğimiz gibi, daha baştan tavuk-yumurta problemiyle karşı karşıya kalıyoruz. Elimizde anne hücreden yavru hücreye hangi enzimlerin sentezlenmesi ve nasıl sentezlenmesi gerektiği bilgisini aktaran DNA ve RNA gibi bilgi molekülleri olması şart. Fakat DNA ya da RNA moleküllerinin sentezlenmesi de zorunludur ve bunun için de canlı süreçlerin kimyasal mekanizması olan metabolizmaya ihtiyacımız vardır. Bilgisayar metaforuna geri dönersek, yaşamda yazılım bilgisayarın nasıl yapılandırılacağı konusunda bilgiye sahiptir, ama yazılım (kalıtım molekülleri) bilgisayar (metabolizma mekanizması) olmadan okunamaz. Bilgisayar bulunduğunda, sorun kalmaz. Sorun, ilk bilgisayarın nasıl elde edileceğidir.

1953'te Chicago Üniversitesi'nde yüksek lisans yapan Stanley Miller adında bir öğrenci, bir masaüstü cam aygıtta gezegenimizin doğuşundan hemen sonra yaşanmış olabilecek koşulların simülasyonunu gerçekleştirmişti. Miller yıldırım simülasyonu yaratmak için amonyak, metan ve hidrojen gazları gibi bazı inorganik kimyasalları karıştırıp, bunlara su buharı ve elektrik deşarjı eklemişti. Bir hafta sonra, deneyde kullanılan beş litrelik cam tüpün içinde aminoasitler ve üre gibi doğal yollarla sadece organizmalarda bulunan diğer bileşikler ortaya çıkmıştı. Miller böylece organik bileşiklerin enzimlerin yardımı olmadan oluşturulabileceğini kanıtlamıştı. Sonradan ilkel dünyadakine daha benzer koşullarda yapılan deneyler,

basit organik bileşiklerin kendiliğinden oluşturulabileceğini teyit etti. Bugün bu ihtimal sayısız deney sonucunda, ama aynı zamanda gezegenimize düşen meteorlarda, kuyrukluyıldızlarda, hatta yıldızlararası gaz bulutlarında basit organik moleküllerin bulunduğu tespit edildiği için tartışmasız kabul ediliyor.

Soru şu: Bu temel yapıtaşları birleşerek enzim ve DNA gibi daha karmaşık molekülleri ve canlı hücreleri nasıl oluşturdular? Gözde senaryolardan birine göre, yeryüzü okyanusların oluşmasına müsaade edecek kadar soğuduktan sonra, Miller ve diğerlerinin gözlemledikleri süreçlere benzer bir şey, organik moleküllerden bir çorba (bir tür "ilksel çorba") yarattı ve yeterli zaman olduğundan (milyonlarca yıldan bahsediyoruz!), moleküllerin tesadüfi birleşimi neticesinde, bildiğimiz anlamıyla yaşamın evirilmesine yol açacak bir varlık ortaya çıktı.

Fakat tavuk-yumurta problemi ortadan kalkmış değil: Enzimlerin ortaya çıkmasından önceki dönemde yaşam sürekliliğini, yaşam süreçlerini yerine getirecek enzimlerin sentezini belirleyen kalıtsal molekülleri nasıl elde edebiliriz? 1980'lerin başında, Thomas R. Cech'in ve Sydney Altman'ın birbirlerinden bağımsız olarak kimyasal reaksiyonları (kendi sentezleri dahil) katalize edebilecek bazı RNA molekülleri keşfetmeleriyle, önemli bir ilerleme kaydedildi. Nitekim bu keşif sayesinde 1989'da Nobel Ödülü'ne layık görüldüler. Bu keşif yumurta-tavuk probleminin çözümüne önemli bir katkıda bulundu; zira ribozim adı verilen bu RNA molekülleri iki rolü (kalıtım ve metabolizma) yerine getirebilir, oysa günümüz organizmalarında genellikle bu rollerin ilki DNA, ikincisi proteinler tarafından yerine getiriliyor. Bugün birçok bilimci yaşamın, "RNA dünyası" adı verilen RNA egemenliğindeki bir aşamadan geçtiğine ve sonradan biyolojik kalıtımın ağırlıklı olarak DNA moleküllerinde depolandığı mevcut DNA dünyasına geçildiğine inanıyor.

Son dönemde ribozomal RNA moleküllerinin ilkel dünyada nasıl kendiliğinden oluşmuş ve nihayetinde

RNA dünyasını oluşturmuş olabileceği üzerine çalışılıyor. Ribozimler, tıpkı diğer RNA molekülleri gibi A, C, G ve U harflerinin temsil ettiği dört tür nükleotidden oluşur. Yirmi-otuz gibi sınırlı bir sayıda olan bu nükleotidler hiç de basit değildir; bir riboz şeker, fosfat ve nitrojen bazı şeklinde üç moleküler bileşenden oluşurlar. Baz, bir nükleotidden diğerine değişen yegâne bileşendir. Var olan dört farklı türdeki nitrojen bazı A, C, G ve U nükleotidlerine tekabül eder. Bilimciler yakın zaman önce riboz şekerin kendiliğinden C ve U nitrojen bazlarıyla nasıl birleşebileceğini göstermiş ve böylece açıklanmaya muhtaç en zor adım halledilmiştir.

