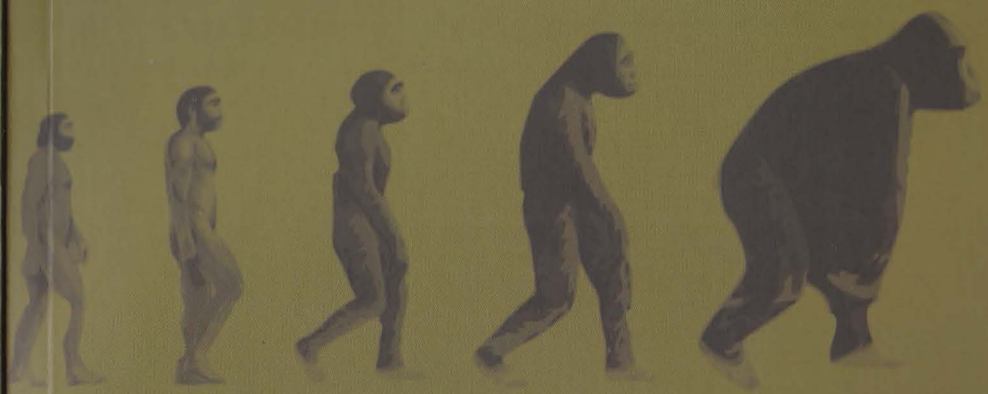
John Gribbin - Jeremy Cherfas

İLK ŞEMPANZE

İnsanın Kökeninin Peşinde



ALFA | BİLİM

John Gribbin
Jeremy Cherfas

İLK ŞEMPANZE



ALFA
BİLİM

DR. JOHN GRIBBIN

Tam zamanlı bir bilim yazarı olmadan önce Cambridge Üniversitesi'nde astrofizik bölümünde eğitim görmüştür. *Nature* ve *New Scientist* için çalışmalar yapan Gribbin ayrıca *The Times, The Guardian* ve *The Independent*'a bilim dalında yazdığı makalelerle katkıda bulunmuştur. Ayrıca BBC Radyo 4 için de pek çok bilim dizisi hazırlamıştır. John Gribbin yazıları nedeniyle İngiltere ve Amerika'da pek çok ödül almıştır. Şu anda Sussex Üniversitesi'nde Astronomi bölümünde misafir araştırmacı olarak görev yapmaktadır. Yayımlanan pek çok kitabı arasından şunlar sıralanabilir: *In Search of Schrödinger's Cat* [Schrödinger'in Kedisinin Peşinde, çev. Nedim Çatlı, Metis Yayınları, 2010], *Stephen Hawking: A Life in Science* (Michael White'la birlikte) [Stephen Hawking: Bilim Dünyasında Bir Hayat, çev. Yelda Türedi, İnkılâp Kitapevi, 2005] ve *In Search of SUSY* (Susy'nin Peşinde: Süpersimetri ve Her Şeyin Teorisi). John Gribbin ayrıca *Innervisions* da (İçgörü) dahil olmak üzere pek çok bilimkurgu eserinin de yazarıdır. Doğu Sussex'te yaşayan Gribbin evli ve iki çocuk babasıdır.

JEREMY CHERFAS

Hayvan davranışları üzerine doktora sahibi bir yazar ve biyologdur. *New Scientist*'ın biyoloji editörü ve yine Penguin Booksa tarafından yayımlanan *The Hunting of the Whale*'da (*Balinayı Avlamak*) dahil olmak üzere pek çok kitabın yazarıdır. Cherfas, Somerset'te yaşamaktadır.

ÖZGE KELEKÇİ

Boğaziçi Üniversitesi Felsefe Bölümü'nde yüksek lisans yapmakta, toplumsal cinsiyet odaklı çalışmalar yürütmektedir. Kelekçi ayrıca *George Habaş: Düşle Gerçek Arasında* ve *Sosyalist Feminist Proje* (2 cilt) kitaplarının da çevirmenidir.

İlk Şempanze, İnsanın Kökeninin Peşinde
© 2012, ALFA Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

The First Chimpanzee, In Search of Human Origins
© John Gribbin and Jeremy Cherfas, 2001

Kitabın Türkçe yayın hakları Akcalı Ajans aracılığıyla Alfa Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne aittir. Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılacak kısa alıntılar dışında hiçbir yöntemle çoğaltılamaz.

Yayıncı ve Genel Yayın Yönetmeni M. Faruk Bayrak
Genel Müdür Vedat Bayrak
Yayın Yönetmeni Mustafa Küpüşoğlu
Dizi Editörü Kerem Cankoçak
Sanat Yönetmeni Ferah Perker
Kapak Tasarımı Begüm Çiçekçi
Grafik Uygulama Kâmuran Ok

ISBN 978-605-106-420-8
1. Basım: Eylül 2012

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

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

John Gribbin - Jeremy Cherfas

İLK ŞEMPANZE

İnsanın Kökeninin Peşinde

Çeviren
Özge Kelekçi

ALFA | BİLİM

İnsanın daha önceden var olmuş bir formdan türeyen farklılaşmış bir tür olup olmadığına karar vermek isteyen biri büyük olasılıkla, belli belirsiz bile olsa, öncelikle insanın bedensel yapısı ve zihinsel işlevleri bakımından çeşitlilik gösterip göstermediğine bakacak ve eğer gösteriyorsa, çeşitliliklerin daha alt seviyede yer alan hayvanlar için geçerli olan kanunlar uyarınca döllerine aktarılıp aktarılmadığını kontrol edecektir. Yine, cehaletimizin bize verdiği yargılama gücüyle, çeşitliliklerin aynı genel nedenlerin sonuçları olup olmadıklarına ve diğer organizmaların tabi olduğu aynı genel kanunlar tarafından yönetilip yönetilmediklerine bakacaktır... İnsan durdurulmuş gelişimden, parçaların yeniden eşlenmesinden kaynaklanan benzer yanlış adaptasyonlara tabi midir ve insan anomalilerinden herhangi birinde yapının daha eski ve antik bir türüne geri dönüş gösterir mi?

CHARLES DARWIN

Moleküllerimin ataları olduğunu biliyorum, paleontologlar ise sadece fosillerinin soyunun devam etmiş olmasını umut edebilirler.

VINCENT SARICH

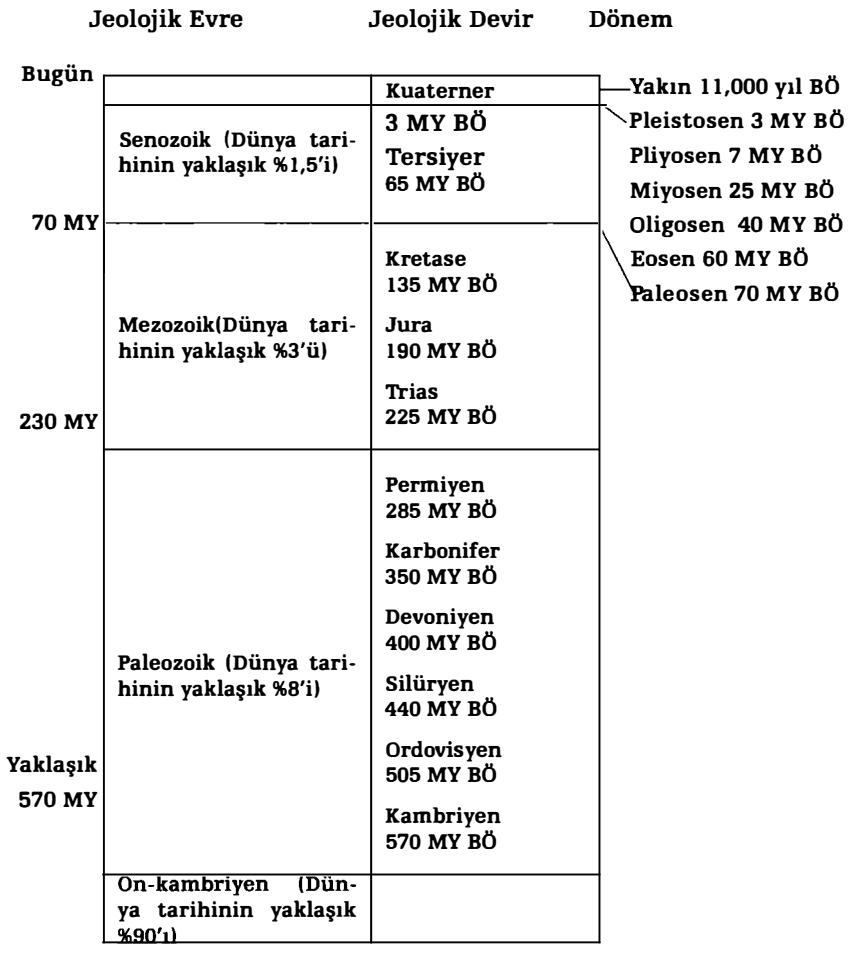
İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR		9
GİRİŞ		14
1	YÜZDE BİR İNSAN	15
2	EVRİMSEL SAAT DÜZENEĞİ	39
3	GELENEKSEL ZAMAN ÖLÇÜTÜ: DEDEMİZİN SAATİ	75
4	MODERN ZAMANLAR: MOLEKÜLER SAAT	103
5	OYUNUN KURALLARI	139
6	MAYMUNDAN İNSANA	173
7	KUYRUKSUZ MAYMUNUN PARLAK FİKRİ	189
8	BUZ İNSANLAR	235
9	HAYVANLARLA KONUŞ: KARDEŞ ESAU	265
10	ARAŞTIRMANIN SONU	297
DİZİN		317

TEŞEKKÜR

Ben ve John'a sözcükler ve resimler, Andrea Moore'a ise resim araştırmaları için teşekkürler.

Ayrıca, metinde alıntılanan materyallerin kullanımı için izin verenlere teşekkürler. Yayımlanmış ya da yayımlanmamış tüm kaynak ve söyleşiler Notlar bölümünde belirtilmiştir.



Jeolojik Zaman Tablosu
MY: milyon yıl
BÖ: bugünden önce

GİRİŞ

İnsanın genetik materyali olan DNA'mız, şempanzelerin genetik materyali olan DNA'larından yalnızca yüzde 1'den biraz daha farklıdır. 1990'lı yıllarda bu, Albert Einstein'ın $E=mc^2$ formülü gibi bilimsel bir klişe haline gelmiştir; pek çok insan bu klişeyi biliyor, ancak pek azı gerçekten ne anlama geldiğini anlıyordu. Bu durum genellikle "insanlar yüzde 99 maymun ve sadece yüzde 1 insandır" satırlarıyla ifade ediliyordu. Ancak gerçek şudur ki, bizler yüzde yüz oranında maymunuz, diğer bir deyişle kendi adımıza bir tür değiliz. Daha ziyade kıllı kuyruksuz maymunlar, şempanzeler ve gorillerle kardeş bir türüz. Aslında insanlar kuyruksuz maymunlara (DNA'ları bağlamında) atın zebraya, domuz balığının yunusa ya da koyunun keçiye olduğundan daha yakındırlar.

Simon Easteal ve meslektaşlarının 1997 yılında Avustralya Ulusal Üniversitesi'nde en son moleküler biyoloji tekniklerini kullanarak elde ettikleri DNA bulgularının yorumları, insan ile kıllı kuyruksuz maymunlar arasındaki genetik akrabalığın 3,6 ila 4 milyon yıl önce ortak bir atayı paylaştığımız yönünde olduğunu göstermiştir. Bu keşfin öne sürdüğü anlamlar büyük ilgi gördü. Bu sansasyonel bir haberdi, çünkü öne sürülen tarih atalarımızın dik yürümesini öğrenmelerinden sonrasına

denk geliyordu. Bu demek oluyordu ki, şempanze ve goriller de dik yürüyebilen kuyruksuz maymun benzeri bir yaratıktan (yaygın kullanımıyla "insan-maymun") türemiş, sonrasındaysa ormandaki yaşamlarına geri dönerek dik yürüme özelliklerini yitirmişlerdi.

Charles Darwin, insanın kuyruksuz maymundan türediğini söyleyerek Viktoryen toplumu şok etmişti. Bu açıklama bizim kıllı kuyruksuz maymunlar, şempanze ve de gorillerle paylaştığımız ortak atamızın "insan benzeri" olmaktan çok "kuyruksuz maymun benzeri" olduğunu söylemenin kestirme yoluydu. Ne var ki 20. yüzyılın sonunda Darwin'in hatalı olduğunu keşfettik. Asıl, kuyruksuz maymunlar insandan türemişti; bu hem bizim hem de kıllı kuyruksuz maymunların belirgin biçimde insani özellikler taşıyan ortak bir atadan, daha açık bir ifadeyle goril ve şempanzelerin sonradan yitirmiş oldukları bir özellik olan dik yürüyebilme özelliğine sahip ortak bir atadan türediğimizin kestirme ifadesiydi.

1990'ların sonunda hikâye manşetlere taşınmış olsa da, gerçekten yeni olan tek şey, Easteal ve meslektaşlarının insanlar ve en yakın akrabaları arasındaki genetik farklılıklar üzerindeki ölçüm tekniklerini daha öncekilere nazaran çok daha doğru kullanmış olmalarıydı. Easteal'ın da kabul ettiği gibi "kuyruksuz maymunların insandan türedikleri" önerisi ilk olarak bizim tarafımızdan ortaya atılmıştı. Bu hipotezi önce 1981 yılında yayımlanan bir dizi makalede, daha sonra da 1982 yılında basılan kitabımız *The Monkey Puzzle*'da *(Maymun Yapbozu)* dile getirmiştik. O zaman, 4 milyon yıl önce soyu tükenen iki "insan benzeri" primatın Australopithesinlerin, modern şempanze ve gorilin atası olduklarını dile getirmiştik. Bu primatlar dik yürümeyi bırakmış ve ormana geri dönmüşlerdi, ancak bizim atalarımız (Homo soyu) yürüme konusunda daha da yetkinleşmiş ve daha açıklık alanlarda yaşamışlardı. Yirmi yıl önce dayanak olarak aldığımız bulgular, Easteal ve çalışma arkadaşlarının bulgularından çok daha zayıf olsa da, yine de güçlü bir sav yaratmaya yetecek kadar ikna ediciydi ki bu son deneylerle test edilmiş ve doğruluğu kanıtlanmıştır.

Peki, bu ne demek olur? Kıllı kuyruksuz maymunlar, insan benzeri bir atadan nasıl türemiş olabilir? Genetik materyaldeki bu denli ufak bir farklılık, insanlar ile şempanzelerin fiziksel görünüşlerinde bu kadar büyük çaplı bir fiziksel farklılığa ve de şempanzeleri hayvanat bahçelerine kapatan bizler ile şempanze türü arasında bu denli büyük bir zekâ farkının oluşmasına nasıl neden olmuş olabilir ya da her şey neden tam tersi bir biçimde gelişmemiştir? DNA'lardaki farklılıkların ölçülmesi iki tür arasındaki ayrışmanın zamanını verecek bir "saat" olarak nasıl kullanılabilir? Bu soruların hiçbiri Easteal ve meslektaşlarının araştırma manşetlerinin altında yanıtlanmamıştır. Ancak tüm bu sorular bizim kitabımızda işaret edilmiştir. *The Monkey Puzzle*'da ortaya konulan malzemeyi son gelişmeler ışığında açık ve seçik olarak yeniden gözden geçirmenin ve bunu okuyuculara sunmanın zamanı gelmişti. Sonuç, elinizde tuttuğunuz kitaptır; bilimin en zorlu dedektiflik hikâyesinin son baskısı, nereden geldiğimizin hikâyesi.

John Gribbin-Jeremy Cherfas
Ağustos 2000

1

YÜZDE BİR İNSAN

İnsan, şempanze ve goril birbirlerine o kadar benzer ki onların farklı olduklarını söylemek pratik anlamda imkânsızdır. Saçma diyeceksiniz. Goriller ormanın kıllı devleridir, yarım ton çekerler, şempanzeler ise daha küçük olsalar bile bir o kadar kıllıdır. İnsana gelince dik yürür, büyük bir beyni vardır ve çıplaktır. Üçünü birbirinden ayırt etmek hiç de zor değildir. Ancak sadece DNA'larına –kalıtımın uzun molekülüne– bakacak olursanız, insanı şempanze ve gorilden ayırt etmek çok zor bir iş haline gelecektir. Üç türün de DNA'sı neredeyse yüzde 99 oranında aynıdır ve bu zeminden hareketle, göründükleri kadar farklı değildirler. Bizimle bir şempanze ya da bir goril arasındaki fark yüzde 1'den birazcık daha fazladır. Ancak bu yüzde 1'lik fark tüm insan uygarlığının, sanatın, edebiyatın ve bilimin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu kadar küçük bir değişikliğin böylesi büyük sonuçları nasıl olabilmiştir? İnsanın kökenine dair bilmecenin bir parçası da budur; bizi biz yapan sihirli bileşenler. Ortak akıl bize kentleri ve toplumuyla insanın Afrika kuyruksuz maymunlarıyla bu kadar yakın akraba olamayacağını söyler. Yoksa olabilir mi?

1980'lere kadar paleontologlar, insanın en azından 20 milyon yıl öncesinden bu yana kuyruksuz maymunlardan ayrı olarak evrimleştiğini tartışıyorlardı. Bu tarih pek çok paleontoloğun hemfikir olduğu bir tarihti. Bu tarihten kısa bir süre öncesini ya da sonrasını işaret edenler olmuş olsa da, genel anlamda insan ile kuyruksuz maymunun uzunca bir dönemdir biyolojik açıdan ayrıştıkları konusunda uzlaşılıyordu. Ayrı türler, hem ayrı bir evrim hem de DNA'nın ayrı farklılıklar biriktirme şansı demekti. Bir an için insanı unutacak olursak, araştırılan her tür, iki tür ne kadar zaman önce birbirinden ayrışmışsa, evrimsel bağlamda DNA'larında da karşılaştırmalı olarak o kadar çok farklılığın olduğu görülmüştür. DNA'daki değişiklikler zaman içerisinde tesadüf eseri meydana gelir (mutasyonun tesadüflüğü) ve iki türün DNA'sının karşılaştırılmasıyla ortaya çıkan genetik farklılıklar ile zaman arasında sağlam bir ilişki vardır. Örneğin rakun ile köpek gibi 20 ila 25 milyon yıl önce birbirinden ayrılan diğer tüm türlerde, bu tarz bir test DNA'ların yüzde 12'ye varan farklılıklar biriktirdiğini göstermiştir. Ancak insan, şempanze ve goril, yuvarlak rakamlarla sadece yüzde 1 oranında farklılık gösterirler ki bu türler insan evriminin mevcut hikâyesine göre birbirlerinden 20 milyon yıl önce ayrışmıştır. Diğer türlerle kıyaslandığında bu miktarda bir genetik farklılık, insan ile Afrika kuyruksuz maymunlarının ortak bir depodan ayrışmalarının 4 milyon yıldan daha az bir süre önce gerçekleşmiş olması gerektiğini gösterir.

Neler oluyor? İnsan DNA'sının kendisiyle aynı dünyayı paylaşan milyonlarca farklı türle aynı kurallara uymamasına sebep olacak kadar özel bir durumu olduğunu mu varsaymalıyız? Yoksa paleontologlar yanılıyorlar mı? Belki de insan ile kuyruksuz maymun 20 milyon yıldır farklı evrim yollarını takip etmiyordur ve 4 milyon yıldan daha az bir zaman önce ayrılmışlardır.

Bu, halihazırda kabul edilmesi zor bir fikirdir, üstelik sadece görüşleri sarsılan paleontologlar için de değil. Ancak insanın özel bir durumu olduğu ve hayvanlar topluluğunun içinde yalnız olduğunu söylemektense paleontolojik hikâyeyi yeniden

yazmak ve insanın Dünya'nın diğer sakinleri gibi olduğunu kabul etmek daha mantıklıdır.

Geleneksel paleontoloji tarihi çok az fosil bulguya dayanır. Moleküler çalışmalar yeni olgusal kanıtlar ortaya koymuştur ki bu çalışmalar, Charles Darwin'in doğal seçilim fikrinden bu yana evrim alanında ortaya atılan en önemli gelişmelerdir. Pek çok paleontoloğu şaşırtacak ve çoğunu da utandıracak biçimde, insanın yakın dönemli kökenlerine ilişkin moleküler bulgularla çelişecek hiçbir fosil bulunmamıştır. İnsanı özel bir durum olarak ele almanın uzun bir geleneği vardır, ancak biz bu gelenekle değil, bilim insanlarının genleri ve DNA'yı aynen sizin bu sayfayı yaptığınız gibi okuma yetenekleriyle ilgileniyoruz. Nihai olarak, evrim tarihi uzun zaman önce ölmüş hayvanların fosilleriyle değil, bugün yaşayan türlerin genetik materyaliyle yazılır ve bu türlerin hepsi aynı soydan türemiştir. Onların genleri arasındaki farklılıklar mutasyonların nasıl biriktiğini gösterir ve bizler insanın kökenlerini ararken bu gerçekliği göz ardı edersek aptal durumuna düşmüş oluruz.

İnsanın Dünya'daki yerini arama hikâyesi kendisini nasıl algıladığına dair başarılı indirgemelerle doludur. Fiziksel dünyada Dünya'nın Güneş Sistemi'nin ya da yıldız galaksilerinin veya tüm evrenin merkezi olmadığını, ancak yüz milyonlarca farklı galaksi gibi tipik bir galaksinin arka bölgelerinde hiç de göze çarpmayan bir yıldızın etrafında dönen basit bir gezegen olduğunu öğrendik. Biyolojik dünyada insanı başrolden indirme sürecinin bu kadar ileri gittiğini söyleyemeyiz. Uzun bir tartışmanın ardından, insanın sadece bir hayvan türü olduğu gerçeği geniş ölçüde kabul edilir hale gelmiş ve onun da diğer türlerle benzer evrimsel baskı ve süreçlere maruz kaldığı kabul edilmiştir. Ancak evrimin kanıtlarını kabul eden ve kavrayanlar bile insanın bir şekilde özel olduğu ve evrimsel başarının doruk noktası olduğu fikrinden uzaklaşmak konusunda ciddi sıkıntılar yaşar.

İnsanın kendisini doğanın geri kalanından ayırma konusundaki yöntemlerinden biri de kökenlerini elinden geldiğince uzak geçmişe dayandırmasıdır. İnsan 20 milyon yıl ya da daha uzun bir zamandır kendi yolunda evrimleşiyorsa, hayvanlar

âleminden rahatlıkla ayrılabilir, çünkü oldukça uzun bir süredir tüm hayvani mirasını geride bırakarak insanlık yoluna girmiştir. İnsanın en eski atasına dair herhangi bir keşfin bu denli heyecanla karşılanmasının nedeni de bu olsa gerek; ata fikri bir kere kabul edildikten sonra, çok eski atalar fikri hızla yakın dönemli atalar fikrinden daha kabul edilebilir hale gelmiştir. Kimi insanlar hâlâ bizim de diğer hayvanlar gibi evrimin bir ürünü olduğumuzu kabul edememekte, hatta evrimin kanıtlarını kabul edenler bile içgüdüsel olarak diğer hayvanlarla olan mesafeyi mümkün olduğunca açmaya çabalamaktadır. Moleküler kanıtlar, türümüzün tarihini çarpıcı biçimde kısaltarak bu bakış açısını zora sokmaktadır ve bu durum da paleoantropologların moleküler kanıtları kabul etmek konusunda neden gönülsüz olduklarını tam olarak açıklar. Yeni yetişen moleküler antropologlara ilham kaynağı olan California Üniversitesi fiziksel antropoloji profesörü Sherwood Washburn'un da söylemiş olduğu gibi, "Eğer moleküler antropoloji insan ile kuyruksuz maymunun birbirlerinden çok uzak olduklarını göstermiş olsaydı, genetik farklılık ve zaman arasındaki ilişki kavramı hiç tartışılmadan kabul edilmiş olurdu."[1] Paleontologların kursağında kalan, bizim kıllı kuyruksuz maymunlarla uzak kuzenler olmamızın ötesinde, onlarla kardeş olduğumuz gerçeğidir.

Hiçbir bilimsel eğitimi olmayan sıradan insanların Washburn'un eleştirdiği antroposentrik[2] bakış açısına sahip olması anlaşılır bir durumdur. Her birimiz kendimizi evrimsel sürecin en önemli ürünü olarak değerlendiririz ve işte, insanı evrim piramidinin zirvesine yerleştiren ve onu Dünya üzerinde gerçekleşen tüm evrimsel değişimlerin nihai hedefi olarak kabul etmeye yaklaştıran da bu bakış açısıdır. Ancak bu, gündelik deneyimimiz açısından bir o kadar mantıklı görünen Dünya'nın düz olduğu fikri kadar çarpık bir düşüncedir. Evrimin DNA eşlenmesinden öte nihai bir amacı yoktur. Başarı bağlamında şu anda Dünya üzerinde yaşayan her canlı başa-

1 Sherwood L. Washburn, "The Evolution of Man," *Scientific American*, 239(3): 194-208, 1978, s. 204.

2 insanmerkezli -yn.

rılı, soyu tükenen her canlıysa nihai anlamda başarısızdır. Biyolojik dünyada insan, Güneş'in diğer yıldızlar arasında sahip olduğundan daha özel bir konuma sahip değildir. Elbette bizler, bu bilmecelerin farkında olmamız, onlar hakkında kitaplar yazıp okumamız bakımından diğer türlerden ayrılırız. Ancak sahip olduğumuz zekâ ve uyum gibi özel yeteneklerimiz, örneğin karınca ya da bakterilerin Dünya üzerinde sahip olduğu inanılmaz sayıdaki üreme ve hayatta kalma kabiliyeti karşısında bize hiçbir üstünlük sağlamaz.

Peki ya biz kimiz? Nereden geldik? Bugün bile insanın evrimi hakkındaki eğitim ve yazın alanında bilinçsiz bir insan-merkezcilik tehdidiyle karşı karşıyayız. İnsan olduğumuzu unutmak ve tarafsız olarak Dünya'daki yaşam formlarının evrimi üzerine çalışan bir uzaylıymış gibi davranmak çok güçtür. Bu kitabın öndeyişinde alıntılandığı üzere, Charles Darwin, *İnsanın Türeyişi* adlı kitabının ilk bölümünde bu soruna işaret etmiştir. Darwin'in tavsiyesine uyarak insanı pek çok türden biri olarak gördük, böyle yaparak da Darwin'in 1860'larda öne sürmüş olduğu fikirler ne kadar şaşırtıcı olmuşsa, 2000'lerde de en az o kadar şaşırtıcı olan kendi türümüze ait bir resim elde ettik.

İnsan çok açık bir biçimde büyük maymunlarla bağlantılıdır, bu yalnızca Charles Darwin ve diğer erken dönem doğa bilimcileri için değil, "orang-utan"ın "orman adamı" anlamına geldiği Güney Asya halkları ya da şempanze ve gorilleri insan türleri olarak algılayan Afrika kabileleri gibi maymunlar arasında yaşayan insanlar için de çok açıktır. Şempanzeler, goriller ve orangutanlarla paylaştığımız kimi özellikler en az farklılıklarımız kadar belirgindir. Ancak çok da belirgin olmayan karakteristik özellikler kümesi de vardır. Başka bir gezegenden gelen bir ziyaretçiye insanı kuyruksuz maymundan neyin ayırdığını söylemeniz gerekseydi, insanın dik duruşunu ve iki bacağı üzerinde yürüyüşünü anlatır ve de muhtemelen insanın daha büyük bir beyni olduğunu söylerdiniz. Her ne kadar insanın benzersiz kafa yapısı büyük beynine nazaran küçük ve ezilmiş yüzünün bir ürünü olsa da, her iki önerıne de doğrudur. Ancak büyük kafatası ve biçimi değiştirilmiş leğen kemiği

arasındaki benzer özellikler farklılıklardan çoktur. Boynumuzdan kalça kemiğimize kadar ortak atalarımızı net bir biçimde yansıtan özel bir anatomiyi kuyruksuz maymunlarla paylaşırız. Bu benzerlikler bir defa işaret edildiklerinde çok kolay ayırt edilebilir ve insanlığın kökenine dair arayışın bizim de itibar etmeye çalışacağımız başka bir yönünü oluşturur.

Ağaçlara tırmanan bir orangutanı ya da şempanzeyi gözünüzün önüne getirin. Şimdi de paralel çubuklar, halkalar ya da dik çubuklar arasında jimnastik yapan bir insanı hayal edin. Kendi alanına giren bir yabancıya doğru elindeki dalı sallayan bir şempanzeyi düşünün, sonra da mızrak atmak üzere olan bir insanı. Çok basit, sabah yataktan kalkışınızı ve gerinişinizi hatırlayın. Tüm bu eylemler ve daha pek çoğu kuyruksuz maymunların bu çok özel gövdesini yansıtır; kollarıyla dallara asılıp yana doğru gerilebilen bir hayvana dönüşmek üzere doğal seçilim yoluyla şekillendirilen bir gövdeyi. Kuyruksuz maymunları diğer maymunlardan ayıran ve onların bu denli "insansı" görünmelerini sağlayan da bu üst gövdedir. Kuyruksuz maymunların yaptığı ve bize kendimizi hatırlatan şeyler ile hayvanat bahçesinde onları büyülenmiş biçimde izlememizi sağlayan şey, işte onlarla paylaştığımız bu üst gövdenin ürünüdür. Maymunlar da büyüleyicidir, ancak onların kuyruksuz maymunlar kadar insana benzer görünmemelerinin nedeni, kuyruksuz maymunların sahip olduğu üst gövdeye sahip olmamalarıdır.

Kuyruksuz maymunların bu özel anatomisi, belki de doğa tarafından evrimleşmiş hayvanların dalların ucundaki meyvelere ulaşabilmesini sağlamak amacıyla seçilmiştir. Hafif, dört ayaklı bir maymun mükemmel bir atlettir, yüksek dalların arasında kolaylıkla koşuşturabilir, ancak bu dalların ucundaki meyvelere erişemez ki meyvelerin en çok olduğu yerler de buralardır. Esnek dallara uzanabilen bir hayvan, dalların üstünde dengede durmaya çalışan bir hayvandan çok daha güvenli bir konumdadır ve eğer hayvan yana doğru gerilebiliyorsa bu çok daha iyidir, çünkü meyvenin yanındaki ince dala dayanmak zorunda kalmadan meyveyi alabilir. Sonuçta bu, dallara

uzanabilen hayvana daha büyük olabilme şansı sunar ve genel olarak büyük olmanın pek çok avantajı vardır.

Dallara asılmanın getirdiği sorunlara dair anatomik çözümler çok ve karmaşıktır, ancak biz burada birkaç tanesini dile getirebiliriz. Maymunlara kıyasla kuyruksuz maymunların (ve elbette ki insanların) köprücük kemikleri daha uzundur ve omzun göğüs kafesinden uzak kalmasını sağlar. Omzun kendisi daha serbesttir ve her şekilde hareket edebilir: Sağ kulağınızı sol elinizi kafanızın arkasından dolaştırarak tutmak sizin için pek zor olmasa da hiçbir maymun bunu yapamaz. Kol, omuzla bağlantı noktasından serbestçe hareket ettirilebilir: Avcunuzu düz bir masaya koyabilir, omzunuzu ya da bileklerinizi oynatmadan 180 derece kolunuzu çevirebilirsiniz. Eliniz dik açıyla serçeparmağınız yönünde bükülebilir ve kuyruksuz maymunlarla ortak bir özellik olarak, kendinizi bir çubukta çekebilecek denli güçlü pazılara sahipsinizdir. Kuyruksuz maymunlar ve insanların paylaştığı tüm bu anatomik adaptasyonlar dalların altında sürdürülen hareketlere mükemmel biçimde uyar. Beden gidiş istikametinde ilerlerken, elin bilekle oluşturduğu eksen güvenli bir biçimde tutunmasını sağlar. Kolun ve bedenin üst kısmının güçlü kasları yürümek için gereken kuvveti sağlar ve omuz bağlantı noktalarının inanılmaz serbestliği, dallara tutunarak gezinirken bile büyük bir manevra kabiliyeti sağlar.

Kollarla dallarda dolaşmayı ya da daldan-dala-atlamayı* sağlayan bu adaptasyonlar bütünü, sadece kuyruksuz maymunlar, orangutanlar, goriller, şempanzeler ve de insanlara özgü özelliklerdir. Ancak kuyruksuz maymunların evriminde daldan-dala-atlamanın rolü bir hayli yanlış anlaşılmıştır. Kuyruksuz maymunların tüm zamanlarını ya da zamanlarının büyük bir kısmını bu hareketi yaparak geçirmediği açıktır. Bu durum pek çok insanın, hareket kabiliyeti uyumunun insan ile kuyruksuz maymunların evrim tarihinde pek de önemli olmadığı sonucunu çıkartmasına neden olmuştur. Burada önemli olan nokta, kuyruksuz maymunların hepsinin dallardan sar-

Brachiation: primatların yalnızca kollarını kullanarak dallarda dolaşması – çn.

kabilmesi değil, ihtiyaç halinde bu hareketi yapabiliyor olmasıdır. Bunu hiçbir maymun yapamaz ya da yapmaz. Virgina Avis'in yürütmüş olduğu bir deney altını çizdiğimiz bu noktayı çok güzel açıklar.[3] Sherwood Washburn, daldan-dala-atlamanın maymunların kuyruksuz maymunlardan ayrılmaları noktasında önemli bir davranış biçimi olduğuna dair teorisini test etmesinin iyi bir fikir olacağına Avis'i ikna etmiştir. Ford Foundation tarafından desteklenen ve Chicago Zooloji Topluluğu'nun ve İllionis'te bulunan Brookfield Hayvanat Bahçesi çalışanlarının yardımlarıyla Avis, deneklerini inceleyeceği özel bir kafes inşa ettirir. Kafes hayvanlara nasıl hareket edebileceklerine dair büyük bir seçim özgürlüğü sağlayacak biçimde düzenlenmiştir; ince bambu çubuklar, oynak ve esnek asma dalları ve de aynı çapta, fakat sert metalden yapılma başka çubuklar vardır. Kafes içerisinde büyük ve pürüzlü dallar da bulunmaktadır. Kafesteki dallar onların tutabileceği genişliktedir ve bu dalların kimisi esnek kimisiyse bükülmezdir. Denekler üç tür kuyruksuz maymun –gibon, orangutan ve şempanze– ve on iki tür maymundan oluşur. Denekleri bu tam teçhizatlı kafeste oynarken, Avis onları uzun saatler boyunca gözlemler. O, tüm bu denekleri kendi kafeslerinde de gözlemlemiş ve verilerinin örnekleyici olmasını sağlamıştır. Avis, maymunların her durumda esnek dalları kullanmak konusunda isteksiz olduklarını gözlemlemiştir; korktuklarında bile esnek bambulara tutunmak yerine dalların etrafından yürümeyi tercih etmişler ve esnek desteklerin ucunda bir meyve varsa aç bir maymun bunu görmezden gelebilmiştir. Kuyruksuz maymunlar asma dalları arasında bile kendilerini evlerinde hissetmişler, kolaylıkla bu dallarda sallanmışlardır. Maymunlar desteğin üzerinde koşturup durmuş, kuyruksuz maymunlarsa ona asılmıştır. Eğer dal geniş ve sabitse kuyruksuz maymunlar dalların üzerinde durmuş; goril, şempanze ve orangutan dört bacağının, gibonsa her iki bacağının üzerinde yürümüştür. Kuyruksuz maymunlar daldan-dala atlayabilirken, maymunlar bunu yapmaz.

3 Virginia Avis, "Brachiation: the crucial issue for man's ancestry," *Southwestern Journal of Anthropology*, 18:119-48, 1962.

Yanlış bir biçimde maymun çubukları olarak adlandırılan çubuklarda oynayan çocukları izleyen herkes, elbette insanların kuyruksuz maymun kalıbına daha iyi uyduklarını kabul edecektir. Tüm bunların paralel evrim olarak adlandırılabilecek bir dizi tesadüften kaynaklandığını söylemek kolay olmasa da mümkündür. Avis'in çalışmasının bu önemli sonuçlarını yorumlarken de söylediği gibi, "insanı varsayımsal bir 'daldan-dala-atlayan' maymundan türetmek, insan ile kuyruksuz maymunların paylaştığı yapısal, embriyolojik, fizyolojik ve psikolojik pek çok özelliği unutmak anlamına gelir... Bu nedenle, ileride insanın daldan-dala-atlayan bir atası olduğu kanıtlanırsa, o zaman bu özelliği kuyruksuz maymunlarla –belki de milyonlarca yıl– paylaşmış olduğuna dair hiçbir şüpheye yer kalmaz."[4]

Kuyruksuz maymunları bir araya toplayan ve diğer primatlardan ayıran temel anatomik benzerlik daldan-dala-atlamalarıdır. Bu özellikleri nasıl paylaştığımız bir bağlamda bu kitabın konusunu oluşturur. Pek çok antropolog bu konuya gözlerini kapamaktadır ve insan ile kuyruksuz maymunun ayrı evrim ağaçlarının dalları arasında dolaşıp dururken gözlemlenen ayırıcı benzerliklerinin az ya da çok tesadüfler sonucu ortaya çıktığını düşünmektedir. Ancak Washburn bu açıklamaya güvenmez. "İnsan ile kuyruksuz maymunların kol hareketleri arasında çok temel bir benzerlik vardır," diyen Washburn, "ve oyun alanlarında çubuklara tırmanan, sallanan, tek eliyle bunları tutan bir insanı gözlemleyen herhangi biri bu hareketlerin kuyruksuz maymunların hareketlerine ne kadar çok benzediğini görebilir," diye devam eder. Öğrencisi Avis'in deneyini hatırlatan Washburn, kategorik olarak der ki: "İnsan hâlâ bir daldan-dala-atlayandır. En basit şekliyle, bu davranışın gerekli olduğu durumlara en az maruz kalan türdür. Etkili bir daldan-dala-atlama için bacaklarımız çok ağır ve kollarımız çok zayıftır, ancak tırmandığımız zaman maymunlar gibi değil de kuyruksuz maymunlar gibi tırmanırız."[5] Washburn

4 *A.g.e.*, s. 145.

5 Sheerwod Washburn, "Behavior and Human Evolution," ed. S.L. Washburn, *Classification and Human Evolution* içinde, Aldine: Chicago, 1963, s. 194.

yalnızca bir bulmaca ortaya koymakla kalmaz, aynı zamanda basit bir yanıtla da ortaya çıkar: Biz ve kuyruksuz maymunlar daldan-dala-atlayan ortak bir ataya sahibiz, çünkü hepimiz bu daldan-dala-atlayan atadan daldan-dala-atlayıcılar olarak türedik. Yirmi milyon yıl öncesinin fosilleri arasında iyi bir daldan-dala-atlayan fosilinin olmadığı gerçeği bilinmese kimse buna karşı çıkmayacaktır. Washburn'un buna yanıtı da basittir. Fosil yoktur, çünkü daldan-dala-atlama 15 milyon yıl öncesine kadar evrimleşmemiştir, insanlar ile kuyruksuz maymunlar aslında çok yakın bir zamanda birbirlerinden ayrılmıştır. Açıktır ki iki hikâye aynı anda doğru olamaz.

Belki tam bu nokta yaygın bir yanlış kavramsallaştırmayı düzeltmenin yeridir: Hiçbir bilim insanı kıllı kuyruksuz maymunlardan türediğimizi önermez! Evrimsel çalışmaların ortaya çıkarmış olduğu şey, insanlar ile kuyruksuz maymunların ortak bir atayı paylaştıklarıdır. Belki de yüzeysel olarak insanımsı olmaktan çok kuyruksuz maymuna benzeyen bir daldan-dala-atlayan, kesin olarak konuşmak gerekirse ne bugünkü insana ne de bugünkü kuyruksuz maymuna benzeyen bir daldan-dala-atlayandır. Siz ve kız kardeşiniz ortak atalara sahipsiniz (ebeveynleriniz), ama bu demek değildir ki siz kız kardeşinizden türemiş ya da o sizden türemiştir. Normal olarak bir grup hayvanın evrimsel geçmişi hakkında bir belirsizlik olduğunda, bilim insanları fosil kalıntılarına başvururlar. İnsanın kendi tarihi bakımından ortaya çıkan sorun, pek az fosil primat bulunmasının yanı sıra, sorunu çözebilecek olanların henüz bulunmamış olmasıdır. Çok basit biçimde, herhangi bir daldan-dala-atlayan ataya dair iyi bir fosil kanıtı yoktur. Fosil kayıtlarında büyük boşlukların olduğu bir gerçektir ve bu utanç verici kanıt yokluğunun üstesinden gelebilmek için pek çok paleontolog bu boşlukları dolduracak ilginç hikâyeler ortaya koyar. Örneğin 15 ila 20 milyon yıl öncesine dair büyük bir fosil kıtlığı vardır ve Richard Leakey (Louis ve Mary Leakey'nin oğlu, kendi alanında iyi bir paleontolog) uzun bir süre boyunca insanın tam da bu zaman aralığında kuyruksuz maymunların yolundan ayrıldığını savunmuştur. Bu tutarlı olabilir, çünkü hipotezi çürütecek başka hiçbir delil yoktur or-

tada. Ne var ki bu tezi, sunduğu yanıtlardan daha fazla soruya yol açmaktadır. Bir nokta da şudur ki, bu süreçten sözgelimi erken Miyosen döneminden kalan kuyruksuz maymun fosilleri daldan-dala-atlayan olmaya dair net bir belirti göstermeseler de onlardan türeyen insan ile kuyruksuz maymunlar şüphesiz daldan-dala-atlayanlardır. Peki, daldan-dala-atlayan olmayan bir primatın insanın ve kuyruksuz maymunların atası olduğuna, insanlar ile kuyruksuz maymunların 20 milyon yıl boyunca ayrı ancak paralel yollarda evrimleştiklerine ve bugün bu kadar benzer anatomilere sahip olduklarına mı inanacağız? Leakey'in inanmamızı istediği bu olsa da, bu yalnızca mantıksız değil, aynı zamanda kanıttan da yoksun bir savdır. Miyosen soyundan olan daldan-dala-atlayan bir kuyruksuz maymunun hem kuyruksuz maymunların hem de insanların ortak atası olduğu fikri çok daha kabul edilebilirdir, üstelik bu çok daha yakın zamanlı bir atadır. Leakey'e adil davranmak gerekirse, 1980'lerde o da fikrini değiştirmiştir; ancak Pakistan'da bulunan ramapitesinin insanın değil, orangutanın atası olduğu ortaya çıktığında. 1980'lerin sonlarında pek çok paleontolog Leakey'in yaptığı şu yoruma katılmaya (en azından özel konuşmalarında) hazır durumdaydı: "Moleküler insan, bizim onu sandığımızdan çok daha gerçeğe yakındır."

İnanıyoruz ki doğru hikâye şöyledir: Daldan-dala-atlayan başarılı bir Miyosen, 10 milyon yıl önce gibonların, 7 milyon yıl önce orangutanların ortaya çıkmasına yol açmış ve nihayetinde 4 milyon yıl önce insan, şempanze ve goril olmak üzere üçe ayrılmıştır. İnsanın kökenine dair diğer tüm teorilerden farklı olarak, bu teori kolayca kavranan ve yorumlanan kanıtlarla büyük bir uyum içerisindedir. İnsana, kökenine ve tarihine dair bu yeni bakış açısının anahtar noktası, yaşamın moleküler düzeydeki doğasını araştıran incelikli tekniklerin gelişmesidir. İnsan evrimi bağlamında moleküler kanıtlar kim olduğumuzu ve nereden geldiğimizi ortaya koyar. Bu kanıtlar primatlar arasındaki en yakın akrabalarımızın kim olduğunu ve onlarla ne kadar yakın olduğumuzu söyler. Bu kanıtlar ayrıca insanın ve en yakın akrabalarının evrim çizgilerinin ne zaman birbirinden ayrıldığını da tam olarak gösterir.

İncelikli tekniklerden ve yeni bilgilerden bahsetmek güzeldir. Peki, bu yeni teknikler nelerdir ve yeni bilgileri nasıl üretir? Ayrıntılarına sonraki bölümlerde gireceğiz, ancak bakış açımızı gösterebilmek adına kimi açıklamaları öncesinde yapmakta fayda var. Bu yaklaşımın özü basitliktir ve bunu daha önce belirtmiştik. Evrim, yaşamın mevcut biçimlerindeki değişikliklerle ilerler. Söz konusu değişiklikler, belirli bir türün belirli bir üyesinin oluşması için gereken bilginin depolandığı kimyasal bir kütüphane olan DNA'da meydan gelen farklılıklar yoluyla taşınır. Türün bir diğer tanımı da üyelerinin kendi içlerinde verimli döller üretebilmesidir ki bu, tür üyelerinin DNA'larını kendi içlerinde değiştirilebileceği anlamına gelir. İki farklı türden bireyler DNA'larını paylaşamaz. Bu da demek olur ki bir türün DNA'sında biriken değişiklikler bu türün tüm üyelerine yayılabilirken, diğer türlere yayılamaz. Bir tür iki ayrı türe bölündüğünde, döller önce ebeveyn türün DNA'larını taşır, ancak her bir tür evrimleştikçe kendi DNA'sında yeni değişiklikler biriktirir ki bu değişiklikler kendi türüne özgü olur, böylelikle de bu iki tür birbirinden ayrışır. Bu nedenle iki farklı canlının DNA'ları arasındaki farklılıklara bakarsak, tek bir türün aynı popülasyondan mı, yoksa tamamen farklılaşmış türlerden mi olduğunu belirleyebilir, farklılıkları tespit ederek bunları iki bireyin ne kadar yakın akraba olduklarını tanımlamak için kullanabiliriz. DNA'ları ne kadar benzerse, o kadar yakın akrabadırlar. Daha da ilginci ve bizim amacımız için daha da kullanışlı olanı, DNA'ları ne kadar benzerlik gösterirse ortak atalarından o kadar yakın zamanda ayrışmış olduklarıdır.

Bu, teoride oldukça basittir ve bugün genetik mühendisliği alanının sağladığı teknolojik ilerlemeler sayesinde pratikte de bir o kadar basittir, ancak fikir çok da yeni sayılmaz. Moleküllerin hayvanların geçmişlerine giden yolun anahtarı olduğu fikrini ilk kez dile getirenlerden biri, Cambridge Üniversitesi Biyoloji Bölümü profesörü George Henry Falkiner Nuttall'dır. Nuttall, 1862'de San Francisco'da doğmuş ve eğitimini Amerika ve Avrupa'da almıştır. Doktora çalışmasını Almanya'da yürüten Nuttall, burada Paul Ehrlich'in devrimci fikirleriyle karşı-

laşmıştır. İmmünoloji bilimini keşfeden ve hastalıklara karşı "sihirli kurşun" olarak antibiyotiklerin kullanılmasına öncülük eden Ehrlich, kanın belirli proteinleri pıhtılaştırabilecek bir madde olan presipitin içerdiğini söylemiştir. Eğer hayvana küçük bir miktar yabancı protein şırınga edilirse, hayvan bu çökeltici antikorlardan üretecek ve bundan böyle başka bir yabancı protein olan antijen saldırısıyla başa çıkabilecektir. Bu keşif, hastalıklara karşı oluşturulan bağışıklık sistemini kavramanın temelini oluşturur. Antikorların üretimi zaman alır, bu nedenle doktor hastalıklardan sorumlu zararsız aşıları canlıya şırınga eder. Hastanın bağışıklık sistemi hastalık antijenlerine uygun antikorları üreterek yanıt verir. Sonrasında hasta eğer zararlı hastalık organizmaları tarafından saldırıya uğrarsa, antikorlar işgalcilere yapışır ve işgalcilerin fazla zarar vermesine fırsat vermeden diğer hücrelerin bunları yok etmesini sağlar.

Ehrlich, antikorların antijenlere özgü olduğunu keşfetti. Gine domuzlarını bir toksin olan risine karşı koruyan bir antikor, onları başka bir toksin olan arbine karşı korumayacaktır. Aynı özgüllük, örneğin kızamığa karşı bağışıklığın neden suçiçeğine karşı koruma sağlayamadığını da açıklar. Bu özgüllüğü açıklamak için Ehrlich, bizim şimdi enzim olarak adlandırdığımız "özgün fermentler" üzerine çalışan arkadaşı Emil Fischer'den anahtar-kilit fikrini ödünç alır. Ehrlich, antikor ile antijenlerin tamamlayıcı şekillere sahip olduklarını, böylelikle anahtar ve kilit gibi birbirlerine yapıştıklarını söylüyordu: Antikorlar (kilitler) başka anahtarlarla (antijenler) çalışmayacak biçimde üretiliyordu. Dahası, Ehrlich bir hayvan tarafından üretilen antikorların kendi türünden başka bir hayvanın kan proteinleriyle şırınga edildiğinde işe yarayacağı üzerine tahminlerde bulunuyordu. Başka bir Alman, Paul Uhlenhuth, bu doğrultuda çalışmalar yaptı ve adli immünoloji bilimini ortaya çıkartmış oldu. Ehrlich'in tahminini ziyadesiyle ele alan ise Nuttall oldu.

Nuttall'ın kanıtları düz mantığa dayanıyordu. "Hayvanların çeşitli grupları arasında kimyasal kan akrabalığı sürekliliği bizi jeolojik zamanlara geri götürür ve inanıyorum ki (...)

bu, evrimin çeşitli sorularının çözümü konusunda çok değerli sonuçlar almamıza neden olacaktır."[6] Nuttall elbette DNA hakkında hiçbir şey bilmiyordu; DNA'nın kalıtımın gizemli hikâyesindeki rolü ortaya çıkalı kırk yıldan biraz fazla olmuştu, ancak Nuttall'ın DNA hakkında bir şey bilmemesi önemli değildi. Yine de biliyoruz ki proteinlerin yapısı tamamıyla DNA'nın yapısına bağlıdır ki iki hayvanın proteinleri ancak DNA'larının farklılığı oranında farklıdır. Ne var ki Nuttall için tek önemli olan, çeşitli kan ve antikorlar üzerinden bağışıklık bağlamında reaksiyonlar alıp alamamasıydı. Birkaç yıl içerisinde Nuttall, pek çok türden alınan en az 900 kan numunesi üzerinden 16.000 deney yürüttü. Pek çok kan örneği dünyanın çeşitli bölgelerinden insanların yardımlarıyla elde edilmişti.[7] Bunlar arasında 89 adet hayvan kanı örneği sağlayan Hon. N. Charles Rothschild da vardı ve Rothschild avcılık ve atış arkadaşlarını Nuttall'ın davasını desteklemeleri konusunda cesaretlendiriyordu. Nuttall kendisini destekleyenlere materyaller ve kılavuzlar gönderiyor, 7,5'e 12,5 cm boyutlarında filtre kâğıda kanı ya da serumu emdirmelerini ve "bunu bir masanın kenarında ya da bir ağacın dalında kurutmalarını" tavsiye ediyordu. Av sırasında kâğıtların kurumasını beklemek mümkün değilse de, "toplayıcılar her bir örneği gönderdiğim parafinli kâğıtlarla ayırarak korumalıdır" diyordu Nuttall.[8]

16.000 deney göründüğü kadar zahmetli değildi belki; ama her bir deney, kanı filtre kâğıttan çözmeyi ve Nuttall'ın balıktan insana kadar çeşitli türlerden elde ettiği anti-serumlardan birer damla eklemesini içeriyordu. Bu şekilde hazırlanan test tüpleri 24 saat bekletiliyordu. Bu süre zarfında Nuttall, her bir tüpü, herhangi bir çökme reaksiyonu olup olmadığını görmek için gözlemliyordu. Sonuçlar (yalnızca yakın akraba türlerin kanlarında gerçekleşen reaksiyonlar) genel olarak fosillere ve karşılaştırmalı anatomiye dayanan evrimsel ağaca bütünüyle uyuyordu ki bu, Ehrlich ve Uhlenhuth'u haklı çıkarıyordu.

6 George H.F. Nuttall, *Blood Immunity and Blood Relationships*, Macmillan: New York, 1904, s. 4.

7 *A.g.e.*, s. 411.

8 *A.g.e.*, s. 63.

Bu iki bilim insanının, kitabının basıldığı yıl Nuttall'ın Royal Society'e seçilmesine inanılmaz katkıları olmuştu.

Doğal olarak Nuttall kendi türünü de inceledi (aslında bu onun önceliğiydi) ve 28 Kasım 1901'de Londra Tropikal Tıp Okulu'nda verdiği bir derste primatlara dair araştırmalarını şöyle özetledi: "Antropoidler arasındaki kan reaksiyonlarının derecesini kan akrabalığının bir belirtisi olarak ele alacak olursak, Eski Dünya kuyruksuz maymunlarının Yeni Dünya kuyruksuz maymunlarına nazaran insana daha yakın oldukları sonucuna ulaşırız ki bu da Darwin'in öne sürdüğü fikirlerle tam bir uyum içerisindedir."[9]

Yürüttüğü 16.000 deney Nuttall'ı tekniğinin değeri ve geçerliliği konusunda ikna etmişti, ancak bunun sadece bir başlangıç olduğunun da farkındaydı. "Yapılan çalışmaların ortaya konan sorunların çözümü bağlamında pek çok yeni araştırmayı tetikleyeceğini umut ediyorum," diye yazıyordu.[10] "Çalışmalarım gelecekte pek çok insanın özel alanlarda yürütmek zorunda kalacağı araştırmalara bir hazırlık olarak değerlendirilmelidir."[11]

Modern çağın perspektifiyle ve tekniğinin çapının devrimciliği düşünüldüğünde, paleontologların bunu kavrayamamış olması şaşırtıcıdır ki Nuttall tüm çalışmalarını *Türlerin Kökeni*'nin yayımlanmasının ardından, 40 yıl sonra yapmıştır. Ne yazık ki yaklaşımının tüm vaatlerine karşın Nuttall'ın umutları yakın zamana kadar gerçekleşmedi. Nuttall'ın çalışmalarını ileriye taşımak bağlamında kimi münferit araştırmalar yürütüldüyse de, Nuttall'ın yaktığı ateş ancak 1950'lerin sonlarında yeniden canlandırılabildi. Bunda Detroit, Wayne State Tıp Fakültesi anatomi profesörü Morris Goodman'ın herkesten çok payı olmuştur. Kır saçlı, bakımlı ve cüsseli bir adam olan Goodman laboratuarında evinden daha rahat dav-

9 George H.F. Nuttall, "The new biology test for blood-its value in legal medicine and in relation to zoological classification," *Journal of Tropical Medicine*, 4: 405-8, 1901, s. 405.

10 George H.F. Nuttall, *Blood Immunity and Blood Relationships*, Macmillan: New York, 1904, s. 410.

11 *A.g.e.*, s. 4.

ranıyor, Nuttall'ın presipitin[12] reaksiyonunun yenilenmiş bir biçimini primat türlerinin ilişkilerini araştırmak için kullanıyordu. Nuttall, basit biçimde antiserumu antijenle karıştırıyor ve reaksiyonun bulanıklığına dair tahminler yürütüyordu. Goodman ise İsveçli bilim insanı Orjan Ouchterlony'nin geliştirdiği çok daha duyarlı immünodifüzyon süreçlerini kullanıyordu. Goodman ilk olarak, deniz yosunlarından elde edilen ve bakteriyologlar tarafından kendi kültürlerini büyütmek için kullanılan bir araç olan agardan kesitler alıyordu. Sonrasında tabakanın ortasında üçgen bir blok kalması için agar tabakasına üç çizgi atıyordu. Bir çizgiye antiserumu, diğer ikisineyse karşılaştırmak istediği antijeni koyuyordu. Antikor ve antijen molekülleri, agar bloğunda şarabın beyaz bir masa örtüsüne yayılması gibi dağılıyor ve nihayetinde birbirleriyle karşılaşıyorlardı. Karşılaştıkları yerde presipitin reaksiyonu oluşuyor ve agarda beyaz bir çizgi ortaya çıkıyordu. İki antijen şekilsel olarak özdeşse ve agar içerisinde izledikleri yolla her birinin oluşturduğu çizgiler özdeş oranlardaysa, üçgenin ortasında buluşuyorlardı. Eğer benzer değillerse tam olarak buluşamıyorlardı, böylece presipitin çizgilerinin örüntüsüyle antijenlerin birbirlerinden ne kadar farklı olduklarını söylemek mümkün oluyordu. Farklı türleri bu yolla kıyaslayan Goodman, insan antijenleri ile şempanze antijenlerinin pratikte özdeş olduklarını, ancak gibon antijenlerinin bir miktar farklı olduğunu keşfetti. İnsana olan benzerliği bakımından sonrasında sırayla Eski Dünya maymunları, Yeni Dünya maymunları, loriseler ve lemurlar geliyordu. Goodman'ın söylediği gibi "bu sıralama fosil kayıtlarıyla gayet uyumluydu."[13] Ancak Goodman sadece akrabalık derecesi üzerinden konuşuyordu, hikâyenin içine henüz tarihler girmemişti.

1962 yılında yazmış olduğu bir makalesine sonradan yaptığı bir ekte, Goodman patlatmak üzere olduğu bombasına dair ipuçları veriyordu. Orangutan ve gorilden elde ettiği serumları

12 İlgili antijenle bağlandığında gözle görülebilecek bir çökeltinin oluşmasını sağlayan antikorların genel adı –yn.

13 Morris Goodman, "Evolution of the immunologic species specifity of human serum proteins," *Human Biology*, 34: 104-50, 1962, s. 145.

örneklemine eklemiş ve onları insanlarla kıyaslamıştı. Çalışma tamamlanmamış olmasına karşın, hazırlık aşamasındaki gözlemlerini kayda geçirmeyi tercih etmişti. Bugün, insanlığın Afrika'da doğduğunu kabul eden hiç kimseyi şaşırtmayacak biçimde, "İnsan, Afrika kuyruksuz maymunlarına (goril ve şempanze) Asya kuyruksuz maymunlarına oranla (gibon ve orangutan) daha yakındır," diye yazıyordu. Ancak Goodman devam ediyordu: "Goril ile insan neredeyse tamamen özdeş gibi görünmektedir, şempanze insandan çok küçük oranda ayrışır ve gibon ile orangutansa insandan net bir biçimde ayrışmıştır."[14] Diğer proteinler şempanzenin insana daha yakın olduğunu gösterirken, sonrasında yürütülen birkaç test şempanze ya da gorilin hangisinin insana daha yakın olduğunu belirlemenin mümkün olmadığını gösterdi. "Şempanze ve goril arasındaki akrabalığın, bu iki kuyruksuz maymunun insanla olan akrabalığından daha yakın olduğuna dair herhangi bir serolojik[15] bulgu yoktur," cümleleri Goodman'ın büyük kıyaslama çalışmalarını tamamladığında ortaya çıkan sonucu ifade etmektedir.[16]

Afrika kuyruksuz maymunları ile insanın yakın akraba olduklarına dair kanıtlar ile her birinin diğer ikisine eşit yakınlıkta olduğuna dair bulgular, daha önceki bilgilere kıyasla şok etkisi yaratmıştı. Hem o dönemde hem de yakın bir zamana kadar hemen hemen herkes, şempanze (*Pan troglodytes*) ve gorilin birbirine insana olduklarından daha yakın olduğuna inanıyordu. Bu onların biyolojik sınıflandırılmalarına da yansıyordu: Orangutan ile şempanze Pongidae familyasını oluştururken, insan tek başına Hominidae (İnsanımsı) familyasını işgal ediyordu. Goodman bu sınıflandırmanın yanlışlığını ortaya çıkardı. "Bulgular öyle gösteriyor ki *Gorilla*, *Homo* ve *Pan* ayrımına yol açan filetik çizgi, *Hylobates* ve *Pongo*'ya giden an-

14 *A.g.e.*, s. 148.

15 Seroloji: Bağışıklık serumlarının incelenmesi ve patojenleri, antijenleri vb. tanımak üzere antiserumların kullanılmasını inceleyen immünolojinin bir alt dalı –yn.

16 Morris Goodman, "Serological analysis of the systematics of recent hominids," *Human Biology*, 35: 377-424, 1963, s. 400.

tik çizgilerden ayrılışından çok daha sonra gerçekleşmiştir,"[17] diyordu Goodman, bilimsel bir makalenin kuru, duygusuz diliyle ve de yüzyılların (Darwin'den bu yana birikenlere) bilgisine etkili bir şekilde karşı çıkıyordu. Ancak inançlar dokuz canlıdır; Goodman, bizim kendi evrimsel geçmiş algımızı değiştirmek için çok çabalamış olsa da henüz sınıflandırmanın değiştirilmesi ve DNA'larımızın ortaya koydukları uyarınca yeniden şekillendirilmesi konusunda başarılı olamamıştı. Üstelik de DNA araştırmaları yeni bir alt-familyayı, insan, şempanze ve gorili ya da sözgelimi Afrika Üçlüsünü içerecek bir alt-familyayı, Homininae'yi işaret ediyorken.

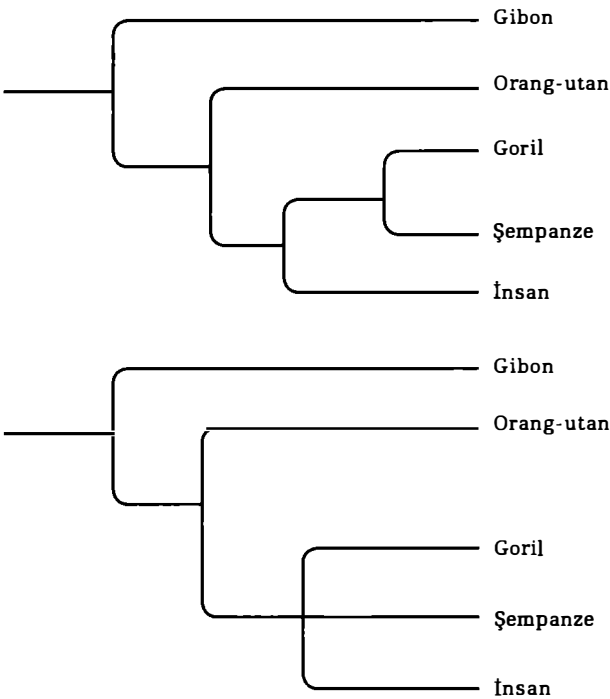
Goodman insanın kuyruksuz maymundan bugünkü konumuna geldiği yolu etkili bir biçimde yeniden çizmiş ve bu yol boyunca ortaya çıkan çatallanmaların ayrıntılarıyla pek çok insanı şaşkına çevirmiştir. Bir yolculuk biri sadece nereye gittiğini değil, ne zaman gittiğini de biliyorsa daha ilginç olur. Goodman'ın verileri bize sadece insanın nereden geldiğini anlatır. Her bir yön tabelasından ne zaman geçtiğini araştırmaksa diğerlerine kalmıştır.

1960'ların başlarında, Goodman çalışmasını sürdürürken, Vincent Sarich Berkeley'de bir antropolog olarak doktora sonrası çalışmalarına yeni başlıyordu. Sarich'in hocalarından biri de onu insan anatomisini çevreleyen bilmecelerle tanıştıran Sherwood Washburn'dü. Her ikisi de Goodman'ın çalışmalarının insanın yalnızca büyük kuyruksuz maymunlarla yakın akraba olmadığını, aynı zamanda onlardan yakın zamanlarda ayrıldığını da gösterebilirse pek çok şeye yanıt olabileceğini hissediyordu. "O zamanlar alan oldukça küçüktü," diyordu Sarich, "bütün kaynakçayı birkaç haftada okuyup bitirebilirdiniz. Böylece ben de Washburn'ün sınıflarından biri için moleküler bulgular üzerine bir sunum hazırlamayı kabul ettim."[18] Öyle de yaptı, kimya eğitimi sayesinde moleküllerle yapılabilecek daha çok şeyin olduğunu fark etmişti. Washburn onu Allan

17 *A.g.e.*, s. 399.

18 Vincent Sarich, yazarlarla söyleşi, 3 Şubat 1981, Londra.

MAYMUN BİLMECESİ



Şekil 1.1: Kuyruksuz maymunların evrim ağacının iki alternatif kuramı. Üstte, en yeni ders kitaplarında bulunan versiyon. Bu versiyonda insanın çizgisi goril ve şempanzeden bir ortak ata ile ayrılıyor. Altta, insanı şempanze ve gorille birlikte aynı yere yerleştiren moleküler kuram. Bu kuramda şempanze ve gorilin atası olmayıp da insanın atası olan bir tür yok. Bu evrim ağacında zaman ölçüsü olmadığına dikkat ediniz. Moleküler saat başka yollarla ölçülmüştür. (Bkz. ilerideki bölümler)

Wilson'u görmeye gönderdi ki Wilson, Berkeley'e yerleşmiş bir biyokimyagerdi. Sarich ile Wilson moleküler antropolojinin temel güçlerinden oldular.

Sarich, Wilson'un laboratuarında çalışmaya gitti ve hemen onları düşünmeye iten sonuçlar elde etmeye başladı. Goodman'ın tekniklerden çok daha karmaşık araçlar kullanarak kanda ortak olarak bulunan proteinlerden birinin, albüminin benzerliklerini ölçtü. Ölçümleri o kadar kesindi ki Sarich yüzlercesi arasından bir tek aminoasidin farklılığını görebiliyordu. Bu da her bir türün diğer türlere olan immünolojik mesafesini belirleyebilmesini sağladı. Kendisinden önce çalışmalar yürüten Goodman gibi Sarich de insan, şempanze ve goril albüminlerinin Asya kuyruksuz maymunlarınınkilerden ayrı bir grup oluşturduklarını keşfetti. Sarich, immünolojik verileri bir saat gibi kullanarak insanlar ile diğer Afrika kuyruksuz maymunlarının birbirlerinden ayrıldıkları zamanı ölçmeye çalıştı. Yöntem basitti; çeşitli albüminler arasındaki farklılık derecesi türlerin ayrışmasından bu yana geçen zamanla ilişkiliydi, bu nedenle eğer bir ayrışma için çok açık bir tarih verilebiliyorsa, albümin farklılıkları diğer ayrışmalar için kullanılabilirdi. 1967'de prestijli *Science* dergisinde yayımlanan makalelerinde, Sarich ve Wilson referans noktaları olarak, fosil kanıtların gösterdiği biçimde, "30 milyon yıl önce gerçekleşen bir ayrışma olarak" Eski Dünya maymunları ile kuyruksuz maymunların ayrışmasını kabul ettiler. Sarich ve Wilson'a göre bu mihenk taşıyla birlikte ele alındığında "insanın Afrika kuyruksuz maymunlarından ayrışma zamanı 5 milyon yıldır."[19]

Yirmi milyon yıl önceki Miyosen dönemine değil, sadece 5 milyon yıl öncesine kadar bizler kuyruksuz maymunlarla aynı ortak atayı paylaşıyorduk. Kendi DNA'mız ile onlarınkinin aynı hücrelerde bulunmasının üzerinden sadece 5 milyon yıl geçmişti. Bu cesur bir önermeydi, ortalığı karıştıracağı kesindi, ancak insanın kökeni bilmecesini de çözüyordu. "İnsan ile Afrika kuyruksuz maymunlarının Pliyosen atalarının olduğu (...)

19 Vincent Sarich ve Allan Wilson, "An immunological timescale for hominid evolution," *Science*, 158: 1200-1203, 1967, s. 1202.

doğrudur," diye yazıyorlardı Sarich ve Wilson, "Öğrencilerin bu alanda karşılaştıkları bir dizi sorun da böylelikle çözülmüş oluyor. İnsanların ve bugünkü kuyruksuz maymunların çeşitli derecelerde ortaklaştığı, ancak Miyosen kuyruksuz maymunlarında bulunmayan morfolojik özellikler, özellikle de göğüs kafesi ve üst kol (...) daha yakın bir ortak ataya bağlıdır ve genellikle kabul edilenin aksine paralel ya da yakınsak evrimin bir sonucu değildir."[20]

Özünde her şey bu kadardı. İnsan türünün evrimiyle işlemeye ayarlı bir moleküler saat bizim bağımsız bir çizgi olarak ortaya çıkışımızın ne kadar yakın zamanlara dayandığını ortaya koymuştu. Bu çok anlamlıydı, çünkü anlatacağımız üzere bu ilk yayımlanan bulgular birikmeye devam etti. Bağışıklık sisteminin reaksiyonlarından proteinlerin şekillenmesini düzenleyen DNA'nın kendi proteinlerini araştırmaya geçen Wilson ve diğer bir öğrencisi, Marie-Claire King, şempanze ve insanın yüzde 99 oranında aynı olduklarını gösterdiler.[21] Bu ve daha fazla kanıt insan ile şempanzenin birbirinden 20 milyon yıl önce ayrışmış olabileceği iddiasını tamamen geçersiz kılmış oldu. Aslında biriken kanıtlar günümüzde 4 milyon yıla işaret etmektedir.

Mükemmel bir dünyada, bilim insanlarının halk arasında karikatürize edildiği üzere robotlar gibi davrandığı bir dünyada, bu nokta hikâyenin sonu olurdu. Tüm biyologlar her yerde yeni kanıtları sevinçle karşılar ve fosilleri daha anlamlı kılabilmek için neler yapılabileceğini araştırmaya başlarlardı. Ne yazık ki dünya mükemmel olmaktan çok uzaktır ve moleküler saatin bulguları, en azından insana dair kanıtlar, hiç de hoş karşılanmamıştır. Bunun neden böyle olduğu belki kitabın sonunda ortaya çıkabilir, ancak biz, paleontologları ve diğerlerini önlerine konulan verileri kabul etmedikleri için azarlamıyoruz. Bunun yerine, nihayetinde sosyolojinin değil, bilimin üstün geleceği umudunu taşıyoruz. Çünkü insanların Afrika kuyruksuz maymunları oldukları ve çok değil, 5 milyon yıl önce,

20 *A.g.e.*, s. 1202.

21 Marie-Claire King ve A.C. Wilson, "Evolution at two levels in humans in chimpanzees," *Science*, 188: 107-116, 1975.

Afrika'daki kuyruksuz maymunlardan sadece birisinin hayatta kalmayı başaran diğerlerinden ayrılmış olduğu şüphe götürmemektedir. Moleküllerin dramatik bulguları bunu gösterir.

Bu keşiflerin dramatik sonuçları, fosil kayıtlarından elde edilen geleneksel resmin radikal biçimde değişmesinde saklıdır. Söylediğimiz gibi yakın dönemlere kadar biyologlar, insan ile en yakın akrabaları arasındaki ayrışmanın 20 milyon yıl ve belki daha uzun zaman önce gerçekleştiği konusunda eminlerdi ve buna göre şempanze ve goril insanla olduklarından daha yakın akrabaydı. Şimdiyse moleküler saat bize bu ayrışmanın 5 milyon yıldan daha az bir süre önce gerçekleştiğini söylüyor. Afrika kuyruksuz maymunlarının yaşayan en yakın akrabalarımız olduğunu bilsek bile, moleküler kanıtlar onların DNA'ları bakımından bize bildiğimizden bile daha yakın, hatta kimsenin beklemediği kadar yakın olduklarını söyler. Unutmayın, bir şempanze ya da gorilden elde edilecek fotokopiler, insanınkinden yalnızca yüzde 1 oranında farklılık gösterir.

Bizler, her zamankinden de açık bir biçimde kuyruksuz maymun ailesinin bir üyesiyiz. Kendimizi kardeş olarak görmemiz çok akla yatkındır, çünkü aynı biyolojik türün üyeleri olmamızı mümkün kılacak kadar yakın akrabayız. Darwin yaşasaydı bu fikri nasıl da desteklerdi, onu eleştirenleri nasıl da utandırmış olurdu kim bilir!

Hikâye, bilim tarihi boyunca hep bilindik biçimde ilerlemiştir. Dünün devrimci ve yeni konsepti bugünün dogması haline gelmiş ve her gelen nesil yeni fikirleri kabul etme konusunda en az bir önceki nesil kadar gönülsüz olmuştur. Kimse ders kitaplarının yeniden yazılmasını istemez. Ancak açık bir biçimde, bir şeyler yapılmalıdır. Fosil kanıtlar moleküler kanıtlardan çok daha zayıftır. Eğer tarihin sadece tek bir versiyonu doğru olacaksa, zihinlerimizde hangisinin doğru olması gerektiğine dair herhangi bir şüphe olmamalıdır. İşte bu da Darwin'in ölümünü takip eden yüzyıllarda bizlere öğretilmiş olan her şeyden çok daha farklı bir insan evrimi hikâyesi ortaya koymaktadır.

Kimdir insanlar? İnsanlar, kuyruksuz maymunlardır; genetik anlamda konuşursak bizler, kardeşlerimiz şempanze ve go-

rillere en az onların birbirlerine olduğu kadar yakınız ve bizi insan yapan özgün özelliklerimiz yalnızca 4 milyon yıl önce evrim sahnesinde belirmeye başlamıştır. İnsan evriminin geleneksel zaman ölçütü –ki bu pek çok ders kitabında, televizyon ve kitaplarda öne sürülen zaman ölçütüdür– en basit tabirle yanlıştır.

Ancak insanın kökenine dair çalışmaları bugün dönüştürmekte olan devrimi açıklamadan önce, fosil kanıtlar tarafından sağlanan evrimci anlayışı tanımlamak adil olacaktır. Tüm yanılgılarına rağmen insan evriminin geleneksel resmi, insanın entelektüel davranışı üzerinden anlamlı bir başarı olarak görülmelidir, çünkü bu teori bizim kökenimizi bir avuç kemikten okumaya çalışmıştır.

Yeni resim eskisini geçersiz kılarken yine de fosil kanıtlarla çelişmez. Richard Leakey'in 16 milyon yıl öncesine denk gelen fosil yokluğunu insan-kuyruksuz maymun ayrışması üzerinden yanlış yorumlaması gibi, aslında fosil kanıtlar insanın kökenlerine dair oluşturulan yeni moleküler resmi, geleneksel resmi desteklediğinden daha fazla desteklemektedir.

2

EVRİMSEL SAAT DÜZENEĞİ

İnsanın kökeni ve evrimin tanımı bağlamında atalarımızın bizden nasıl da farklı olduklarını gösteren fosil kanıtlardan başlamak ve bunu insanın neden ve nasıl evrimleştiğini açıklamak için bir "sıçrama" noktası olarak kullanmak gelenekselleşmiştir. Ancak bu yaklaşım, bilimi açıklamak adına verilen çabaların düştüğü tuzağın aynısına düşmüştür, çünkü okuru zorla (sıklıkla kafa karıştırıcı ayrıntılarla) bilim tarihinin içerisine çekmiş ve bilimdeki atalarımızın başarı ve hatalarının üzerini örtmüştür. Bugün biz sadece üzerine konuşabileceğimiz devasa fosil kanıtlar bağlamında değil, aynı zamanda evrimi moleküler düzeyde neyin işler kıldığına dair de Charles Darwin'e nazaran büyük bir avantaja sahibiz. Dünyadaki yaşamın hikâyesi, yaşam molekülünün, sözgelimi DNA'nın hikâyesidir. Ama aynı zamanda yaşam molekülünün yaşayan varlıklar içinde hayatta kalabilmek için girdiği kalıbın da hikâyesidir. Çünkü bizler, bilimsel araştırmaların çıkmaz sokaklarını bir kenara bırakarak gelişimin anayoluna girebilmenin avantajına sahibiz. Bu utanılacak bir şey değildir ve de

şapkamızdan sizi zekiliğimizle büyüleyecek en iyi teoremleri çekip çıkarmadan önce, evrimin modern bilimsel algılayışla sonuçlanan acılı mantık zincirini kabullenmenin bir erdem olduğunu düşünmediğimizi belirtelim. DNA'da meydana gelen değişimin içinde bulunduğu varlıklarda ne gibi değişikliklere yol açtığını açıklamak için moleküler düzeyden tüm türler aşamasına geçmeden önce, evrimsel (moleküler) saat düzeneğinin çalışmasının modern resmiyle başlamayı tercih ediyoruz. Ne de olsa bir evi temelden yukarı doğru inşa etmek daha kolaydır ve DNA evrimin temelidir.

Ancak şu aşamada bile tüm türlerin varlığını inkâr etmemiz gerektiği anlamına gelmez. Milyonlarca tür keşfedilmiş, tanımlanmış, sınıflandırılmış, milyonlarca türün benzerlikleri de halihazırda sınıflandırılmayı beklerken, dünyadaki yaşamın tüm çeşitliliği oldukça zikzaklı bir görünüm sergilemektedir. Bu çeşitlilik, bir anlamda sadece geçmişin görkeminin gölgesidir, çünkü Dünya'da canlılığın tarihi boyunca büyük felaketler çok sayıda türü yok etmiştir. Permiyen dönemin sonunda, yaklaşık 335 milyon yıl önce, o dönemde yaşayan canlı türlerinin yüzde 96'sı yok olmuştur ki bu kitlesel yok oluşlardan sadece bir tanesidir. Etrafımızda gördüğümüz çeşitlilik Permiyen felaketinden sonra hayatta kalabilen yüzde 4'lük tür çeşitliliğinden ve daha sonra meydana gelen felaketleri atlatabilen çok daha küçük sayılardaki türlerden ortaya çıkmıştır. Bugün yaşayan türler büyük olasılıkla Dünya'da bugüne kadar yaşamış olan tüm türlerin binde 1'nden daha azını temsil etmektedir. Evrim teorisi görünürdeki bu kargaşaya Charles Darwin ve Alfred Russel Wallace tarafından, birbirlerinden bağımsız olarak keşfettikleri doğal seçilim yoluyla düzen getirmiştir. Evrimsel düzenin altında daha da derin bir düzen vardır ki bu da yaşamın moleküler kodudur, diğer bir deyişle DNA'nın içerisinde yazılı olan kod.

Felsefeciler için Dünya'da bir zamanlar var olan yaşamın çeşitliliği hakkında hiçbir bilgiye sahip olmadan gündelik hayatlarında tanık oldukları çeşitliliği bilimsel olarak açıklamak oldukça büyük bir iştir. Erken dönem filozoflarının özel bir yaratılış kavramını kullanmış olması hiç de şaşırtıcı değildir; bu

kavrayışa göre müşfik bir yaratıcı güç Dünya'yı tüm varlıklarla donatmış ve insanı onların üstünde özel bir yere konumlandırmıştır. Bugün pek çok insan Erich von Daniken gibi yazarların fikirleriyle rahatlamaktadır. Bu yazarlar Dünya'nın ziyaretçi uzaylılar tarafından kurulduğunu dile getirirler, ancak bu uzaylıların kendi gezegenlerini kimin yarattığını açıklamazlar. Pek çok insan da yaratılış mitinin aşırı edebi bir yorumuyla kendini rahatlatmaktadır; örneğin Hıristiyan İncil'inde tanımlanan yaratılış hikâyesiyle. Tüm toplumların kendilerine ait yaratılış mitleri vardır, çünkü hepimiz nereden ve nasıl geldiğimizi bilmek isteriz. Ancak Hıristiyanlara özgü yaratılış miti bilimsel bir teori değildir, çünkü hakiki bir bilimsel teorinin ikiz alametlerinden olan tahmin yürütmeyle test edilme ya da olumsuzlanma gibi özelliklere sahip değildir.

Tanım itibariyle inanç eyleminin mantıki bir temeli yoktur ve hiçbir savımız bir kimsenin yaratılışın İncil mitine dayandığına dair olan inancını alaşağı edemez. Böyle bir şeyi inancın kendisi tehdit altında olsaydı bile istemezdik. Dine inananlar elbette kendi seçimleri uyarınca yaratılış mitine inanmakta özgürdür; aynı bağlamda bilimsel mantıkta ve insanın kökenlerine dair iyi test edilmiş teorilerin kaçınılmaz güzelliğinde rahatlama bulan bizler de sansürden eşit miktarda korunmalıyız. Yaradılışçılar sıklıkla evrim teorisinin "yalnızca bir teori" olduğu, bu nedenle "doğru bir hikâye bile sayılamayacağı" eleştirisini getirirler, ancak bu yanlış kavramsallaştırma, teori sözcüğünün bilimsel anlamdaki kullanımından değil, gündelik dildeki yerinden kaynaklanır.

Bir bilim insanına göre doğal dünyanın nasıl işleyebileceğine dair sadece varsayıma dayalı olan fikrin adı hipotezdir; bir fikrin teori olabilmesi için, bu fikrin doğal dünyayı iyi bir biçimde tanımladığının kanıtlanması gerekir. Bu, teorilerin yenilenemeyeceği anlamına gelmez (Newton'un yerçekimi teorisi Einstein'in teorisiyle daha da geliştirilmiştir), ancak teori bağlamında gelecekte yapılacak olan değişiklikler, tüm yapının alaşağı edilmesinden ziyade, rötuşlar şeklinde ortaya çıkar. Pek çoğumuz için Newton'un teorisi son derece yerinde bir yerçekimi teorisidir ve insanın Ay'a inmesi

ya da bir uzay aracının Satürn'e inmesi örneklerinde bile işe yarar. Einstein'ın rötuşlarıysa, ışık bir yıldızın yanından geçerken nasıl bükülür sorusunu sorduğunuzda önem kazanır. Darwin'in doğal seçilim teorisine gelecekte yapılacak rötuşların da benzer biçimde ezoterik olacağı söylenebilir, elbette teori sözcüğü *Shorter Oxford English Dictionary*'de yer alan beş tanımının ilki bağlamında ele alınacak olursa: "Deney ve gözlemle desteklenen ya da kurulan ve bilinen gerçekleri açıkladığı kabul edilen ya da onaylanan bir hipotez." Köktenciler, sözcüğü gündelik anlamıyla algılamayı tercih ederler, bu anlam *Shorter Oxford English Dictionary*'de beşinci sıradadır ve "esnek ya da genel bir anlam"da "sadece bir teori, spekülasyon, varsayım" olarak yer alır. Darwin, evrim teorisine dair fikirlerini yayımlamadan önce yirmi yıldan uzun bir süre beklemiştir ki bu teori Darwin'in zihninde öncelikli olarak bir spekülasyon ya da varsayım olarak ortaya çıkmış, sonrasında duruşunu destekleyecek olguları ortaya çıkarttığı özenli çalışmalarının ardından bilimsel anlamda bir teoriye dönüşmüştür. Teori özünde basittir.