Kendi kendilerini kopyalayarak çoğalabilecek nitelikte, ama yeni RNA moleküllerinin sentezinde bir hataya (mutasyon) tabi olan RNA molekülleri bir kez oluşturulduğunda, doğal seçilim gerçekleşecek ve moleküler açıdan daha fazla karmaşıklığı ve nihayetinde hücreleri, ilkin bakterilerde görülen türde basit hücreleri, ardından hayvanlarda, bitkilerde ve diğer ökaryotik organizmalarda görülen türde daha ileri hücreleri doğuracaktır. Doğal seçilim alternatif kalıtım çeşitlerinin farklılık göstererek çoğalmasıdır. Çoğalabilen ilkel hücreler ortaya çıktığında, bazıları muhtemelen diğerlerinden daha başarılı bir şekilde çoğalacaktır. Daha başarısız çoğalan hücreler azalırken, daha başarılı çoğalan hücrelerin temel özellikleri sıklık bakımından artış gösterecektir. Daha başarılı şekilde çoğalan hücrelerin kalıtımı daha kesin, metabolizması daha verimli hücreler olması akla yatkındır.

Bunlardan yola çıkarak, yaşamın nasıl başladığını bildiğimizi söyleyebilir miyiz? Hayır, söyleyemeyiz. Ama şunu biliyoruz: Yeryüzünün ilk zamanlarında, yaşama henüz rastlanmayan dönemde var olduğunu düşünebileceğimiz koşullarda, kendiliğinden gelişen kimyasal süreçler organik bileşikleri doğurmuş olabilir ki yaşamın temel yapıtaşları olanlar, yani kalıtımı taşıyan nükleik asitler ve metabolizmayı açıklayan enzimler (tüm canlı süreçleri yaratan kimyasal reaksiyonları katalize eden proteinler) de

buna dahildir. Yaşamın kökenini açıklarken doğaüstü bir varlığın müdahalesi olduğunu düşünmemizi gerektiren hiçbir neden yok. Ulaşım ağı benzetmesine geri dönecek olursak, bugün ilk patikaların ve bunlardan daha gelişkin yolların nasıl yapılabileceğini biliyoruz, ama ilk patikaların nerede yapıldığını ya da tam olarak nasıl yapıldığını bilmiyoruz. Aynı şekilde, yaşamın yeryüzünde sadece bir kez ortaya çıktığını veya birden çok kez ortaya çıktıysa, biri hariç tüm yaşam biçimlerinin yok olduğunu da biliyoruz.

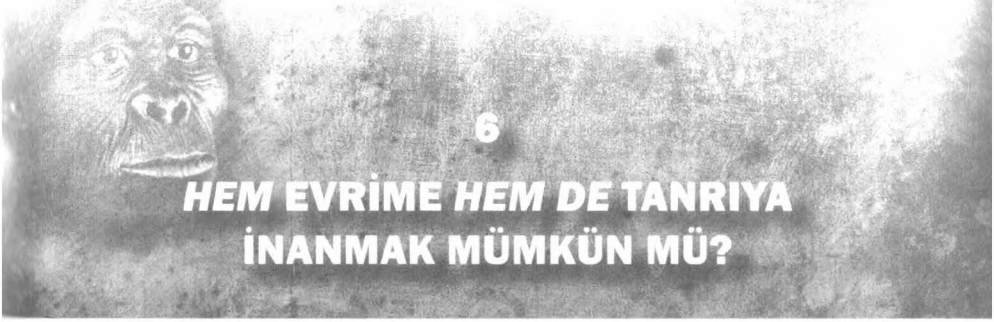
Tüm canlı organizmaların tek bir kökenden geldiğini biliyor olmamızın nedeni, şu an yeryüzünde yaşayan organizmalarda ancak tek bir kökenden çıkmış olabilecek temel yaşam süreçlerinin ortak olmasıdır. Bakterilerden ve diğer mikroskobik organizmalardan hayvan, bitki ve mantarlara kadar tüm organizmaların belli özellikleri ortaktır. Alternatif biçimlenme düzenlerine bürünebilecek, ama tüm canlılarda tektip olan özelliklerin listesi uzayıp gidiyor. Listenin başına DNA'yı koyabiliriz: Bütün organizmalarda aynı olan bu kalıtsal molekül, her zaman aynı dört nükleotidden oluşur; oysa diğer nükleotidler için kimyasal olasılıklar çok fazladır. Her organizmada var olan muazzam çeşitlilikteki binlerce protein değişen uzunluktaki dizilimler halinde yirmi aminoasitin (tüm proteinlerde ve tüm organizmalarda yirmisi de aynıdır) farklı bileşimlerinden sentezlenir. Fakat doğada başka birkaç yüz aminoasit daha vardır. Kalıtsal bilgiyi çekirdekten hücrenin ana gövdesine taşıyan karmaşık mekanizma her yerde aynıdır: DNA'daki nükleotid dizilimi RNA'nın tamamlayıcı bir dizilimine aktarılır (buna "mesajcı RNA" [mRNA] denir) ve bu da tüm yaşam süreçlerine imza atan protein ve enzimleri oluşturucu aminoasit dizilimlerine "çevrilir". Bu çeviriye evrensel düzeyde ortak olan özgül RNA molekülleri ("taşıyıcı RNA") ve RNA-protein kompleksleri ("ribozomlar") dahildir. DNA diziliminden aminoasit dizilimine çeviriyi veren genetik sözlük de her canlıda ortaktır. Yaşamın genelgeçer ortak özellikleri çoğaltılabilir. Yaşamın birliği,

bütün organizmalarda genetik süreklilik ve ortak atalar olduğunu ortaya koymaktadır.