Evrim teorisinin ardında sadece üç temel fikir vardır. Bu fikirlerden biri, tekil hayvanların ve bitkilerin diğerlerinden farklılaştığı ve bu farklılıkların döllerine aktarılabildiğidir. Bu fikir bize bir köpeğin daima köpek yavrusu doğurup asla kedi yavrusu doğuramayacağını söyleyen "armut dibine düşer" basitliğinde değildir elbette. Bu fikir, örneğin kısa bacaklı bir köpeğin yavrularının da kısa bacaklı olma ihtimalinin yüksek olduğunu söyler. Evrim teorisinin ikinci fikri, hayatta kalma (var olma) mücadelesidir ki bu fikri Darwin ve Wallace sınırlı kaynaklar için rekabet üzerinden açıklamışlardır ve her ikisi de Thomas Malthus'un "Nüfus Üzerine" makalesini okuduktan sonra bu fikri ortaya atmıştır. Malthus, popülasyonların daima ve sadece mevcut kaynakların sınırlarına kadar büyüyebileceğini belirtmiştir, çünkü bu kaynaklar nüfus sınırlanana kadar ancak belli sayıda canlıyı besleyebilir. Tüm hayvanlar besin kaynakları ya da yaşam alanları veya herhangi bir kaynak kısıtlıysa o kaynağın derecesiyle popülasyon dengesini aşacak kapasitede üreme potansiyeline sahiptir. Doğal seçili-

min üçüncü varsayımı, popülasyon üyelerinden (hangi nedenle olursa olsun) kısıtlı kaynakları kullanmada daha donanımlı olanların daha çok döl üreteceğidir. Daha az donanımlı olanlarsa daha az döl üretecek ve nesiller boyunca iyi donanımlı olanlar baskın hale gelerek türün normal özelliklerini ortaya çıkartacaktır. Bir değişim oluşursa (belki daha keskin dişli bir hayvan) ve bu değişim diyelim ki gıda elde etme konusunda daha başarılıysa, o zaman nesiller sonra bir dönem değişiklik olan bir özellik türün tipik özelliği haline gelecektir. Her durumda daima yeni değişimler ortaya çıkar ve koşullar (örneğin iklim) farklı adaptasyonların başarılı olabileceği şekilde değişir ve tüm bu süreç sonsuz bir biçimde uzar gider. Darwin ve Wallace, Dünya'da canlılığın uzun tarihi üzerinde işleyen doğal seçilim döngüsünün tüm canlı türlerinin tek bir ortak atadan türeyebilmesi için gerekli olduğunu tartışmışlardır. Bu iki bilim insanının Viktoryenleri şok etmesinin nedeni, canlılığın evrimsel bir süreçle geliştiği fikri değildir. Viktoryenleri asıl şok eden, Darwin ve Wallace'ın insanın da diğer türler gibi olduğu, doğal seçilimin getirdiği evrimin sıradan bir ürünü olduğunu dile getirmeleridir. Ne Darwin ne de Wallace, evrimin türleri tanımlayan DNA'lardaki değişikliklerden kaynaklandığını biliyorlardı ve de ne Darwin ne de Darwin'in Viktoryen Kilisesi'ndeki muhalifleri, insanı tanımlayan DNA'nın bir şempanze ya da bir gorili tanımlayan DNA'dan sadece yüzde 1 oranında farklılaştığını biliyorlardı.

Genetik biliminin ve DNA'nın (deoksiribonükleik asit) ayrıntıları hiç bilinmiyor olsa da, bugün DNA molekülünün adı o kadar yaygın hale gelmiştir ki insanın Afrika kuyruksuz maymunlarıyla yakın akrabalık ilişkisine dair dramatik hikâyeye bu noktadan bir atlayış yapılabilir. Bedeninizdeki DNA'nın yüzde 99'unun bir şempanzenin bedenindeki DNA'larla aynı olduğuna dair keşfin dramatik sonuçlarını kabul etmek için evrim hakkında çok da bir şey bilmeniz gerekmez. Ancak dikkatimiz bu noktaya yoğunlaşmışken, kanıtları da ortaya koyalım; bu kanıtı sağlayabilmek için DNA'nın yapısına ve evrimsel süreçte değişimleri tetikleyen bileşen olarak evrim düzeneğindeki rolüne dair biraz daha ayrıntıya girmek istiyoruz.

DNA pek çok küçük alt-birimin bir araya geldiği, zincir olarak inşa edilmiş uzun bir moleküldür (bir biyopolimerdir). Bir insan hücresindeki DNA'ların tümü açılsa ve uc uca eklense yaklaşık 175 santimetre uzunluğunda ve 1 santimetrenin milyonda birinden daha az kalınlıkta bir zincir elde edilir. Başka bir deyişle, eğer bu molekül ortalama bir keman teli kalınlığında olsaydı uzunluğu yaklaşık 13 km olurdu.[1] Hücre içerisinde uzun moleküller sarmal haline gelmiş ve küçük, yoğun diziler halinde sıkıştırılmıştır. Zincirin bağlantıları kimyasal birimlerden oluşur ve bu kimyasal birimler birbirlerine sıkıca bağlanmış olan atom gruplarıdır ve DNA'nın tekil yapıtaşlarıdır. Zincirdeki değişim grupları, fosfat ve moleküle adını veren deoksiriboz isimli şekerler tarafından oluşturulur. Her bir şeker grubunun başka türden bir kimyasal birimi daha vardır ve bunlara da baz adı verilir. Bazlar, DNA molekülünün uzun spinine bağlıdır ve de DNA'nın üstlenmiş olduğu yaşamın genetik kodunun taşıyıcısı olma rolünün kilit noktasıdır; kodun alfabesini oluşturacak biçimde kendi aralarında dörtlü çeşitlilik gösterirler.

Pürin ile pirimidin adında iki çeşit baz ve her çeşit bazın da iki çeşidi vardır. Pürinler adenin ve guanin, pirimidinlerse timin ve sitozin olmak üzere ikiye ayrılırlar. Basitlik için genellikle baş harfleriyle gösterilirler: A, G, T ve C (sitozin için). Bu dört harf DNA'nın alfabesini oluşturur. 3,8 santimetre uzunluğundaki (insanın DNA molekülünün ortalama uzunluğu) tek bir DNA molekülünde 10 milyon şeker birimi vardır; her birine bir baz eklidir ve tüm zincir neredeyse sonsuz bir biçimde ATA ATT CGT TCA AGG GCT ATA TGC CGT TTA AAA CGT (...) şeklinde ayrıntılı bir kodlamaya dönüşmektedir. Dört harfli bu alfabe, elbette mesaj yeterli uzunlukta olduğu müddetçe, bir insanın ortaya çıkabilmesi için gerekli olan bilgiyi sağlayabilecek durumdadır. İngilizcenin yirmi altı harfli alfabesiyle kıyaslandığında bu alfabe çok mütevazı durabilir, ancak mesajın aktarılma biçimi aynen bizim mesajımızı size aktarma biçimimiz gibidir; bir DNA molekülünün bağlantılarından ziyade, kâğıt üzerine basılmış harflerin uzun zinciri biçimindedir.

1 E.J. Dupraw, *DNA and Choromosomes*, Holt, Rinehart ve Winston: New York, 1970.

Genetik materyalin yapıtaşları, farklı türden şeker kullanan kimi virüsler dışında, Dünya'daki tüm yaşam formlarında aynıdır. Bu durum bize Dünya üzerindeki bütün yaşamın, Dünya tarihinin erken dönemlerinde ortaya çıkan bazı özgün canlı DNA'sından türediğini gösterir, ancak bu hikâye kitabımızın kapsamını aşmaktadır. DNA'nın yapıtaşlarının düzenlenme biçimi bir türden diğerine değişiklik gösterir ve daha düşük oranda dahi olsa, aynı türden tekil bir canlıdan bir diğerine de değişiklik gösterir. Bu farklılıklar bizim kitabımızın konusunu oluşturan temeli meydana getirir. Tekil canlılar kendi bedenlerinin meydana getirilmesi, işlevini yerine getirmesi, bakımının yapılması ve korunmasını tanımlayan kendilerine özgü kodlanmış DNA mesajları taşır. Açıktır ki bir hayvanın, diyelim ki insanın planı bir insana diğer başka bir türünkinden çok daha yakındır. Ancak ayrıntılar kardeşler arasında bile değişiklik gösterir (tek yumurta ikizleri elbette istisnadır, tek yumurta ikizleri döllenmiş tek bir yumurtanın bölünmesiyle meydana gelirler ve sonuç olarak DNA mesajının tam olarak özdeş iki kopyasını taşırlar).

Aynen bizim mesajımızın size ulaşmasını sağlayan harf dizilerinin sözcüklere bölünmesi ve noktalama işaretleriyle ayrılması gibi, DNA zincirlerinde kodlanan yaşam mesajı da "sözcüklere" bölünmüş ve "noktalama işaretleriyle" ayrılmıştır. Bu kod nasıl işler? Yaşam moleküllerinin motoru proteinlerdir. DNA'nın fotokopi makinasına olan benzerliğini genişletirsek, proteinler DNA tarafından kodlanan bilgileri taşıyan fotokopiyi gerçeğe dönüştüren mühendisler olarak düşünülebilir. İnsan mühendisler tarafından kullanılan fotokopiden farklı olarak DNA fotokopilerinin, hücreye mühendislerin (proteinlerin) kendilerini de nasıl üreteceğinin bilgisini içeren komutlar eklemesi gerekir ki burası dört harfli genetik kodla yazılmış sözcüklerin devreye girdiği yerdir.

DNA gibi proteinler de küçük birimlerden oluşan uzun moleküllerdir. Bu birimler aminoasit olarak adlandırılır, ancak DNA alfabesinde dört tip alt-birim olmasına karşın proteinlerin yirmi çeşidi vardır. Yalnızca dört harften oluşan bir alfabeyle her bir aminoasite bir isim vermek için üç harfli

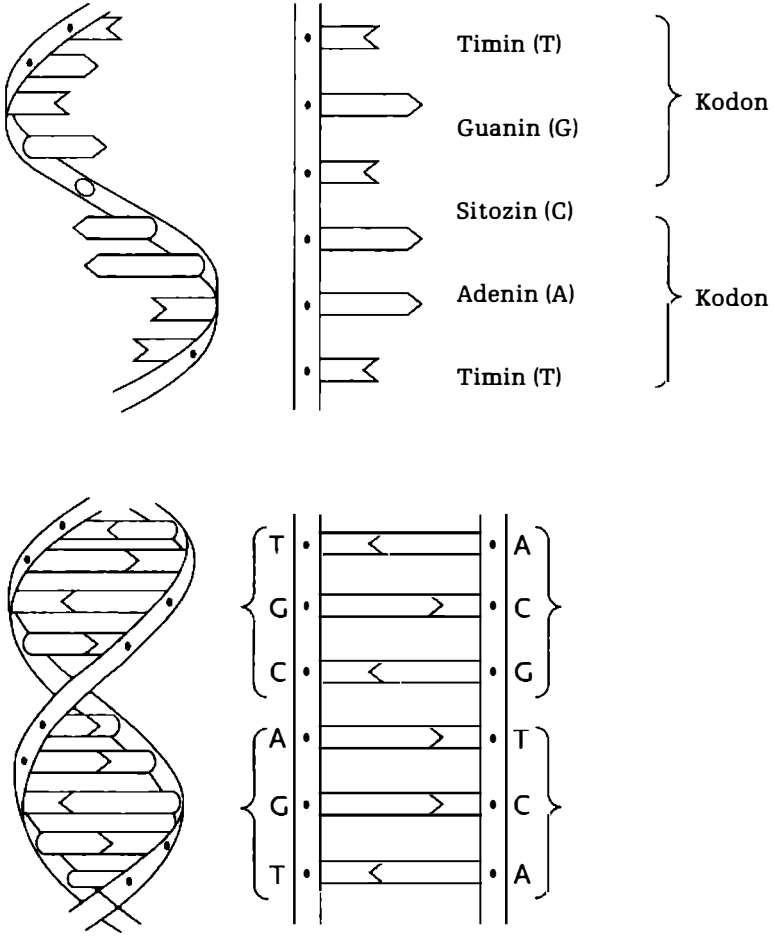
sözcüklerden oluşan bir dil gerekir; dört harfli bir alfabeyle yazılabilecek 64 farklı üç harfli sözcük vardır, ancak iki harfli yalnızca 16 farklı sözcük yazılabilir. Bugün üç harfli sözcüklerin tümü (ki genelde kodon olarak adlandırılırlar) tanımlanmış ve anlamları çözülmüştür. Altmış dört sözcüğün 60'ı belirli aminoasitlere tekabül eder ve yalnızca 20 aminoasit olduğuna göre kimi kodonlar aynı aminoasiti işaret eder, bilgisayar dilini kullanırsak da çoklu yedeklemeyi kullanır. Diğer dördüyse noktalama işaretleridir, tek bir kodon "protein mesajının başlangıcını" gösterir ve "protein mesajının sonunu" işaret eden üç farklı yol vardır. Bu nedenle hücre fabrikaları "duraklamak", "durmak" ve "sona erdirmek" komutlarına yanıt verir, ancak işe koyulmak için tek bir "başla" komutuna ihtiyaç duyarlar. Bu durum, canlı bir hücrenin protein üretimine yanlışlıkla başlama olasılığını azaltır ve üretimi durdurmak için daha fazla alternatife sahip olmasını sağlar.

Canlılığın tüm etkinlikleri için gerekli olan bilgiler vücudun her hücresinde bulunan DNA fotokopilerinde kodlanır, ancak bu etkinliklerden sadece birkaçı hücre içerisinde herhangi bir zamanda devam eder. Yine de hücre, belirli bir işin yerine getirilmesi ve sonrasında yeniden kullanılmak üzere bu işin durdurulmasıyla alakalı DNA parçasını okuma yetisine sahiptir. DNA'nın "başla" ve "dur" noktalama işaretleri arasındaki parçası tek bir gendir ve tek bir spesifik protein için gerekli olan kodlar tek bir temel epigram üzerinden çalışır: "Bir gen, bir protein." Bu durum türler içerisinde Darwin'in evrimin kilit noktası olarak tanımladığı çeşitliliği yaratarak DNA mesajını vücudun işleyişini ve oluşumunu farklılaştıracak biçimde değiştirir. Yine de, evrim ile genlerin karmaşık yapısına girmeden önce, DNA'nın başka önemli bir özelliğine göz atmakta fayda vardır. Önemli olan, yalnızca DNA'nın genetik kod mesajlarını tespih taneleri gibi üç harfli sözcükler halinde taşıması değildir. Bu durum elbette kullanışlıdır, ancak DNA'yı hayati kılan süreç, içerisindeki genetik kodun tamamını kopyalayarak kendini yeniden üretebilme kabiliyetidir. Yaşam kendini yeniden üretir; DNA kendini yeniden üretir. Peki, DNA bu numarayı nasıl yapar?

Genetik bilginin tek bir DNA parçacığında depolanmasına karşın, molekül çok sıklıkla tek bir ip halinde değil, birbirine geçmiş ikiz tellerin oluşturduğu o ünlü çift sarmallar halinde bulunur. Bu çift sarmallı yapı DNA'nın özgül eşlenme yeteneğinin yanıtını verir, ancak bunun nasıl çalıştığını hayal edebilmek için bir merdiven oluşturacak biçimde bir araya gelen spiral basamakların sökülmüş halini gözümüzün önüne getirmeliyiz. Şeker-fosfat zincirleri merdivenin tutamaklarını oluşturur ve bazlar tutamaklara bağlanan basamakları meydana getirir. Her bir basamak iki parçadan meydana gelir, ikili DNA molekülünün her bir sarmalından bir baz hidrojen bağları olarak adlandırılan bağlarla bir arada tutulur. Nükleotidlerin çok özel yapısı kendilerine has çiftler halinde eşlenmelerinden kaynaklanır. Hidrojen bağları eğer bir tarafta timin ve diğer tarafta adenin varsa oluşacaktır ya da bir sarmalda sitozin varsa diğer sarmalda guanin olmalıdır, çünkü adenin ile timinin bağlanabileceği iki nokta, guanin ile sitozininse üç nokta vardır. Adenini sitozinle eşleştirmeye çalışmak, üçlü bir prize ikili bir fiş sokmaya benzer; yapılabilir, ancak hiç de kolay değildir ve sadece nadiren olur. Birbirine bağlanan çiftler TA ve CG'nin her biri neredeyse özdeş biçimlere sahiptir, bu nedenle DNA merdiveni üzerindeki basamaklar özdeştir. Bazların bir araya gelişi ve şeker-fosfat iskeletine eklemlenmeleri James Watson ve Francis Crick tarafından tüm dünyaya tanıtılan çift sarmal modelini oluşturur.

Bazlar sadece kendilerini tamamlayan sayıyla bağlanacağından, AT ve CG'yle DNA'nın kendini nasıl yeniden ürettiğini görmek kolaydır. Molekülün iki sarmalı merdiveni ikiye bölerek bir anlamda ayna görüntüler oluşturacak biçimde ayrılır. Merdivenin bir yanında T kalmışsa, öbür yanında A kalmış olmalıdır ve bir yanında C varsa, diğerinde G olmalıdır.

Böylece her bir sarmal kendi eşini üretecek bilgiyi taşır; bağlanmamış her bir T, hücrenin içerisindeki zengin kimyasal çorbadan bir A'yla eşlenecektir ve her bir bağlanmamış C bir G yakalayacaktır. Bundan sonra yeni yakalanmış nükleotidleri şeker-fosfat zincirleriyle sıkıştıran bir enzim ortaya çıkar. Başta sadece tek bir sarmal varken, sonunda ikili bir sarmal ortaya çıkmıştır.



Şekil 2.1: Genetik kod çift sarmal oluşturmak için bir araya gelen DNA parçası boyunca yazılmıştır. Bazlar birbirlerini tamamlayan çiftler halinde oldukları için, her bir sarmal kendi eşini üretebilir.

Yeniden özetlemek gerekirse, proteinler için gerekli olan DNA kodları üç harfli sözcükler ya da kodonlar aracılığıyla DNA boyunca dizilir; her bir kodon protein zincirindeki bir aminoasite karşılık gelir. Tüm DNA mesajı bireyin (bitki ya da hayvan) yapımının, bakımının ve korunmasının fotokopisini içerir ve de bütün bu mesaj her hücrede mevcuttur. Herhangi bir zamanda, herhangi bir hücrede bu mesajın belirli kısımları aktive olur ve kodun aktifleşen kısımları gerçek mühendislik işlerini yapan proteinleri üretmek için kullanılır. DNA üzerindeki bilgi yalnızca proteinlere ait değildir, aynı zamanda kendi eşlenmesini de kodlar, çünkü çift sarmalın iki kolu aslında birbirinin tamamlayıcı kopyasıdır. DNA kopyalanabildiği için genetik kod bir ebeveynden döllerine geçebilir. Bunlar kalıtımın biyokimyasal ilkelerinin temel unsurlarıdır.[2]

Eğer DNA kendini her eşlediğinde bunu tamamen doğru ve hiçbir hataya yer vermeden yapacak kadar iyi organize olmuş olsaydı, canlı varlıklar arasında hiçbir çeşitlilik olmazdı, çünkü eşlenen daima kendisini üretmeyi başaran ilk DNA'nın ilk sarmalı olmuş olurdu. Ne var ki hatalar olur, özellikle de eşlenme sırasında. Bu hataların pek çoğu DNA'nın yalnızca tek bir bazını, genetik kodun tek bir harfini etkiler. Bunlara nokta mutasyonları adı verilir, çünkü bu mutasyonlar sarmal boyunca tek bir nokta üzerinde etkilidir ve üç biçim altında ortaya çıkar; sarmaldan bir baz kopar (delesyon), sarmala bir baz eklenir (adisyon) ve bir baz başka bir bazla yer değiştirir (substitüsyon). *"Beş yat sat, bak beş yat"* gibi anlamlı mesajlar sadece T'nin A'yla yer değiştirmesiyle bile *"beş yaa saa, bak beş yaa"* biçimini alır. Yer değiştirmeler daha küçük felaketlere yol açar, bu durum genetik kodun yedeklenmesinden kaynaklanır ki bu, belirli bir aminoasidi gösteren bir kodon aynı aminoasit için geçerli olan başka bir kodonla yer değiştirirse, yer değiştirmelerin hiçbir etkisinin olmayacağı anlamına gelir. Bunun yanı sıra, *"beş yat sat, bak beş yat"* örneğinde olduğu

2 Moleküler biyolojinin çarpıcı bir tarihi ve açıklaması için bkz. Horace Freeland Judson, *The Eighth Day of Creatin*, Simon & Schuster: New York, 1979.

gibi bir aminoasitte meydana gelen herhangi bir değişiklik nihai mesaja anlamlı ölçüde zarar vermez. Yine de, genel olarak mutasyonlar pek de iyi bir anlama gelmez.

Kana kırmızı rengini veren ve vücutta oksijeni taşıyan pigment hemoglobin tek bir nükleotid değişiminin felakete varan sonuçlarına iyi bir örnektir. Hemoglobin dört alt-birimden (ikisi alfa zincirleri, diğer ikisi de beta zincirleri olarak adlandırılan) oluşan karmaşık bir moleküldür. Alfa zincirlerinin her biri 141 aminoasit uzunluğundadır; beta zincirleriyse 146 aminoasit uzunluğundadır. Ölümcül (anında olmasa da) orak-hücreli anemi hastalığı hemoglobin zincirlerinden birindeki tek bir aminoasidin değişmesi sonucu ortaya çıkar; glutamin yerine valin bulunan altmışıncı konumdaki bir beta zincirindeki bir değişiklikte. Ayrıntılar önemli değildir, önemli olan bu değişikliğin beta hemoglobin genindeki tek bir nokta mutasyonundan, A olması gereken yerde duran bir T'den kaynaklanıyor olmasıdır. Bu tek ve ufak farklılık, geni taşıyan insan için hayat ile ölüm arasındaki fark gibidir; milyarlarca nükleotid arasından tek bir yanlış.

Orak hücreli anemi aslında tamamen zararlı değildir, özel koşullar altında bu hastalık taşıyıcısını sıtmadan korur; bu durum, Batı Afrikalı siyahiler gibi ataları sıtma bölgelerinde yetişmiş halklar arasında hastalığın görece yaygın olmasının nedenidir. Ancak ABD'de olduğu gibi sıtmanın dengeleyici baskısı ortadan kalktığında, orak hücrelilik özelliğinin avantajları ortadan kalkar ve mutant orak genine Batı Afrika kökenli kölelerde, ana kıtayı hiç terk etmemiş Afrikalılardan daha az rastlanır.

Pek çok mutasyon tamamen zararlıdır. Yalnızca çok az mutasyon, kodladıkları geni gerçek anlamda geliştirir. Hemoglobin bu duruma da bir örnek teşkil eder.[3] Balinalar ve diğer sualtı hayvanları suyun altında uzun zaman kalabilirler, çünkü onlar karada yaşayan memelilere kıyasla akciğerlerinde daha fazla oksijen depolayan ve dokulara daha fazla oksijen sağlayan bir oksiyen-taşıyıcı pigmente sahiplerdir. Biyokim-

3 Fred N. White, "Respiration," ed. M.S. Gordon, *Animal Physiology: Principles and Adaptations* içinde, Macmillan: New York, 1977.

yasal gözlemler hemoglobini daha etkili hale getiren protein zincirlerindeki aminoasit dizilimindeki değişiklikleri ve bu değişikliklere bağlı olarak hemoglobin geninin kodunda meydana gelen değişiklikleri tam olarak göstermektedir. Biyokimyagerler aynı durumun sualtı memelileri için de geçerli olduğunu keşfetmişlerdir; her biri bu duruma uygun hemoglobin taşımaktadır ve böylece derin sularda yaşayan okyanus domuz balığı kıyıda yaşayanlarından üç kat fazla oksijen taşıyabilir durumdadır. Burada önemli olan nokta, bu değişikliklerin doğal seçilim süreciyle balinaların bir parçası haline gelmiş olmasıdır. Balina öncelikli olarak derin sularda yaşamaya uygun değildir. Değişimler rastlantısal mutasyonlar sonucu ortaya çıkmıştır ve bunların pek çoğu orak hücre gibi ölümcüldür, çok azı gelişmiş bir hemoglobini kodlayabilecek konumda olmuştur. Daha etkili bir hemoglobine sahip olan ata balinalar belki de hemoglobini daha etkisiz kullanan balinalardan daha fazla yiyecek bulabilmiş ya da tehlikelerden daha etkili biçimde kaçabilmiştir. Daha uzun süre hayatta kalmış, daha çok döl üretmişlerdir ve bugün başarılarında kısmen de olsa etkisi olan geliştirilmiş hemoglobin genleri gözlemleyebilmemiz için sonraki nesillerde sabitlenmiştir. Balinaların koşulları bu değişen hemoglobinlerin avantajlarının ortadan kalkacağı biçimde yeniden değişecek olursa, onları korumak için yürürlükte olan seçici baskı da ortadan kalkacaktır.

O zaman, mutasyonlar tekil taşıyıcının üreme başarısı bağlamında genel olarak zararlı ve nadiren yararlıdır, bazen de iyi ya da kötü hiçbir etkileri yoktur. Ancak nokta mutasyonlar çok inceliklidir ve türlerin kökeni konusunda yaptıkları pek bir şey yoktur. Bu durum ileride ayrıntılı biçimde tartışacağımız farklı mekanizmalarla ilişkilidir. Ne var ki nokta mutasyonlar farklı türlerin taşıdığı farklı proteinlerin ayrıntılarıyla yakından bağlantılı olup, evrimci biyologlar için çok kullanışlıdır. DNA'daki değişiklikler genel olarak doğal seçilim tarafından direnişle karşılanır, çünkü evrimin geçmiş dönemi üzerinde bir gelişme sağlamaları çok zordur. Ne var ki DNA her kopyalandığında kimi değişiklikler ortaya çıkar ve zararlı etkileri olmayan değişiklikler başarılı nesillerin DNA'larında biri-

kir. DNA mesajları çok uzun olduğu ve nokta mutasyonlarının meydana gelebileceği yalnızca birkaç yol bulunduğu için, hatalar istatistiki olarak güvenilir bir biçimde birikir; havaya bir para attığınızda yazı ya da turanın gelme durumunun olması gibi. Bir kodon kopyalayın; istatistik yoluyla bakıldığında bu kodonda bir hatanın meydana gelebileceği çok az yer vardır; bir parayı üç kere havaya atın (kodonun üç harfine eşittir bu), bu durumda ya üç kere tura, ya üç kere yazı ya da başka bir kombinasyon meydana gelebilir. Ancak mükemmel bir para milyon kere atılırsa, ortaya çıkan sonuç 500.000 yazı 500.000 turaya oldukça yakın olur. Milyonlarca DNA kodonunu kopyalayın, bu durumda ortaya çıkacak nokta mutasyon hatalarının sayısı kopyalama süreçlerinin istatistikleriyle güvenilir biçimde belirlenebilir. Bir kere daha bir milyon kodon kopyalayın, aynı miktarda hata ortaya çıkacaktır. Bu nedenle DNA'daki farklılıklar kopyalandıkça ve yeniden kopyalandıkça birikir ve bu birikmeler belirli bir oranda olur. İki tür ortak bir depodan koptuğunda ata-form neredeyse özdeş DNA fotokopileriyle işe başlar. Her bir tür kendi evrim yolunda ilerlerken DNA'sındaki farklılıklar sabit bir biçimde birikir ve iki türün DNA'sında biriken farklılıkların sayısı bu türlerin atalarından ayrıldığı zamanın tahmin edilebilmesi için iyi bir araç olur. Bugün tüm moleküler evrimciler bu farklılıkları (doğrudan DNA'yı okuyarak ya da dolaylı olarak proteinleri incelemek suretiyle) ölçmek ve bu değişiklikleri zamanda bilinen bir noktayla ilişkilendirmek zorundadır. Dolayısıyla bilim insanları sadece türlerin ilerlediği evrim rotasını yeniden inşa etmekle kalmaz, aynı zamanda bunların her bir dallanma noktasından ne zaman geçtiğine dair de iyi tahminlerde bulunabilir.

Tarihi iyi belirlenmiş kimi fosiller belirli bir protein tipinde meydana gelen moleküler değişimlerin oranının belirlenmesi için gereklidir. Belirli bir fosil tarihi bize örneğin örümcek maymunu ile vervet maymununun 35 milyon yıl önce ortak bir atayı paylaştıklarını söyleyebilir ve bu durum moleküler saat için bir ölçümleme sağlar. Saat belirli bir aileden belirli bir protein için bir defa kurulduktan sonra moleküler evrimciler yaşayan türlerle ilgilenmeye başlayıp laboratuarda doğ-

rudan ölçümler gerçekleştirebilirler. Eğer daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarlarsa, herhangi bir zamanda daha fazla ölçüm yapabilirler.

Paleontologların işi ne kadar da zordur! Onlar uzun zaman önce ölmüş bedenlerin dağınık kalıntılarından sağlanan bir avuç dolusu ipucuyla yollarını inşa etmek zorundadırlar. Üstelik bu bedenlere ait döllerin yolculuğun sonuna erişip erişemediklerini bilemezler ve bilgilerindeki boşlukları doldurmak için yeni fosil kanıtlar toplayamazlar. Tüm bu zor koşullar altında şaşırtıcı olan, paleontologların tüm bunlara cesaret etmeleri değildir sadece, aynı zamanda doğru hikâyeyi de yakalamalarıdır.

Söz konusu insan olduğunda, uzmanlar bırakın yorumları iyi bir fosil kanıtın ne olduğu konusunda bile anlaşmazlığa düşerler. Kimi paleontologlar, insan evrimi bağlamındaki fosil kanıtların, at ya da aslan gibi pek çok temel tür bağlamındaki kanıtlar kadar iyi olduklarını söyler. University College London'da bir dönem Antropoloji bölümünde okutman olarak görev yapan Robert Martin, insan fosillerinin "kabul edilebilir derecede iyi" olduklarını söylemiştir.[4] UCLA'nın paleontoloğu Everett Olson gibi diğerleriyse büyük bir dağınıklık olduğunu düşünmüş ve evrim üzerine bir konferansta, "Fosil kayıtlarının bir veri kaynağı olarak kullanılması konusunda bulanık görüşlerim var," demiştir.[5] Başka bir öncü evrimci biyolog olan Steven Stanley ise hominid (insanımsı) fosil kayıtlarının "özellikle fakir" olduklarının altını çizmiştir.[6]

Peki, paleontologlar özellikle neyin üzerinde durmalıdır? İnsanın evrimine dair eldeki fosil kanıtlar, birkaç kafatası ve başka kemikler ile pek çok dişten oluşmaktadır. Onları çürütecek şeker olmadığından, erken dönem insanlarının dişleri pek de düşmüyordu, bu dişler aralıksız bir aşındırmaya uyum sağlamıştı ve sahiplerinin öldükten sonra maruz kaldığı leş hayvanlarının saldırılarından da kurtulabilmişti. Kemikleri

4 R.D. Martin, 'Review,' *Primate Eye*, 16: 32-3, 1981, s. 32.

5 Roger Lewin, 'Evolutionary theory under fire,' *Science*, 210: 883-7, 1980, s. 883'ten alıntı.

6 Steven M. Stanley, *Macroevolution*, Freeman: San Francisco, 1979, s. 30.

parçalara ayrıldıktan uzunca bir zaman sonra bile dişler sağlam kalabilmişti. Elbette kimi kemikler fosilleşerek zamana direnebilmiş ve elbette biz bunların yalnızca çok az bir kısmına erişebilmişizdir. Her yeni insan fosili bulunduğunda ortaya atılan haberler şimdiye kadar paleontologların üzerinde çalışabileceği tonla kemiğin olduğu izlenimi yaratabilir. Gerçek hiç de öyle değildir. İnsanın atalarının bilinen fosilleri büyük ölçekli bir yemek masasını ancak doldurabilir ve tüm dişler birkaç ayakkabı kutusuna sığdırılabilir. Bu kıt kanıtlarla paleoantropologlar kendi teorilerini inşa etmeyi başarmışlardır.

Bu nahoş gerçek (insanın geçmişinin çok da fazla tanığının olmadığı gerçeği) insanın tarihinin yeniden inşa edildiğine dair popüler görüşün pek de umurunda değildir. Tüm hayatları boyunca bu birkaç kemikle çalışan uzmanlar, belki de ağaçlardan uzaklaşarak ormanın ne kadar da küçük olduğunu göremeyecek kadar kendi dünyalarına hapsolmuş durumdadır. Bir yabancı (ve pek çok "yerli") için en şaşırtıcı olan şey, insanın evrimine dair fosillerden hiçbir şeyin öğrenilemeyecek olmasıdır. Oxford Üniversitesi Müzesi küratörü Dr. Tom Kemp, kariyerini memelilerin evrimine adamıştır. Kemp, "Antropologlar tüm tezlerini benim çöpe atacağım birkaç diş üzerine dayandırırlar," demektedir.[7] Ancak gerçek şu ki, bu fosiller büyük bilgi sağlamış ve 30 milyon yıl etrafında dönüp duran hikâyelerin oluşturulmasını getirmiştir. Elbette tüm hikâyeler birbiriyle örtüşmez ve elbette her birinde boşluklar ve hatalar olur, ancak ham materyaller göz önüne alındığında isteyen onlardan istediği hikâyeyi çıkartabilir.

Cleveland Müzesi'nden Don Johanson ve Kenya Ulusal Müzesi'nden Richard Leakey arasında gelişen klasik tartışma yürürlükte olan meseleleri gözler önüne sermiştir. 1974 yılında Johanson çok önemli bir fosil bulmuştu: genç bir kadının kafatası ile iskeletinin sağlam kalmış parçaları. Bu kadın iskeleti hemen Lucy adıyla vaftiz edildi. İnce tarihlendirmeler Lucy'nin 3,8 milyon yıl önce yaşadığını göstermekteydi ve iskeleti küçük bir beyni olsa da tamamen dik yürüdüğüne işa-

7 T.R. Kemp, J.C.'yle söyleşi, 9 Nisan 1981, Oxford.

ret ediyordu. Johanson fosili bulduğu bölge olan Etiyopya'ya atfen Lucy'i *Australopithecus afarensis* olarak adlandırdı ve bu iki ayaklı, küçük kafalı proto-kadını yerleştirebilmek için insanın soyağacını yeniden çizdi. Böyle yaparak Johanson, Leakey'in insanın kökenine dair teorisine başkaldırmış oluyordu ancak Johanson, Lucy'i insanın evrim hikâyesinde mutlak merkeziyette görüp onun hakkında *Lucy*[8] adında bir kitap yazarken, Leakey onu sadece yardımcı oyuncu olarak değerlendirmiş ve *The Making of Mankind (İnsanlığın Kuruluşu)* kitabında Lucy'e sadece beş sayfalık yer ayırmıştır.[9] Her ikisi de aynı anda haklı olamazdı, ancak fosil kanıtlarının yetersizliği koşullarında hangisinin doğru olduğuna karar vermek de bir o kadar güçtü. Paleontolojinin büyüsü de buradadır: işi iyi yaptığından değil, tam yapmadığından.

1970'lerden bu yana paleoantropologların görüşleri ağırlıklı olarak Johanson'dan yanaydı (ki bu durum onun görüşlerinin doğru olduğu anlamına gelmiyordu), ancak ortaya Lucy'nin başka bir rakibi çıktı. Lucy'den daha eksiksiz bir fosil iskelet Johannesburg'un batısındaki mağaralardan birinde bulundu ve bu fosilin tarihi 3,22 ila 3,58 milyon yıl öncesini gösteriyordu. Eğer bu tarihler doğruysa Güney Afrika'da bulunmuş en eski australopithesin ortaya çıkartılmış olacaktı. Bize göre Witwatersrand Üniversitesi'nden Robert Clarke tarafından gerçekleştirilen keşfin en ilgi çekici yanı, bu türün ayak yapısının yalnızca iki ayakla yürüyebilecek yetenekte olması değil, aynı zamanda iyi bir tırmanıcı olduğunu da göstermesiydi. Topuk kemiği dik yürümenin gerginliğini kaldıracak biçimde adaptasyona uğramış görünüyordu, ancak ayak başparmağı hâlâ günümüz şempanzesiyle eşit bir kavrama yetisine sahipti.

Hangisine inanırsanız inanın, teoriler bu konuda ortak görüş bildirir. Tüm yeni fosil bulguları var olan çerçeveye uydurulmaya çalışılmaktadır, ta ki hiçbir yere uyum sağlayamayacak kadar sıradışı bir şeyler ortaya çıkana kadar. Bu teoris-

8 Donald C. Johanson ve Maitland A. Edey, *Lucy: The Beginnings of Humankind*, Simon & Schuster: New York, 1981.

9 Richard E. Leakey, *The Making of Mankind*, E.P. Dutton: New York, 1981.

yenler ancak o zaman kafalarını kaşıyarak favori çerçevelerini parçalara ayırır ve yeni bulguya uygun biçimde her fosil için bir yer belirleyerek her fosilin tam da kendi yerinde durmasını sağlayacak biçimde çerçevelerini yeniden yaparlar. Çerçeveler türlerin nasıl ilişkilendiğini gösterme amacını taşır: Hangileri aynı atadan gelmiş, hangileri ayrılmıştır? Bu çerçeveler genelde iki türlüdür: Merdivenler ve çalılıklar.

Revaçta olan merdivenler teorisine göre insanımsı fosilleri tek bir çizgi üzerine yerleştirilmekte ve her bir fosilin pozisyonu yaşıyla belirlenmekteydi. Uzmanlar sonrasında bir tipten diğerine geçişi (merdivendeki bir basamak) sağlayan değişiklikleri ve bilinen fosillerin arasındaki "kayıp bağlantıları" bulmak için araştırmalar yaptılar. Her bir fosilin daha insanımsı bir nesli getirdiği düşünülüyordu; böylelikle merdivenden tırmandıkça karşımıza önce dört ayaklı, küçük beyinli akılsız hayvanlar olan kuyruksuz maymunlar, sonrasındaysa kambur, ayaklarını sürüyerek yürüyen, yarım akıllı İnsansı Maymunlar ya da Maymun İnsanlar çıkıyordu. Merdivenin en sonundaysa, tepede tamamen dik duran büyük beyinli "insan" (yaratılışın kralı) durmaktaydı. Bu yaklaşımdaki temel sorun (insanı bir "son nokta," evrimin tüm dönemlerinin ardından kavuşacağı nihai başarı olarak işaret etmesinden ayrı olarak), çıkmaz sokaklar için çok az yer bırakmış olmasıydı. Bu durum evrimin alternatif "çalılık" teorilerini "merdiven" teorilerinden daha çekici hale getirdi.

Çalılıklar, büyümesi durmuş kimi sürgün noktalarını işaretleyerek bazı fosillerin insanın yoluna nasıl ara verdiğini gösterir. Evrimin tek bir merdiven gibi gelişmenin tek bir dizilimi biçiminde ilerlemesinden ziyade, bu teoriye göre yeni türler evrimleşip uyum sağladıkça yeni dalların sürgün verdiği, ancak pek çok dalın da büyümesinin durduğu ve fosilden çıkmaz sokakların ortaya çıktığı bir model ortaya konur. Bu varsayıma göre, erken dönem insanlarından bir tür, iki tip nesil ortaya çıkartmış olabilecek ve bu nesillerden her ikisi de fosilleşmiş kalıntıları (en azından bir ya da iki diş) bizim keşfetmemiz için arkalarında bırakabilecektir. Dallardan biri sonrasında gelişemese bile, diğeri yeniden dallanarak nihayetinde

modern insana kadar gelecektir. Tüm bu süreç Oligosen'lerin son günlerinden bu yana geçen 30 milyon yılda, belki de her 2 ya da 3 milyon yılda bir, pek çok defa tekrarlanmış olabilir. Çalılık teorileri merdivenler teorilerinden daha uyumludur, çünkü her zaman yeni bir dal ya da sürgün keşfettiğinizde çalılık yapısı içerisinde yeni keşfedilen bir fosil çeşidini yerleştirebileceğiniz boş bir alan bulmanızı sağlar. Çalılık yapısı istisnai keşifleri açıklamak bağlamında da daha geniş bir ufka sahiptir (ve ne yazık ki yeni keşifler yapıldıkça eski kafalı çerçevelere tutunup kalmayı da daha kolay hale getirmektedir). Yine de çalılık teorileri, merdivenlerden çok daha kullanışlı ve gerçekçidir.

Geç Pliyosen döneminde, diyelim ki 3 milyon yıl önce, o kadar çok farklı insanımsı türü vardı ki sahip olduğumuz kısıtlı fosil kanıtlar bile iki ya da daha fazla türün, aynı zamanda ve sıklıkla aynı yerde yaşamış olduğunu gösterir ve de böylesi bir durumu merdiven teorisine göre açıklamak olanaksızdır. Aslında o dönemlerde ortalıkta o kadar çok insanımsı türü vardı ki paleontologlar (elbette hepsi değil), 400 milyon yıl önceki Devonyen dönemin balıklar çağı, 135 ila 65 milyon yıl önceki Kretase (Tebeşir) döneminin de dinozorlar çağı olarak adlandırılması gibi, bu döneme de insanımsılar çağı adını verdiler. Fosil kanıtlar balıkların ya da dinozorların merdiven biçiminde evrimleştiklerini kesin bir biçimde yalanlarken, insan neden bir istisna oluştursun ki?

Modern insan merdiven basamaklarının en tepesinde, bu denli tırmanmış olmanın verdiği gururla ve Güneş'e karşı kalıcı bir yer edinmiş olmaktan zevk alarak oturmuyor. Modern insan, büyüyen, başka başka dallar ve pek çok çıkmaz sokaklar barındıran bir çalılığın dallarından birinin ucunda duruyor. Yaşayan dalların tümü ışık için diğerleriyle rekabet içerisinde büyümeye (evrimleşmeye) devam ederken, insanın dalı diğer tüm dallar gibi büyümeye devam edebilir ya da ölebilir veya çatallanabilir. Kesin olan bir şey var ki bu dal hiçbir biçimde aynı kalmayacaktır. Tüm bu aktivite büyük bir yaşam çalılığının parçası olarak görülebilir; salyangozlar, kuşlar, böcekler ya da buğday için başka merdivenler yaratmanın gereği yoktur.