Güneş sisteminde yaşamın olduğu belki de tek gezegen dünyadır. Galaksimizde yaklaşık 100 milyar yıldız vardır ve bunlardan birçoğunun gezegen sistemi bulunmaktadır. Evrenin başka yerlerinde de yaşamın olması pekâlâ mümkündür. Bazı gezegenlerde, belki de evrendeki birçok gezegende yaşam olabilir, yeter ki sıcaklık, kimyasal bileşim ve diğer özellikler yaşamın ortaya çıkmasına uygun olsun; muazzam sayıda galaksi, yıldız ve gezegenin var olduğu dikkate alındığında, bunun mümkün olmadığı söylenemez. Yeryüzünde yaşam olmasının nedeni, gezegenimizde yaşam için uygun koşulların bulunmasıdır. Benzer koşullar ve yeterince uzun zaman mevcut olduğu takdirde, muhtemelen başka gezegenlerde de yaşam olur.

Başka yerlerde de var olabilecek yaşamın özellikleri, yeryüzünde yaşamın benzersiz ortak kökenini gösteren, yukarıda ele aldığımız özelliklerden farklı olacaktır. Temel kimyasal elementler bile farklı olabilir; örneğin yaşamın temel moleküllerini oluşturmak üzere hidrojen, oksijen ve diğer elementlerle karbon yerine silikon birleşebilir. Yirmi-otuz yılda ya da birkaç yüz veya bin yıl içinde, torunlarımız evrenin başka yerlerinde yaşam olduğunu keşfedebilirler. Kuşkusuz o zaman yeryüzünde yaşamın ayırt edici özelliklerinin nasıl geliştiği hakkında da bizden çok daha fazla bilgiye sahip olacaklardır.

Şimdi, tamamen bilimsel olmayan, ama hem dindar birçok insan hem de felsefeciler, sosyologlar ve tarihçiler açısından çok önem taşıyan bir konuya döneceğim: Evrim ile din inancı (veya daha genel olarak, bilim ile din) arasındaki ilişki. Bunlar birbiriyle uyuşur mu, çelişir mi?



6

HEM EVRİME *HEM DE* TANRIYA İNANMAK MÜMKÜN MÜ?

Şahsen ben evrim ile dinî inançların çelişmesinin kaçınılmaz olduğunu düşünmüyorum. Hatta bilim ile din doğru bir biçimde anlaşıldığı takdirde, ikisinin çelişki içinde *olamayacağını* söylüyorum; çünkü ikisi farklı meseleleri ele alır. Bilim ve din dünyaya açılan iki farklı pencere gibidir. İki pencere de aynı dünyaya açılır, ama o dünyanın farklı yönlerini gösterirler. Bilim, gezegenlerin nasıl hareket ettikleri, maddenin ve atmosferin bileşimi, organizmaların kökeni ve uyum sağlamaları gibi, doğal dünyayı açıklayan süreçlere odaklanır. Din ise dünyanın ve insan yaşamının manası ve amacıyla, insanların yaratanla ve birbirleriyle kurmaları gereken doğru ilişkilerle, insanların yaşamlarına ilham ve yön veren yasalarla ilgilenir. Zahiri çelişkiler ancak bilim ya da iman yahut çoğu zaman ikisi birden kendi sınırlarını aşıp diğerinin alanına tecavüz ettiğinde ortaya çıkar.

Bilim bilgi edinme yollarından biridir, ama tek yol değildir. Başka kaynaklardan da bilgi ediniriz. Ortak deneyim, edebiyat, sanat ve tarih de dünya hakkında muteber bilgiler sunar, ama aynı şekilde, dindar kişiler için vahiy ve din de bu görevi görür. Dünyanın ve insan yaşamının anlamı ve ayrıca ahlaki ya da dinî değerlere dair meseleler bilimin sınırlarını aşar. Bu meseleler de önemlidir; hatta çoğumuz için bunlar en az bilimsel bilginin kendisi kadar önemlidir.

Bilim ile din arasındaki doğru ilişki iman sahibi insanlar için karşılıklı olarak motive edici ve ilham verici olabilir. Bizler evrenin uçsuz bucaksızlığına, organizmaların şaşılacak çeşitliliğine ve hayranlık uyandırıcı uyum sağlama yetilerine, insan beyninin ve insan zihninin mu-

cizelerine huşuyla yanıt verdiğimiz oranda, bilim de dinî inançlara ve dinî davranışlara ilham verebilir. Din canlılar dünyasına ve çevreye olduğu kadar yaratılışa, insanlığa da saygı duyulmasını teşvik eder. Bilimciler ve diğer insanlar için din, mucizevi yaratılış dünyasını araştırmak ve karşımıza çıkardığı bulmacaları çözmek için çoğu zaman motive edici bir güç ve ilham kaynağıdır.