Bugünlerde çalılık teorilerinin Dünya'daki canlılığın tarihinin çok daha iyi bir temsili olduğu konusunda geniş çaplı bir kabul vardır, ancak biz bu temsiliyetin herhangi bir biçimde tamamlanmış ya da mükemmel biçimde kavranmış olduğu iddiasını taşımıyoruz. Bilgi düzeyimizde hâlâ büyük boşluklar bulunmaktadır, özellikle de çalılığın şeklini nasıl adlandıracağımız üzerine çok büyük boşluklarımız bulunmaktadır. Dallar nasıl büyür ve bölünür? İnsanın kendi çalımsı dalının özel biçimi nedir? Kalıntılar masasından ve diş kutularından insanın kökenlerine dair tutarlı bir teoriye nasıl erişebiliriz? Bu sorulara dair tam ve yeterli yanıtlar kitabımızın ufkunu aşar. Ancak ilk iki soruya dair kimi önerilerde bulunmamız mümkün.

DNA'nın nesiller boyunca bilgiyi nasıl taşıdığını ve DNA'daki küçük değişikliklerin nokta mutasyonlarının sahibine kimi zaman nasıl yarar sağladıklarını gördük, aynı zamanda bu çeşit mutasyonların, bir kural olarak yeni türlerin ortaya çıkmasından sorumlu olmadıklarını da dile getirdik. Nokta mutasyonları ile doğal seçilim, sualtında yaşayan balinalar ve hemoglobinler örneğinde olduğu gibi türlerin belirli yaşam biçimlerine uyum sağlamasına yardımcı olur. Ancak evrimin bu aşamalı süreci (klasik Darwinizm'de sıklıkla resmedildiği gibi) yeni türlerin eski depolardan neden doğduklarını değil, türlerin çevreleriyle neden uyumlu kaldıklarını açıklar. Yeni türlerin evriminin gerçekte genetik kodlardaki çok daha dramatik ve ani değişikliklerle ve bu değişikliklerin de neredeyse tamamen çevredeki dramatik ve ani değişikliklerle ilişkili olduklarının keşfi kimi zaman Darwinizm karşıtlığı olarak gösterilmişse de aslında durum hiç de böyle değildir. Tam da Darwin'in söylediği gibi, yeni resim hâlâ üç anahtar özelliği birden taşımaktadır: Çeşitlilik, kalıtım ve hayatta kalma mücadelesi. Darwin kalıtım ve evrimin moleküler temeli hakkında bizim sahip olduğumuz bilgilere sahip değildi, ancak o her bir hayvan ve bitkinin bir anlamda tekil olduğuna ve bu tekil karakteristiklerin üreme bağlamında kalıtımla aktarıldığına dair çok önemli bilgiler toplamıştı. "Türlerin kökeni," diyordu Darwin, "küçük bireysel farklılıkların artık bireylerin melez türler oluşturmasına imkân vermediği bir düzeye gelene kadar

biriktiği süreçte ortaya çıkar." Çok sıklıkla bu durum coğrafi özellikler nedeniyle oluşacak, örneğin bir dağın ya da nehir yatağının tek bir türü iki gruba ayırdığı durumlarda ortaya çıkacaktır. Farklı habitatlarda çevresel koşulların ufak farklılıkları olacaktır ki bu da popülasyon içerisinde ufak farklılıkların oluşmasına neden olacaktır. Her bir grup kendi koşullarına uyum sağlayacak, böylelikle coğrafi bariyer ortadan kalktığında ve iki popülasyon yeniden engeller olmadan karıştığında, bu küçük genetik farklılıklar o kadar çok birikmiş olacaktır ki başarılı bir üreme meydana gelemeyecektir. Bu teori, 1940'larda kalıtımın doğası ve popülasyonların seçilimin baskısıyla nasıl değiştiklerine dair bilgi birikimimiz doğrultusunda çok sağlam dayanaklar kazandırdı ve bu sayede Darwinizmin "Modern Sentez" olarak adlandırılan yeni bir formülasyonu ortaya çıkmış oldu.

Yeni sentez anlayışına göre türlerin kökeninin pek çok yönüne dair matematiksel bir zemin oluşturulmuş oldu. Darwin'in de işaret ettiği gibi, varsayımlardan biri de bir tür ile diğeri arasındaki değişim sürecinin aşırı derecede yavaş ve aşamalı olmasıdır. Sonuç olarak, fosil kayıtlarının gösterdiği gibi yalnızca türlerin yavaş değişimini göstermek değil, aynı zamanda bir türle o türün sonraki nesilleri arasındaki geçiş noktalarını da işaretlemek mümkün hale gelmiştir. Paleontologlar büyük bir hevesle bir türün diğerinden aşamalı olarak türemesini göstermek için kayıp bağlantılar aramaya başladılar. Örneğin zürafa geyikle çok yakından akrabaydı, o zaman fosil kayıtlarında bir yerde geyikten daha uzun bacaklı ve daha uzun boyunlu, ancak bugünkü zürafadan daha kısa boyunlu ve daha kısa bacaklı, geyik ile zürafa arası bir canlı olmalıydı. Ancak beklenen olmadı, çünkü böyle bir kayıt yoktu.

Bizim Modern Sentezi anlatış tarzımız biraz karikatürize olabilir, ancak türleşmenin ortaya çıkışına dair eski savı kabaca da olsa gösterir. Yıllar boyunca geçiş formlarının noksanlığı fosil avcıları için akut bir utanca dönüşmüştü. Bugün bile sıklıkla kullanılan standart bahane, kayıp bağlantıların olduğu, fosilleştiği, ancak henüz bulunamadığı yönündedir. Evrim süreci boyunca tek bir türün geçirdiği aşamalı değişi-

me dair herhangi bir kanıtın bulunamayışı daha da utanç verici olsa da o kadar tartışılmıyordu. Bu yokluk, karakteristik özelliklerin aşamalı değişimine karşı tartışmaları tetikleme eğilimindeydi, ama çok da kötü bir durum sayılmazdı, çünkü bu durum paleontologların belirli türleri işaretleyiciler olarak kullanmalarına izin verdi. Eğer ki bir kimse bir kayanın içerisinde bazı türler bulursa, bu kimse bu kayanın, içerisinde aynı kümeden türlerin bulunduğu başka kayalarla aynı çağa ait olduğundan aşağı yukarı emin olabilirdi. Bu durum tarihi başka türlü belirlenemeyen kayalar için oldukça kullanışlıdır. Bu nedenle paleontologlar türlerin tarih boyunca görünür biçimde değişmediği gerçeğiyle mutlu olsalar da, bunu açıkça kabul etmiyorlardı. Paleontologlar ayrıca ara geçiş formlarının bulunamamış olmasının utancını kamuoyuna açıklamamak için fosil kayıtlarının yetersizliğini öne sürüyorlardı. Onlar hiç farkında olmadan Cambridge gökbilimcisi Martin Rees'in başka bir bağlamda dile getirdiklerini tekrar ediyorlardı. Evrenin kayıp kütlesi (Evreni sonsuza kadar genişlemekten alıkoyan kütlenin yalnızca yüzde 10'unu belirleyebiliyoruz) "sorununu" tartışmak üzere düzenlenen yüksek düzeyli bir uluslararası seminer sırasında, kimileri kayıp kütlenin var olmadığını duymak konusunda çok heyecanlıydı. Rees, sessiz bir akademisyen kitlesinin karşısında onlara "kanıtların yokluğu, yokluğun kanıtı değildir"i hatırlattı.[10]

Belki de paleontologlar hatalı, fosil kayıtlarıysa doğruydu. Darwinizm doğru, Modern Sentez'se yanlış olabilirdi. Bu, aslen Stephen Jay Gould ve Niles Eldredge'in kesintili/sıçramalı[11] denge teorilerini geliştirmelerine yol açmıştı.[12] Gould'un da söylediği gibi "kayıtlar elbette yetersizdir, ancak tanık olduğunuz düzensizlik boşlukların sonucu değildir, bu evrimsel deği-

10 J.G. oradaydı, Cambridge, 1978.

11 "Noktasal denge" anlamına gelen "punctuated equilibrium" terimini daha iyi açıklayabilmek için metinde bu kavramın Türkçe karşılığı olarak "kesintili/sıçramalı denge" terimi kullanılmaktadır – yn.

12 Niles Eldredge ve Stephen Jay Gould "Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualisim," ed. T.J.M. Schoph, *Models in Paleobiology* içinde, Freeman Cooper: San Francisco, 1972.

şimin düzensiz modunun bir sonucudur."[13] Evrimin düzensizliği? Peki, ya Darwin'in küçük değişikliklerin düz birikimine ne oldu?

Türleşmeye dair kimi fikirler, bulunmamış kayıp bağlantıları neredeyse bir değer haline getirir ve onların yokluğunu Gould'un kesintili/sıçramalı denge fikrine dair pozitif bir kanıt olarak kullanır. Bu teori basit bir biçimde türler içinde boyut istisnai olmak üzere aşamalı bir değişiklik olmadığını ve bu türlerin uzun zamanlar boyunca belirgin biçimde sabit kaldıklarını söyler. Onları sabit kılan, elbette sapkın formları tırpanlayan doğal seçilimdir. Gould kanıtlarını şöyle ortaya koyar: "Milyonlarca yıl boyunca türler fosil kayıtlarında değişmeden kalır ve sonrasında bir anda ortadan kaybolur, temel olarak farklı ancak çok net biçimde ilişkili bir tür onların yerine geçer."[14] Dengenin uzun süreçleri çok hızlı değişim patlamalarıyla kesintiye/sıçramaya uğrar ve bu durumda geçiş formlarından herhangi birinin fosilleşme olasılığı gerçekte çok az olur. Modern Sentez savunucuları –ki genelde aşamacılar olarak adlandırılırlar– bir türün diğerine dönüşümünü yüz binlerce yıl üzerinden açıklarlar, sıçramacılarsa devrede olan mutasyona bağlı olarak sürecin tek bir nesil içerisinde bile gerçekleşebileceğine, ancak bunun 10.000 yıl ya da daha uzun bir zamana da yayılabileceğine inanırlar. Bu uzun bir süre olarak görünebilir, ancak jeolojik zamanın büyük aralıkları (dinozorlar soyunun tükenmesinden bu yana 65 milyon yıl geçmiştir) düşünüldüğünde neredeyse fark edilmeyecek bir zamandır ve böylesi kısa bir zaman aralığından kalma fosilleri bulabilme olasılığı çok daha uzun olan durağanlık dönemlerine nazaran gerçekten çok düşüktür.

Değişim gerçekten de bir nesilden diğerine gerçekleşmişse kayıp bir bağlantıyı bulabilme olasılığı elbette sıfırdır ve kimi sıçramacılar evrimsel atlamaların (geyikten zürafaya bir atlama olmasa bile) gerçekten bu kadar hızlı olduğunu düşünür. Ancak sıçramalı/kesintili denge teorisi çok kısa bir zaman

13 Roger Lewin, "Evolutionary theory under fire," *Science*, 210: 883-7, 1980, s. 884.

14 *A.g.e.*, s. 883.

için var olmuş olsa da kayıp bir bağlantının peşinden nasıl gidileceğine dair iyi bir fikir verir. Bunun için geniş bir popülasyonla görece uzun bir zaman için var olan ve dolayısıyla fosilleşme olasılığı çok daha fazla olan bir hayvanı ele almanız gerekir. Kabuklarının altında yaşayan yumuşakçalar bu duruma çok iyi birer adaydır ki Gould'un çalışma arkadaşlarından Peter Williamson, Turkana Gölü etrafındaki fosil yataklarını araştırmak için uzun zaman harcamıştır. Bu göl etrafında Richard Leakey'in takımı, fosilleşmiş salyangozları araştırmış ve antik insan aramalarına girişmiştir. Williamson, Turkana Gölü yataklarında gayet sıradan biçimde yuvarlaklaşmış kabuklu bir tür bulmuştur. Bulduğu bu tür bir öncekinin neredeyse aynısıdır, ancak kabuğun kenarları bir parça daha açılıdır ve tamamen düzensizdir. Yuvarlak kabuklu tür fosil yatağında büyük miktarlarda bulunmaktadır ve milyonlarca yıl boyunca değişmeden varlığını sürdürmüştür. Ardından, çok hızlı bir biçimde, aynı yaygınlıkta açılı kabuk ortaya çıkmıştır. Williamson iki tür arasındaki jeolojik sınırı incelemiş ve normal kabukların arasında çok net biçimde geçiş formlarını oluşturan yarı yuvarlak yarı açılı bir yumuşakça popülasyonuna rastlamıştır. Varlıkları ve keşifleri tam da kayıp bağlantıların yokluğunu tartışan bir teori tarafından tahmin edilen hakiki kayıp bağlantılardır.[15] Kanıtların yokluğu, yokluğun kanıtı değildir.

Sıçramalı/kesintili dengenin büyüleyici ayrıntılarına sonra döneceğiz, ancak türlerden ve türleşmeden, bir türün bir diğerine evrimleşmesinden söz açmışken, belki de türler kavramının çok kaygan bir zeminde durduğunun da altını çizmeliyiz. Uzmanlar, genel olarak bu sözcüğü insanların diğerlerinden ayırt edebildikleri ve farklı bir ad verdikleri bitki ya da hayvanlar için kullanırlar. Karatavuk bir türdür ve şakıyıcı ardıç kuşu ya da ökse ardıcından farklı bir türdür; fulya nergisten farklı bir türdür. İlginç bir biçimde türlerin biyolojik adlandırmasıyla halk arasındaki adları birbirleriyle örtüşür; bir tür ister kendi bahçesinde çalışan bir İngiliz tarafından, isterse Yeni Gine'de ormanın derinliklerinde yaşayan biri tarafından

15 Richard Leakey'in BBC televizyon belgeseli *The Making of Mankind*'ın birinci bölümü ve *The Listener* çözümlemeleri.

adlandırılmış olsun, aynı biçimde birbirinden ayırt edilir. Yine de, kesin olarak insanların tanımladığından çok daha fazla sayıda tür vardır ve tanımlama sorunu yalnızca farklı görünen şeylere isim vermekten çok daha karmaşık bir meseledir.

Taksonomistlerin[16] gerçekte iki seçeneği vardır. Eğer çok geniş bir numune alanı varsa matematiksel bir yöntem kullanabilirler; aynı türün üyeleri arasındaki değişimlerin farklı türlerin üyeleri arasındaki değişimlerden daha az olduğunu söyleyerek türleri tanımlarlar. Bu verimli bir yöntem olabilir, ancak aynı zamanda kişisel ve sıklıkla rasgele kararlar ortaya çıkabilir. Örneğin Danua köpeği ile Şivava aynı türün, yani *Canis familiaris* üyeleridir, ancak aynı türün üyesi olamayacak kadar farklı görünürler. Alternatif olarak, taksonomistler daha işlevselci bir yaklaşımı benimseyip numunelerinin biyolojisi hakkında bildiklerini kullanabilirler. Türün en iyi biyolojik tanımı şudur: İki organizma eğer kendi aralarında çiftleşebiliyor ve verimli döller üretebiliyorsa aynı türün üyesidir. At ile eşek çiftleşebilir ve döllerine de katır adı verilir, ancak katır kısır olur ve de üreyemez, bu nedenle at ile eşek ayrı, ama yakın akraba türler olarak değerlendirilir. Bir arapatı ile bir beygir (dışardan bakıldığında en az at ile eşek kadar birbirlerinden farklıdırlar) çiftleştiklerinde kısır olmayan bir tay meydana getirirler; bu durumda ikisi aynı türün üyesidir.

Türün bu tanımı kaba ama işe yarar bir tanımdır, pek çok koşulda kullanışlıdır, ancak zaman zaman istisnalar karşısında karmaşa yaratabilir. Bu tartışmaya girmeyeceğiz, ancak yine de kimi yeni türler sürekli olarak evrimleşiyorsa, ki bu her zaman için böyledir, türleşmenin işler olduğu ve bizim tanımımızın çalışmadığı koşullarla karşı karşıya kalabileceğimizi gözden kaçırmamamız gerekir. Ne var ki paleontologların çiftleşme bağlamında tür tanımı üzerinden karşılaştığı daha ciddi bir sorun vardır. Canlı biyologları (kimileri paleontologlardan ayrılmak için kendilerini neontolog olarak adlandırır), üzerinde çalıştıkları hayvanlara her zaman bakabilir ve onların tek bir tür mü, yoksa farklı türler mi olduğu üzerine deneyler

16 Sınıflandırma bilimciler –yn.

yapabilirken, fosil biyologları (paleontologlar) böyle bir şansa sahip değildir. Fosiller çiftleşemez, peki o zaman birbirine çok benzer olan iki fosilin aynı mı, yoksa farklı türden mi olduğunu nasıl anlayacağız? Sıçramalı/kesintili denge teorisince öne sürülen ani ve beklenmedik değişiklikler bile fiziksel olarak o kadar küçük değişiklikler ortaya koyar ki bunları belirlemek neredeyse imkânsızdır ve çok sayıda numuneye sahip olmadan matematiksel yöntemi kullanmak da çok zordur. Peki, bir türün başka bir türe evrimleştiğine nasıl karar verilir?

Paleontolog bu durumda faydacı bir yaklaşımı benimser ve türü zaman içerisinde takip ederek fark edilir bir değişiklik sergilediği takdirde ona yeni bir isim verir. Değişiklikler arasındaki kısımlar genelde tür olarak adlandırılsa da daha uygun biçimde krono-tür olarak adlandırılmalıdır. Krono-tür çizginin/soyun bir bölümüdür, öyle ki birbirlerine kan bağıyla bağlı olan biyolojik türlerin bir dizilimini oluşturur.

Krono-türler arasında soyları kapsayan farklılıklar belirgin olabilir, bir sonraki bölümde hikâyesini anlatacağımız *Homo habilis* ile *Homo erectus* arasında olduğu gibi. Aynı biçimde, bu krono-türler ya çok incelikli olabilir ya da hiç var olmamış olabilirler. Yeni bir türün oluşması için küçük farklılıkları büyütme ve bulunan fosillere bir isim vererek bilimsel ölümsüzlüğü kazanma eğilimi çok güçlüdür. 1857 yılında orijinal Neandertal insan keşfedildiğinden bu yana insanımsı fosili olarak tanımlanan sayısız farklı tür olmuştur. Bunların birçoğu başarısız tespitler olmuş ve bugün bile bunlarla ilgili tartışmalar sürmektedir. Don Johanson'un Lucy'si, Mary Leakey'in Rin Laetoli'de Lucy'den 1000 mil ötede bulduğu ayakizlerinin sahibiyle aynı türün üyesi olabilir mi? Bunu kesinlikle bilemeyiz, Johanson ya da Leakey'in de doğru yanıtı bildikleri konusunda şüphelerimiz var. İnsanın soyağacından elimize geçen çok az örnekten yola çıkarak bir türün üyelerini karakterize eden "normal" varyasyon ile türleri birbirinden ayıran "anormal" varyasyonu ayırt edebildiğini söyleyen ya çok zekidir ya da fazla aptal.

Bir tür hakkında hangi karara varılırsa varılsın, evrim bağlamında olabilecek iki şey vardır: İlki, bir türün soyu tükenebi-

lir. İkincisi, yeni türleri ortaya çıkartacak biçimde bölünebilir. Bunlar iki temel alternatiftir, ancak görmüş olduğumuz gibi paleontologlar fosil kayıtlarından tek bir nesli bulabilir ve bu da bir dizi türe bölünmüş olan yeterli bir değişimi gösterebilir. Sıklıkla türün farklı zamanlarda kesişmiş ilişkili dallar dizininden ziyade, tek bir nesilden ortaya çıkmış olduğuna dair güçlü bir varsayım vardır, ancak bu kanıtlansa bile bir krono-türün soyunun gerçekten tükendiği sonucu çıkartılamaz. Nesil içerisinde bu bir sonraki krono-türle yer değiştirir ve soyun tükenmesi yalnızca bir neslin sona ermesi anlamına gelir, tıpkı türleşmenin yalnızca nesillerin dallanmasına işaret etmesi gibi. Türler aniden evrimleşse bile, ki durum bunu göstermektedir, Darwin'in ve tüm takipçilerinin karşı karşıya olduğu sorun halen önümüzde durmaktadır. Bu ani değişimin ardındaki mekanizma nedir? Nokta mutasyonların yavaş birikimi elenmiş gibi gözükmektedir, peki elimizde kalan nedir? "Çok bir şey değil" dürüst bir yanıt olurdu, ancak yine de kimi öneriler var. Bunlardan biri, kromozomal evrim olarak bilinen süreçtir ve bu insanın evrimiyle özellikle ilişkilidir.

DNA (bakteri hücreleri dışında) hücrenin içerisinde serbestçe dolaşmaz. Kromozom adı verilen baston şeklindeki belirli protein tipleri içerisinde paketlenmiştir ve kromozomların yapısı, kısmen de olsa genlerin gündelik işleyişini kontrol etmekten sorumludur. Belirli bir türün her bir vücut hücresi genellikle kromozom takımı adı verilen karakteristik bir kromozom sayısına sahiptir. Sirke sineklerinin 8 kromozomu bulunurken, insanın 46, şempanzelerinse 48 kromozomu bulunur. Ancak kendinizi üstün hissetmeyin, kimi eğreltiotlarının her bir hücresinde 600 kromozom bulunmaktadır. Kromozomlar temelde DNA gibi ürer, iki sarmala ayrılır ve kendilerini kopyalarlar. Ne var ki DNA'daki noktaları değil, kromozomdaki tüm bölümü etkileyen mutasyonlar vardır. Bunlara kromozom mutasyonları adı verilir, ancak etkilenen yine de DNA olduğu için biz onları da DNA üzerinden tanımlayacağız. Bazen DNA'nın bir parçası bir kromozomdan ayrılır ve başkasına bağlanır. Buna translokasyon adı verilir ve bu tarz mutasyonlar insanlarda genetik hastalık fazlalığı olarak tanımlanır. Alternatif olarak

DNA'nın bir parçası tüm sarmaldan kesilip çıkar, ters döner ve kromozoma yeniden yerleşir. Bu tarz mutasyona tersinim adı verilir ve belirli dizgi makinelerini şaşırtır; öyle ki genellikle çok önemli sonuçlar ortaya çıkar ve "CAUSAL" sonsuza kadar "CASUAL"a[17] dönüşür.

Nokta mutasyonlarda olduğu gibi pek çok kromozomal mutasyonun sonucu da felakettir, ancak zaman zaman yararlı sonuçları da olabilir ve bu tarz sonuçların ortaya çıkma olasılığı nokta mutasyonlardan daha yüksektir. Bu durum genlerin kontrol edilme biçiminden ve bu kontrolün gelişmedeki öneminden ileri gelir. Gerçek şudur ki, hâlâ genlerin belirli hücrelerde nasıl açılıp kapandığı konusunda çok az şey biliyoruz. DNA'nın şekilsiz bir hücreler bütününü bir embriyoya, ardından da uygun bir yetişkine dönüştüren komutları nasıl kendi diline çevirdiği konusundaysa çok daha az şey biliyoruz. Ancak bildiklerimizden çıkardığımız kadarıyla iki tür gen vardır: Bunlar yapısal genler ve düzenleyici genlerdir. Pek çok gen yapısaldır; hücrelerin ihtiyaç duyduğu ve kullandığı proteinleri mühendisler ya da hammaddeler olarak kodlarlar. Az miktarda gen düzenleyicidir; işlevleri yapısal genlerin çalıştırılmasını düzenlemek olan proteinleri kodlamaktır. Daha sonra üzerinde duracağımız bu konu çok önemlidir. Kromozomal mutasyonlar üzerinden tartışıldığında düzenleyicilerin en önemli özelliği, DNA kâğıdının yeniden karıştırılmasıyla belirli bir yapısal genin yeni ve farklı bir düzenleyicinin etkisi altına girmesini sağlayabilecek olmasıdır. Bu, yeni düzenleyici geni farklı zamanlarda ya da daha uzun sürelerle çalıştırabilir ya da böyle yaparak atasından tamamen farklı bir hayvan üretebilir. DNA'nın küçük bir bölümünde meydana gelen değişiklik böylelikle fotokopiden oluşan bedende ani ve dramatik değişikliklere neden olur.

Bilinen, daha doğrusu tanımlanabilen düzenleyicilerden biri tavuğun bacağındaki kemiklerin gelişimini kontrol eder. Balıklardan daha yakın bir evrimsel kökene sahip olan tüm omurgalıların bacakları aynı plan uyarınca düzenlenmiştir:

17 *causal*: nedensel; *casual*: rastlantısal –çn.

modifikasyonlarla da olsa beş parmaklılık özelliği. Örneğin atlar yalnızca tek tırnaklıdır, korkunç biçimde uzamış ve beş parmak yerine geçen tek bir parmak. Tavuklar da diğer kuşlar gibi küçültülmüş bir fibulaya sahiptir: kavalkemiği boyunca uzanan daha küçük bir kemiğe. Bu kemiğe tavuk budu yerken de dikkat edebilirsiniz. Küçük bir fibulayla birlikte tavuğun topuk kemikleri de yoktur, ki bu durum tavuk budu yiyenlerin pek de dikkatini çekmez. Bu da şu sonucu doğurur: Yumurtadaki tavuk fetüsünde gerçekleştirilen bir dizi cerrahi düzeltmeyle daha güçlü fibulası olan ve normalden farklı topuk kemiklerine sahip bir civciv üretilebilir. Tavuk DNA'sı "normal" bir bacak üretmek üzere gerekli olan bilgiyi ihtiva ederken neden "normal" bir bacak üretmez? Büyük olasılıkla düzenleyici bir gende meydana gelen küçük değişikliklerin sonucu olarak. Mutantlar fibula olmadan bir topuk kemiği geliştiremezler, ancak bir kere fibula topuk bölgesiyle temasa geçerse orada kemikler gelişmeye başlar. Bu durumun yorumu şu şekilde olabilir: Fibulanın varlığı bir şekilde topuk kemiklerinin biçimlenmesini tetiklemiş ve geçmişin bir aşamasında tavuğun bacaklarından sorumlu olan yapısal genler, kendilerini başka bir biçimde kontrol eden yeni bir düzenleyicinin etkisi altına girmiş olabilirler. Neticede fibulanın gelişimi durmuş ve topuk modifiye olmuştur. Deneylerin de gösterdiği gibi yapısal genler halen oradadır, evrim sürecinde olmuş olansa, bu genlerin çalışmasının bir şekilde durmuş olmasıdır.[18]

Bu durumda kromozomal mutasyonların güçlü bir etkisi olabilir ve dahası, onlar bir nesil bağlamında aniden ortaya çıkabilirler. Buradaki temel sorun, kromozomal mutasyonların onları taşıyan hayvanların çiftleşecek bir eş bulma konusunda sıkıntı yaratmasıdır. Cinsel üremenin hücresel mekanizmaları, erkek ve dişi kromozomlarının karşılıklı eşlenmesi demektir. Kromozomlardan bir tanesinde yer değiştirme[19] ya

18 Pere Alberch, S.J. Gould, G.F. Oster ve David B. Wake, "Size and shape in ontogeny and plylogeny," *Paleobiology*, 5: 296-337, 1979'dan alıntı.

19 translokasyon:bir kromozom parçasının homologu olmayan başka bir kromozom parçasına yapışması –çn.

da tersinim[20] varsa, normal bir eşle eşlenmesi pek mümkün olmaz. Ancak bir hayvanın toplumsal sistemi hareminde bir dizi dişiyle çiftleşen tek bir dominant erkeği barındırıyorsa, bu durumda erkekte meydana gelen kromozomal mutasyon yeni döle kolaylıkla büyük sayılarda aktarılabilir. Bu döllerden bazıları nihayetinde eşleşecek başka bir aday bulacaktır. Bu yolla kromozomal mutant küçük bir popülasyon içerisinde sabitlenebilir ki onun varlığı ebeveyn türle eşlenmeye karşı etkin bir bariyer olacaktır. Taşıyıcıları bağlamında çok büyük bir farklılık yaratmasa da onlar ile türün diğer üyeleri arasında küçük bir takoz etkisi yaratacaktır, bu da yeni türü ayrı olarak evrimleşmeye zorlayacaktır.

Texas Üniversitesi'nde bu çeşit kromozomal yeniden düzenlemelere dayanan türleşme modelleri üzerine çalışan bir genetikçi olan Guy Bush, sistemin göründüğü gibi işlemediği konusunda emindir. Bush, aynı zamanda "avantajlı toplumsal örgütlenmelerin, örneğin atlar, pek çok primat ve kemirgenler arasında görece yaygın olduğunu" belirtmektedir.[21] Primatlardan bahsediyor olması sadece bir tesadüf müdür? İnsan, şempanze ve goril DNA'larının bazları bağlamında dikkate değer benzerliklerin yanı sıra, kromozomları üzerinden de büyük benzerlikler vardır. İnsan ile şempanzenin kromozomlarını birbirinden yalnızca altı tersinim (ve "bozulmuş" kromozomlar) ayırır, diğer bir deyişle insanı insan yapan yalnızca altı mutasyondur.[22]

Sıçramalı/kesintili denge teorisinin, nesillerin hızla değişiminin tetiklenmesi için gereken diğer mekanizmaları da açıklayan önerileri vardır, ancak bu fikirlerin henüz erken dönemindeyiz ve pek çok biyolog hâlâ sıçramalı/kesintili denge fikrine alışmakta güçlük çekmektedir. Modern Sentez'de dile getirildiği gibi, Darwin'in teorisinin geleneksel versiyonu canlılık süreçlerinin tekbiçimliliğinin altını çizer. Tür gibi üst düzey

---

20 inversiyon: bir kromozom parçasının 180 derece dönerek yerine yapışması –çn.

21 Roger Lewin, "Evolutionary theory under fire," *Science*, 210: 883-7, 1980, s. 886.

22 Jorge J. Yunis, Jeffrey R. Sawyer ve Kelly Dunham, "The striking resemblances of high-resolution G-banded chromosomes of man and chimpanzee," *Science*, 208: 1145-8, 1980.

organizasyonlarda işlerlik kazananın temel olarak tekil üyeler düzeyinde de aynı biçimde işlediği varsayılır. Bir türün üyesi çevresine uyum sağlayabiliyorsa tür de değişebilir ve uyum sağlayabilir. Sıçramalı dengeye yöneltilen itirazların bir kısmı, farklı düzeydeki organizasyonların farklı mekanizmaları kabul etme konusundaki isteksizliğine dairdir, ancak durgunluktan bambaşka sonuçlar çıkabilir. Darwin'i kabul etmiş olan pek çok insan, onun fikirlerinin sonsuza kadar sabit kalmasından memnun olacaktır. Bu nedenle sıçramalı/kesintili evrimin Darwin'in bir biçimde hatalı olduğunu iddia ettiğini söyleyip dururlar. Bu varsayım iki nedenden ötürü yanlıştır.

Öncelikle, sıçramalı denge bireyler ya da türler bağlamında doğal seçilimin belirleyiciliğini reddetmez. Doğal seçilim hâlâ türlerin çevrelerine uyum sağlaması bağlamında yürürlüktedir. Doğal seçilim, çevresel değişikliklerin yörüngesinde ilerler, ancak değişmeyen bir denge oluşturacak kadar uzun bir ortalama koyar. Doğal seçilim ayrıca hangi türün daha uzun yaşayacağına, hangisinin dallanmalar göstereceğine ve hangisinin soyunun tükeneceğine de karar verir. Türleşmenin gerçekleştiği zaman aralığından bağımsız olarak türleşme hâlâ seçilim tarafından belirlenir. Modern tavuğun bacak biçiminin nedeni ne olursa olsun, bu bacak yapısı etrafımızdaki modern tavukların yaşamında bir avantaj sağladığı için ve doğal seçilimden ötürü böyledir.

İkinci olarak, Darwin'in kendisi hatırlandığı kadar keskin bir aşamacı değildir. Örneğin *Türlerin Kökeni*'nin üçüncü baskısından sonraki tüm baskılarında Darwin şöyle yazar: "Türlerin değişime uğradığı süreçler yıllarla ölçüldüğünde çok uzun süreler olsalar da, büyük olasılıkla aynı türün değişmeden kaldığı süreçlerle kıyaslandığında kısadır."[23] Sıçramacı bir duruş için daha uygun bir açıklama çok zor bulunur.

Doğal olarak, türlerin ortaya çıkış biçimleri üzerindeki tartışma halen devam etmektedir, ancak sıçramalı denge lehine yükselen bir dip dalgası da var gibi gözükmektedir. Fosil kayıtlarındaki belirli nesillerin hiçbir biçimde aşamalı bir değ-

23 Steven M. Stanley, *Macroevolution*, 1979, s. 6'dan alıntı.

şim göstermiedikleri konusunda önemli kanıtlar vardır ve bu kanıtlar o kadar iyidir ki aşamacı Modern Sentez'in en büyük savunucularından popülasyon genetikçisi Francisco Ayala, "paleontologların küçük değişikliklerin birikmediğine dair söylemlerine ikna olduğunu" kabul etmiştir.[24]

Belki de tartışmaların üzerinde yoğunlaştığı nesillerden birinin de kendi neslimiz olmasına şaşırmamalıyız. İnsan daima aşamacılığın en güzel örneklerinden biri olarak kabul edilmiştir. Büyük beyni yavaş yavaş ortaya çıkmış, dik yürüyüşü uzun zaman süreçlerinden geçmiştir. Dahası, aşamacı yaklaşım aynı zaman sürecinde, birden fazla insanımsı türünün bulunmadığına, böylece neslimizin başarılı krono-türlerin birinden geldiğine oldukça ikna olmuştur. Bu yaklaşım, şimdi yalnızca aynı zaman sürecinde değil, aynı mekânda da yaşadığı belirlenen birden fazla insanımsı türünün varlığının ispatlanmasıyla yalanlanmıştır. Bugünkü kanıtlardan yola çıkarsak, yaklaşık 2 milyon yıl önce, aynı zaman diliminde dört insanımsı türü yaşamış olabilir, ancak yine de bu durum aşamacılara karşı en önemli ve güçlü kanıt değildir. John Hopkins Üniversitesi'nde çalışan Steven Stanley, çeşitli insanımsı türlerinin ne kadar süreyle tür olarak devam ettiğine bakmış ve onları aynı dönemin Afrika memelileriyle kıyaslamıştır. Stanley ortalama bir insanımsı türünün diğer memelilerle aynı ya da biraz daha uzun süre türünü devam ettirdiğini ortaya koymuştur. Başka bir ifadeyle, bizim kendi çizgimizdeki türleşme hızımız, diyelim ki zürafa çizgisindeki türleşme hızından biraz daha azdır. Stanley'in belirttiği gibi "Bu korkutucu bir durumdur. Özellikle de insan [evriminin] en temel dayanağının sıradışı yüksekliktеki net hızı düşünüldüğünde."[25] Stanley'in kastettiği şudur: Türlerin kendisi sabit olduğu için aşamacılar eğer tamamen keşfedilmemiş krono-türlere (ki onların nesilleri kayıp bağlantılardır) takılıp kalırlarsa, sadece kitlesel fiziksel değişimleri ele alabilirler ki bu görüşe göre insanın ataları bugün bizim bildiğimiz krono-türlerden çok daha ani biçimde evrimleş-

24 Roger Lewin, "Evolutionary theory under fire," *Science*, 210: 883-7, 1980, s. 884.

25 Steven M. Stanley, *Macroevolution*, Freeman: San Francisco, 1979, s. 81.

miştir. "Bu durum bize sığınacak yer bırakmaz," der Stanley, "birbirlerinden ayrı insanımsı nesillerinin küçük popülasyonlar halinde aniden evrimleştiğine dair sıçramacı görüşü kabul etmek zorundaymışız gibi duruyor. Özetle, tüm kanıtlar insanımsıların evrimine dair geleneksel görüşün yanlış olduğunu göstermektedir."[26] Stanley'in ulaştığı sonuç gelenekselleşmiş bilgiyle taban tabana zıttır, çünkü o bilinen her bir insanımsı türünün evriminin ortalamadan daha hızlı değil, daha yavaş olduğunu söylemektedir. Bir türden diğerine gerçekleştirilen atlamalar ne kadar büyük olursa olsun bizlerde ani değişim imajı yaratır.

Kolay vakalarda, yani tüm kanıtların ortada olduğu durumlarda, paleontoloğun görevi neontoloğunkinden daha zor değildir ve Dünya'da canlılığın tarihi üzerine büyüleyici araştırmalar konusunda bir anlaşma vardır, hepsi de fosil kayıtlarına sıkı sıkıya bağlıdır. Ancak yeterli kanıtın olmadığı zor vakalarda canlı biyologları büyük bir avantaja sahiptir. Bir neontolog eğer iki hayvan türünün ilişkisi konusunda şüpheye düşerse, bu hayvanların genel kurala istisna oluşturup oluşturmadıkları konusunda birçok deney yürütebilir. Paleontoloğun böyle bir şansı yoktur; zorluklarla karşılaştığında karmaşayı çözecek daha fazla fosilin bulunmasını umut edebilir ya da elindeki fosillerden daha fazla bilgi elde etmeye çalışabilir ve eğer ki bir yanıt istiyorsa, fosillerini bir kenara bırakarak başka aydınlanma araçlarına yönelebilir.

Bununla beraber, paleontoloji tarihinin gerçeğe ulaşılması bakımından çok da parlak bir örnek oluşturmadığını kabul etmeliyiz, hele ki söz konusu olan insanın kökenine dair gerçeklerse. Başlangıçtan itibaren, 1857 yılında Düsel Nehri'nin yukarı kesimlerinde bulunan Neander Vadisi'ndeki bir mağarada, insana ait bir kafatasının keşfedildiği günlerden yakın geçmişe, Don Johanson'un Etiyopya'nın yüksek tepelerinde erken dönem insanlarından bir "aileyi" keşfettiği zamanlara kadar yapılan her keşif yeni tartışmalara yol açmıştır.

Neandertal fosillerinin yorumlanması üzerinden evrimciler ile muhalifler arasında başlayan savaş uzun ve zorluydu. Ev-

26 *A.g.e.*, s. 82.

rim karşıtı cephenin en radikal savunucusu August Mayer'di. Bonn Üniversitesi'nde anatomi profesörü olan Mayer, 1860'larda Neandertal türün hasta bir Kazak askerinin kalıntıları olduğunu söylüyordu. Bu kalıntılar General Tchnernitcheff'in 14 Ocak 1814'te Ren'i geçmeden önce mağaranın yanında kamp kuran ordusunun bir askerine aitti. Mayer, bu Kazak askerin büyük olasılıkla yaralı ve hasta olduğuna, ordudan kaçarak mağaraya sığındığına ve orada öldüğüne inanıyordu. Thomas Henry Huxley, "Mayer'ın ölmek üzere olan bir adamın yirmi metre yüksekliğe nasıl tırmandığını, kendisini gömmeyi nasıl başardığını ve adamın tüm bunları yapmadan önce kıyafetlerini neden çıkardığını" açıklamak konusunda başarısız olduğunu dile getirir.[27] 1848 yılında Cebelitarık civarında yapılan kazılarda ikinci bir kafatası daha bulundu ve bu kafatası Neandertal insan üzerinde süregiden belirsizliği aydınlatmış oldu. Pratik anlamda Neandertal türüne özdeş olan Cebelitarık insanı evrimcilerin savlarının ağırlık kazanmasına sebep oldu ki bu savlardan biri de George Busk'a aitti. Busk durumu şöyle açıklıyordu: "Profesör Mayer bile 1814'ün hastalıklı Kazak askerinin Cebelitarık kayalıklarına kadar sürüklenmiş olabileceğini hayal edemez."[28]

Aynı hikâye yok olmaya direnen kötü bir şaka gibi paleoantropoloji tarihi boyunca tekrarlandı durdu. İngiliz paleontolojisinin aydınları, tam da bekledikleri şey olduğundan, bunu çiğ bir şaka olarak değerlendirdiler; kayıp halka meselesine o denli adanmışlıkla yaklaşmayan diğer paleontologlar ise, Piltdown adamı tarafından kolaylıkla alaşağı edilemediler. Lord Zuckerman kendi hesaplamalarıyla –ki sonradan yanlış oldukları ortaya çıkar– Australopithecus'un insanımsı değil, kuyruksuz maymun olduğunu kanıtladı. Raymond Dart, Güney Afrika mağaralarında bulunan, etçiller tarafından ezilmiş kemikleri toplayarak "osteodontokeratik[29] kültürünü" yarattı ki bu kültüre göre şiddet ve saldırganlık çok yaygındı. Don Johanson oldukça farklı büyüklükte iki fosil çeşidi bulmuş ve

27 John Reader, *Missing Links*, Little Brown: Boston, 1981, 29'dan alıntı.

28 *A.g.e.*, s. 30.

29 kemikler, dişler ve boynuzlar –yn.

erkeklerin dişilerden daha büyük oldukları savını tartışmaya açmıştır; ancak bu büyüklük farklılığı bugünün gorilleri arasında bulunandan bile fazladır.

Böylesi hikâyeler paleontolojide bolca bulunur, elimizden size John Reader'ın on iki önemli fosilin inişli çıkışlı hikâyesini aktaran muhteşem kitabı *Missing Link*'i (Kayıp Halka) önermekten başka bir şey gelmiyor. Reader kitabında "fosiller sıklıkla parçalanmış, bozulmuş ya da eksik oldukları için farklı otoriteler eşit tutarlılıkta farklı özelliklere vurgu yapabilirler, üstelik yorumların dayandırıldığı noktalar o kadar küçük ya da muğlak olabilir ki fosillerin kanıtlarından ziyade, bilim insanlarının önceden var olan kavrayışları egemen olmaya başlar," sonucuna ulaşır. Bu yetmezmiş gibi, Reader ayrıca "yeni kanıtların ilk yorumlarının ne kadar da sıklıkla keşfi yapanın ön varsayımlarını kanıtladığına' dikkat çeker.[30] Tüm bunları aklımızda tutarak insanın atalarına dair geleneksel hikâyeyi anlatalım şimdi; inanca, umuda ve bir masa dolusu fosile dayanan hikâyeyi.

30 *A.g.e.*, s. 17.

3

GELENEKSEL ZAMAN ÖLÇÜTÜ: DEDEMİZİN SAATİ

İnsan, Dünya sakinleri arasına yeni eklenmiştir. Gezegenimiz neredeyse 4,2 milyar yıldır ayaktadır; okyanuslarda yaşamın ortaya çıkması 3,2 milyar yıl öncesine dayanır, karadaki yaşam ise 300 milyon yıl önce başlamıştır. Böylesi zaman aralıklarını hayal etmek çok güçtür. 4,2 milyar yıl ne kadardır ki? Bu denli büyük zaman aralıklarını daha anlaşılır kılmanın geleneksel yollarından biri, gündelik varlığımıza daha yakın benzetmeler üretmektir. Bu benzetmelerden biri, örneğin Dünya tarihini bir güne sıkıştırır ki bu durumda amfibilerin[1] karaya çıkışı 22:08'e denk gelir, dinozorların soyuysa 23:40'ta tükenmiştir. İnsanın ataları kuyruksuz maymunlardan (geleneksel zaman ölçütüne göre) 23:54:5'te ayrılmış, modern insan ise gece yarısından sadece birkaç saniye önce ortaya çıkmıştır. Ancak bu analoji bile jeolojik zaman aralıklarının ne denli büyük olduğunu kavramayı zorlaştırır ve Dünya tarihini böyle resmetmeyi sevelim

1 hem suda hem karada yaşayan hayvan –yn.

ya da sevmeyelim durmaksızın çalışmaktadır. Peki ya şuna ne dersiniz: Kollarınızı iki yana açın, bu soldan sağa doğru Dünya tarihini temsil etsin. Kambriyen dönem, ki yaşamın gerçekten patlak verdiği dönemdir, sağ bileğinizin hizasında bir yerlerde başlar ve kitlesel Permiyen tükenişi, sözgelimi 225 milyon yıl öncesi, kabaca avuç içinizin sonudur. Tüm Senozoik Evre, diğer bir ifadeyle dinozorların soyunun tükenmesinden günümüze kadar olan zaman ise sadece parmak ucunuzdadır ve insanın saltanatı somut olarak işaretlenemez durumdadır. Bu benzetmeyi *Basin and Range (Havza ve Sıra)* kitabında geliştiren John McPhee dobra dobra şunları söylemiştir: "Ortalama bir tırnak darbesiyle tüm insanlık tarihini ortadan kaldırabilirsiniz."[2] İşin özü, jeolojik zamana alışmanın oldukça güç bir mesele olduğudur.

350 milyon yıl önce amfibilerin karaya çıktığı ilk zamandan Mezozoik çağın sonuna, yani yaklaşık 65 milyon yıl öncesine kadar, kara hayvanlarının evrimi belirli bir çizgiyi izliyor gibi görünmektedir. Amfibilerin yerine hâkim hayvan olarak sürüngenler geçmiş ve 200 milyon yıl önce bir grup sürüngen (dinozorlar) neredeyse 150 milyon yıl sürecek şekilde egemenliği ele geçirmiştir. İlk primatlar da dahil olmak üzere küçük memeliler, dinozorlar Dünya'yı yönetirken ortaya çıkmış, ancak bu memeliler köklü dinozor "uygarlığıyla" doğrudan bir rekabete girmemiştir, çünkü o dönemlerde büyük hayvanların yaşayabileceği tüm ekolojik nişler dinozorlar tarafından işgal edilmiştir. Aslanların, fillerin ve ceylanların dinozor muadilleri hiçbir biçimde memelilerin hakiki aslanlara, fillere ve ceylanlara doğru evrimleşmesine olanak tanımamıştır. Altmış beş milyon yıl öncesine kadar yol kapalıydı, sonrasındaysa dinozorlar da dahil olmak üzere tüm büyük hayvanların soyunun tükenmesine neden olan bir felaket yaşandı. Bu felaketten pek az tür kurtuldu, kurtulanlarsa genellikle küçük hayvanlar oldu. Hayatta kalmayı başaran bu türler, ki memelilerin ataları da bu gruba dahildi, daha öncesinde dinozorların gölgesi (ve büyük olasılıkla ayakları) altında yaşamıştır. Dinozorların soyunun tüken-

2 John McPhee, *Basin and Range*, Farrar, Straus & Giroux: New York, 1981, s. 126.

mesi yeni büyük hayvanların türeyebileceği büyük alanların boşalmasına neden olmuştur. Yeni büyük hayvanlar bu boşlukları doldurmak üzere evrimleşmiş, bunların evrimleştiği depoysa o döneme kadar saklanmayı başarmış küçük memeliler olmuştur. Dünya, hızla dinozorların dünyasından memelilerin dünyasına dönüşmüştür.

Dinozorları bu kadar aniden ortadan kaldıran şey neydi? Yanıtımız çok kesin değildir, ancak felaketin uzaydan, yani Dünya'nın ve bir olasılıkla kendi Güneş sistemimizin dışından gelmiş olma olasılığı çok yüksek. Dinozorlar, 65 milyon yıl önce Kretase (Tebeşir) döneminin sonunda yok oldu. Aynı döneme ait kaya tabakalarında olağandışı miktarda iridyum elementine rastlanmıştır ki iridyum elementi Dünya'nın yüzeyinde sadece eser miktarda bulunmaktadır. Altmış beş milyon yıllık kayalarda bulunan iridyum, bu maddenin Dünya kökenli olmadığı, aniden başka bir yerden geldiği anlamına gelir. İridyum, gezegen olma "rütbesine" erişememiş kaya parçaları olan asteroidlerde bol miktarda bulunur; bir olasılık böylesi büyük bir göktaşının, bir asteroid parçasının Dünya'ya çarpmış olmasıdır. Çarpışma sonucunda devasa gaz bulutları oluşmuş ve atmosferin üst tabakalarına ulaşan gaz bulutu güneş ışıklarını engellemiştir ki bu da büyük hayvanların bağımlı olduğu bitkilerin ölmesine neden olmuştur. Ayrıca soğuk bir dönemin, yani belki de tam anlamıyla bir buzul çağın başlamasına neden olmuş ve sonuç olarak hayatta kalan birkaç dinozor türü de ortadan kaybolmuştur.

Alternatif olarak, iridyum bir göktaşının değil, patlayan bir yıldızın, bir süpernovanın kalıntısı olabilir. Bu süpernova uzaya ve Dünya'ya büyük miktarda radyasyon yaymış olabilir. Kozmik ışınlar büyük hayvanları doğrudan etkilemiş ya da bu ışınlar Dünya'nın koruyucu ozon tabakasını parçalamış olabilir. Bu durum Güneş'ten gelen ultraviyole ışınların Dünya'nın yüzeyine erişmesine neden olmuş ve sonuçta yine bitkiler yok olmuştur, bu nedenle de ne otoburlar ne de otoburlarla beslenen etoburlar beslenebilmiştir.

Uzaydan gelen felaket bilimkurgu yapımlarda yaygın olarak kullanılan bir temadır, ancak Dünya'nın koşulları ve di-

nozorların kitlesel olarak yok olması durumunu destekleyen yeterince kanıt da mevcuttur. Büyük deniz yaratıkları örneğin Kretase döneminin sonundaki dramatik değişikliklerden etkilenmemişken, hava solunumu yapan sucul sürüngenler etkilenmiştir. Felaketin yukarıdan vurmuş olması durumunda tam da bu olmuş olabilir. Elbette bir gün insan Ay'a dönüp yüzey çalışmalarını derinleştirdiğinde, 65 milyon yıl önceki kozmik felaketin kanıtları daha net bir biçimde ortaya çıkacak ve bilmece çözülecektir. Eğer Ay'ın yüzeyinde bulunan 65 milyon yıllık kayalarda da iridyum varsa, felaket patlayan bir süpernovadan kaynaklanmış olmalıdır, ama eğer iridyum tabakası yoksa felakete sadece Dünya'ya çarpan bir göktaşı sebep olmuştur. Bu olay aynı zamanda, kaynağı her ne olursa olsun uygun bir işaretleyicidir; Mezozoik zamanın bitişini ve Kuaterner, memeliler çağının başlangıcını gösterir. Bilmece çok ilgi çekici olsa da, insanın evrim hikâyesi bağlamında dinozorların ölmüş olması, ölümlerinin nedenlerinden çok daha önemlidir.

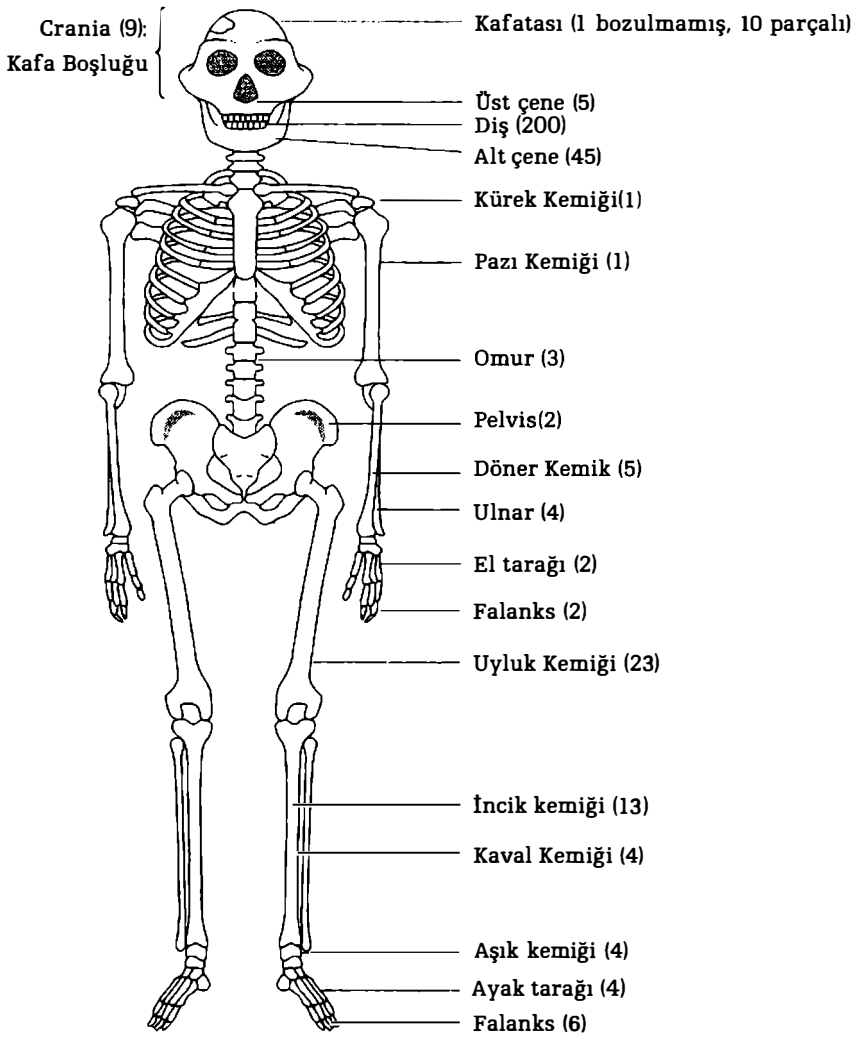
Memeliler çağı, ki bugüne kadar geçen 65 milyon yıl demektir, oldukça uzun bir zaman dilimidir; gezegenimizin coğrafyasının anlamlı biçimde değişmesi için yeterli bir süredir. Bu zaman içerisinde kıtalar parçalanmış ve birbirinden ayrılmıştır. Ancak yine de bu "uzun zaman" Dünya tarihinin yüzde 1,5'una, yani göz açıp kapayıncaya kadar geçen bir zamana denk gelmektedir. Bu muhteşem arkaplanın bütün gerçekliğin yüzde 99'u olduğunun farkındayız, ancak size anlatacağımız hikâye için insanın Dünya'daki öyküsüne odaklanmalıyız. Yeni resim, söylediğimiz gibi insanlık macerasının süresini daha da kısaltır, geleneksel zaman ölçütü bile hikâyeyi ancak 30 milyon yıl öncesine taşımaktadır, bu nedenle yüzümüzü yeni keşiflere dönmeden önce insanın atalarının hikâyesinin fosillerden nasıl yazıldığına bir bakalım. Bu hikâyenin pek çok açıdan yanlış olduğuna inandığımızı belirtmiştik, ancak bu durum sadece hikâyeyi yazan bilim insanlarının hatası değildir. Onlar ellerindeki kanıtlara (fosillere) dayanarak yapabileceklerinin en iyisini yaptılar. Ancak sorun şu ki, fosil kanıtlar hem çok azdır hem de güvenilir değildir.

Kemiklerin fosil olarak saklanıp milyonlarca yıl dayanabilmesi için canlıların çok özel koşullar altında ölmüş olması

gerekir. Öncelikle iyi bir fosil yenmemiş olmalıdır. Atalarımızın pek çoğu, Kuaterner'de birlikte paylaştıkları avcılar ile leş hayvanları tarafından yenilmiş olmalı, yine de kimi çok önemli fosiller leş hayvanlarının dikkatinden kaçmamıştır: Örneğin Becerikli Adam adını kazanmış olan *Homo habilis* türü, kafatasında bir avcının dişlerinin izlerini taşır. Fosil olmak isteyen bir canlı için yapılabilecek en iyi şey, bir gölün ya da bir nehrin kenarında ölüme yatmaktır, böylece sel suları geriye kalanlar üzerinde çamur ve alüvyon biriktirebilir. Sonrasında yumuşak parçalar çürüdükten sonra, kimyasal değişiklikler kemikleri bir çeşit kaya karışımına dönüştürmeye başlar ve kemikler çamur ve tortuların oluşturduğu farklı kaya kalıpları içerisinde sertleşir. Kaya katmanları bu şekilde oluşabilir ve her birinde fosil kalıntılar bulunabilir.

Kayalar fosilleri saklar, bundan emin olabiliriz; ancak fosilleri sadece kayalar, rüzgâr ve hava koşullarına maruz kaldığında bulabiliriz. Tam da bu nedenle fosillerin en iyi avlandığı alanlar sert iklimlere sahip olan çöllerdir; bu bölgelerdeki iklim binlerce greyderin yapabileceği işi halleden şiddetli yağmurlarla birlikte maksimum erozyonu garantiler, bitki örtüsünün olmamasıysa süreci yavaşlatacak büyük ve güçlü bir toprak yapısının oluşmaması için gerekli koşulu sağlar. Hangi kemiklerin korunacağının belirlenmesinde ve bizim bulabilmemiz için gerekli koşullara hangi kemiklerin sahip olacağına büyük oranda şans karar verir. Üstelik fosiller düzgünce paketlenmiş bütün bir iskelet halinde bulunmaz. Büyük olasılıkla elimize sadece parçalar ulaşır; burada bir kavalkemiği, şurada bir çene kemiği, başka bir yerde bir parça kafatası. Ve tabii hepsi birlikte değerlendirilmelidir. Tüm bu kemikler aynı canlıya mı aittir? Aynı türe mi aittir? Hatta aynı çağdan mıdır? Atalarımızın neye benzediğine dair güvenilir bir resim oluşturabilir mi? Tüm bu sorunlara bir de fosillerin üzerini örten tonlarca kayayı ekleyin, fosil avcılarının yalnızca şansa değil, büyük bir sabra ve kemikleri etle giydirebilmek için çok büyük bir hayal gücüne sahip olmaları gerektiğini kabul edeceksiniz. Asıl mesele, daha önce de söylediğimiz gibi fosil kanıtların insanın evrim rotası hakkında bir fikir verip veremeyeceğidir.

GELENEKSEL ZAMAN ÖLÇÜSÜ



Şekil 3.1: 1978 yılında Turkana Gölü'nde bulunan fosilleri gözden geçiren Richard Leakey, her bir kemik tipinin sayılarını gösterecek bu iskeleti çizmiştir. Dişlerin çokluğuna ve diğer kemik sayılarının azlığına dikkat edin. (*Scientific American*, 239(2), 1978, s. 56'dan değiştirilerek alıntılanmıştır.)

Kuaterner'in en başlarından bu zamana kadar var olan böylesi kanıtlar, dinozorların boşalttığı kimi ekolojik nişleri miras alan primatların oldukça küçük, sincap benzeri yaratıklar olduklarını gösterir ki bu primatlar insanın ortaya çıkışında önemli rol oynayacak önemli özellikler taşırdı. Bu özellikler arasında şunları sayabiliriz: Yüzün yan tarafı yerine önünde yer alan gözler, kavramaya yarayan pençeler ve vücut ölçülerine göre görece büyük bir beyin. Her bir özellik, en iyi şekilde ağaçlardaki yaşama uyum bağlamında açıklanabilir. İyi bir görüş, özellikle ön alanı tarayan stereoskopik görüş, kullanışlı eller ve tetikte bir beyin; bunların hepsi son derece önemliydi.

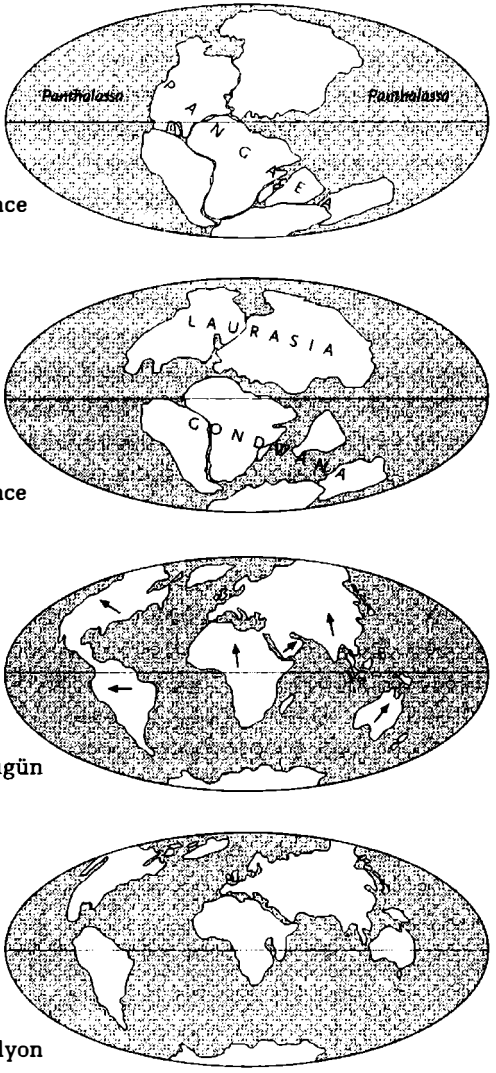
Bu erken dönem primatların ortaya çıkışından görece kısa bir süre sonra nesil ayrımları başlamıştır. Ayrışmanın bir tarafında bugün hâlâ bizimle birlikte olan ve büyük ölçüde ilkel durumlarını koruyan lemur, lorise ve tarsiuslar, diğer bir deyişle prosimiyanlar[3] bulunmaktadır. Ayrışmanın diğer bölümündeki canlılar da hâlâ bizimledir. Aslında bu ayrışma hikâyemizin odak noktasını oluşturur, çünkü maymunlar ve dolayısıyla modern kuyruksuz maymunlar ile biz bu ayrışmadan ortaya çıktık. En erken maymunlar ve kuyruksuz maymunlar hakkında bildiklerimizin çoğu Dünya'da sadece tek bir yerde, Mısır'daki Sahra Çölü'nün doğu kıyısında, Fayum çöküntü havzasında korunabilmiş olan bir dizi fosilden gelir. Bu alandaki fosiller primatların ilk dönemleri hakkında büyük bilgiler verir bize. Maymunların yaşayan iki familyasını, Güney ve Orta Amerika'nın Yeni Dünya maymunları ile Afrika ve Asya'nın Eski Dünya maymunlarını kıyaslamak suretiyle, Fayum fosillerinden sadece primatların evrimi hakkında değil, Dünya tarihi hakkında da çokça bilgi edinmekteyiz.

Kuaterner boyunca büyük kara kütlelerindeki değişimin biçimi nedeniyle, Dünya tarihi hikâyemizin içine girer. Kıtasal kayma bugün Dünya'nın kıtalarının ve okyanuslarının mevcut düzenine nasıl gelindiğini anlatan ve kapsamlı bir açıklayıcılığa sahip olan bir olgudur. Aslında modern ölçüm aletlerinin (lazer telemetreleri ve uydu bağlantılı araştırmalar) gelişmişliği

3 Maymun ya da kuyruksuz maymun olmayan diğer primatlar –çn.

sayesinde kıtasal kaymayı doğrudan ölçmek mümkündür. Atlantik Okyanusu her yıl birkaç santimetre genişlemektedir. Kıtasal kayma her zaman dengeli ve düzenli biçimde oluşmaz, aksine krizlerle oluşur. Bugünkü kıtasal kayma döngüsü 200 milyon yıl önce, Dünya'ya dinozorlar hâkim olmaya başladığında ve gezegenimizin tüm kara kütlesi bir büyük süper kıtada, Pangea'da toplanmışken başlamıştır. İlk ayrışma, kuzeyde Lavrasya ve güneyde Gondwana olmak suretiyle iki ayrı kıtaya bölünme şeklinde oldu. Daha sonra bu iki büyük kıta on milyonlarca yıl içerisinde meydana gelen kaymalarla bugün bizim bildiğimiz kıtalara ayrıştı. Tüm bu süreçte bilinen en son büyük bölünme büyük olasılıkla Gondwana'nın Güney Amerika ve Afrika şeklinde bölünmesiydi. Bu iki kıtanın ayrılması ve aralarında Güney Atlantik Okyanusu'nun oluşabilmesi için 40 milyon yıl geçmesi gerekecekti ve bu süre zarfında bitkiler ile hayvanlar her iki kıtada da kendi evrim yollarını izleyecekti. Özellikle de Yeni ve Eski Dünya maymunları, Gondwana'nın son parçalanmasına kadar geçen süreçte, dinozorların soyunun tükenmesinin ardından her yana yayılan prosimiyanlardan türeyecekti.

İki maymun ailesi, paralel evrim adı verilen sürecin çarpıcı birer örneğidir. Aynı prosimiyan deposundan başlamak ve kendilerine ağaçlarda bir hayat yaratmaya dair aynı olanaklara sahip olmak üzere, benzer bir çevrenin evrimsel baskıları, ortaya temel olarak benzer hayvanlar çıkartmıştır. İki maymun ailesi arasındaki en belirgin fark, kuyruklarındadır: Eski Dünya maymunları kuyruklarını sadece denge için kullanır. Kimi Yeni Dünya maymunlarının kuyruklarının da kavrama yeteneği vardır ve bu kuyruklar beşinci bir el gibi etkin bir biçimde dallara tutunma yeteneği sağlar. Dişleri ve burun deliklerinin yerleri bakımından da bazı farklılıklar vardır, ancak iki aile arasındaki asıl farklılık, Yeni Dünya maymunlarının, maymun olarak kalmış olmasıdır. Eski Dünya'da ve de sadece Eski Dünya'da, evrim ağacı yeni bir aileyi, kuyruksuz maymun ailesini oluşturmak üzere dallanmıştır. Darwin'in de tahmin etmiş olduğu gibi, insan soyunun beşiği Afrika'dır ve ilk kuyruksuz maymunlar sadece Fayum çöküntü alanında bulunan tek bir bölgede keşfedilebilmiştir.



200 milyon yıl önce

135 milyon yıl önce

Bugün

Gelecek: 50 milyon yıl sonra

Şekil 3.2: Dünya'da canlılığın evrimi kıta kaymalarından büyük oranda etkilenmiştir. Lavrasya ve Gondwana'nın nihai ayrışması dinozorların soylarının tükenmesinde ve memelilerin yükselmesinde özellikle rol oynamış olmalıdır.

Kırk milyon yıl önce Fayum'un şimdi kurak olan havzası sık tropik bir ormanla kaplıydı ve Akdeniz'e bağlanan ırmaklar bir uçtan öbür uca uzanıyordu. Ormanların varlığı pek çok hayvan gibi maymunların ve erken dönem kuyruksuz maymunlarının gelişimini destekledi; bu hayvanların bazıları bu alanda ölüp ırmaklara düştü, kemikleri de bu alanlarda çamurla kaplandı ki böylece fosilleşmenin uzun erimli görevi başlamış oldu. Eğer Fayum çöküntü alanı hâlâ tropik bir orman olsaydı, bu fosilleri asla bulamayabilirdik, ancak bu alan çıplak bir çöle dönüştüğü için fosiller aşınan kumtaşlarının ortasında gün ışığına çıktı. Bölgedeki kilit fosillerden biri, bizim kuyruksuz maymun çizgimizin en erken örneğine işaret etmektedir. Yirmi sekiz milyon yaşındaki bu kafatası, bu kadar yaşlı bir fosil için imkânsıza yakın bir olasılık olsa da, neredeyse tamdır. Kesinlikle bir maymuna ait olmayan bu kafatası, ilk kuyruksuz maymunundur; bulunduğu ülkenin onuruna bu türe *Aegyptotiphecus* (Mısır kuyruksuz maymunu) adı verilmiştir.

Aegyptotiphecus insana doğru giden merdivenin en alt basamağını oluşturur; onun en eski kuyruksuz maymun atamız olduğu söylenir. Ancak fosilin kendisi bunun tam anlamıyla imkânsız olduğunu söyler, çünkü bu fosil büyük bir olasılıkla yetişkin bir maymun değildir. Çene dişlerinin kaplaması hiç yıpranmamış ve büyük köpek dişleri çürümemiştir, her iki durum da hayvanın tam anlamıyla yetişkinliğe erişemediğini gösterir. *Aegyptopithecus*'un kâşifi Elwyn Simons'un da kabul ettiği gibi, "bu birey büyük olasılıkla erkektir, hiçbir zaman çiftleşmemiş olabilir ve eğer durum böyleyse o zaman hiçbir şeyin atası olamaz."[4]

Modern kuyruksuz maymunlar ile modern insanın *Aegyptopithecus*'u ortak bir ata olarak paylaştıkları konusunda şüphe yoktur; şüpheli olan yalnızca *Aegyptopithecus*'tan çıkan soyun ne zaman dallandığı ve bugün yaşamakta olan çeşitli kuyruksuz maymunlara ne zaman evrildiğidir. Bu fosillerin yaşıyla ilgili de şüphe yoktur. "28 milyon yıl önce" gibi bir zaman vermek paleontologların varsayabileceği en iyi ta-

4 Elwyn Simons, "The fossil record of primate phylogeny," ed. M. Goodman ve R.E. Tashian, *Molecular Anthropology*, Plenum: New York, 1976, s. 38.

rihtir, ancak bu sadece "yaklaşık 28 milyon yıl önce" anlamına gelir. Teknoloji alanında gerçekleşecek radikal bir atılımla bu fosillerin 30 ya da 27 milyon yıl yaşında oldukları kanıtlanırsa hiç kimse buna şaşırmaz. Ancak bu görece küçük şüphenin yaygınlığına karşın, bu fosiller yine de insanın ve kuyruksuz maymunlar familyasının bilinen en eski atası olma özelliğine sahiptir. Burada tarihlendirme konusunda önemli olan nokta, sabit bir ölçütün doğruluğu değil, ki bu *Aegyptopithecus* durumunda yaklaşık 3 milyon yıl demektir, fosilin gerçek yaşının yüzdesidir. Bu nedenle daha genç bir fosil çok daha büyük bir doğrulukla tarihlendirilebilir, ancak doğruluk fosilin "gerçek" yaşının sadece sabit bir oranıdır. Örneğin 5 milyon yıl öncesine tarihlenen bir kafatası gerçekte 4,2 milyon ila 5,2 milyon yaşında olabilir, 100.000 yıl öncesinden bir fosilin yaşıysa 10.000 yıllık şaşmalarla hesaplanabilir. Tarihlendirmedeki hata payı gerçek yaşın daima küçük bir oranını oluşturur. Sözgelimi *Aegyptopithecus* soyunu takip ederken izlenen hiyerarşi içerisinde var olan çoğu kalıntının konumu anlamlı bir kronolojiye oturtulabilir. Ne var ki kronoloji ile evrim ağacı aynı şey değildir ve yaşayan birden fazla canlıyla karşı karşıya kalındığında çok daha ilginç sonuçlar ortaya çıkar; çıkmaz sokak hangisidir, büyüyen dal hangisidir?

Tarihlendirme teknikleri bir alandan diğer alana göre değişir ve bütün bu teknikler bakımından en sınırlandırıcı öğe, fosilleri tarihlendirmenin bir yolunun olmamasıdır. Meşhur radyokarbon ya da karbon-14 tekniği, kemik ve tahta da dahil olmak üzere organik kalıntıların yaşını ortaya çıkartabilir, ancak bu durum insanın uzak tarihini oluşturan fosiller için geçerli değildir. Çünkü bu teknik numunedeki radyoaktif karbon miktarını ölçmek üzerinden işler, oysa ki radyoaktif karbonun yarı ömrü görece azdır ve sözgelimi 50.000 yıldan yaşlı fosiller için geriye ölçülebilecek çok az radyoaktif karbon kalmaktadır. Elli bin yıldan eski fosiller için paleontolog, fosillerin bulunduğu kayaların yaşını ölçmeye çalışır ve bunu kaya katmanı hakkındaki jeolojik bilgiye dayanarak yapar. Bu alanda da teknikler çeşitlidir, ancak oldukça önemli bir takvimlendirme yöntemi başka bir radyoaktif izotop yardımıyla

gerçekleştirilir, o da potasyum-40'tır. Potasyum-40'ın volkanik küllerde fazlasıyla bulunduğu ve volkanik küllerin fosilleri kapladığı gerçeği özellikle faydalı bir bilgidir. Volkanik küllerde kalan potasyum-40'ın miktarı izotop başka bir elemente, ağır bir gaz olan argon-40'a dönüştükçe yavaşça azalır ki bu da bilim insanlarının volkanik külleri potasyum-40 içeriklerine bakarak tarihlendirebilmelerini sağlar; ne kadar çok potasyum-40 varsa kül de o kadar yakın zamana aittir. Yöntem ilkesel olarak karbon-14 saati gibi işler, ancak potasyum-40 saati, potasyum-40'ın çok daha yavaş yarılanması nedeniyle daha eski tarihleri gösterebilir. Kayaların tarihlendirilmesi için başka teknikler de mevcuttur, ancak birkaç milyon yıllık fosil kalıntıları için potasyum/argon metodunun basitlik ve güvenilirlik gibi belli başlı avantajları vardır. Dolayısıyla fosil oluşumu ve fosil bulgularının nitelikli olabilmeleri bağlamında oluşturduğumuz listeye aktif volkanların varlığını da eklememiz gerekir. Volkanlar zaman zaman zemini örten küller saçacak ve bunlar kayaların arasına yerleşecektir. Kayaların her bir tabakası tarihlendirildiğinde, volkanik kül tabakalarının arasında sandviç haline gelmiş fosillerin yaşını doğru olarak tahmin etme şansımız artacaktır. Bir fosilin üzerinde 2 milyon yıllık bir kül tabakası varsa ve altında da 2,5 milyon yıllık bir tabaka daha bulunuyorsa, fosili yarım milyonluk bir netlikle tarihlendirmemiz mümkün olur ve aktif volkanların bundan çok daha kısa sürelerde kül ürettikleri bilinir ki bu durum tarihlendirme işleminin daha net hale gelmesini sağlar.

Son olarak, belki de en önemli koşulu dile getirmeliyiz. Nehirler ve göller alüvyon çökeltileri meydana getirse, volkanlar kül püskürtse ve leş yiyen hayvanlar kemikleri ortalıkta bıraksa da bölgede yaşamış ve ölmüş insanımsı bir atanın varlığına ihtiyacınız vardır. Yaşı net bir biçimde belirlenmiş atalarımızın bu kadar az kalıntısının olması hiç de şaşırtıcı değildir. Sayılar bilgilendiricidir. Kuzey Kenya'da Richard Leakey'in Koobi Fora'daki kampında çalışmalar yürüten Kay Behrensmeyer, 1,2 milyon yıllık bir süre zarfında 10.000 insanımsıdan sadece dördünün fosilleşmiş olduğunu tahmin etmektedir. Etiyopya'daki Omo bölgesindeyse (ki bu bölgede diğer bölgelerin

tümünden daha fazla sayıda fosil bulunmuştur) 215 adet fosil bulunmuştur ve bu, her 1 milyon insanımsı için sadece üç numune fosil olduğu anlamına gelir.[5] Fosilleşme gerçekten de şansa bağlıdır.

Pakistan'da umut vaat eden bölgeler olsa da, atalarımızın fosillerini avlamak için en uygun alanlar Güney Afrika'da bulunur. Afrika bugün çok geniş bir alana yayılmış ve kıtasal kaymanın güçleri tarafından ayrılmıştır. Bu durum geçmiş 10 milyon yıldır devam etmekte olup, Büyük Afrika Rift Vadisi yayılmayı ve jeotektonik aktivite olarak adlandırılan alanı işaret eder. Süreç böyle devam ederse, deniz bir gün içeri taşarak Rift Vadisi'ni kaplayacak ve bu da 50 ila 100 milyon yıl içerisinde Güney Atlantik'e rakip olacak bir okyanus havzasının oluşmasına sebep olacaktır. Neyse ki tüm bunlar çok uzak bir geleceğe işaret eder. Geçmişte aynı jeotektonik aktivite, hikâyemizin iki hayati bölümünü oluşturmuştur. Öncelikle, Dünya'nın iç katmanlarındaki erimiş materyal büyük volkanik patlamalarla ortaya çıkmış ve jeotektonik kuvvetler aracılığıyla yüzeyde sıkıştırılmıştır. İkinci olarak ise volkanik dağlar arasında yer alan derin Rift Vadisi, geçen milyonlarca yıl içerisinde tüm türlerden hayvanlar için ideal bir yaşam alanı olmuştur, çünkü bu alan tropik Güneş tarafından ılımanlaştırılmış ve volkanik dağlardan kaynaklarını alan nehirler ve ırmaklar tarafından nemlendirilmiştir. Pek çok diğer hayvan gibi bizim atalarımız da besin ve su kaynakları zengin, güzel iklimli bu rift alanlarını yaşamları için uygun alanlar olarak görmüşlerdir. Göl kıyılarına ya da ırmak kenarlarına yerleşen atalarımız, su kenarlarının alüvyonla dolu çamurlarında kaçınılmaz olarak kalıntılarını bırakmışlardır. Milyonlarca yıl boyunca bu kalıntılardan çok azı fosil olarak korunmuş, aktif volkanlardan gelen kül kalıntılarının arasında kayaların içinde sandviç haline gelmiştir. Süreci tamamlamak için gereken tek şey, iklimde bir değişiklik ve süreklileşmiş jeolojik değişikliklerdir ki bunlar da fosil taşıyan yumuşak kayaları tecrit edecek riftin dövülmesi suretiyle gerçekleşmiştir. Bugün bu tabakaların erozyona

5 J.E. Cronin, N.T. Boaz, C.B. Stringer ve Y. Rak, "Tempo and mode in hominid evolution", Nature, 292: 113-22,1981.

uğramasıyla fosil avcıları mutlu bir şekilde çalışmalarını yürütebilirler.

Etiyopya'daki Omo Vadisi'nde, Kuzey Kenya'daki Turkana Gölü'nde ve de Tanzanya'daki Olduvai ve Laetoli'de, yukarıda belirtmiş olduğumuz koşulların hepsi bir araya gelmiştir ve bu bölgelerde, büyük sayılarda olmasa da insanımsı fosilleri bulunabilmektedir. Olduvai'de, Louis ve Mary Leakey tarafından üne kavuşturulan 300 ayak kalınlığında kül ve çöküntü tabakalarından oluşan bir katman vardır ve bu katman 2 milyon yıllık bir süreçte meydana gelmiştir. Tüm bu katman sandviçi insan öncesi tarihin en önemli süreçlerinden birinin takvimi olarak okunabilir ve bu okuma boğaz boyunca akan nehir sayesinde çok daha kolaylaşır. Boğaz, nehir tarafından 90 metrelik bir kaya tabakasının yarılması sonucu oluşmuş, böylece tüm dönemlerin çöküntüleri görünür olmuştur. Ancak buradaki iş bir hayli zorludur; çünkü prensipte 2 milyon yıllık bir tarih, platodan nehre doğru boğazı tırmanmayla okunabilir.

Fosillerin korunabilmesi, yaşlarının tahmin edilebilmesi ve bugünkü incelemeler için ortaya çıkartılabilmesi açısından, insan türünün bariz doğum yeri olan Güney Afrika'nın en uygun jeolojik ve iklimsel özelliklerin mükemmel bir bileşimini oluşturuyor olması sadece şans mıdır? Bu soruya büyük bir kesinlikle yanıt vermemiz mümkün değildir, ancak bölgedeki jeolojik aktivitenin maymun deposundan insan-kuyruksuz maymun çizgisinin çıkmasında önemli bir etkisi olduğuna dair mantıklı bir varsayımda bulunulabilir. Kesin olan şey, Güney Amerika'da olmamış olan bir şeyin Afrika'da meydana gelmiş olmasıdır ve bu duruma sebep olarak gösterebileceğimiz, çevresel koşulları dramatik biçimde değiştiren jeolojik bir süreçten daha uygun bir adayımız yoktur. Bu değişiklikler Rift Vadileri arasında yeni olanakların ortaya çıkmasına sebep olmuş ve kimi erken dönem maymun primatlarının ağaçlardan inerek yer ortamında yeni bir yaşam alanı aramasına yol açmıştır.

İnsanlar ile kuyruksuz maymunların evrimi bakımından yere inme eylemi önemli bir gelişmedir. Neredeyse her koşulda, cüsseleri büyüdükçe hayvanlar daha büyük avantajlar elde ederler, dinozorların evrim çizgisinin önünden bir engel olarak

kalkmasıyla prosimiyanların gösterdiği eğilimler de bunu gösterir. Küçük sincap benzeri erken dönem primatları, tıpkı bugünün küçük maymunlarının yaptığı gibi ağaçların tepelerinde gezebilir ve daldan dala kolaylıkla atlayabilirdi. Oysa ki büyük maymunlar bu kadar özgürce hareket edemezlerdi; çünkü dört bacaklarını dallar arasına yerleştirmeleri, kuyruklarını da denge için kullanmaları gerekirdi. Kuyruksuz maymunlar, ki hâlâ büyüklerdir, ağaçtan ağaca atlamazlar; özellikle gibonlar ile orangutanlar ağaçlara kollarıyla tırmanarak harcadıkları zaman kadar zeminde yürüyerek de zaman harcarlar ve genellikle parmaklarının boğumlarıyla kendilerini desteklerler. Hareket yeteneğinin iki biçimi (kol sallamak ve boğum-yürüyüşü) birbiriyle alakalıdır. Daha etkili biçimde dallara tutunabilmek için gerekli anatomik adaptasyonlar kuyruksuz maymunların gerek dört ayak üzerinde gerekse arka ayakları üzerinde yürüyebilme yeteneklerini normal dört ayaklı maymunlarınkinden çok daha bariz ve etkili bir biçimde geliştirmiştir. Aslında kol sallamanın kuyruksuz maymunlar için nasıl temel bir yetenek olduğunu görmüştük; tüm kuyruksuz maymunlar bu hareketi yapabiliyorken hiçbir maymun bunu yapamaz ve kuyruksuz maymunlar (insanı dışarıda tutarsak) sadece Eski Dünya'da yaşar. Buradan çıkarılacak kaçınılmaz sonuç şudur: Güney Amerika'nın sık tropik ormanları temel maymun deposunun yaşam biçiminin değişmesine dair ne bir baskı unsuru olmuş, ne de buna olanak sağlamıştır. Eski Dünya'daysa dallara tutunma yeteneği ve yerde daha geniş alanlarda hareket edebilme kapasitesi büyük bir avantaj sağlamış olmalıdır.

Kuyruksuz maymun ailesine üye olmasına karşın *Aegyptopithecus*, modern kuyruksuz maymunlardansa modern maymunlara daha yakın bir hayat tarzı sürdürmüş olmalıdır; çünkü onun az sayıdaki fosilleri bedeninin ağaç dallarına tutunmaktansa onlar arasında dolaşmaya daha elverişli olduğunu göstermiştir. Bu durum kuyruksuz maymunların kollarıyla-tutunma adaptasyonunu ne zaman gerçekleştirdiklerine dair soruları doğursa da, bu tartışmanın şu an çok da büyük bir önemi yoktur, çünkü insan-kuyruksuz maymun çizgisinin tanımlanabilir bir atasının Afrika'da 28 milyon yıl önce yaşa-

dığına dair *Aegyptopithecus*'tan küçük de olsa elde ettiğimiz bilgiler bize yetmektedir. Nihayetinde, *Aegyptopithecus*'tan bir sonraki atamıza doğru oluşan boşluk tamı tamına 8 milyon yıldır. Bugünkü paleontoloji düşünüldüğünde *Aegyptopithecus*, büyük bir izolasyonun ortasında durmaktadır, sonuçta insana ve kuyruksuz maymunlara erişecek olan çizginin 28 milyon yıl önce maymunlardan ayrıldığının bir işaretidir. Bizim hikâyemizdeki ilk karakter de odur.