Bazı Hıristiyanlar açısından, evrim kuramı Kutsal Kitap'ta anlatılan yaratılış hikâyesiyle çeliştiği için dinî inançlarla bağdaşmaz. Kutsal Kitap'ta Tekvin'in ilk baplarında Tanrı'nın dünyayı, bitkileri, hayvanları ve insanları nasıl yarattığı anlatılır. Tekvin'in lafzi bir tefsirinin, insanların ve diğer organizmaların doğal süreçler yoluyla tedricen evrildikleri düşüncesiyle ters düştüğü söylenebilir.

Daha 19. yüzyılda, Darwin'in *Türlerin Kökeni* kitabı yayımlandıktan hemen sonra, bazı Hıristiyan ilahiyatçılar, Tanrı'nın iradesini dolaylı olarak ortaya koyduğunu savunarak, evrim ile yaratılış arasındaki zahiri çelişkiyi aşmaya çalışmışlardı. Gezegenlerin kökeni ve devinimi, Tanrı'nın yaratan olduğunu ve mukadderatı reddetmeden de, yerçekimi yasasıyla ve diğer doğal süreçlerle açıklanabilirdi. Benzer şekilde, evrim Tanrı'nın canlı varlıkları var edip kendi çizdiği plana göre geliştirmesini sağlayan doğal süreç olarak görülebilirdi. New York eyaletindeki Rochester Teoloji Semineri'nin başkanı olan A. H. Strong 1885'te yayımlanan *Systematic Theology* [Sistemli Teoloji] başlıklı kitabında şöyle yazmıştı: "Biz evrim ilkesini kabul ediyoruz, ama bize göre evrim ilahi zekânın kullandığı yöntemden başka bir şey değildir." Strong'a göre, insanların uygarlık öncesi ataları, Tanrı'nın suretindeki mahlûk olarak anılan insanın taşıdığı ulvi statüyle ters düşüyordu.

20. yüzyıl içinde, evrim Hıristiyan yazarların çoğunluğu tarafından peyderpey kabul edildi. Papa XII. Pius 1950'de yayımladığı *Human Generis* (İnsan Soyu Üzerine) adlı genelgede, biyolojik evrim ile Hıristiyan inancının bağdaştığını iddia etmişti. Papa II. John Paul ise 22 Ekim 1996'da Papalık İlimler Akademisi'ne hitabında şöyle di-

yordu: "Yeni bilimsel bilgiler evrim kuramının artık sadece bir tez olmadığını görmemizi sağlamıştır. Nitekim çeşitli bilgi alanlarındaki bir dizi keşfin ardından bu kuramın giderek daha çok araştırmacı tarafından kabul edilmesi gerçekten de kayda değerdir. Birbirinden bağımsız olarak yürütülen çalışmaların çakışması bu kuramı destekleyen, başlı başına önemli bir argümandır."

Evrimin Hıristiyan inancıyla çelişmediği görüşü başka ana akım Hıristiyan inanışlar tarafından da iddia edilmiştir. 1982'de Birleşik Presbiteryen Kilisesi Genel Meclisi, "Kutsal Kitap âlimleri ve ilahiyat okulları (...) bilimsel evrim kuramının, Kutsal Kitap külliyatında görülen yaşamın kökenlerine dair tefsirlerle çelişmediğine kanaat getirmiştir" diyen bir karara imza atmıştı. Dünya Lüteryen Kiliseler Federasyonu 1965'te "Evrimin varsayımları soluduğumuz hava kadar etrafımızdadır ve dolayısıyla kaçıp kurtulmak mümkün değildir. (...) Bilim de din de bize lazımdır ve (...) birbirlerine karşı saygının kaybolmadığı sağlıklı bir gerilimi korumalıdırlar" şeklinde bir açıklamada bulunmuştur.

Benzer sözler, Yahudi dininin yetkili isimleri ve diğer büyük dinlerin liderleri tarafından da sarf edilmiştir. Amerikalı Hahamlar Merkez Konferansı 95. Yıllık Konvansiyonu 1984'te şu karara imza atmıştır: "Biyolojik evrimin ilkeleri ve kavramları bilimin anlaşılması için temel olduğuna göre (...) tüm eyaletlerdeki fen öğretmenlerine ve yerel okul yöneticilerine modern bilimsel bilgiye dayanan ve sözde 'bilimsel' yaratılışçılığı dışlayan nitelikteki ders kitapları talep etmeleri çağrısında bulunuyoruz."

12 binden fazla ABD'li Hıristiyan din adamının imzaladığı "Ruhban Sınıfı Mektubu Projesi" de benzer bir hususu vurguluyor: "Bu metnin altında imzası olan bizler çok farklı geleneklerden gelen Hıristiyan din adamları olarak Kutsal Kitap'ın ebedî hakikatleri ile modern bilimin keşiflerinin pekâlâ yan yana var olabileceğine inanıyoruz. Evrim kuramının temel bir bilimsel hakikat olduğuna, çok sıkı sınav ve sorgulamalardan başarıyla geçtiğine ve insa-

nın sahip olduğu bilgi ve kazanımlar açısından önemli bir temel teşkil ettiğine inanıyoruz. Bu hakikati reddetmek ya da 'diğer birçok kuramdan sadece biri' diye kestirip atmak bilimsel cehaleti bile bile kabullenmek ve dahası bu cehaleti çocuklarımıza aktarmak anlamına gelir. Biz bilimin bilim, dinin din olarak, yani birbirinden farklı ama tamamlayıcı iki hakikat biçimi olarak kalmasını istiyoruz."

Organizmaların tasarımını Yaratan'a havale etmenin sıkıntılarından biri, canlılar dünyasında kusurların ve eksiklerin kol gezmesidir. İnsan gözünü ele alalım. Görme siniri lifleri birleşerek optik siniri meydana getirir, o da –beyne ulaşmak üzere– retinayı geçer ve geçerken bir kör nokta oluşturur; bu küçük bir kusurdur, ama yine de tasarım kusurudur, oysa mürekkepbalığı ve ahtapotlarda bu kusur yoktur. Tanrı mürekkepbalıklarını insanlardan daha çok seviyordu da, bu yüzden onların gözünü yaratırken bizimkinden daha çok mu ihtimam göstermişti? Keza insan çenesini düşünelim. İnsanlarda çene büyüklüğüne kıyasla çok fazla diş vardır, bu yüzden yirmi yaş dişlerinin çektirilmesi gerekir ki, diş hekimleri diğerlerini düzleştirerek düzgün bir yaşam imkânı sağlayabilsinler. Bu kusurdan ötürü Tanrı'yı mı suçlasak? Bir insan mühendis çok daha iyisini yapardı. Evrim aslında bu kusurların sağlam bir izahını sunar.

Her türlü organizmadaki eksikleri ve işlev bozukluklarını dilediğimiz kadar çoğaltabiliriz. Organizmalar dünyası avlarını öldürüp yiyen yırtıcı hayvanların davranışlarında olduğu gibi "mezalim" olarak nitelendirilebilecek özelliklerle doludur; zaten davranışlar beşerî ya da daha yüksek bir ahlak standardına bağlı bir canlının tasarlanmış ürünleri olsaydı, "mezalim" uygun bir nitelendirme olurdu. Ama bu tabir doğal seçilimin sonuçlarına ya da hayvanlara uygulandığında mecazi bir yorum olarak kalır; zira bu canlılarda ahlak anlayışı yoktur.

Geçmişte din âlimleri canlılar âlemindeki kusurlar, işlev bozuklukları ve mezalim konularıyla ilgili konuşuken zor durumda kalıyorlardı; çünkü bunları Tanrı'nın

tasarımının sonucu olarak açıklamaları zordu. İskoç filozof David Hume (1711-1776) problemi acımasız bir açık sözlülükle çok özlü bir şekilde ifade etmişti: "Tanrı kötülüklerin önüne geçmek istiyor da geçemiyor mu? O zaman aciz demektir. Elinden geliyor da, istemiyor mu? O zaman habis demektir. Hem elinden geliyor hem de istiyor mu? O halde bu kötülükler niye?" Bu noktada imdada evrim yetişir. İlahiyatçı Aubrey Moore'un 1891'de ortaya koyduğu gibi, "Darvincilik ortaya çıkmış ve düşman kılığında bir dostun yapacağını yapmıştır". İlk bakışta dünyada Tanrı'ya duyulan ihtiyacı ortadan kaldırıyor gibi görünen evrim kuramı, neticede dünyadaki kusurları Tanrı'nın tasarımlarının başarısız sonuçları olarak açıklama gereğini inandırıcı bir biçimde ortadan kaldırmıştır.

Eğer organizmaların ve onun parçalarının hususi olarak Tanrı tarafından tasarlandığını iddia edersek, insan çenesinin beceriksizce tasarımını, doğum kanalının darlığını ve dik yürümek için çok da uygun olmayan kötü tasarlanmış belkemiğimizi açıklamak zorunda kalırız. Dindar kişiler Darwin'in gerçekleştirdiği devrimi tanıyıp, doğal seçilimi organizmaların tasarımını ve aynı zamanda canlılar dünyasına hükmeden işlev bozukluklarını, gariplikleri ve mezalimi açıklayan süreç olarak kabullenseler iyi ederler. Evrim bu aksilikleri doğrudan yaratılışa ya da Tanrı'nın özgül tasarımına değil –hiçbir ahlaki içerimi olmayan– doğal süreçlere atfetmeyi mümkün kılar.

Evrim kusurların, işlev bozukluklarının, yamyamlığın, asalaklığın, yırtıcılığın ve canlılar âlemindeki diğer "kötülükler"in teoloji kanalından gelebilecek izahına bir katkı sunabilir. Bazı din karşıtı yazarlar ve eleştiride bulunan başkaları doğal seçilimle evrim sürecinin canlılar âlemindeki işlev bozuklukları ve mezalim konusunda Tanrı'nın taşıdığı sorumluluğu ortadan kaldırmadığını iddia etmişlerdir; çünkü dindar kişiler için Tanrı evrenin yaratıcısıdır ve bu yüzden dolaylı ya da dolaysız, aracılı ya da aracısız bu dünyada meydana gelenlerin sorumlusudur. Buna göre, eğer Tanrı kadiri mutlaksa, mezalim,

parazitler ve hamilelikte düşük gibi şeylerin görülmediği bir dünya yaratabilirdi.