İnsanın kökenlerini açığa çıkarma sorunu, yolumuza çıkan fosil keşiflerinin bizim hikâyemizde durmasını istediğimiz yerdense oldukları gibi kabul edilmesi gerçeği uyarınca çok da ortadan kalkmamıştır. Örneğin *Aegyptopithecus*, 1960'lı yıllara kadar keşfedilmemişti, ancak hikâyedeki diğer karakter ondan 12 yıl önce, 1948'de Louis ve Mary Leakey tarafından Rusinga Adası'nda bulunan Viktorya Gölü'nde keşfedildi. Bu karakter *Dryopithecus*'tu (ağaçlık alan kuyruksuz maymunu) ve 20 milyon yaşındaydı, *Aegyptopithecus*'tan 8 milyon yıl daha gençti (19. yüzyılda bulunan kimi fosiller de *Dryoptihecus* olarak sınıflandırılmaktadır, ancak o dönemlerde bu fosiller büyük birer gizem oluşturmuştur). *Dryopithecus*'un keşfi, fosilleri oldukları gibi kabul etme sorununun altını çizmektedir, ancak biz insanın kökeni hikâyesini yeniden anlatırken fosil avcılarının efsanelerini, hatta fosillerin tarihini bile mümkün olduğunca göz ardı etmeye çalışacağız. Hikâyeyi genellikle anlatıldığı biçimiyle, *Aegyptopithecus*'tan günümüze düzenlemeye çalışacağız.

Dryopithecus adı, yaklaşık 20 milyon yıl önce yaşamış olan kuyruksuz maymunların atalarının da dahil olduğu oldukça geniş ve yaygın aileleri tanımlamak için kullanılır. Başka bir cins olan *Pliopithecus* da aynı dönemde yaşamıştır, kalıntıları Avrupa ve Asya'da bulunmuştur. Sıklıkla adlandırıldıkları gibi pliyopithesinler, çok fazla kanıt elde edilememiş olsa da genellikle modern gibonların atası olarak değerlendirilir. Yale'in seçkin paleontologlarından David Pilbeam, bunların "boyunlarından yukarı bakıldığında oldukça gibon benzeri olduklarını, ancak postkranyal anatomi bakımından oldukça farklı olduklarını" söyler. Temel farklılık, pliyopithesinlerin kol ve bacak-

larının kabaca aynı uzunlukta olmasıdır ki, "bu durum onların dallara tutunmadıklarını, aksine dört ayaklı olduklarını gösterir,"[6] der Pilbeam. Yine de kafataslarındaki benzerlikler nedeniyle pliyopithesinler, normal olarak gibonların ve siyamangların (büyük kara gibon) atası olarak kabul edilir. Kesin olan bir şey varsa o da pliyopithesinlerin insanın atası olmadığıdır.

O zaman dryopithesinler nedir? Büyük olasılıkla *Aegyptopithecus*'tan türeyen en az üç tür vardır ve kalıntılarından anlaşıldığı kadarıyla, bunlar oldukça ilkeldir. Çünkü o dönemde yaşayan ve bizim atamız olmaya çok daha elverişli bir aday daha vardır, dryopithesinlereyse normal olarak modern kuyruksuz maymunların (insan dışında) atası olma görevi verilmiştir. Pilbeam bir türden bahseder, *Dryopithecus major* ki bu tür gorilin atasıdır. Bir başka tür olan *D. Africanus* ise şempanzelerin atası olabilir. Orangutanlara gelince Pilbeam "orangutanın fosil tarihinin belirsiz olduğunu" kabul eder, ancak Avrasya dryopithesinlerinin yine de "bir olasılık orangutanlarla ilişkili olabileceğini" düşünmektedir.[7] Hikâyenin bu kısmı bu durumda kuyruksuz maymunların ortaya çıkışını (iddialara göre) anlatmaktadır; 20 milyon yıl önce ayrılan formlardan evrimleşmişlerdir, orangutanlar ise çok daha önce ayrışmıştır. Çıplak kuyruksuz maymunun yine aynı zaman aralığında ayrıştığı öngörülür.

Ne yazık ki, ortada *Dryopithecus*'un modern kuyruksuz maymunun atası olduğunu gösteren hiçbir delil yoktur. Her zaman olduğu gibi fosiller henüz bulunmamış olabilir, ancak eşit olasılıkla, insanın evrim çizgisine odaklanıldığında bu çizgiyi olabildiğince geriye itme isteği de hâkim olabilir; paleontologlar *Dryopithecus*'a ilişkin kolay yolu seçmişler ve onu ait olmadığı bir yere yerleştirmişlerdir. Her durumda, *Dryopithecus*'un *Gigantopithecus* isminde başka bir çağdaşı daha vardır ki bu canlının fosilleri yarım milyon yıl daha geride bulunmakta olup en yakın buzul çağında ölmüş gibi gö-

6 David Pilbeam, *The Ascent of Man: An Introduction to Human Evolution*, Macmillan: New York, 1972, s. 31.

7 *A.g.e.*, s. 46.

rünmektedir. *Gigantopithecus* kolaylıkla şempanze ve gorilin atası olarak işaretlenebilirdi, ancak normalde bunların atası olmadığı varsayılır.

Bu bölüm, geleneksel hikâyeye ayrılmıştır ve tüm itirazlarımızı bir anda yükseltmek pek de adil olmayacaktır, ancak hikâyenin yine de kısa zamanda açıklığa kavuşacağını düşünüyoruz. Fosillerin geleneksel yorumlanış biçimine geri dönecek olursak, asıl ilginç olan noktaya, sözgelimi bizim kendi atalarımızın başlangıç çizgisine geliriz. Bu çizgi *Ramapithecus* adı verilen bir yaratıkla başlar. *Ramapithecus* ilkin Hindistan'da keşfedilmiş ve Hint mitolojisindeki bir prensin adıyla anılmaya başlanmıştır. *Ramapithecus* bize kendini bir avuç çene kemiği, diş ve biraz da kafatasıyla göstermektedir; elimizde iskeletinin hiçbir parçası yoktur, yine de insanın atası olarak dik yürüdüğü farz edilerek resmedilir. En yaşlı ramapithesin fosili 14 milyon yıl yaşındadır ve geleneksel akıl bize *Aegyptopithecus* ile *Dryopithecus* arasındaki uzun boşluğun bir yerlerinde *Dryopithecus* ve *Ramapithecus*'un ortak atalarının yaşadığını söyler. Bu kayıp halka, ki büyük olasılıkla 25 milyon yıl yaşındadır, insan ile Afrika kuyruksuz maymunlarının en genç ortak atası olmalıdır, çünkü günümüz itibariyle *Dryopithecus*'a fosillerde rastlarız ve geleneksel resme göre *Ramapithecus* ve insana doğru giden çizgi halihazırda ayrılmış ve bu türün soyu tükenmiştir. Tüm *ramapithes*in fosillerinin dryopithesin fosillerinden genç olması şanssızlıktandır sadece; bir gün diye umut eder paleontologlar, bir gün çok, ama çok yaşlı bir *Ramapithecus* fosili ortaya çıkacaktır.

Peki paleontologlar birkaç çene ve dişten hareketle *Ramapithecus*'un kuyruksuz bir maymun değil de bir insanımsı olduğu sonucuna nasıl ulaşabilmişlerdir? Ulaştıkları bu sonuç, pek doğaldır ki çenenin yapısı ve dişlerin kaplama biçimlerinden kaynaklanmıştır. *Ramapithecus*'un dişleri ve çenesi vardır ve beslenme alışkanlıklarından çıkarılabildiği kadarıyla şempanzeden çok insana benzer. Aslında üç tür çeneden (insan, şempanze ve *Ramapithecus*) insan ile şempanzeye ait olanlar birbirine en uzak olanlardır, *Ramapithecus* ise ikisinin arasında bir yerde durur. Hem insan çenesine hem de şem-

panze çenesine benzer. Bu durum, aslında *Ramapithecus*'un paleontologlar tarafından insan ailesinin ilk üyesi, ilk insanımsı olma onuruna nasıl vakıf edildiğini açıklar.

Daha dikkatli paleontologlar "ilk insanımsı" sıfatını *Ramapithecus*'tan sonra gelen canlıya vermeyi tercih etmişlerdir. *Ramapithecus* ile bir sonraki aşama arasındaki boşluk 6 milyon yıldır ve yalnızca bu boşluktan sonra insan evriminin bir karalamadan daha nitelikli bir resmi ortaya çıkmaya başlamıştır. Richard Leakey ve Roger Lewin'in kitapları *Origins'de (Kökenler)* açıkladıkları gibi, *Ramapithecus*'tan sonraki boşluk *Aegyptopithecus*'tan sonraki boşluğa nazaran çok daha kafa karıştırıcıdır:

> Bir yanda yalnızca bir canlı, Ramapithecus bulunmaktayken, öbür yanda insanımsılara ait koca bir koleksiyon durmaktadır; Australopithecus africanus, Australopithecus boisei, erken Homo ve geç Ramapithecus. Buradan üç çeyrek milyon yıl ileriye atlayabilecek olsaydık eğer, koleksiyonun tek bir temsilciye, Homo erectus isimli canlıya kadar daraldığını görürdük.[8]

Sözgelimi 4 milyon yıldan 1 milyon yıl öncesine kadar gelen bu süreç modern insanın ortaya çıkış hikâyesinin mihenk taşını oluşturur. Sessiz geçen milyonlarca yılda *Ramapithecus*'un neden ve nasıl çeşitli insanımsı koleksiyonlarının oluşmasına yol açtığı konusunda hiçbir ipucu olmamasından ötürü bu süreci aydınlatmak çok daha zorlaşmıştır. Geleneksel ortak görüşe göre, insanı kuyruksuz maymunların yolundan ayıran şey *Ramapithecus*'tan sonraki kafa karıştırıcı boşlukta değil, 20 milyon yıldan daha uzun bir süre önce *Aegyptopithecus* ve *Dryopithecus* arasındaki tarih öncesi boşlukta gerçekleşmiştir.

Parçalı fosil kayıtlarından insanın evrimini yorumlamaya dair ilk çabalar sırasında, milyonlarca yıllık süreç içerisinde tek bir insanımsı soyu çizgisinin olduğu düşünülmüştü. Her bir insanımsı, insanın doğrudan atası olan bir yere bağlanıyordu ve paleontologlar insan ile kuyruksuz maymunlar arasında bulunan, popüler deyimle kayıp halkayı (ya da halkaları)

8 Richard Leakey ve Roger Lewin, *Origins*, E.P. Dutton: New York, 1978, s. 81.

arıyorlardı. Bugün elimizde daha fazla kanıt varken, fosil uzmanları her şeyin aslında çok farklı olduğunu belirtirler. Ramapithesin deposundan kaynaklanan büyük çeşitlilik sonrasında insanımsı familyasının yalnızca bir dalı insana evrildi. Diğerleri çıkmaz sokaktı. İnsana gelen doğrudan yolların bazıları tanımlanabildi; 3 milyon yıl önce Güney Afrika'da yaşamış olan *Homo habilis* ile kalıntıları tüm Eski Dünya'ya yayılmış olan ve neredeyse tamamıyla modern bir insan olan 1,5 ila 0,5 milyon yıl yaşındaki *Homo erectus* gibi. *Erectus*, *habilis*'ten türemişti ve bu hikâyenin kilit özelliği *habilis*'in bu denli uzun süre varlığını sürdürebilmiş olmasıdır, keza *habilis* kesinlikle *Ramapithecus* ile *Homo sapiens* arasındaki yolda yürümüştü ve pek çok insani özellik gösteriyordu.

Üç milyon yıl önce *Homo habilis*'in var olduğunu gösteren fosiller bulunmadan önce (1470'in adıyla anılan büyük keşif 1972 yılında Richard Leakey tarafından yapılmıştır ve hayret verici derecede eksiksiz bir kafatasıdır) o dönemden insanımsıların tanımlanabilmesine dair kesin kanıtlar yalnızca başka iki cins canlıyı işaret ediyordu. Bu canlılar *Australopithecus africanus* ile *Australopithecus boisei*'ydi.[9] Australopithecus cinsinin her iki türü de *Homo habilis*'ten çok daha fazla kuyruksuz maymunlara benziyordu. 1470'in keşfine kadar her ikisi de kayıp halka için çok iyi birer aday olarak değerlendirildi. Ne var ki *Homo habilis*, *Australopithecus*'la birlikte yaşamışsa (kalıntılarının aynı jeolojik katmanlarda bulunması bakımından gerek mecazi olarak, gerekse de aynı kazı alanlarında bulunmuş olmaları bakımından) o zaman *Australopithecus*, *Homo habilis*'in atası olamazdı.

İnsan evriminin geleneksel yorumu üzerinden düşünüldüğünde, bu insanımsı fosillerinin arasında en sorunlu olanı

9 *Australopithecus*, güneyli kuyruksuz maymun anlamına gelmektedir, bunlardan ilki 1925 yılında Güney Afrika'da Raymond Dart tarafından keşfedilen Taung çocuğuydu; isim belki de kendi vatanı Avusturalya'ya bir gönderme olabilir, türün ismi *africanus* ise bulunduğu yeri hatırlatır. *Australoptihecus boisei* -özgün Fındıkkıran adam- Louis Leakey tarafından 1959 yılında keşfedildi ve Leakey'nin çalışmalarını çok ciddi biçimde destekleyen İngiliz işadamı Charles Boisei anısına adlandırıldı –çn.

Etiyopya'da Don Johanson'un takımı tarafından bulunan fosildi. Takım, bir fosil hazinesi bulmuş ve epeyce düşündükten sonra bunları tamamen yeni bir tür olarak isimlendirmişti: *Australopithecus afarensis*. Ünlü Lucy bu türün bir üyesidir ve küçük bir canlıdır. "Aynı kazı alanında," der Johanson, "daha büyük kemikler bulunmuştur ve bunlar erkeklere aittir." Richard Leakey, Johanson'un yorumuna katılmamaktadır ve her ikisi de kendi yorumlarına dair etkileyici savlar öne sürerler. Halihazırda Johanson, Lucy'i diğer iki australopithesin ile *Homo* soyunun ortak atası olarak görmektedir. Leakey ise tüm australopithesinler ile erken dönem *Homo*'nun atası olan daha eski bir canlının izini sürmeyi tercih etmiştir.

Homo habilis, 120 ila 130 cm'den daha uzun olmayıp büyük bir kafatasına sahip olan ve iki ayağı üzerinde yürüyen bir insanımsıydı. Büyük olasılıkla kendisinden daha ince yapılı ve daha keskin hatlı bir kafatasına sahip olan *Australopithecus boisei* ve yine *Australopithecus boisei*'ye benzeyen, ancak 120 cm'den daha kısa ve daha narin yapılı, fındıkkıran bir çene yapısı olmayan *Australopithecus africanus* ile Afrika'nın aynı bölgelerini paylaşıyordu. *Homo habilis* bundan çok daha küçük olabilirdi – Olduvai Gorge bölgesinde 1986 yılında bulunan kısmi bir iskelet, yine bir *habilis*'e ait gibi görünmektedir ve yalnızca 90 cm uzunluğundadır, aynen en eski *habilis* örneğinden iki kat daha yaşlı olan Lucy kadardır. Bu örneğin bacak yapısı *habilis*'in iki ayak üzerinde yürüdüğünü kanıtlasa da (daha sonra göreceğimiz gibi), bu dişi iskeletin kollarının ve ellerinin yapısı aynı zamanda ağaçlara tırmanma konusunda da yetenekli olduğunu gösterir (İskeletin bir dişiye ait olduğunu vücut ölçülerinin küçüklüğünden anlamaktayız – *Australopithecus africanus ile Homo habilis* çizgisinde erkekler dişilerin kabaca iki katı büyüklüktedir). Bu zamanlarda yaşamış olan dördüncü bir insanımsının varlığını gösteren yalnızca tek bir ipucu vardır, ramapithesinlerin sonuncusu olarak daha uzak yavruları yaşıyor olabilirdi. Geleneksel zaman ölçütüne göre ne *Australopithecus boisei* ne de *Australopithecus africanus* kayıp halka olabilir. Üç milyon yıl öncesinden bugüne gelene kadar insan evrimi *Homo* çizgisini takip etmiştir, bu çizginin

en başında da *Homo habilis* durmaktadır. İki australopithesinin soyu tükenmiştir, aynı biçimde *Ramapithecus*'un son kalıntıları da ortadan kalkmış ve geriye sadece *Homo* kalmıştır.

Bu resme göre *Ramapithecus* sonrası insanımsı fosilleri hakkındaki en dramatik ve kesinlikle en anlamlı keşiflerden biri onların yeri hakkındadır. *Ramapithecus*, 15 ila 18 milyon yıl önce iklimin bugünden çok daha ılık olduğu Hindistan, Afrika ve hatta Avrupa'nın çeşitli yerlerinde bulunmuş olmasına karşın, *Homo habilis* ve onun iki australopithesin kuzeni yalnızca Afrika'da yaşamıştır. *Ramapithecus*'un parçalara ayrılmasına ve *Homo*'nun ortaya çıkmasına her ne sebep olduysa yalnızca Afrika'da gerçekleşmiştir. Elbette pek çok benzer "keşif" için söz konusu olduğu gibi, bu durum da sadece fosilleri saklayan kayaların bulunduğu yerlerin sonucu olabilir. Belki de 1 ila 4 milyon yıl yaşındaki insanımsı fosillerini taşıyan kaya tabakası yalnızca Afrika'da bu kadar uygun biçimde yerleşmiştir. *Homo habilis* kanıtları, fosil avcılarının ayağının altında serili bulunan toprağın derinliklerinde, 3 milyon yaşındaki Hindistan kaya tabakalarında da uygun biçimde bulunabilirdi. Ancak özellikle insanın yalnızca Afrika'da bulunan şempanze ve gorillerle olan yakınlığını kanıtlayan modern deliller göz önünde bulundurulduğunda, bu pek de mümkün gözükmez. İnsanın ortaya çıkmasına yol açan evrimsel değişiklikler Dünya'nın çok küçük bir parçasında gerçekleşmiş gibi durmaktadır; belki de çöküntü vadisinde çevresel değişikliklere yol açan volkanik etkinlikler geçtiğimiz milyon yıllarda *Homo*'nun Güney Afrika'dan çıkarak tüm Dünya'ya yayılmasına neden olmuştur.

Koobi Fora'da, Kuzey Kenya'da bulunan Turkana Gölü kıyılarında yaklaşık 1,5 milyon yıllık kayalarda bulunan *Homo erectus* kalıntıları bu resmi desteklemektedir. *Homo*'nun bu yeni türü *habilis*'ten çok daha insanımsıdır ve 1 milyon yıl sonra Çin'de yaşamış olandan, meşhur Pekin adamından çok az farklılık göstermektedir. Bir milyon yıl içerisinde bu erken dönem insanlarının Afrika'dan Çin'e yayılmış olmaları çok mümkündür; her bir neslin 25 mil ilerlediğini düşünecek olsak bile, Nairobi'den Pekin'e süren yolculuk ancak 10.000 yılda tamamlanabilirdi. Çin'de *Homo erectus*'un yaşadığı dönemlerle neredeyse aynı za-

manlarda, Doğu Afrika'da farklı bir çeşit ortaya çıkmıştı. Bu Solo adamdı ve büyük olasılıkla bizim türümüzün, *Homo sapiens*'in ilk üyesini temsil ediyordu. O halde kendi türümüz geçtiğimiz 500.000 yıl içerisinde ortaya çıkmış gibi gözükmektedir. *Ramapithecus*, hatırlayın, en azından 10 milyon yıl öncesine aitti. Bu size *Homo sapiens*'in tarihinin ne kadar kısa olduğu hakkında bir fikir verecektir. Geleneksel bakış açısına göre, atalarımız daha yaşlıdır, buna rağmen biz hâlâ çocuk sayılırız. Bir tırnak darbesi modern insanı tarihten silmeye yetecektir.

Bu evrimsel değişikliklerin neden ve nasıl gerçekleştiğini araştırmadan ve bu bölümde sunmaya çalıştığımız geleneksel hikâyeyi sorgulamadan önce, *Ramapithecus*'tan *Homo sapiens*'e takip etmemiz gereken yolda küçük ama anlamlı bir ayrışmaya göz atmakta fayda var. Söz konusu ayrışma, *Homo sapiens* deposundan 100.000 yıl önce bölünen kısa ömürlü evrimsel bir deneydir. Kabaca en yakın büyük buzul çağında, sadece tek bir çizgi oluşturan ve birkaç bin yıl boyunca devam eden *Homo sapiens neanderthalensis*, diğer bir deyişle Neandertal insan ortaya çıkmıştır. Bu çok yakın bir döneme ait bir farklılaşma olduğundan, neyin olup bittiğini ve binlerce yıl içerisinde meydana gelen değişiklikleri anlatabilecek kadar çok fosil kalıntısı bulunmaktadır. Ancak böylesi küçük evrimsel dallanmalar insanın evrim tarihi boyunca da gerçekleşmiş olmalıdır. Eğer 100.000 yıldan daha kısa bir süre içerisinde Neandertal adam ortaya çıkabildiyse, diğer bir deyişle evrimde parlayabildiyse ve sonrasında soyu tükendiyse, o zaman *Ramapithecus* çizgisinin ya da *Australopithecus* ya da erken dönem *Homo*'nun çeşitleri de geçtiğimiz 10 milyon yıl içerisinde değişen çevresel baskılara yanıt olarak pek çok defa ortaya çıkmış olmalıdır. Fosil kayıtlarında sadece yeterince uzun süre hayatta kalabilen başarılı çizgileri görebiliyoruz, çünkü yalnızca başarılı çizgilerin kalıntıları fosilleşme piyangosunda ortaya çıkmış ve bu kalıntılardan ancak çok azı bu defa paleontologların piyangosuna çıkabilmiştir. Evrimin kısa süreli denemelerini ve de önemi sonradan anlaşılan yanlışlıklar olarak adlandırabileceğimiz kısa erimli değişimlerini oldukça nadiren görebilmekteyiz.

Neandertal adamın ilk kalıntıları bulunduğu zaman, ki bu dönem Darwin'in *Köken* kitabının basılmasıyla aynı döneme rastlıyordu, bu kalıntılar daha önce de tanımlamış olduğumuz gibi evrimciler ile muhafazakârlar arasında oldukça büyük bir tartışmaya yol açmıştı. Muhafazakârların hatalı oldukları hızla ortaya çıkmıştı ve evrimciler, Neandartel kalıntılarından insanın atalarına dair hangi sonuçlara ulaşabileceklerini belirlemek üzere harekete geçmişlerdi. Kalıntılar hem bir kayıp halka için hem de evrimsel bir çıkmaz sokak için ikna edici bir örnek teşkil ediyordu. Öncelikle, neredeyse bütün halindeki Neandertal iskeletlerinin hepsi sırtlarında sert bir kambur ve sürekli eğik birer diz taşıyordu, aynı zamanda da bizlere daha tanıdık gelen sarkık alınları ve çıkıntılı başları vardı. Bu resmin akla getirdiği, ayaklarını sürüyerek yürüyen insan ile kuyruksuz maymun arası bir canlıdır ki Neandertal kardeşlerimizin popüler imajını bugüne kadar şekillendirmiştir. Ne var ki bu resim neredeyse tamamen yanlıştır. Aynen bugün raşitizmden muzdarip birinin başına gelebilecekler gibi, bu kalıntıların da şiddetli bir osteoarthritis'in kamburlaştırdığı bir bireye ait olabileceğine dair Profesör Mayer'in raşitizm önerisi düşünüldüğünde tüm bunlar kaderin kaba bir şakası ve ironisi olarak da görülebilir. Ancak o, Notre Dame'ın kamburunun ya da Fil Adam'ın bizim türümüzün birer örneği olması kadar kendi türünün bir örneği sayılabilirdi. 19. yüzyılın ortalarından bugüne kadar ortaya çıkartılan Neandertal kalıntı hazinesi bize tipik Neandertal insanın tamamen dik yürüyen, göze çarpacak bir kaş çıkıntısı olan ve daha kalın bir kafatasına sahip, ancak modern insanınkinden önemli oranda büyük bir beyni olduğunu göstermektedir.

Richard Leakey gibi saygıdeğer bir modern otorite bile, Roger Lewin'le birlikte hazırladığı *People of the Lake (Göl İnsanları)* kitabında, Neandertal insanı bir "hata" olarak tanımlar:[10] "Ancak yine de atamızın çizgisindeki bu küçük sapma bile bize doğal seçilimin başarısını oldukça dramatik biçimde gösterir. Normal bir popülasyonda daha iyi görüşü olanlar, daha iyi

10 Richard Leakey ve Roger Lewin, *People of the Lake*, Anchor Press/Doubleday: New York, 1978, s. 254.

koşanlar, daha iyi saklananlar, soğuğa daha dayanıklı olanlar, sıcağa daha dayanıklı olanlar vs vardır. Popülasyonun büyük çoğunluğu birbirine benzer bireylerden oluşur; yalnızca küçük bir çoğunluk normdan alışılmadık derecede farklılık gösterir. Kendi doğal coğrafik alanında ve değişmeyen iklim ve çevresel koşulların ortasında türler çok az değişir, ancak değişim potansiyeli her zaman durduğu yerde durmaktadır, tam da kendi aralarında farklı yetenekleri saklayan, ihtimalleri açık tutan azınlıklar arasında.

Türlerin kendi alanlarının sınırlarının ötesinde, merkezin dışında koşullar daha zordur ve bu nedenle avcıların gelişi ya da iklimin değişmesi gibi değişim rüzgârları öncelikle buralarda hissedilir. Örneğin havanın daha soğuk ya da kuru olduğunu farz edin. O zaman popülasyon içinde susuzluğa ve soğuğa daha uzun süre dayanabilen azınlıklar çok önemli bir avantaj elde edecek ve normal ana akım bireylerse sıkıntıya düşecektir. Birkaç nesil içerisinde dayanıksız bireyler öldükçe ve üreyemedikçe, popülasyonun normallik kalıbı yeniden oluşacak ve tür değişime uyum sağlamış olacaktır. O zaman, çevresel değişimin boyutu neyse, ona göre tür bütün alanını yeniden belirleyecek, uyumlu üyeler tüm alanın sınırlarına yayılacak ve uyum sağlayamamış olan kardeşlerinin yerini alacaktır. Fosil avcısı coğrafik alanın ortasında araştırmasını sürdürmekte olduğundan bir formdan diğerine ani bir geçiş görür. Ancak adaptasyonların önce sınırlarda başlayıp sonrasındaysa alanın içerisine yayılarak tüm alanı fethettiğini fark etmeyebilir.

Buna benzer bir durum yaklaşık 100.000 yıl önce insanın da başına gelmiştir. Zorlu bir buzul çağı kuzey yarıkürede, özellikle de *Homo*'nun normal alanının sınırlarında bulunan yüksek enlemlerde baş göstermiştir; belirli ve istisnai yetenekteki bireyler avantajlı konuma gelmiştir. Belki de bu özellikler daha kıllı ve daha şişman olmayı içermiş olabilir, ancak kalıntılardan (aletler, kemikler ve resimler) kesin olarak bildiğimiz şey, bunların kesinlikle uyum sağlayan bir insan tarafından bırakılmış olduğudur. Belki de hayatta kalanların özellikleri arasında, gittikçe daha da zorlaşan koşullarla mücadele edebilecek daha zeki bireyler olmalarını sağlayan büyük bir beyin

vardı. Ayrıntılar ne olursa olsun 25.000 yıl içerisinde *Homo* çizgisi buzul çağı koşullarının dayattığı evrimsel problemlere Neandertal insanla yanıt verdi. Neandertal insanlar kesinlikle zekiydi (alet kullanıyorlar, mağaralara resimler yapıyorlar, barınaklar inşa ediyorlar ve hatta Irak'ta bulunan bir mezarda ortaya çıkan çiçek süslerinden anlaşıldığı kadarıyla ölülerini ritüellerle gömüyorlardı) ve büyük olasılıkla soğuğa modern insanın olduğundan çok daha iyi uyum sağlamışlardı. Eğer buzul çağı biraz daha uzun sürmüş olsaydı, Neandertal bilim insanları şu an bizim çizgimizin evrimsel hataları üzerine kitaplar yazıyor olabilirlerdi. Ancak buzul çağı uzun sürmedi. Kuzey yeniden ılımanlaştı ve Neandertallerin avantajları ortadan kalktı. Evrimsel kalıplara uygun olarak *Homo* seçeneği devam etti. *Homo sapiens neanderthalensis* için kötü olan şey, buzlar geri çekildiğinde tüm küreye yayılan *Homo sapiens sapiens* için iyiydi.

O vakit, bir çıkmaz sokak ya da evrimsel bir hata olmaktan ziyade, Neandertal insan değişen koşullara hızlı ve etkili bir yanıt teşkil ediyordu; o sürekli değişen iklim koşullarına karşı bir sigorta poliçesiydi. Neandertal insan, evrim tablosuna bütünüyle bakıldığında kesinlikle bir başarı olarak addedilmelidir. Üstelik Neandertal insanın soyu –bugün soylarının devamı olmaması bağlamında– büyük olasılıkla tamamen tükenmemiştir. Sapiens çizgisindeki ayrışma birbirinden çok az farklıydı ve *neanderthalensis* ile *sapiens* arasında kesin bir ayrımı mümkün kılmıyordu, dolayısıyla bu iki alt-türün birbiriyle çiftleşmiş olma olasılığı vardır. 30.000 ila 40.000 yıl önce diyelim, iki grubun üyeleri arasındaki farklılıklar iki kabilenin üyeleri arasındaki farklılıklardan öte değildi ve bugünün eskimosuyla Afrika pigmesi arasındaki farktan çok daha azdı. Neandertal insanlar büyük olasılıkla hâlâ etraftaydı ve o kadar da uzun zaman önce soyları tükenmemişti. En yakın zamanlı Neandertal kalıntıları 1990'ların sonlarında Hırvatistan'da bir mağarada bulunmuştur ve radyokarbon tekniğiyle tarihlendirildiklerinde ortaya çıkan sonuç 28.000 ila 29.000 yıl arasını işaret etmektedir. O zaman, Neandertaller nereye kayboldular? Bu soruya en uygun yanıt, onların *Homo sapiens sapiens*'in ya-

yılmasıyla soğurulmuş olmalarıdır, onlardan geriye kalanlar modern insanın yayılan kollarına katılmış ve bir kez daha ana Homo dokusunun bir azınlık varyasyonu olmuşlardır. Hepimiz atalarımız arasında Neandertalleri sayabiliriz (özellikle de Kuzey Avrupalı atalara sahip olanlar) ve insan türü bir bütün olarak buzul çağında adaptasyonlara ihtiyaç duyduğunda onları hatırlayabilir. Yeni bir buzul çağı geldiğinde, ki kesinlikle gelecektir, Neandertalleri atalarımız arasında saymış olmamız ve hücrelerimizde Neandertal genlerine sahip olmamız belki de bizim kurtuluşumuz olacaktır.

Bu durumda bu, insan evriminin geleneksel zaman ölçütüdür: 28 milyon yıl öncesinin ilkel *Aegyptopithecus*'undan başlayıp gizemli milyon yılların ardından 12 milyon yıl önce ortaya çıkan *Ramapithecus*'a. Yine baştan çıkartıcı bir boşluk olarak 8 milyon yıl sonrasında, yani 4 milyon yıl önce, Doğu Afrika düzlüklerinde gezinip duran insanımsı koleksiyonumuz vardır. *Australopithecus* bir nedenle tükenip meşaleyi *Homo habilis*'e devretmiştir, *Homo habilis* de *erectus*'a ve o da *sapiens neanderthalensis* ile *sapiens sapiens*'e vermiştir. Bu değişiklikleri açıklayan geleneksel nedenleri açıklamasak da ya da gelenekselcilerin bile üzerinde uzlaşamadığı farklı görüşleri araştırmasak da, okullarda insanın kökenine dair öğrendiklerinizin buna benzer olması çok mümkündür – elbette eğer okullarda insanın kökenini öğreniyorsanız. Ancak yeniden vurgulamamız gerekiyor ki bu bizim insanın kökenine dair görüşümüz değildir ve aynı zamanda bu hikâye insanın kökenine dair pek çok temel soruya da yanıt vermez. Eğer hikâyenin anlattığı gibi kuyruksuz maymunlardan 25 milyon yıl öncesinde ayrışmışsak, genetik ve anatomik olarak neden bu kadar çok benziyoruz? Fosiller bunu kesinlikle anlatmaz. Tüm bu benzerlikleri kozmik bir tesadüfe bağlayabiliriz elbette, ancak yine de bu benzerliklerin nedenlerini ortak atalarımızın 25 milyon öncesinde değil, 5 milyon yıl öncesinde olduğunu kanıtlayan moleküllere inanmak daha akıllıcadır. Fosillerin geleneksel zaman ölçütünü destekleyecek kanıtları olmasa da, göreceğimiz gibi moleküler saatin söylediklerini de yalanlamamaktadır.

4

MODERN ZAMANLAR: MOLEKÜLER SAAT

"DNA hakkında ne kadar çok şey öğrenirsek, gerçeğe de o kadar yaklaşırız." Bu deyiş kesinlikle hakikat yüzüğüne sahiptir; hikâyemizi bu kadar güzel özetleyen bu deyişin sahibi olan dâhiye katılmamak elimizde değildir, çünkü evrim genlerin doğal seçilimi yoluyla ilerler ve tam da bu nedenle izlenen yolu bilmek/tanımlamak istiyorsak genlere bakmamız gerekmektedir. Sorun Gutenberg'in matbaayı keşfinden önce yazılmış kitapların izini takip eden ortaçağ araştırmacısının sorunu gibidir. O zamanlarda tüm kitaplar, tam anlamıyla sabırlı kâtipler tarafından *yazılmıştı*. Ne var ki en mükemmel kâtip bile sık sık kopyalama hataları yapmıştır ve bugün bibliyofiller bu çeşit hataları barındıran kitaplara özel itina gösterirler. Tarihçiler fikirlerin yayılımını bu hataların yayılımına bakarak takip edebilirler. Eğer Paris'te 1350 yılında yazılmış bir cilt, 1340 yılında Varşova'da yazılmış bir ciltle tamamen aynı hataları içeriyorsa, araştırmacılar Paris cildinin bir şekilde Polonya'dan Fransa'ya taşınmış olan Varşova cildinden kopyalandığından emin olabilirler ve bu durum tüm yeni fikirlerin (yeni kitapla-

rın) kökenlerini nereden aldığını ve mesajlarının nasıl yayıldığını göstermeye yardımcı olur. Durum DNA ve genler için de aynıdır; eğer iki gen her bakımdan aynıysa o zaman bu iki gen orijinal bir genin kopyasıdır, sözgelimi ortak bir atayı paylaşırlar. Bugün yaşayan türlerin genleri arasındaki farklılıklara bakarak, biyologlar doğanın yeni "fikirleri"nin (mutasyonlarının) nasıl oluştuğuna ve türlerin nasıl çeşitlendiğine dair iyi bir fikir elde edebilirler.

DNA nihai atadır, yalnızca yaşayan bedenlerce üretilen her bir kimyasalın değil, aynı zamanda yaşayan tüm canlıların nihai atasıdır. Burada bir "yumurta-tavuk" sorunu yoktur; DNA her şeyden önce gelir ve canlı hücrelerle organizmaların karmaşıklığı DNA'nın varlığını takip eder. Organizmaların işlevlerini nasıl yerine getireceğini söyleyen proteinleri oluşturan aminoasitlerin dizilimini belirleyen DNA'lardaki nükleotidlerin dizilimidir; bu nedenle moleküler evrimin nihai gerçeği DNA'yı oluşturan nükleotidlerin diziliminde, genetik kodun sözcüklerinde saklıdır. Proteinleri oluşturan aminoasitlerin dizilimi bu temel koddan yukarıya doğru atılan bir adımdır ve bize türler arasındaki ilişkiler hakkında çok fazla şey söyler. Eğer iki protein eş dizilime sahipse genetik kodların bolluğu nedeniyle onları kodlayan DNA o kadar da özdeş olmayabilir. İki protein zinciri üzerinde aynı noktalarda lösin bulunması, bu noktaların DNA'da karşılık geldiği kodonları özel olarak belirlemez; aynı kodonlar da olabilir, farklı da ve yalnızca aminoasit diziliminden DNA'nın tam nükleotid dizilimini çıkarsayabilmemiz mümkün değildir. Ancak yine de eğer iki farklı organizmanın hücreleri özdeş proteinler üretiyorsa bu proteinler için gerekli olan DNA kodlaması her iki organizmanın hücreleri için de büyük ölçüde aynı olur. Bir adım daha ötesi proteinlerin immün özellikleridir ki bunlar onların davranış kalıplarını ortaya çıkarır. Aynen aminoasit diziliminin alttaki nükleotid dizilimine işaret eden iyi (ancak mükemmel olmayan) bir rehber olması gibi, immün yanıt da alttaki aminoasit dizilimini işaret eden iyi (ancak mükemmel olmayan) bir rehberdir.

Bunlar, o vakit, moleküler evrimcinin üzerinde çalıştığı analiz seviyeleridir. DNA'ları oluşturan bazlardaki nihai ger-

çeğe odaklanabilir ve DNA tarafından yönetilen proteinin aminoasit dizilimine doğru bir adım atabilir ya da bu proteinin yabancı bir immün sisteme yanıtına odaklanabilir. Aslında bu tarihsel olarak geliştirilen tekniğin tersidir. Dışarıdan içeriye doğru çalışmak daha kolaydır ve moleküler evrim çalışmaları da böyle geliştirilmiştir. Ancak biz yine de iki protein merkezli araştırma seviyesinin DNA'nın kendisinden daha az bilgilendirici olmadığını vurguluyoruz, aynen evrimsel biyolojideki diğer her şeyde olduğu gibi; DNA hakkında ne kadar çok şey bilirsek, gerçeğe de o kadar yaklaşırız.

Moleküler filojeni kavramı, yani moleküller bağlamında evrimsel tarih basittir. Bir dizi hayvan arasındaki farklılıkları, tercihen DNA seviyesindeki farklılıkları ölçtüğümüzde araştırdığımız hayvanların birbirleriyle nasıl ilişkilendiklerini gösterecek evrim ağacını oluşturmaya hazırız demektir. En yakın ortak ataları hangisi, ortak depodan ne zaman ayrılmışlar gibi soruları yanıtlayabiliriz. Elbette pratikte her şey bu kadar kolay değildir ve bu bölümde bazı önemli başarılarla birlikte moleküler sihirlere bakacağız. İlk önce her şeyi tetikleyen metodun güncellenmesiyle, evrimsel immünolojiyle başlayacağız.

Birinci Bölüm'de tanıştığımız George Nuttall, bir yüzyıl önce tavşanlara antikor üretmeleri için serum enjekte ederek, sonrasındaysa bunları çeşitli serumlarla karıştırarak ne kadar güçlü reaksiyonlara yol açtıklarını gözlemleyip muhteşem sonuçlar elde etmişti. Vincent Sarich, Berkeley kampüsündeki laboratuarında, evrim çalışmalarında immünolojinin kullanımını bir sanat düzeyine yükseltmiştir, ancak hikâye özünde yine de aynıdır: Bir antijenin antikorunu üret ve çeşitli bağıl antijenlerin tepkilerini ölç. Kırmızı tuğlalı biyokimya binasının dördüncü katındaki laboratuarında, yapraklarla dolu kampüs ve San Francisco Körfezi manzarasına bakan Sarich, Nuttall'ın çalıştığı kirli Cambridge laboratuarından çok daha ötesini görmüş gibidir, ama yine de o Nuttall'ın ruh ikizidir. Sürekli genişleyen antijen ve antisera deposuna her zaman yeni ve ilginç türleri ekleme çabasında olan Sarich meslektaşlarının pek de istemediği hayvanlar için yakalarına yapışmıştı. "Kan

bunu yapacaktır," diyordu, "ama mümkünse ben et almayı tercih ederim."[1]

Teknik 20 yıl önce Sarich'le söyleşi yaptığımız zamanla kıyaslandığında özsel olarak aynıdır. Numune, et ya da kan, ilgilenilen proteinin elde edilmesi, saflaştırılması ve bu proteinlere karşılık gelen güçlü antikorların ortaya çıkması için gerekli karmaşık bir dizi işlemden geçer. İlk aşama proteinlerin izolasyonudur, genellikle de albümin ve transferrinlerin. Bunlar büyük moleküllerdir ve onları hazırlamak çok güç değildir. Öncelikle kan serumu seyreltilir ve ısıtılır ki bu süreç proteinlerin pıhtılaşma eğilimini artırır, aynen yumurtanın beyazının (neredeyse saf albümindir) yumurtayı kaynattığınız zaman pıhtılaşması süreci gibi. Aşırı saflık, kromatografik ayrışma olarak adlandırılan ve kısmen saflaştırılmış protein karışımlarının yüksek nitelikli filtre kâğıtlar olan karboksimetil selüloz kalıpları içerisine döküldüğü bir işlemle elde edilir. Deneyi yapan kişi eğer diğer kimyasallardan doğru miktarda uygularsa, proteinlerin büyük bir kısmı kalıplara yapışır, fakat albümin aynen şarabın masa örtüsüne dağılması gibi yayılır, dolayısıyla protein karışımı bir yerde kalırken saf albümin diğer tarafta kalmış olur.