Buna verilebilecek cevaplardan biri, Tanrı'nın hikmetinden sual olunmayacağı ve Tanrı'nın amaçlarını anlamaya fanilerin aklının ermeyeceği ve dahi bunu sorgulamanın hadlerine düşmediğidir. Birçokları soruyu cevaplamak yerine sorudan kaçmayı tercih eden bu cevabı tatmin edici bulmaz. Oysa daha farklı bir cevap vermek de mümkündür. Mesela her türlü günahı ve kabahati işleyen, yalancı şahitlik ve zina yapan, cinayete bile azmeden insanları düşünün. Dindar kişiler her insanı Tanrı'nın yarattığına inanırlar, ama buradan insanın işlediği suçlardan ve kabahatlerden Tanrı'nın sorumlu olduğu sonucunu çıkarmazlar. Günah, özgür iradenin bir sonucudur; madalyonun öbür yüzündeyse erdem vardır. Hıristiyan teologlar, yaratanlarıyla gerçekten kişisel bir ilişkiye girmek isteyen insanların öncelikle belli bir özgürlüğe sahip olmaları gerektiğini savunmuşlardır. Tanrı'nın cennetine adım atmak için erdemli bir yaşam şarttır. Eleştirmenler bu izahın Tanrı'yı mazur göstermeyeceğini söyleyebilirler; çünkü Tanrı insanları yaratırken özgür iradeyi bahşetmeyebilirdi (o zaman bu "insanlar"a ne ad verilirdi, bu "insanlar" neye benzerdi, orası ayrı). Ama özgür iradesi olmayan "insanlar"ın çok farklı türde mahlûklar olacağı, insanların bugün olduğu kadar ilginç ve yaratıcı varlıklar olmayacakları pekâlâ savunulabilir. Robotlar insanların yerini alabilecek nitelikte değillerdir; robotlar erdemli davranışlarda bulunmazlar.

Modern fizik bilimi ortaya çıkmadan önce, bazı dinî yaklaşımlar, yağmurun, kuraklığın, depremlerin ve yanardağ patlamalarının nedenini Tanrı'nın insanları mükâfatlandırmak ya da cezalandırmak istemesiyle açıklıyordu. Bu görüşe göre, Tanrı birkaç yıl önce 200 bin Endonezyalıyı öldüren tsunaminin müsebbibidir. Bu görüş iyilik sahibi bir Tanrı anlayışıyla bağdaşmaz. Gelgelelim biz bugün tsunamilerin ve diğer doğal felaketlerin doğal süreçlerin sonucu olduğunu biliyoruz. Doğal süreçler ahlaki değer-

lerle yan yana getirilemez. Eleştirmenler "Tanrı felaketlerin olmadığı farklı bir dünya yaratabilirdi" itirazında bulunabilirler. Evet, bazı inanç sistemlerine göre, Tanrı farklı bir dünya yaratabilirdi. Ama bu evren galaksilerin oluştuğu, yıldızların ve gezegen sistemlerinin ortaya çıktığı ve kıtaların kaydığı yaratıcı bir evren olmazdı. Sahip olduğumuz dünya durağan bir dünyadan daha heyecanlı ve yaratıcıdır.

Şimdi kötü tasarlanmış insan çenesine, milyonlarca çocuğu öldüren parazitlere ve kötü tasarlandığı için milyonlarca düşüğe yol açan insan üreme sistemine geri dönelim. Eğer bu korkunç hadiseler doğrudan Tanrı'nın tasarımı sonucu gerçekleşiyorsa, sonuçlarından da Tanrı sorumlu olacaktır. Kontak anahtarını açtığınızda infilak eden arabaların sorumlusu mühendislerdir. Ama eğer korkunç hadiseler evrimin ya da diğer doğal süreçlerin ürünü olarak gerçekleşiyorsa, bunun ahlaki bir veçhesi yoktur; çünkü doğal süreçler ile ahlak değerlerinin alakası yoktur. Bu noktada bir kez daha, nihai sorumlunun Tanrı olduğu itirazında bulunanlar olabilir; zira Tanrı mezalimin, parazitlerin ya da işlev bozukluklarının olmadığı bir dünya yaratabilirdi. Ama evrimin olduğu bir canlılar dünyası çok daha heyecan vericidir; yeni türlerin ortaya çıktığı, karmaşık ekosistemlerin geliştiği ve insanların evrim geçirdiği yaratıcı bir dünyadır bu. Bu izah inanç sahibi birçok insanı tatmin etmeyecek, din inancı olmayan birçoklarına da ikna edici gelmeyecektir. Ama ben birçok dindar için bir açıklamanın başlangıcı olabileceğine inanıyorum.

Bazı Hıristiyanların evrime, özellikle de insanın evrimine karşı çıkmalarının sebebi, Kutsal Kitap'ın lafzi bir yorumuna bağlı kalmalarıdır. 1963'te kurulan Yaratılış Araştırma Cemiyeti İnanç Bildirisi'ne göre, "Kutsal Kitap Tanrı'nın Yazılı Kelamıdır ve tümüyle ilham edilmiş olduğundan, bütün iddiaları değiştirilmemiş halde tarihsel ve bilimsel açıdan doğrudur. Tabiat incelemeleri yapanlar için bunun anlamı şudur: Tekvin'deki kökenler izahı basit

tarihsel hakikatlerin olgusal sunumudur."

Gelgelelim birçok Kutsal Kitap âlimi ve ilahiyatçı uzun zamandır Kutsal Kitap'ın lafzi tefsirini savunulamaz olduğu gerekçesiyle reddediyor; çünkü Kutsal Kitap'ta birbiriyle çelişen ifadeler mevcuttur. Tekvin kitabının başında iki farklı yaratılış hikâyesi vardır. Birinci Bap'ın tümünde ve İkinci Bap'ın ilk ayetlerinde yer alan bilindik altı gün anlatısına göre, Tanrı altıncı günde, yani ışığı, yeryüzünü, gökkubbeyi, balıkları, kuşları ve büyükbaş hayvanları yarattıktan sonra, insanları ("hem erkek hem dişi") kendi suretinde yaratmıştır. İkinci Bap, dördüncü ayetteyse farklı bir hikâye başlar ve Tanrı'nın önce bir erkek insan yarattığı, ardından bir bahçe diktiği ve hayvanları yarattığı, ancak ondan sonra erkeğin kaburgasından bir parça alarak kadını yarattığı yazar.

İki anlatıdan hangisi doğrudur, hangisi yanlıştır? Kanımca biri diğeriyle çelişmez, tabii eğer iki hikâyenin aynı mesajı verdiğini, yani dünyanın Tanrı tarafından yaratıldığını ve insanların da onun mahlûkatı olduğunu kavrarsak. Ama kanımca iki anlatı da Yaratılış Araştırma Cemiyeti İman Bildirisi'nde varsayıldığı şekliyle "tarihsel ve bilimsel açıdan doğru" kabul edilemez.

Kutsal Kitap'ın farklı bölümlerinde sayısız tutarsızlık ve çelişki vardır (mesela seçilmiş İsrail halkının Mısır'dan vaat edilmiş topraklara geri dönüşü meselesi). Dahası güneşin yeryüzünün çevresinde döndüğü gibi olgusal açıdan hatalı ifadeler vardır. Kutsal Kitap âlimleri Kutsal Kitap'ın selamete erme açısından hiçbir anlam taşımayan meselelerde değil, dinî hakikatler konusunda yanılmaz olduğuna dikkat çekiyorlar. Mesela gelmiş geçmiş en büyük Hıristiyan ilahiyatçılarından Augustinus (354-430) *De Genesi ad litteram*'da ("Tekvin'in Lafzi Şerhi") şöyle yazmıştı: "Kutsal Kitap'a göre gökyüzünün biçimi ve şekli hakkındaki inancımızın ne olması gerektiği sorusu da bana sık sık soruluyor. (...) Bu tür konuların sonsuz güzellik arayanlar için hiçbir kıymeti harbiyesi yoktur. Daha da kötüsü, selamet için manevi açıdan yararlı olan işlere ay-

rılması gereken çok kıymetli zamandan çalmaktadır." Bu husus diğer ilk kilise büyükleri tarafından da vurgulanmıştı. Augustinus şöyle devam ediyordu: "Gökyüzünün şekline gelirsek, kutsal yazarlar insanlara selametleri için yarar sağlamayacak olgular öğretmek istememişlerdi." Yani Tekvin kitabı bir temel astronomi kitabı değildir. Ayrıca Augustinus Tekvin'deki yaratılış anlatısında Tanrı'nın ışığı ilk gün yarattığını, ama güneşi dördüncü güne kadar yaratmadığını belirtir ve buradan hareketle, Tekvin'de bahsi geçen "ışık" ve "günler"in düz anlamda hiçbir manası olmadığı sonucuna varır. Kutsal Kitap dini konu alır ve bilimsel sorunları çözmek Kutsal Kitap'ı çalışan din âlimlerinin amacı değildir.

Bazılarını yukarıda zikrettiğim dinî otoriteler günümüzde de benzer ifadeler kullanıyor. 1981'de II. John Paul, Kutsal Kitap'ın "bize evrenin kökenlerinden ve yapısından bahsetmesinin nedeni bilimsel bir tetkik sunmak değil, insan ile Tanrı ve evren arasındaki doğru ilişkileri ortaya koymaktır" iddiasında bulunmuştu. "Kutsal Kitap sadece dünyanın Tanrı tarafından yaratıldığını ifade etmek ister. (...) Evrenin kökeni ve bileşimi hakkındaki başka her tür öğreti Kutsal Kitap'ın niyetlerine yabancıdır; zira o bize bu dünyanın nasıl yaratıldığını değil, öbür dünyaya nasıl gidileceğini öğretmeyi amaçlar."

Sonuç olarak, cevabım şudur:

"Evet, hem evrime hem de Tanrı'ya inanmak mümkündür." Evrim doğrulanmış bir bilimsel kuramdır. Hıristiyanlar ve diğer iman sahibi insanlar evrimi inançlarına tehdit olarak görmek zorunda değiller. Birçok ilahiyatçı ve dindar kişinin içinde bulunduğu kalabalık bir grup, evrimi Tanrı'nın canlılar dünyasının harikulade çeşitliliğini yaratmasını sağlayan süreç olarak görüyor. İlahiyatçı Aubrey Moore'un sözünü alıntılayarak bitireyim: Evrim dinin düşmanı değil, dostudur.