Saf albümin iyi bir başlangıçtır, ancak yalnızca bir başlangıçtır. Şimdi antikor hazırlamak için bu albüminin bir kısmını kullanmaya dair o sıkıcı süreç başlamıştır. Nuttall'ın zamanlarındaki gibi, burada seçilen hayvan da tavşandır. Sarich, Yeni Zelanda'nın beyaz erkek tavşanlarını kullanmıştır, çünkü bunlar çok miktarda antikor üreten güçlü bir immün sisteme sahiptir. Sarich'in uzun yıllara dayanan deneyimleri küçük miktarlarda antijenlerden (gramın binde biri gibi küçük miktarlar) iyi niteliklerde antiserumlar üretebilmesini sağlayan bir zaman çizelgesi geliştirmesini sağlamıştır. Tüm süreç dört tavşan ve dört ay demektir. Albümin antijenin şırınga edilmesinin ardından, beş, yedi, on iki ve on üç hafta geçer. Bunun ardından, her bir tavşanın kanından küçük bir miktar alınır ve içerisindeki antikorlar ölçülür, albüminin saflaştırıldığı sü-

1 Vincent Sarich, yazarlarla söyleşi, 3 Şubat 1981, Londra.

reç gibi bir süreçle saflaştırılır. Tüm bunlar yapıldıktan sonra, antiserumlar ihtiyaç halinde kullanılmak üzere saklanır. Sarich'in laboratuarını ziyaret ettiğimizde, bunlar dondurucularda saklanıyordu ve bilindik, bilinmedik, egzotik ya da tanıdık hayvanlardan alınmış yüzlerce saflaştırılmış antiserum şişelenmiş, etiketlendirilmiş ve dondurulmuştu. Misk kedisi ve köpek, dev panda ve boz ayı, firavun faresi ve tekir kedi, tüm bu hayvanlardan elde edilen numuneler ~ 10°C derecede korunuyordu.

Et ve kan bu tarz çalışma biçimi için hammaddelerdi: Saf antijenler ve saf antiserumlar, yetenekli biyologların üzerinde çalışabileceği arıtılmış ürünlerdi. Nuttall tepkimenin etkinliğini çözeltilerinin bulanıklığı üzerinden tahmin ediyordu. Morris Goodman, Detroit'te antijenlerin benzerliklerine göre sıralanabilmesini sağlayan immünodifüzyon tekniğini kullandı. Sarich ise rakamlar istiyordu, öznel değerlendirmelerin ötesine geçen ve iki farklı albüminin antijenik benzerliklerini gösterecek niceliksel ölçütler istiyordu; bunu elde etti de.

Sarich'in ölçme sistemi, ki buna mikro-tamamlayıcı saptama testi deniyordu, kesin ama karmaşık bir sistemdi ve uzman olmayanların anlayabileceği kadar basit değildi. Neyse ki anlamak, uzman olmayanlar için önemli değildir. Tekniğin özü, normal immünolojik tekniklerin duyarlılıklarının binlerce kez artırılması için doğal olarak ortaya çıkan büyüteç etkisinin kademelerinin avantajını kullanmaktı, bu da çok küçük miktarlarda antiserumun test için yeterli olduğu anlamına geliyordu. "Bu sadece var olan tekniklerden daha duyarlı olduğu anlamına gelmiyordu," diyor Allan Wilson, "yine de tek bir aminoasit değişimini belirleyebilecek olması çok etkileyiciydi ve bizi bu tekniği kullanmaya iten de buydu. Bu teknik materyal kullanımı bakımından oldukça ekonomikti. Nuttall ve diğerleri ellerindeki materyalleri tüketeceklerdi." Ancak mikro-tamamlayıcı teknikle Sarich ve Wilson bir kez bir numune hazırladıklarında "on yıllarca dayanacak bir belirteç" elde etmiş oluyorlardı. Daha da iyisi, "eğer daha sonra başka türler gelirse, dondurucuya gidip bir parça alabilirsiniz, çünkü o henüz değişmemiş

olacaktır."[2] Teknik, biyokimya bakımından tam bir şaheserdi. Sonunda Sarich aradığı rakamlara erişmişti ve bu ölçüte immünolojik mesafe adını verdi. İmmünolojik mesafe iki farklı türden alınan proteinlerin birbirlerinden ne ölçüde farklılaştığını ölçüyordu. Bu ölçüt (sıklıkla ID olarak adlandırılıyordu) özdeş türler için 0 iken, mikro-tamamlayıcı saptama tekniğiyle ölçülebilen azami ilişkisizlik için 180'di. Bu ölçüye göre, örneğin insan ile evcil kedi birbirinden 173 birim uzaklıktaydı.

Böylelikle tüm özütleme, saflaştırma, karıştırma ve ölçme süreçlerinin ardından Sarich ve Wilson tek bir rakama, immünolojik mesafeye eriştiler. Bu mesafe iki proteinin ilişkisini, dolayısıyla da proteinlerin elde edildiği iki hayvanın ilişkisini açıklıyordu. İmmünolojik yaklaşım kaçınılmaz olarak dolaylıydı, ancak yine de paleontolojik teoriyle büyük ölçüde uyumlu sonuçlar veriyordu. Pek çok durumda, paleontologların iki türün birbiriyle üçte birden de yakın akraba olduklarını düşündükleri durumda, immünolojik yaklaşım bu düşünceyi desteklemiştir. Genel anlamda teknik, paleontologların halihazırda sahip oldukları resmi daha fazla rakam sağlayarak geliştirir. Ne var ki, önceden de görmüş olduğumuz gibi, bu durum kimi sürprizlere de gebedir ki bunlardan en önemlisi insan, şempanze ve gorilin birbirlerine olan yakınlığının keşfidir. Ancak immünolojik yaklaşım son sözü söylemez. DNA'dan oldukça uzağa gitmiştir ve DNA'dan bu kadar uzaklaşmayı tercih etmeyen moleküler evrimciler de vardır. Bir sonraki adım proteinlerin kendisine ve özellikle de aminoasitlerin gerçek dizilimine bakmaktır.

Ortalama bir proteini oluşturan binlerce aminoasidin dizilimini belirlemek bilimin en büyük, ancak pek bilinmeyen hikâyelerinden biridir. Bu süreçte uygulanan kimya çalışmaları muhteşemdir. Var olan her bir aminoasidi yalnızca tek tek tanımlamakla kalmazsınız, ayrıca her birinin zincirde nerede durduğunu da belirlersiniz. Moleküler biyolojinin erken dönemlerinde, 40 yıl önce, insanlar tek bir proteinin sabit bir yapısı olup olmadığı konusunda bile emin değildiler.

2 Allan Wilson, J.C.'yle söyleşi, 21 Haziran 1981, Cambridge.

Fred Sanger, 1940'ların sonlarında Cambridge'de Cavendish Laboratuarı'nda bir proteinde bulunan aminoasitlerin dizilimini belirlemek için çalışmalarına başladığında pek çoğu için bu çalışma boşa kürek çekmek anlamına geliyordu. Yıllar sonra Sanger amacına ulaştı, insülin hormonunun tam dizilimine ve ek olarak da Nobel Ödülü'ne erişti (Yirmi yıl sonra yeniden kolları sıvadı ve herkesin imkânsız olduğunu düşündüğü nükleik asit dizilimini elde ettiği için ikinci defa Nobel Ödülü'nü kazandı). İnsülin dizilimini elde etmek başlangıçta büyük çabalar gerektiriyordu; bugün ise bir proteinin dizilimini görmek görece daha kolaydır ve tüm iş yıllar içerisinde değil, birkaç gün içerisinde tamamlanabilmektedir. Yine de genel olarak, moleküler evrimciler kendi proteinlerinin dizilimini elde etme eğiliminde değildirler; etrafta başka amaçlarla proteinlerin dizilimini araştıran pek çok moleküler biyolog vardır ve elbette bu biyologlar kendi sonuçlarını bilimsel dergilerde ve internette paylaşmaktadırlar. Bu nedenle, aminoasit dizilimi üzerinden proteinlerin evrimsel tarihi üzerine çalışmak isteyenler için büyük bir veri kaynağı mevcuttur. Bu dizilimler konusunda ilk adım hemoglobin üzerine yürütülen çalışmalarla gelmiştir ki bu çalışmalar evrimin gizemlerinin değil, orak hücreli aneminin gizeminin aydınlatılması için yapılmıştır. Tekniğe, proteinleri birebir olarak ayırt edebildiği için parmak izi tekniği adı verilir ve Sanger gibi Cambridge'teki Cavendish Laboratuarı'nda çalışan Vernon Ingram tarafından 1955 yılında geliştirilmiştir.

Parmak izi tekniği, proteinlerin sabit ve değişmeyen bir yapıya sahip olduklarına ve DNA'da meydana gelen değişikliklerin protein yapısındaki değişikliklerden kaynaklandığına dair en önemli ipuçlarından birini sağlamıştır. O dönemlerde kimyagerler, normal ve orak hücreli hemoglobinlerin bir elektrik alanında farklı hızlarda hareket ettiklerini biliyorlardı. Bu da bu hücreler arasında fiziksel bir farklılığın olması gerektiğini gösteriyordu, ancak moleküllerin tümü göz önüne alındığında bu farklılığı gösterebilecek duyarlılıkta bir test yoktu. Ingram, hemoglobini daha küçük parçalara ayırmaya karar verdi, böy-

lece bu parçalar üzerinde daha fazla kontrolü olacak ve parçalar arasındaki farklılıkları görmek kolaylaşacaktı.

Bugün hemoglobinin iki farklı protein zincirinden oluştuğunu biliyoruz: Biri 141, diğeri 146 aminoasitten oluşan bükümlenmiş ve birbirlerine bağlanmış iki zincir. Molekülü küçük parçalara ayırmak için uygulanacak ilk adım hemoglobini kaynama noktasına yakın sıcaklıkta dakikalarca bekletmektir ki böylece molekülün katlanmış yapısı parçalansın ve zincirler açılsın. Ingram, sonrasında başka bir proteini, tripsini ekleyerek numuneleri vücut sıcaklığında iki gün kadar bekletir. Tripsin sindirim enzimlerinden biridir ve bir protein zincirinde aminoasitleri bir arada tutan peptit bağlarını kırar, ancak bunu seçici bir biçimde yapar. Zincirde herhangi bir yerde bulunan peptit bağlarını kırmak yerine tripsin, yalnızca iki özel aminoasit arasındaki peptit bağlarına, lisin ve arjinine saldırır ve daima lisin ya da arjininin bir tarafında bulunan bağı keser, diğeriniyse asla kesmez. Tek bir hemoglobin zincirinde böyle otuz kadar alan vardır, bu nedenle tripsin hemoglobini her zaman otuz parçaya ayırarak sindirir ve bu otuz parça daima aynı otuz parçadır. Ortalama bir parça on aminoasit uzunluğundadır ve Ingram'ın da belirttiği gibi, "mesele iki tam protein arasındaki küçük farklılığın küçük bir parça üzerinden bakıldığında görece olarak büyük bir farklılığa dönüşmesidir ki meselenin en can alıcı noktası budur."[3]

Orak hücreli ve normal hemoglobin arasında farklı olması gereken parçayı arayan Ingram, kromatografi ile elektroforezin bir kombinasyonunu kullanmıştır. Kromatografide şüpheli kimyasalların filtre kâğıdı üzerinde kendi yollarında hareket etmelerine izin verilir; elektroforezdeyse kimyasallar kâğıt üzerinde elektrik akımı zoruyla hareket ettirilir, artı yüklü parçalar eksi kutba, eksi yüklü parçalarsa artı kutba çekilir. Her iki durumda da bir parçanın hareket hızı kendi yapısına bağlıdır; küçük ve fazla yüklü parçalar, büyük ve daha yüksüz parçalardan daha hızlı hareket ederler. Ingram, iki tane sıradan filtre kâğıdını alır; her birine bir damla tripsin sindirim

3 Horace Freeland Judson, *The Eighth Day of Creation*, Simon & Schuster: New York, 1979, 305'ten alıntı.

çözeltisinden ekler, bir parçada normal hemoglobin parçaları, diğerindeyse orak hücreli hemoglobinin parçaları vardır. İki kâğıdı da cam levhalar arasına sıkıştırır ve levhalara çözücüler koyar. Sonrasında kâğıda elektrotlar yapıştırır ve iki buçuk saat boyunca elektrotlardan akım geçirir. Akım parçaları ayırır ve artı yüklü parçalar eksi elektrotlara doğru çekilir, yüksüz parçalar yerinde kalır, eksi yüklü parçalar da pozitif elektrotlara doğru çekilir. Parçalar kısmen ayrışmıştır, ancak yine de aralarında büyük bir örtüşme vardır; bu örtüşmeden kurtulmak için Ingram, kâğıdı 90 derece döndürür ve parçaları kromatografik bir ayrışmaya maruz bırakır. Ingram kâğıdı raptiyeler ki keskin bir çözücü karışımı içerisindeki parçalar iz bırakabilsin ve çözücüler kâğıtta ilerleyebilsin. Bu durumda, çözücüler parçaları kendileriyle birlikte taşır; en küçük parça en hızlı taşınandır ve tam da en hızlı ilerleyen çözücü sırasının arkasındadır. Çözücü kâğıdın tepesine ulaştığında, ayrışma tamamlanmış olur. Ingram kâğıdı alıp kurumaya bırakır.

Bu noktada, Ingram'ın tek göstermesi gereken iki küçük filtre kâğıdıdır, birkaç kalem izi dışında bembeyaz iki kâğıt. Görünmeyen parmak izlerinin ortaya çıkması için kapı kolunu fırçalayan bir dedektif gibi, Ingram da protein parçalarını görünür kılmalıdır. Ingram bunu protein parçalarını turuncuya boyayan bir kimyasalla gerçekleştirir. Kâğıtları boyadıktan sonra otuz küçük damlayla karşılaşır ki bu damlalar kabaca bir üçgen biçimde dizilmiştir. Üçgenin orta kısmının üstünde damlaların omurgası durmaktadır, kimiyse hâlâ üst üstedir. Bunlar elektroforezle hareket etmemiş olan yüksüz parçalardır ve kromatografik ayrışma sırasında bir sütun boyunca yayılmıştır. Bunların sağında daha küçük iki damla durur ve sadece eksi yüklü parçaları gösterir, omurganın solundaysa on sekiz düzensiz damla vardır ki bunlar hem elektroforez hem de kromatografiyle ayrışmış pozitif yüklü farklı büyüklükteki parçalardır. Diğer bir deyişle, normal bir hemoglobinde on sekiz parmak izi bulunur; orak hücreli hemoglobin de aynı miktarda (otuz) parça içerir, ancak parmak izi sadece bir parça üzerinden farklılaşır, sadece tek bir parça üzerinden. Omurganın solunda, artı yüklü elektroda doğru ek bir nokta daha

saptanmıştır. On dokuz eksi yüklü parça saptanmış ve bunlara yakından bakıldığında bu fazla olan eksi noktanın yüksüz omurgadan ayrıştığı fark edilmiştir. Farklılık bulunmuştur ve bu farklılık sadece bir parçadadır. Bu parça tanımlandıktan sonra yapılan ayrıntılı analizler eksi yüklü aminoasit valininin normal bir hemoglobinde altıncı konumda bulunan yüksüz glutaminin yerine geçtiğini göstermiştir. Genetik kodun sadece bir sözcüğü değişmiştir ve bu sözcük de tanımlanmıştır. Ingram'ın geliştirdiği bu parmak izi tekniği, insanların bulunması için kullanılan gerçek parmak izi gibi proteinler için de kullanılabilir. Bir proteinin parmak izi asla değişmez; tıpkı bir insanın parmak izinin o doğmadan önce bile sabit olması gibi. Farklı proteinlerin farklı parmak izleri vardır; aynen farklı insanların farklı parmak izleri olması gibi.

Ingram, elbette bu tekniği farklı türlerin proteinlerini kıyaslamada kullanmak konusuyla ilgilenmiyordu, ancak o protein parmak izlerinin DNA dizilimiyle birebir ilişkili olduğunu kanıtlamış oldu. Başkalarıysa bu tekniği protein moleküllerinin evrimini incelemek amacıyla kullandı. Bunlardan biri Emile Zuckerkandl'dı. Moleküler kanıtların bir saat gibi kullanılabileceğini ilk defa öneren oydu. Aslında Burg Wartenstein'in güzelim Avusturya kalesinde 1960 yılında düzenlenen bir konferansta "moleküler antropoloji" deyimini ortaya atan da Zuckerkandl'ın kendisiydi. Konferans, Wenner Gren Kurumu tarafından Sınıflandırma ve İnsan Evrimi'ni tartışmak üzere düzenlenmişti ve bu konferans moleküllerin ortaya koyduğu kanıtların evrim tarihi için kullanılabileceği fikrinin ortaya atıldığı ilk akademik toplantıydı. Zuckerkandl'ın metni, basit biçimde "Moleküler antropolojide perspektifler" adını taşıyordu ve o dönemde mevcut olan pek çok fikir üzerine tartışmalar yürütmekteydi. Daha özel olarak, Zuckerkandl bir dizi primat türünden aldığı hemoglobinlerin parmak izi analizine dayanan kendi kanıtlarını sundu. Ingram'ın metoduna çok benzer bir yöntem kullanarak Zuckerkandl ve Linus Pauling, çeşitli hayvan türlerinin hemoglobinlerini incelemişlerdi. Zuckerkandl konferansta katılımcılara şunları söylemişti: "Goril, şempanze ve insan hemoglobinleri birbirlerinden ayırt edilemez... Ancak

orangutan hemoglobininin kalıbı insan, şempanze ve gorili karakterize eden hemoglobin kalıbından oldukça farklıdır." Zuckerkandl ayrıca alyanaklı maymunun (rhesus maymunu) hemoglobin kalıbı bağlamında "anlamlı ölçüde farklılıkların olduğunu, ancak benzerliklerin üstün geldiğini" dile getirmişti.[4] Tarih, unutmayalım, 1960'tı. Zuckerkandl ve Pauling kendilerini primatlarla sınırlamamışlardı; başka türlere de bakmışlar ve Artiyodaktillerde (gevişgetiren hayvanlarda) insan hemoglobininden farklı yerlerde bulunan bütün bir protein parçaları grubu olduğunu, ancak yine de anlamlı benzerliklerin bulunduğunu belirlemişlerdi. Kıyaslama balıklara kadar ilerletildiğindeyse aynı yerde bulunan tek bir parçadan bile söz edilemiyordu.

1960'ların ilk yıllarında bir proteinin dizilimini belirleyebilmek hâlâ çok zaman alan bir işti. Ancak doğal olarak insanlar, kuyruksuz maymun hemoglobini üzerinde çaba harcanmaya değer bir şey olduğuna karar verdiler ve Zuckerkandl, Burg Wartenstein konferansına katılanlara kendisi ile bir çalışma arkadaşının goril hemoglobinindeki aminoasit dizilimini tam olarak belirleme çalışmasını yürüttüklerini dile getirdi. O zamanlar bile (40 yıl önce) her şey insan ile goril arasındaki zincirlerin birinde bir farklılığın olduğunu gösteriyordu, insanda glutaminin olduğu bir noktada gorilde aspartin vardı. Tek bir aminoasit farklılığı; "en küçük olasılık." Diğer bir deyişle, insan ile goril hemoglobinleri "aynı düzendeydi, (tek bir aminoasit değişimi vardı), bulunan farklılık yalnızca normal ve anormal hemoglobin zincirleri arasındaki fark kadardı. "Bu nedenle," diyordu Zuckerkandl, "hemoglobin yapısı bakımından gorilin sadece anormal bir insan olduğu ve iki türün aslında devam eden bir popülasyondan geldiği söylenebilir." Daha da ileriye giderek, "goril hemoglobini bir mutasyon olarak kimi insanlarda bulunabilir. Tam tersi de (insan hemoglobininin kimi gorillerde bulunması durumu) eşit derecede mümkündür, ancak goril sayısının düşüklüğü nedeniyle daha az olasıdır," diye ekliyordu.[5]

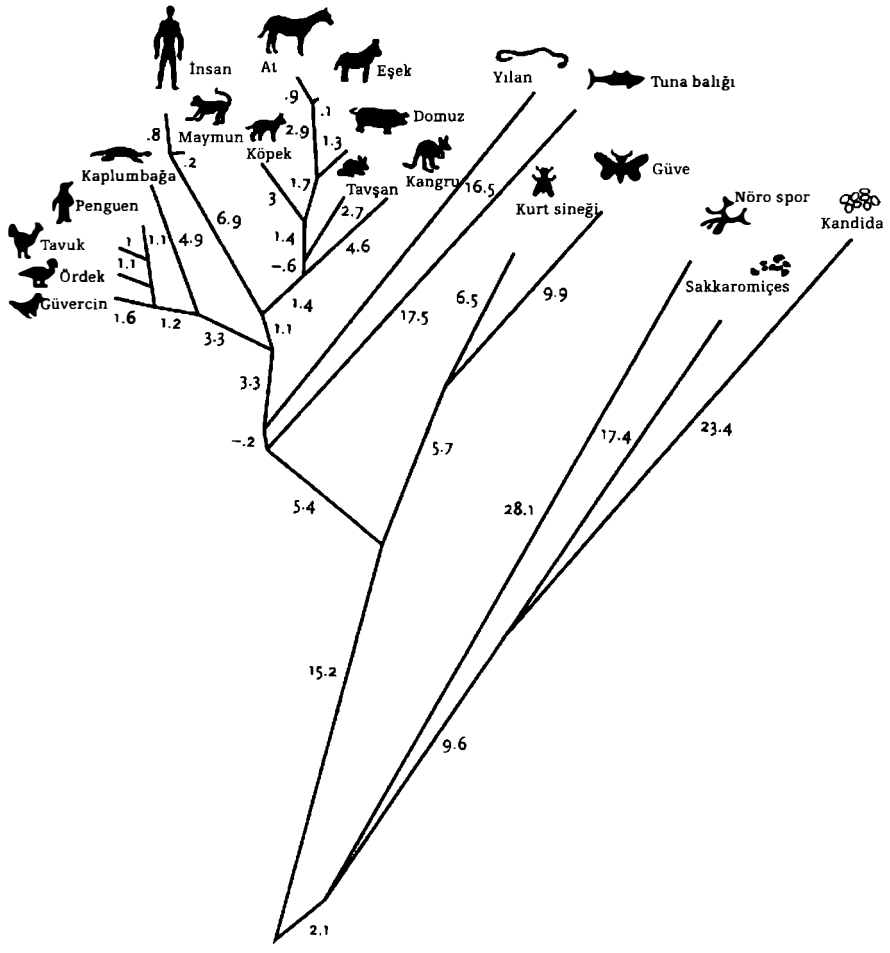
4 Emile Zuckerkandl, "Perspectives in molecular anthropology," ed. S.L. Washburn, *Classification and Human Evolution*, Aldine: Chicago, 1963, s. 246.

5 *A.g.e.*, s. 247.

Parmak izi tekniği çeşitli proteinlerin yapısı hakkında pek çok bilgi verebilir, ancak nihai olarak bu teknik sadece immünodifüzyon tekniği kadar yararlıdır. Türler arasındaki mesafeye dair niteliksel bir durumu ortaya koysa da bu mesafenin rakamlarını ortaya koymaz. Bir proteini oluşturan aminoasitlerin dizilimi hakkında daha iyi bir bilgi kaynağı için biyokimyacılar aminoasitlerin kendilerine dönüp bakmalıdırlar.

Bir protein zincirini meydana getiren aminoasitlerin tanımlanması için pek çok teknik geliştirilmiştir. Bunların çoğu, tripsinin proteini geleneksel metotlarla incelenebilecek parçalara ayırmasında olduğu gibi, sindirim enzimlerinin kullanılması tekniğinin değişimleridir. Bir sindirim enzimi proteini daima aynı parçalara ayırır. Aynı oranda spesifik olan bir diğeriyse, zinciri farklı parçalara ayırır. Bu gruplar da kendi içlerinde incelenebilir ve sabırlı biyokimyagere tamamen dizilmiş iki parça sağlar. İki set parça, açık biçimde tam bir protein oluşturması için birleştirilebilir, geriye kalansa dizilmiş parçalarla bir çeşit yapboz oynamaktır ki bu tüm molekülün yapısı hakkında ipuçları vermesi için setler arasındaki örtüşmelerin kullanılmasıyla yapılır. Tamamen dizilmiş olan ilk protein (her bir aminoasidi ve zincirdeki yeri belirlenmiş olarak) Fred Sanger'ın ilk Nobel Ödülü'nü kazandığı pankreatik hormon insülinidir. 1955'ten sonraki yıllarda, Sanger insülin dizilimini yayımladığında, yüzlerce protein daha aynı biçimde parçalanmıştır. Bu da moleküler evrimcilerin başına konan bir talih kuşu olmuştur adeta.

Aminoasit diziliminin evrim tarihinin izinin sürülmesi için kullanılmasına öncülük eden iki bilim insanı, Chicago yakınlarındaki Northwestern Üniversitesi'nde çalışmalar yürüten Walter M. Fitch ve Emanuel Margoliash'tır. Üzerinde çalıştıkları ilk protein sitokrom-c'dir. Bu protein tüm canlıların kendilerine enerji sağlamak için kullandığı enzim ailelerinden biridir. Sitokromları inceleyen biyokimyagerler ilk olarak atlar için, sonrasında da iki tür balık, tuna ve palamut için molekülün üç boyutlu yapısını ve aminoasit dizilimini ortaya koymuşlardır. 1960'ların ortalarında, Fitch ve Margoliash çalışmalara başladıklarında yirmiden fazla türün bilgisine sahiplerdi,



Şekil 4.1: Moleküler kanıtlara dayanan ilk evrim ağaçlarından biri. Walter Fitch ve Emanuel Margoliash tarafından sitokrom-c enziminin aminoasit diziliminden derlenmiştir. Bu ağaç türlerin bölünme düzenlerini gösterir ancak tarihlerini vermez –ağaçtaki rakamlar gözlemlenen farklılıkların üretilmesi için gereken genetik kod değişikliklerinin minimum sayısını verir. *(Scientific American*, 293(3), 1978, s. 69'dan değiştirilerek alıntılanmıştır.)

şimdiyse yüzlerce türün bilgisine sahibiz. Onların baktıkları türler böcekler, balıklar, sürüngenler ve memelileri içeriyordu ve elbette Fitch ve Margoliash sitokromlarını araştırdıkları türlerin kabul edilen evrimsel tarihinin farkındaydılar. Çeşitli sitokrom dizilimlerinin uzun bilgisayar çıktılarına odaklanarak, çeşitli dizilimleri sıraladılar ve her bir konumdaki spesifik aminoasitlere baktılar. Protein alt-birimlerinin farklılaştığı yerde (bunu pek çok yerde bulabiliyorlardı) bu alanlardaki DNA kodonları üzerine çalıştılar ve en az değişiklik gözlemlenen iki kodona yol açabilecek olası ata kodonlarını bulmaya odaklandılar. Örneğin bir yerde metiyonin varsa, buna karşılık gelen kodon TAC olmalıydı. Başka türlerde aynı yerde bulunan aminoasit valindi ve bu aminoasit için geçerli olan kodon CAA, CAG, CAT ya da CAC olabilirdi. Bu iki kodonun ortak atası ya TAC (CAC olabilmesi için tek bir mutasyona gerek vardı) ya da CAC (ki bunun da aynı mantıkla TAC olabilmesi için tek bir değişikliğe gerek vardı) olabilirdi. Elbette GAC gibi bir dizilim de olabilirdi ki TAC olabilmesi için bir değişiklik, CAC olabilmesi içinse bir değişiklik daha gerekiyordu. Ancak genel bir kural olarak Fitch ve Margoliash azami tutumluluk ilkesi adını verdikleri bir kuralı uyguladılar ve bu kurala göre gerekli son durumu elde etmek için daima en az değişikliği öngören kodonu tercih ettiler.

Azami tutumluluk ilkesi, Ockhamlı William tarafından ilk defa 1324 yılında öne sürülen, bu nedenle de Ockham'ın usturası (felsefi çıkmazları parçalara ayırarak çözmeye çalıştığı için) olarak bilinen ilkenin genişletilmiş haliydi. Ockham'ın usturası basitçe şunu öngörmekteydi: Ne zaman ki biri ya da bir başkası bir olayı açıklamaya kalkışırsa, o kişi gerekli olan varsayımları asgari ölçekte tutmalıdır. Eğer iki ya da daha fazla açıklama kanıtlarla örtüşüyorsa, o zaman en basit olanını seçeriz. Örneğin eğer birisi gezegenlerin gökteki hareketlerini Güneş'in etrafında yaptıkları görece basitlikteki hareketlerle açıklayabiliyorsa, bu açıklama, Dünya'nın etrafında daha karmaşık yollar takip ederek dönüyor olduklarını kabul etmekten daha çok tercih edilirdir. Moleküler evrimcilerin karşı karşıya kaldıkları sorun elde edemeyecekleri atasal aminoasit di-

zilimlerini (ya da daha uygunu DNA dizilimlerini) doğru biçimde tanımlamaktı, çünkü ellerinde sadece bugün soylarını devam ettiren türlerin dizilimleri vardı. Bu da yalnızca birkaç varsayımı mümkün kılıyordu. Bu nedenle moleküler evrimci bugünkü yaşam formlarının atalarından nasıl geldiğini açıklayan bir soyağacı çizmek durumundaydı. Aslında iki ayrı sorun vardı. Birincisi,, küçük azami tutumluluk sorunuydu ki bu sorun atasal DNA üzerinde bazların dizilimini gösterebilmek üzerineydi ve yalnızca aminoasit dizilimleri değil, aynı zamanda ağacın şekli de bilindiğinden, o kadar da büyük bir sorun değildi. Fitch'in en büyük katkılarından biri, ağaçtaki her bir atanın gerekli DNA dizilimini hesaplayabilecek bir bilgisayar algoritması ortaya koymuş olmasıydı ve bu program, sonrasında matematiksel olarak ispatlanabilecek kadar büyük bir doğrulukla çalışıyordu. Yalnızca dalların ucundaki canlıların aminoasit dizilimleri biliniyorken, bu hesaplama yalnızca bir atasal DNA dizilimi kurgulamak değil, aynı zamanda ağacın kendisini de kurgulamak anlamına geliyordu.

Büyük azami tutumluluk problemiyse, tümünün çözümü çok zor olan ve tümü birbiriyle ilişkili oldukça ilginç bir matematiksel problemler ailesiyle ilgiliydi. Listesindeki tüm kasabalara gidecek en kısa yolu hesaplamak isteyen gezici bir satıcı, örneğin Fitch'in karşı karşıya kaldığı matematiksel probleme sahiptir. Fitch, ağacı ve DNA dizilimini bulmak istemektedir ve mevcut durumda tek çözüm katıksız kaba kuvvetin matematiksel dengidir. Olası her çözümü denemek ve en kısa olanını bulmak zorundasınızdır (ki her zaman yalnızca bir tane olacaktır). Bu gezgin bir satıcı ya da birkaç dallı bir ağaç için işe yarar bir yaklaşım olabilir. Örneğin yaşayan beş dallı bir ağaç için yalnızca on beş olası düzenleme olabilir, altı dallı bir ağaç içinse 105 olası çözüm vardır. Kaba kuvvet yaklaşımıyla gidildiğinde, dalların uçlarının sayısı arttıkça olası çözümlerin sayısında da bir patlama yaşanacaktır. Yedi dal için 945 farklı ağaç söz konusudur, sekiz dal içinse 10.395 ağaç çizilebilir. Yirmi dallı bir ağacı düşünmeye çalıştığınızdaysa çözümlerin sayısı 10'un 20. kuvvetine denk düşecektir (100.000.000.000.000.000.000). Bugün var olan aile ilişkilerin-

den yola çıkarak sadece yirmi tür için oluşturulacak en tutumlu ağacı bulabilmek, bir çözümü bir milisaniyede, 60.000 çözümü bir dakikada hesaplayabilen bir bilgisayar için bile 10.000 milyon yıl sürecektir ki bu kabaca evrenin yaşına denk gelir.

Problemi kestirmeden çözmek de mümkündür. Matematikçiler her bir gerçek durumda mümkün olan en iyi çözümü getirecek yöntemler geliştirmişlerdir, ancak bulunan kısa yolların gerçekten de en tutumlu yol olup olmadığı konusunda kesin bir kanıt yoktur. Aslında Morris Goodman'ın bir zamanlar çalışma arkadaşı olan ve Fitch'in küçük azami tutumluluk sorununa bulduğu çözümün doğru olduğunu kanıtlayan G. William Moore, şunları söyleyecek kadar ileri gitmiştir: "Büyük azami tutumluluk sorununa dair tanımlayıcı bir çözüm yakın gelecekte mümkün gözükmemektedir."[6] Tüm sorunlara karşın Fitch ve Margoliash, yine de imkânsıza yakın olanı başardılar. Yirmi türün aminoasit dizilimini dikkatlice incelemeleri sonucunda, bu yirmi türü ortak bir ataya bağlayan ve herhangi iki türün ne kadar yakın akraba olup olmadığını gösteren bir ağaç kurguladılar. Ağacın mümkün olan en iyi yeniden-kurgulama olup olmadığı ispatlanamamış olsa da, yine de gerçeğe uygun bir yaklaşım olduğu ispatlanabilir. Ağaç, türlerin anatomisi üzerinden kurgulanan geleneksel ağaca şaşırtıcı derecede benzer ki olması gereken de budur. Elbette birkaç sürpriz ve uyuşmazlık vardır; tavuklar penguenlere, güvercinlere ya da kumrulara olduklarından daha yakındır ve bir sürüngen olan kaplumbağa kuşlara yine bir sürüngen olan çıngıraklı yılandan daha yakındır. Bu anomalilerin bir kısmı sadece anomalidir, ancak kaplumbağanın konumu gibi sorunlar geleneksel (anatomi yanlısı) evrimcilerin savlarını güçlendirmektedir ki evrimciler bizim sürüngenler olarak adlandırdığımız grubun anlamlı olmadığını, aslında kaplumbağanın, yılanların olduğu gibi, sürüngenlere değil, kuşlara daha yakın olduğunu söylemektedirler. Ham aminoasit verilerinden ağaç kurgulamanın

6 G. William Moore, "Proof for the maximum parsinomy ('Red King') algorithm," ed. M. Goodman ve R.E. Tashian, *Molecular Anthropology*, Plenum: New York, 1976, s. 120.

başka yöntemleri de vardır, ancak genel olarak ortaya çıkan sonuçların tümü çok benzerdir ve moleküllerden elde edilenlerle çeşitli yöntemlerle elde edilenler arasında büyük oranda bir örtüşme söz konusudur.

Ancak aminoasitler evrimin temel malzemesi olmasa da sorun yine devam etmektedir; hâlâ DNA'nın kendisinden bir hayli uzakta duruyoruz. Bilgisayarlar ne kadar hızlı ve büyük olursa olsun, matematiksel algoritmalar ne kadar karmaşık olursa olsun, DNA'nın gerçek baz dizilimini sadece tahmin edebiliyoruz. Bu tam da evrimin gerçekleşmesine izin veren mutasyonların olduğu ve evrim süreçlerinin nasıl meydana geldiğini görmek istediğimizde bakmamız gereken yerdir. G. William Moore bu konuyla Kızıl Kral ilkesi olarak adlandırdığı bir yöntemle başa çıkmaya çalışmaktadır. Kinaye, Lewis Carroll'un *Alice Harikalar Diyarında* adlı kitabındandır ki bu kitap pek çok matematikçinin takdirine şayandır. Hatırlayacağınız üzere Alice, Kupa Valesi'nin mahkemesine çıkartılır. "Alice daha önce hiç mahkemeye çıkmamıştı," der Carroll bize, "ancak mahkemeler hakkında kitaplardan bir şeyler okumuştu ve mahkeme salonundaki her şeyin adını biliyor olmakla övünüyordu." "İşte hâkim," dedi kendi kendine, "çünkü büyük bir peruk takıyor." Mesele şuydu ki, daha önce hiç hâkim görmemiş olan Alice "büyük peruk" takan adamı hâkim olarak çıkarsamıştı. Aslında adam Kupa Papazı'ydı ancak bir hâkim gibi göründüğünden o bir hâkim olmalıydı. Moore'un da açıkladığı gibi "var olan türlerin dizilimleri üzerinden (genetik koddan ve aminoasit dizilimleri üzerinden çıkarsama yoluyla elde edilen dizilimler) araştırma yaparken, iki dizilim aynı göründüğü taktirde, ortak bir ataya sahip olmaları bağlamında, onların aynı olduklarını varsayıyoruz."[7] Kızıl Kral çıkarsamasının gücü veriliyken, son adımı atmak ve aminoasit diziliminden DNA'nın kendisine gitmek güzel olurdu, ancak aynen parmak izi tekniğinin immün tepkisi ve aminoasit dizilimi arasında bir geçiş olması gibi, aminoasit dizilimi ile nükleotid dizilimi arasında da bir geçiş vardır. Buna DNA melezlemesi denir.

7 *A.g.e.*, s. 117.

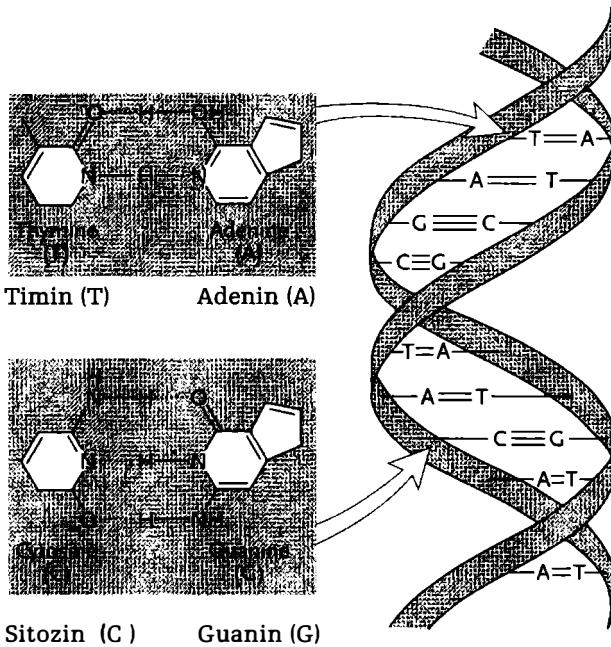
DNA melezlemesinin ardındaki fikrin kendisi basitliktir. Bir türün DNA'sının çift sarmalını parçalarına ayırarak tek bir sarmala indirgeriz. Aynı şeyi karşılaştırmak istediğimiz türün DNA'sına da yaparız. Sonrasında ayrıştırılmış tüm sarmalları karıştırırız. DNA'larında aynı dizilimlere sahip olan türleri elde ettiğimizde, iki farklı türden gelen tamamlayıcı bazlar bir araya gelebilecek ve birleşecektir. Aslında eğer iki set DNA tamamen özdeşse, karıştırmanın ardından elimizde üç farklı tip DNA kalacaktır. Bunlardan ikisi orijinal DNA'ya özdeş olacak ve başlangıçta DNA numunesinde bulunan tamamlayıcı sarmallardan oluşmuş olacaktır, ancak yine de herhangi bir sarmalın kendi orijinal eşiyle eşleşmesi durumunda oldukça şaşırırdık. Her yeni çift sarmalda bir araya gelen parçalar, orijinal parçalar olmasalar bile, bazıları her durumda orijinal numuneyle özdeş olacaktır. Yeniden yapılandırılan bu DNA'ya ek olarak, biri bir sarmaldan diğeri diğer sarmaldan olan eşit miktarda DNA bulacak, ancak DNA'ların birçoğunu önceden etiketlemedikçe hangi çifte sarmallı molekülün hangisi olduğunu söyleyebilecek durumda olamayacaktık. Eğer bir numune radyoaktif hale getirilseydi ve yeni oluşturulan çift sarmalların radyoaktivitesini ölçebilseydik, moleküllerin dörtte birinin orijinal numune kadar radyoaktif olduğunu, dörtte birininse hiç radyoaktif olmadığını görürdük. Geriye kalanlarsa orijinal numunenin yarısı kadar radyoaktif olur ve bunlar sarmallarından biri etiketlenmiş numuneden gelen, tamamlayıcı sarmalları da etiketlenmemiş numuneden gelen çifte sarmallı moleküller olurdu.