Kaynaklar Hakkında Not

Beşinci Bölüm'de ABD taşımacılık sistemi ile hücrenin metabolik yolları arasındaki benzerlik James Trefil, Harold J. Morowitz ve Eric Smith'in "The Origin of Life" yazısından alınmıştır, *American Scientist*, 97 (2009): 206-13. Katalizör olarak RNA molekülleri (ribozimler) hakkında en son kanıtlar için, bkz. Saba Valadkhan, Afshin Mohammadi, Yasaman Jaladat ve Sarah Geisler, "Protein-Free Small Nuclear RNAs Catalyze a Two-Step Splicing Reaction", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106 (2009): 11901-11906 ve Samuel E. Butcher, "The Splicesome as Ribozyme Hypothesis Takes a Second Step", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106 (2009): 12211-12212. Bilgi kodlayan nükleik asitlerin kendiliğinden ortaya çıkmış olabileceğini gösteren deneyler için, bkz. Jack W. Szostak, "Systems Chemistry On Early Earth", *Nature*, 459 (2009): 171-2; Matthew W. Powner, Beatrice Gerland ve John D. Sutherland, "Synthesis of Activated Pyrimidine Ribonucleotides in Prebiotically Plausible Conditions", *Nature*, 459 (2009): 239-242. Birinci, Dördüncü ve Altıncı Bölümlerdeki konular hakkında daha fazla bilgi için, bkz. Francisco J. Ayala, *Darwin's Gift to Science and Religion*, Joseph Henry Press, 2007. İnsanın kökenleri hakkında kapsamlı ve derinlemesine bir değerlendirme için, bkz. Camilo J. Cela-Conde ve Francisco J. Ayala, *Human Evolution: Trails from the Past*, Oxford University Press, 2007.

DİZİN

Altman, Sydney 55
Archaeopteryx 28, 37, 46, 47
Ardipithecus 17
Augustinus 66, 67
Australopithecus 17, 41

Cech, Thomas R. 55
Celera Genomics 19

Darwin, Charles 11, 12, 15, 16, 26, 28, 44, 45, 47, 48, 51, 60, 63, 69
Dobjanski, Theodosius 27
doğal seçilim 11, 12, 21, 26, 33, 34, 51, 56, 62, 63
Drozofila 48
Dubois, Eugene 16, 18
duplikasyon 34

eksik halka 16
Equus 46

FOXP2 geni 20, 34

Galapagos Adaları 44, 48
Galileo 11
güneş-merkezlilik kuramı 24, 29

hemofili 32
Homo erectus 16, 17, 18
Homo floresiensis 18
Homo habilis 17
Homo neanderthalensis 18
Homo sapiens 16, 18, 28, 42
Human Generis 60
Hume, David 63
Hyracotherium 46
Ichthyostega 38

İnsan Genomu Projesi 19
İnsanın Türeyişi 15

John Paul II, Papa 60, 67

Kenyanthropus 17
Kopernik 11, 24

Lucy 41

Mendel, Gregor 22
mesajcı RNA (mRNA) 35, 57
Miller, Stanley 54, 55
moniker kuram 23
Moore, Aubrey 63, 67
mutasyon 31, 32, 33, 34

nanoteknoloji 36
Newton, Isaac 11

orak hücre anemisi 39
Orrorin 16

Paranthropus 17
Pius XII, Papa 60

qualia 22

replikasyon 31
ribozim 55, 56

Sahelanthropus 16
Strong, A. H. 60

tetrapodlar 28, 47
Tiktaalik 28, 46, 47
Türlerin Kökeni 15, 47, 49, 60

Öne sürülen çok sayıda karşıt görüşe rağmen, "evrim"in en temel bilimsel kuramlardan biri olduğu yadsınamaz. Organizmaların evrimine dair ikna edici kanıtlar sunan Darwin, organizmaların "tasarım"ını açıklayan süreci de keşfetmişti: doğal seçilim.

Evrim kuramı, neden bu kadar farklı türde organizma olduğunu bilimsel olarak açıklar ve bu organizmalar arasındaki benzerlik ve farklılıkları ortaya koyar. Evrim kuramı, insanların yeryüzünde nasıl ortaya çıktığını ve diğer canlılarla olan biyolojik bağlarını gösterir. Sürekli evrilen bakterileri, virüsleri ve diğer patojenleri anlamamızı ve bunların sebep olduğu hastalıklara karşı etkin koruma yollarının geliştirilmesini sağlar. Tarım, tıp ve biyo-teknolojideki ilerlemeler, evrim bilgisiyle mümkün olabilmiştir.

Bütün kanıtlara karşın, pek çok insan evrim kuramının tartışmalı olduğunu düşünüyor. Önemli bir genetikçi ve evrimci olan Francisco J. Ayala, insanlar da dahil bütün organizmaların kendilerinden çok farklı atalardan evrildiği olgusunu altı temel soruya verdiği yanıtla ortaya koyuyor: Ben Maymun muyum? Evrim neden bir kuramdır? DNA nedir? Bütün bilimciler evrimi kabul ediyor mu? Yaşam nasıl başladı? Hem evrime hem de tanrıya inanmak mümkün müdür?

FRANCISCO J. AYALA, University of California'da biyoloji, ekoloji, evrim-biyolojisi konularında ders veren, ödüllü bir bilimcidir. Otuzdan fazla bilimsel yapıta ve yüzlerce makaleye imza atmış, Ulusal Bilim Ödülü ve Templeton Ödülü gibi pek çok bilimsel ödül kazanmıştır.



ISBN 978-605-4787-32-6

BOĞAZİÇİ ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