Bu, DNA'nın iki numunesi tamamen özdeş olsaydı olacak olanların senaryosudur. Eğer durum böyle olmasaydı ne olurdu? Şöyle ki, eğer iki numune çok benzer olsaydı, sözgelimi uzun parçaları neredeyse aynı baz dizilimine sahip olsaydı, o zaman hâlâ melez molekül olarak adlandırdıklarımızı oluşturuyor olacaklardı. Bu durumda bilmek istediğimiz benzerliğin derecesi, aslında özdeş olan iki DNA'nın özdeşlik yüzdesi olurdu. Bunu yapabilmek için iki sarmalı bir arada tutanın yalnızca tamamlayıcı baz çiftlerinin arasındaki bağlar olduğu gerçeğini kullanırız. Daha çok bağ olduğunda, melez DNA'nın

sarmallarını ayırmak daha da zor olacaktır ve sarmallar arasındaki bağların sağlamlığını ölçmek için bağlayıcı enerjiyi yıkacak bir enerji yüklemek ve sarmalların birbirlerinden ne zaman koptuklarını gözlemlemek gerekecektir. Gerçekte yaptığımız DNA'nın erime noktasını bulmaktır. Katılar, kendilerini oluşturan atomlar arasındaki bağlar aracılığıyla bir arada durur. Katıya ısı biçiminde enerji aktarın, katıyı sıvı haline dönüştürecek biçimde bu bağları kırmış olursunuz. Moleküler bağları kırmak için gerekli enerji miktarı maddenin erime noktasını belirler. DNA'ya geri dönersek, eğer iki sarmal tamamen birbirini tamamlıyorsa belirli bir sağlamlıkla bir arada duracaktır ve onları birbirlerinden ayırmak belirli bir miktar enerjiyi, 85°C derece gibi bir sıcaklığı gerektirecektir. Eğer sarmallar sadece kısmen birbirini tamamlıyorsa, onları bir arada tutan kuvvet daha az olacaktır ve sarmalları birbirlerinden ayırmak için daha az enerji, daha düşük bir sıcaklık derecesi gerekecektir. Saf olmayan DNA, özdeş olmayan sarmallardan oluşmuş olması bakımından, saf DNA'dan daha düşük bir erime noktasına sahiptir, aynen saf olmayan suyun saf sudan daha düşük bir erime noktasına (daha düşük bir sıcaklıkta donar) sahip olması gibi. Doğal olarak, yukarıda tartıştığımız tüm teknikler gibi DNA melezlemesi teorisi de anlaşılması kolay, ancak uygulaması insana pabucu ters giydiren cinsten bir teoridir. Kıyaslamak istediğimiz türlerin DNA'larını çıkarmanın ve bunları saflaştırmanın zorluğu bir yana, melezin erime noktasını belirlemek oldukça zor bir iştir. DNA'yı elektron mikroskobunda uygun bir preparat içerisinde görebiliyor olsak bile, mesele bir gözümüz termometrede bir gözümüz bir kalıp buzda beklemek gibi değildir; DNA çözeltisinde sarmalların ne zaman ayrıştığını söylemek mümkün değildir. Araştırmacı kendi melez moleküllerini elde ettikten sonra, ki bunlar aynı zamanda heterodubleks DNA (farklı kaynaklardan gelen çift sarmallı DNA anlamına gelir) olarak da bilinir, çifte sarmalların parçalandığı sıcaklığı çok kesin biçimde ölçmek zorundadır. Prosedürler genetik mühendisliğinin ortaya çıkardığı muhteşem gelişmeler sayesinde gerçekleştirilebilmektedir, fakat bu gelişmeleri aktarmanın yeri burası değil. Ancak yine de

nelerin yapıldığına dair bir şeyler anlatabiliriz. İlk adım, söylediğimiz gibi, türleri seçmektir. Sonrasında bir türün DNA'sı radyoaktif bir etiketle, genellikle de radyoaktif izotop iyodinle işaretlenir. Bu süreç sarmalların işleyişini etkilemez, sadece araştırmacıların bu türlerden gelen tek sarmalları takip etmelerini sağlayacak bir iz olarak çalışır. İşaretleme tamamlandıktan sonra iki set DNA karıştırılır ve yavaşça ısıtılır. 85°C derece civarında zıt bazlar arasındaki bağ kırılır ve sarmallar birbirinden ayrılır. Şimdi, karışım yavaşça soğumaya bırakılır ki iki türün DNA'larından heterodubleks moleküller oluşabilsin. Karışım biraz soğuduktan sonra kalan tek sarmallar alınır ve erime noktasını ölçme süreci başlar. Sıcaklık 1°C derece kadar arttırılarak ayrışmış DNA alınır, eski moda Geiger sayacının geliştirilmiş bir versiyonuyla radyoaktivitesi analiz edilir. Sonrasında sıcaklık biraz daha artırılır, tek sarmalların diğer parçası alınır ve radyoaktivitesi ölçülür. Kademe kademe artırılan sıcaklıkla birlikte tekrar tekrar ölçülen radyoaktivite, ayrışma eğrisi adı verilen bir eğri ortaya çıkartır, bu eğrinin tepe noktası melez DNA'nın erime noktasını gösterir. Heterodubleks ve normal DNA'nın erime noktaları arasındaki fark, doğrudan iki sarmalın birbirine ne kadar benzemediğini gösterir. 1°C derece, kabaca DNA'da yüzde 1 oranında farklılık anlamına gelir; iki türün 100 nükleotidinden birinin özdeş olmaması 1°C derecelik bir farklılık yaratır.

Melezleme ya da tavlama tekniğiyle pek çok biyolojik ilişki araştırılabilmektedir. Bu, yakından akraba olan türler arasındaki küçük farklılıkların gösterilebilmesi açısından özellikle kullanışlı bir yöntemdir. Bu teknik üzerine ileride daha ayrıntılı tartışmalar yürüteceğiz, ancak şu an için taksonomistler tarafından aynı cins içerisine yerleştirilen iki farklı tür farenin normalden 5°C derece daha düşük bir heterodubleks ayrışmaya ve de yüzde 5'lik bir DNA farklılığına sahip olduğunun, sirkesineğinin iki türü içinse bu farklılığın çok daha fazla, yüzde 19 oranında olduğunun altını çizmekte fayda vardır. Aynı zamanda, DNA'ları bağlamında yüzde 20 oranında farklılaşabilen tür çiftlerinin birbirinden ayırt edilmesinin çok güç olduğunun da vurgulanması gerekir.



Şekil 4.2: DNA eşlenmiş bazları, timin ile adenini ve sitozin ile guanini birbirine bağlayan hidrojen bağları tarafından bir arada tutulur. DNA'nın erime noktası bu bağların kırılma noktasıdır ve çift sarmalın parçaları ayrı yerlere giderler. Eğer farklı fakat yakın akraba türlerin DNA'larının tekil parçaları bir araya getirilirse, bunlar daha gevşek bağlı bir sarmal oluştururlar çünkü baz çiftleri mükemmel biçimde eşleşmezler. Bu nedenle iki türün akrabalığıyla ters orantılı olacak biçimde erime noktası düşer.

Pan troglodytes ve *Homo sapiens*'ten oluşturulan heterodubleks DNA, saf *Homo sapiens* DNA'sından sadece 1°C derece daha düşük sıcaklıkta erir. Buradan yapılacak çıkarsama, şempanze ile insanın 100 bazından 99'unun özdeş olduğudur ki şempanze ve insan aynı cins içerisine, hatta aynı familya içerisine bile yerleştirilmez. İşte, "insan yüzde 99 kuyruksuz maymundur" tanımlamasının kestirmeciliği (ve oldukça uygunsuz oluşu) buradan kaynaklanır.

DNA sertleştirme tekniği güçlü bir tekniktir, ancak yine protein parmak izi tekniği gibi peşinde olduğumuz bilginin bir adım gerisindedir. Nihai gerçek DNA moleküllerinin erime noktalarında değil, DNA'yı oluşturan bazların diziliminde yatar. Bunlar, evrimin üzerinde yuvarlandığı tekerleklerdir ve biz burada bir türden diğerine hareket etmenin araçlarını buluruz. Teknoloji yine her şeydir. Eğer ilgilendiğiniz türün DNA'sının bir parçasını çıkarmayı başardıysanız ve bu parça yeterli miktarda ve safsa, nükleotidlerin dizilimini bulabilmek işin en kolay taraflarından biri olur. Buradan işin basit olduğu anlaşılmasın, ne var ki genetik mühendisliğinin getirdiği ilerlemelerle bir organizmanın tüm nükleik asit dizilimini bilmek gerçekçi bir olasılık halini almıştır. 1980'de, phiX 174 virüsünün tüm DNA dizilimi bilim dergisi *Nature*'da yayımlandığında bir dönüm noktası yaşanmıştır. Yirmi yıl sonra 21. yüzyıla girdiğimizde, Avrupa ve ABD'nin moleküler biyologları insan genomunun tüm haritasını tamamlamışlardı. DNA dizilimi için kullanılan iki yöntem vardır ki bu yöntemlerin kâşifleri 1980 yılında Nobel Ödülü'nü paylaşmışlardır: Harvard Üniversitesi'nden Walter Gilbert ve Cambridge Moleküler Biyoloji Laboratuarı'ndan Fred Sanger. Şu an kullanılan yöntemler bu tekniklerin ötesine geçmiştir; ancak bu anlatmamız gereken hikâyeyi etkilemeyeceği gibi, pek çok başka kitabın konusu olan insan genomu projesini değerlendirmenin yeri de burası değildir. 1980 Nobel Ödülü, Sanger'ı nihai ödülü yalnızca bir defa değil, iki defa kazanan nadir bilim insanları arasına yerleştirmiştir. Aslında Sanger aynı alanda iki defa Nobel Ödülü alan ikinci bilim insanıdır (diğeri 1956 ve 1972

yıllarında Nobel alan Illinois Üniversitesi'nden fizikçi John Bardeen'dir).

Teknik, temelde molekül parçalama ve yeniden-yapılandırma tekniklerinin geliştirilmiş bir halidir. DNA molekülleri parçalara bölünür, radyoaktif takip atomlarınca işaretlenir, parçalar birbirinden elektroforezle ayrıştırılır ve dizilim yeniden yapılandırılır. Elbette tüm iş protein diziliminden çok daha zordur, çünkü işlem çok daha küçük bir moleküler düzeyde yürütülmektedir. Durum, büyükbabamızın saatini nasıl yaptığımızı tarif etmek ve bir Cartier saati yapmanın da aynı fiziksel koşulları içerdiğini söylemeye benzer. Öyledir de, ancak tanımlamamız saatçinin işine gereken değeri vermez, aynen bizim burada Walter Gilbert ve Fred Sanger'ın işlerine gereken değeri veremeyişimiz gibi. Bizim amaçlarımız doğrultusunda önemli olan tek şey şudur: Farklı türlerin DNA'larını oluşturan nükleotidlerin tam dizilimi bir defa bilindikten sonra, bu türlerin evrim tarihi tam da hangi evrimsel değişikliklerin gerçekleştiğini gösterecek biçimde incelenebilir.

Simon Easteal ve meslektaşlarının çalışması bu yaklaşımı hiç olmadığı kadar ileriye götürmüştür. On iki yıllık bir süreçten daha uzun (1985 ile 1997 yılları arasında) bir sürede farklı memeli türlerinden veri toplamış ve bu memelilerin özel genlerinin DNA dizilimlerini kıyaslamışlardır. Çalışmada yer verilen memeliler arasında uzak akraba olan sıçanların, farelerin ve keselilerin yanı sıra, yakın akraba olan Eski Dünya maymunları ile Yeni Dünya maymunları, orangutanlar, insanlar ve şempanzeler de vardır. Yale Üniversitesi'nde çalışmalarını yürüten Charles Sibley ve Jon Ahlquist'in çalışmalarıyla birlikte, insan ile Afrika kuyruksuz maymunları arasındaki farkı yüzde 1'e düşüren çalışma budur. California Üniversitesi'nde fizyoloji profesörü olan Jared Diamond'un sözleriyle, "DNA baz dizilimimizin yüzde 98,4'ü en yakın akrabalarımız olan şempanze ve cüce şempanzeyle özdeştir."[8]

1998 yılında yapılan bu açıklama, Diamond'un insan ve diğer kuyruksuz maymunların akrabalığı hakkındaki fikirle-

8 Jared Diamond, BBC Radyo 4 Kanalı için J.G.'yle söyleşi, 14 Ekim 1998.

rinde meydana gelen dramatik değişikliği göstermenin yanı sıra, eski fikirlerin yerine 1980'ler ve 90'larda moleküler saat çalışmalarına duyulan şüphenin geçtiğini de göstermiştir. Aynı söyleşide, Diamond, 1980'lerin başında (önemli bilimsel yayınların basılmasından çok daha sonra) insan ile şempanze arasındaki genetik benzerliğin yüzde 75 ila yüzde 80'den fazla olmadığını tahmin ettiğini, ancak DNA çalışmalarının yüzde 50 kadar düşük bir oranı göstermesi durumunda bu sonucun o dönemler için ona hiç de şaşırtıcı gelmeyeceğini söylemiştir. Ancak "biz şimdi bizimle şempanze arasındaki genetik benzerliğin yüzde 98,4 olduğunu biliyoruz ve bu oldukça kesin bir rakamdır. 98,3 ya da 98,5 değil, 98,4," diyordu Diamond. Durum şöyle de açıklanabilir: Rasgele seçilen iki insanın ortalama genetik farklılığı yüzde 1'in onda birinden daha küçüktür; sirkesineği bireylerinin DNA'ları arasında insanların olduğundan on kat daha fazla mutasyon vardır. Sıçan ile fare arasındaysa yüzde 20'lik bir fark bulunmaktadır (Diamond'un sadece dış görünüşlere bakarak 1980'lerin başlarında, insan ile şempanze arasındaki fark olarak koyduğu rakamdır, yüzde 20). İnsan ile şempanze, at ile eşek (ki bunlar kendi aralarında üreyebilir, ancak bu üremeden kısır döller ortaya çıkar) ya da çatalkuyruklu balina ile mavi balina kadar yakın akrabadır.

Bu durumun sonuçlarına ve açıklamalarına kitabın geri kalanında odaklanacağız. Ancak buradaki temel nokta, artık manevra alanına ya da şüpheye yerin kalmamış olmasıdır. İnsanlar ile şempanzeler arasındaki genetik akrabalık yüzde 1'in onda biri kesinliğinde sabitlenmiştir. İmmün tepkiler, sessiz yer değiştirmeler ya da potansiyel olarak uygun olmayan erime noktaları konusunda endişe etmeye gerek yoktur. Nükleotid dizilimi anadamardır. Elbette hiç de bulmayı beklemediğiniz yerlerde genlere eklemlenmiş büyük DNA parçaları ya da bir molekül üzerinde kendisini neredeyse sonsuz kere tekrar eden basit bir dizilim keşfetmek gibi nadir sorunlar hâlâ devam etmektedir, ancak genel olarak DNA dizilimi verilerine dayanarak evrim ağaçlarını kurgulamak görece çok daha kolaydır. Bir bakıma, daha uzak türler arasındaki bağlantıya dayanarak

ağaçları kurgulamak çok daha kolaydır, çünkü yapılacak çok az varsayım vardır.

Moleküler kanıtlardan yola çıkarak evrim ağacı kurgulamaya çalışan birini bekleyen gizli tehlikeleri, Kızıl Kral hipotezini ve iki tutumluluk sorununu tartışırken ortaya koyınuştuk. Yine de bunlar aşılmaz sorunlar değildir, özellikle de olası alternatifleri çözümleyebilecek yüksek hızda bilgisayarların varlığı söz konusu olduğunda. O zaman, paleontologların tatmin edici derecede ayrıntılı sonuçlara erişmelerini zorlaştıran fosil kayıtlarının karanlık köşelerini aydınlatabilecek moleküler yöntemler konusunda anlamlı başarıların olması hiç de şaşırtıcı değildir. Bazen moleküller basit biçimde soyağacına dair zorlukların çözülmesine yardımcı olur, bunu hangi türün moleküler düzeyde daha yakın akraba olduğunu ve böylece ortak bir atadan en son hangi türün ayrıldığını ortaya koyarak yaparlar. Morris Goodman immünodifüzyon bağlamında insan ile Afrika kuyruksuz maymunlarını ayrıştıracak hiçbir şeyin olmadığını söyledikten sonra, insan evrimi özellikle bu yolla incelenebilecek ilk meselelerden birisi haline geldi. Goodman'ın elde ettiği sonuç o dönemden bu yana her analiz düzeyinde güçlendirilmiştir: protein parmak izleri, aminoasit dizilimleri, DNA melezleri, nükleotid dizilimleri (insanın tüm genetik fotokopisi anlamında değil, ancak onun ölçülebilir parçaları üzerinden). Ancak hâlâ uygulanan tüm teknikler Afrika üçlüsünü birbirinden ayırmanın imkânsız olduğunu söylemektedir. Veriler birikmeye devam ettikçe insanın atasının aynı zamanda şempanze ve gorilin de atası olduğu gerçeği kaçınılmaz olmaktadır, herhangi ikisinin birbirine bir diğerinden daha yakın olduğu hiçbir zaman olmamıştır.

Bu bilgi varsayımlarını taksonomi üzerinden geliştiren ve büyük kuyruksuz maymunların birbirlerine insanlardan daha yakın olduklarını öne süren anatomistlerin ve paleontologların bir biçimde bocalamalarına yol açmış olsa da, bu durum yine de tam bir felakete sebep olmamıştır. Goodman'ın bulgularını kullanmak için tek yapmaları gereken, primat soyağacını insana giden çizgi kuyruksuz maymunlara giden çizgiyle aynı anda depodan çıkacak şekilde düzeltmekti. Bu yolla iki

grup, kuyruksuz maymunlar ve insanlar, aynı zamanda ortak bir atadan ayrışmış olacaklar ve biyokimyasal olarak da yakın akraba olacaklardı. Bu elbette zavallı orangutan için pek bir şey ifade etmiyordu, diğer kuyruksuz maymunlara anatomik olarak benzese de insandan moleküler düzeyde ne denli uzak olduğu bu yolla görülebiliyordu. İlk moleküler yöntemler paleontologların anatomik incelemelerden çıkarttıkları soyağaçlarını kabul etmek ya da reddetmek kabiliyetindeydi. Kimi türler için moleküler araştırmalar paleontologların soyağaçlarıyla aynı ağaçları ortaya çıkartmıştı ki bu durum her iki cepheyi de mutlu etmişti. Ancak bazı türler için çok farklı soyağaçları ortaya çıkmıştır ve bu durum paleontologların ve biyokimyagerlerin bir an için durup ağacın dallarını yeniden düzenlemeleri gerektiği anlamına geliyordu. Öyle görünüyordu ki moleküller, geleneksel evrim düşüncesinin farklı dallarını ayırt etme konusunda güçlü birer araçtı, hatta belki kendi adlarına bir parça bilgi de üretebilirlerdi, ancak bugüne kadar yaptıklarını, yapabilecekleri hiç tahmin edilmiyordu.

Evrimin hareket tarzına dair yeni yaklaşım, moleküler tekniklerin destekleyici rollerinden sıyrılmasını getirmiştir. Moleküller, evrim tarihine yepyeni ve dramatik anlayışlar getirecek birincil derecede önemli bilgiler sağlamıştır. Bu bilgi moleküler saatin kendisiydi ki bu saat iki türün ortak bir atadan ayrıldıktan sonra geçirdikleri yıllara işaret ediyordu. Saati okumasını öğrenince, paleontolojiden ve anatomiden bağımsız bir evrim görüşüne sahip olunmuştur, "Sanırım burada entelektüel bir kopuş söz konusu," diyordu Allan Wilson. Mikrotamamlayıcı saptamasını bir saat olarak kullanarak, "Tüm canlılar dünyası için zamansal bir çerçeve elde etmiş oluyorsunuz. Artık fosillere dayanmak zorunda değilsiniz... Evrim mekanizmasına dair teorileri niceliksel olarak test edebilirsiniz. Sanırım, kopuş bu noktadadır ve pek çok insan bu kopuşun farkında bile değildir," demiştir.[9]

Moleküler saate yapılan övgüler daha çok Emile Zuckerkandl ve iki Nobel Ödüllü Linus Pauling'e verilmiştir. Onların,

9 Allan Wilson, J.C.'yle söyleşi, 21 Haziran 1981, Cambridge.

mutasyonların rasgele olaylar olması nedeniyle DNA'nın mutasyonlarını görece sabit bir oranda biriktirmesi gerektiğini fark eden ilk bilim insanları oldukları düşünülür. Radyoaktivite bağlamında "saat" yerine "takvim"den söz etsek bile, süreç radyoaktif bozunumun geçen zamanın hesaplanmasında kullanılmasına çok benzerdir. Bir yanıyla evrimsel saat, radyokarbonun ya da potasyum-argonun aynadaki yansımasıdır. Radyoaktiviteyle birlikte basit bir bozunum sürecinde aktif atomların yarısı belirli bir zamanda sabit atomlara dönüşür ki buna yarılanma ömrü adı verilir. Radyoaktif potasyumun yarı-ömrü yaklaşık 1300 milyon yıldır, radyokarbonun yarı-ömrüyse 6000 yılın altındadır. Başarılı yarılanmalar radyoaktif maddenin ilk oluşumundan bu yana geçen zamanın hesaplanması (yarılanma sayısı) için önemli bir ölçüt sağlar. Moleküler saatteyse süreç moleküllerdeki değişiklikler üzerinden okunur. Ortak atadan ayrılan iki tür sürece özdeş DNA'larla başlar ve nesiller geçtikçe her bir türün DNA'sında rasgele değişiklikler meydana gelir. Türler birbirlerinden ne kadar çok zaman önce ayrışmışsa, DNA'ları da birbirinden o kadar farklı olur. Biriktirilen değişiklikler bize zamanı verir, çünkü mutasyon rasgele bir süreç olduğu için iki tür, evrimsel olarak ayrışmıştır. Durum aynen radyoaktif elementin bozunumunda olduğu gibidir ve asla hangi nükleotidlerin ne zaman değişeceğini söyleyemezken, 1000 yılda, 100.000 ya da 1 milyon yılda insanın genetik kodunda kaç milyon harfin değişebileceğini söyleyebilirsiniz. Tüm bunlar bizi, şempanze ile gorilin en yakın akrabalarımız olduğu gerçeğini biliyor olmaktan, bu üç türün ayrışmasının ne zaman gerçekleşmiş olduğunu söyleyebileceğimiz bir konuma taşır.

Zuckerkandl ve Pauling, moleküler saat fikirleri nedeniyle övgüyle karşılanmaktadırlar, ancak onların düşüncelerini hayata geçirenler Berkeley'deki California Üniversitesi'nde çalışmalarını yürüten iki genç biyokimyager olmuştur. Vincent Sarich o zamanlar antropolojide doktora çalışmasını yürütmekteydi. Allan Wilson ise Berkeley'e yeni gelmiş, laboratuarını yeni kurmuş ve çalışmalarına başlamaya hazırlanan bir biyokimyagerdi. Sarich'in primatların evrimi ve anatomisindeki

bilmecelere yönelik merakı Sherwood Washburn'un çalışmalarıyla tetiklenmişti ve Goodman'ın makalelerini okuduktan sonra Sarich, moleküllerle yapılabilecek çok daha fazla şey olduğunu fark etmişti. Sarich, Wilson'ı görmeye gitti ve iki bilim insanı moleküler saati başarabileceklerini fark ettiler. Sarich, dikkatini iki büyük kan proteinine, albümin ve transferrine yoğunlaştırdı ve çok sayıda primat türünde bu proteinlerin farklılıklarını ölçtü (Sarich, öncü bilim insanlarının izinde *Homo sapiens* albüminini ilk defa elde etmiş oldu). Tüm primatlar tek bir ortak atadan türemiştir ve Sarich elde ettiği verilere bakarak her bir primat çizgisinin ayrılmasından bu yana (fosil kayıtlarınca güvenilir olarak 35 milyon yıl öncesine dayandırılan tarihten bu yana) bu çizgilerin aynı miktarda değişikliği biriktirmiş olduğunu gördü. Gibonlar, Afrika kuyruksuz maymunları, orangutanlar, Eski Dünya maymunları, Yeni Dünya maymunları ile insanın albüminlerinde aynı miktarda farklılık vardı. Bu nedenle çizgiler ayrıldığından bu yana moleküler saat işlemeye devam etmişti ve her bir çizginin nesilleri, aynı zaman zarfında aynı miktarda değişiklik biriktirmişti. Bu, moleküler saatin akraba türler için (seçilen bir molekül için) aynı sabit oranda işlediğini ispatlıyordu. Her biri kendi oranında işlese de, albüminin yanı sıra diğer moleküller de aynı sonucu getirmiştir. Örneğin sitokrom-c, protein zincirinde her 20 milyon yılda bir, yüzde 1'lik bir değişim gösterir. Buna kıyasla hemoglobin, her 6 milyon yılda bir, yüzde 1'lik bir değişim sergiler, bu da her bir zincirde 3,5 milyon yıl gibi bir sürede bir aminoasit değişikliği anlamına gelir. Farklı makromoleküller farklı oranlarda değişiklik gözetir, bu açıktır, ancak kilit nokta aynı moleküllerin üzerinde çalışılan tüm türlerde aynı oranda değişmesidir. Bu basit gözlem moleküler saati bir gerçeklik haline getirmiştir.

Gerçekte saati ayarlamak basit bir meseledir. Soyağacında, geleneksel yöntemler tarafından doğru biçimde tarihlendirilebilecek bir dallanma seçin ve bu temelden yola çıkarak her şeyi ölçün. Sarich ve Wilson mantıksal olarak dayanabilecekleri paleontolojik gerçekliğin, Eski Dünya maymunlarının kuyruksuz maymunlardan 30 milyon yıl önce ayrıştığı gerçeği olduğu-

na karar verdiler (Sarich bize 1981 yılında bunun muhafazakâr bir tahmin olduğunu söylemiş ve gerçek tarihin 20 milyon yıl kadar olduğunu düşündüğünü belirtmiştir; ancak bu durum savı belirgin bir şekilde etkilememektedir). Böylece kuyruksuz maymunların proteinleriyle maymunların proteinlerini karşılaştırarak saatin tik taklarını 30 milyon yıl için kolaylıkla sayabileceklerdi. Bu durum standart olarak alındığında, saati kurabilir ve insan ile kuyruksuz Afrika maymunları arasındaki farklılıkların zamanını hesaplayabilirlerdi.

1967 yılında yayımlanan çarpıcı sonuç şuydu: İnsan, şempanze ve goril 5 milyon yıldan daha eski olmayan bir zamanda ortak bir ataya sahiplerdi. İdeal bir dünyada böylesi bir bulgu geleneksel akla karşı olsa da, paleontologların kendi durumlarını gözden geçirmelerine ve Sarich ile Wilson'ın haklı olup olmadığına bakmalarına neden olurdu. Ancak böyle bir şey olmadığı gibi, Sarich ve Wilson'ın bulgularına verilen yanıtlar hiç de olumlu olmadı. Gelenekçiler moleküler yöntemlerin kullanımına dair algılarındaki temel eksikleri gösterecek biçimde muhalefet ettiler ve Sarich'in konumunu kasti olarak saptırdılar. Bilimin başka bir dalında neredeyse eşzamanlı ve anlamlı bir gelişme kaydetmek demek, teorik astronomların pulsarların keşfini göz ardı etmeleri demekti. Bu karşı koyuşların bir kısmına sonra yeniden döneceğiz, ancak şimdilik moleküler saatin kurgulandığı ilk türün kendi türümüz olduğunu ve onun ortaya çıkardığı ilk sonuçların oldukça rahatsız edici olduğunun altını çizmekte fayda var. Saçma sapan sonuçlarıyla bu yeni model teknolojinin hızla çöpe atılması işten bile değildi. Sarich insanla değil de daha az önemli olan türlerle ilgileniyor olsaydı, her şey ne kadar da farklı olabilirdi. Sarich başka türlerle ilgilendi de ve göreceğimiz üzere geleneksel paleontologların kafasını karıştıran bilmecelerden pek çoğuna yanıt buldu, ancak öyle görünüyor ki Sarich en büyük ödülün peşinde koşarak paleontologların gözünde insan fosillerine dair büyük bir iş başaramazdı.

Sarich'in primatların evrimine dair yeni zaman ölçütü şüpheci yanıtlarla karşılanınca, dikkatini diğer türlere vererek moleküler saat tekniğinin geçerliliğini ortaya koymaya çalıştı.

Çalıştığı ilk grup yüzgeçayaklılardı. Bunlar foklardı, suda yaşayan, ancak karada beslenen memeliler olarak denizaslanları ve morslardı. Tüm yüzgeçayaklılar etoburdu, ancak evrimlerinin tam ayrıntıları fosil kayıtlarından elde edilemiyordu. Yine de fosillere ve bugünkü anatomilerine dayanarak, denizaslanları ile morsları bir birim altına toplamak alışıldık bir şeydi (denizaslanları ile morsların en belirgin olarak paylaştıkları özellik kulaklarıdır ki gerçek fokların böyle kulakları yoktur), bu birim Miyosen dönemin ortalarında, yaklaşık 20 milyon yıl önce canidlerin (köpek) ata çizgisinden ayrılmıştı. Gerçek foklarsa bu resime göre porsuk (samur, susamuru vs) olarak adlandırılan türe daha yakın olup yine aynı zamanda, 20 milyon yıl önce ayrışmıştı. Porsuklar canidlerden 35 milyon yıl önce, Oligosen döneminde, yüzgeçayaklı ataları suya dönmeden önce ayrışmışlardı. Bu nedenle foklar ile denizaslanları arasındaki benzerlikler sadece rastlantısaldı, suya dönen etoburların önlemez sonuydu. Reading Üniversitesi paleontoloğu Beverly Halstead'in de belirttiği gibi "her iki grubun da geçirdiği adaptasyonlar birbirine yakınsayan evrimlerdir."[10] Diğer otoriteler de kulaklı fokların hakiki foklardan daha farklı bir depodan türediğine inanıyor, ancak denizaslanlarının ayı benzeri bir atadan geldiğini, hakiki foklarınsa susamuru benzeri bir atadan türediğini düşünüyorlardı. Her durumda benzerlikler sadece tesadüf olarak görülmekteydi.

Sarich bu durumun moleküler saatin test edilmesi için iyi bir örnek teşkil ettiğine karar verdi. Atılacak ilk adım albüminlerini elde etmek ve antiserumu üretmekti. Bu durumda kendisinden önce Nuttall'ın yapmış olduğu gibi Sarich de arkadaşlarının ve meslektaşlarının iyi niyetine bağlıydı. Sarich, California Üniversitesi'nden kedi ve firavunfaresi serumu, Wisconsin'den rakun, Puget Sound Üniversitesi'nden kara ayı serumları topladı. Stanford Araştırma Enstitüsü ve Washington Üniversitesi liman foku ile California denizaslanı serumları sağladı, San Diego Hayvanat Bahçesi'yse gece maymunu kanı, San Francisco Hayvanat Bahçesi de rakuna benzeyen, an-

10 L.B. Halstead, *The Evolution of the Mammals*, Hippocrene Books: New York, 1981, s. 120.

cak kedi familyasının bir üyesi olan misk kedisi kanı bağışladı. Nihayetinde, yerelden toparlanan mink örnekleriyle Sarich, ihtiyacı olan tüm hayvan gruplarından numunelere sahip olmuş oldu. Primatlar (gece maymunları), yengeçayaklılar (liman foku ve California denizaslanı), canoidler (köpek, ayı, rakun ve mink) ve feloidler (kedi) için antiserum hazırladı. Tüm bunları birbirleri üzerinden ve ayrıca mors (başka bir yengeçayaklı), misk kedisi ve firavun faresi (feloidlerden) üzerinden test etti. Sonuçlar kesin olarak doğrulandı. Yengeçayaklılar ile canidler arasındaki immünolojik mesafe 43, yengeçayaklılar ile feloidler arasındaki 87 ve canidler ile feloidler arasındaki 87'ydi. Bilim topluluğuna şöyle söylüyordu Sarich: "Yengeçayaklıların ve canidlerin albüminleri arasında yengeçayaklılar ile feloidler ya da canidler ile feloidler arasındakinden iki kat daha fazla benzerlik vardır."[11]

Ancak kendi başına bu keşif bile yengeçayaklıların karmaşık tarihini aydınlatamadı. Yüzeyde sonuç basitti; yengeçayaklılar köpeklerle aynı çizgiden türemişti, köpekler ile kedilerse ortak bir atadan bunun iki katı mesafede ayrılmıştı. Bu ancak ve ancak albümin primatlarda olduğu gibi, etoburlarda da sabit bir biçimde evrimleşiyor olsaydı doğru olacaktı. Eğer durum böyle değilse, Sarich basitçe fokların kedi benzeri atalarından evrimleştiğini ve hemen sonrasında kedi grubunun albümininin aniden normal oranın iki katı hızla değişmeye başladığını söyleyebilirdi. Neyse ki etobur albüminlerini primatların (gece maymununun temsil ettiği) albüminiyle kıyasladığında, her birinin de aynı miktarda değişiklik biriktirdiğini gözlemledi; sabit oranda evrimleşiyorlardı ve bir saat olarak kullanılabilirlerdi. Durum böyle olunca, gerçeklere uyan tek bir evrim tarihi kalıyordu geriye. "Yengeçayaklılar canoid deposundan türemiştir," diye belirtti Sarich ve "feloid çizgisinin ayrışmasından sonra canidlerle uzunca bir süre ortak bir atayı paylaştılar."[12]

Buraya kadar her şey çok iyi gitmişti. Yengeçayaklılar bilmecesi çözülmeye başlamıştı. Peki ya çizgi köpeklerden ayrış-

11 Vincent M. Sarich, "Pinniped origins and the rate of evolution of carnivore albumins," *Systematic Zoology*, 18: 286-95, 1961 s. 288.

12 *A.g.e.*, s. 290.

maya başladığında olanlar ve çeşitli yengeçayakların nasıl akraba olduklarına dair daha ileri sorular hakkında neler söylenebilirdi? Bu sorular moleküller aracılığıyla yanıtlanabilirdi. Basit bir biçimde immünolojik mesafelerin sağladığı bilgiler doğrultusunda dallarıyla bir evrim ağacı çizilecekti. Bu hesapla kedi ve köpek, kabaca 49 birim-zaman önce ayrışmıştı. Aynı ölçütle, köpek ve fokbalığı 24 birim öncesine kadar ayrışmamıştı. "Bu sonuç fosil kanıtlarla da uyumludur," diyordu Sarich.[13] 40 milyon yıl öncesinden feloid ve canid fosilleri vardı, ancak ilk yengeçayaklı Miyosen dönemine, 18 milyon yıl öncesine kadar bilinmiyordu. Böyle bile olsa, pozitif kanıtların yokluğunda zamanın öncü memeli paleontoloğu Alfred Sherwood Rower da dahil olmak üzere pek çok otorite, canidler ile yengeçayaklılar arasındaki ayrışmanın canidlerin ve feloidlerin ayrışmasından hemen sonra gerçekleştiğini düşünüyordu. Yengeçayaklıların iç akrabalıklarına bakarak Sarich bunu da açıklığa kavuşturdu. Kabul edilen dogmaya karşın, Sarich inkâr edilemez biçimde tüm yengeçayaklıların tek bir ortak atadan türediğini, bu ortak atanın aynı zamanda köpeklerin de ortak atası olduğunu ortaya koydu.

Etobur albümininin saat benzeri işleyişinin en az primat albümininki kadar doğru olduğuna inanan Sarich etobur saatini kurdu. Primatlar için 100 birimlik immünolojik mesafe 60 milyon yıl önceki bir ayrışmaya işaret ediyordu, bu nedenle kedilerin canoid etoburlardan ayrışması 87 kere 0,6 ya da 52 milyon yıl öncesine tekabül ediyordu. Aynı dönüşüm yengeçayaklılar ile canidlerin ayrışmasınıysa yaklaşık 28 milyon yıl öncesine yerleştirmekteydi, iki yengeçayaklı grubun yakınsaması ise Miyosen'in ortalarına, 15 milyon yıl öncesine denk geliyordu. Bu döneme ait çok iyi yengeçayaklı fosilleri bulunmaktaydı ve bunlar suya tamamen adapte olmuştu. Bu durum kulaklı fokların gerçek foklardan farklı bir karasal atadan türemiş olma olasılıklarını ortadan kaldırıyordu. Sadece 15 milyon yıl önce ortak bir fok deposundan türemişlerdi.

Yengeçayaklılar arasından mors ve California denizaslanı 5 milyon yıl önce ayrışmıştı ki bu paleontologların düşündüğün-

13 *A.g.e.*, s. 291.

den çok daha sonraki bir zamana işaret ediyordu ve bu zaman tesadüfen insanın Afrika kuyruksuz maymunlarından ayrıştığı döneme denk geliyordu. Eğer morslar (ya da denizaslanları) kitap yazıp ataları üzerine düşünebilseydi, onlar bu gerçekleri nasıl anlatırlardı acaba?

Sarich özellikle de kırk yıl önce Dünya Yabani Yaşam Fonu (şimdilerde Doğal Hayatı Koruma Vakfı – WWF) tarafından bir sembol olarak kullanılmaya başlandıktan sonra, neredeyse Dünya'nın en çok bilinen hayvanı haline gelen bir başka hayvanı moleküler mikroskobunda incelemeye başladı. Nadir ve gizemli, Dünya'nın sadece küçük bir bölgesinde yaşayan ve sadece güzel oyuncaklar yapan bir usta tarafından üretilebilecek denli sevimli bir yüze sahip olan dev panda, tam bir çelişkiler ürünüydü. Onu herkes diğer hayvanlardan ayırt edebilse de, hakkında o kadar az şey biliyoruz ki! Yaban hayatının tüm gizemleri bir yana, zoolojik sınıflandırma hakkında da temel gizemler söz konusudur; ayılara ve rakunlara yakın görünür, ancak tam statüsü hakkında çatışmalar vardır. Bu konuyla ilgili temelde üç tutum mevcuttur: Kimileri dev pandanın küçük pandaya yakın olduğunu söyler ki bu net biçimde rakundur, bu nedenle dev panda da rakun olarak kabul edilmelidir denilir. Diğerleri iki panda türünün aslında yakın akraba olduğunu, ancak küçük pandanın bir rakun olmadığını söyler; bu nedenle iki panda türü kendilerine ait ayrı bir familya oluşturmuş olmalıdır. Nihai olarak dev pandanın istisnai bir ayı olduğunu söyleyen bir görüş de mevcuttur, küçük pandanın statüsüne ilişkin hiçbir şey söylemeyen bu görüşe göre, panda diğer yedi ayı türüyle birlikte Ursid familyasında yer almalıdır. Sokaktaki bir adam ya da WWF için dev pandanın bir ayı, rakun ya da bir panda olup olmamasının hiçbir önemi olmayabilir, ancak bu durum zoologlar için bir utanç kaynağıdır. Üstelik sokaktaki adam ile WWF, Londra Hayvanat Bahçesi'nin dev pandası popüler Chi-chi Haziran 1972'de öldüğünde üzülürken, bir zoolog olan Vincent Sarich içten içe seviniyordu. Çok geçmeden Chi-chi'nin kanının bir örneği Heathrow'dan San Francisco'ya, Sarich'in Berkeley'deki laboratuarına gönderildi ki burada pandanın kimlik sorununa bir çözüm aranacaktı.

Bir yıldan daha kısa bir süre sonra, *Nature* dergisi yanıtı verdi. Sarich'in makalesi üzerinden "Dev Panda Ayıdır" manşeti atılmıştı.[14] Sarich Chi-chi'nin kanının yanı sıra, küçük panda, kimi ayılar ve rakunlar da dahil olmak üzere ilgilendiği diğer hayvanların kanlarından da albümin ve transferrini ayrıştırmıştı. Artık bilindik olan immünolojik teknikleri kullanarak tüm bu türler arasındaki, özellikle de kara ayı ile rakun antiserumları arasındaki mesafeyi ölçtü. Ortaya çıkan ilk ilginç sonuç, ayıların ve rakunların birbirlerine ne kadar yakın olduklarıydı. Etoburların başka iki familyasından çok daha yakın oldukları kesindi; aralarındaki mesafe 97 birimdi ki diğer etobur çiftlerinin mesafeleri 110 ila 150 birim arasındaydı. Ayılar ve rakunlar bu nedenle diğer etoburlardan ayrıştıktan bir süre sonra da ortak bir atayı paylaşmışlardı, ki bu da pandanın konumundaki karışıklığın biraz daha anlaşılır olmasını sağlıyordu; eğer ayılar ve rakunlar bu kadar benziyorlarsa, dev pandanın ayı mı yoksa rakun mu olduğuna karar verememek gayet doğaldı. Daha da önemlisi, dev panda ile kara ayı arasındaki mesafe 22 birim kadar çıkmıştı, bu rakunlara olan mesafeden çok daha yakındı. Panda bir ayıydı, üstelik yakın zamana kadar bir ayıydı, çünkü böylesi bir mesafe 7 milyon yıl önce gerçekleşen bir ayrışmayı gösteriyordu; ayıların temel yayılmasından çok kısa bir süre önce gerçekleşmişti ve rakun-ayı ayrışmasının gerçekleştiği 25 milyon yıl öncesinden çok daha yakın bir zamanı işaret ediyordu. İmmünolojik veriler küçük pandaya dair bir çelişkiyi de ortaya koymuştu. Bu çekici hayvan, daha çok rakunu anımsatan bu küçük panda da dev panda gibi bir rakun değildi artık. Rakunlardan, ayılardan ve dev pandadan ayrı bir türdü ve kendi grubunu oluşturuyordu; büyük olasılıkla ayılardan ayı çizgisinin erken dönemli bir şubesi olarak 18 milyon yıl önce ayrışmıştı.

Sarich'in dev pandanın bir ayı olduğuna ve küçük pandanın ne bir ayı ne de bir rakun olduğuna, ancak yine de ayılara daha yakın olduğuna dair elde ettiği sonuçlar, kapsamlı anatomik çalışmalardan biriyle de örtüşürken, sıklıkla anlatılan

14 Vincent M. Sarich, "The giant panda is a bear," *Nature*, 245: 218-20, 1973.

etobur evrimi hikâyesiyle çelişmektedir. Bir kez daha, moleküler görüşle çelişen fosil kanıtlar bulunmamasına rağmen moleküler kanıtlar hâlâ kabul edilmemişti ve bugün bile tamamen kabul görmüş değildir. Etoburlar bu yolla incelenen tek grup değildir. Moleküler evrimciler bugün var olan tüm türlere fosil kayıtların hiçbir ipucu vermediği karmaşıklıkları çözmek ve gizemleri ortadan kaldırmak için bakmışlardır ve aldıkları yanıtlar, bugün itibariyle evrim ağaçlarının büyüdüğü veritabanının kabul edilmiş bir parçası olarak görülmektedir. Sarich, yengeçayaklılara dair ilk dönemlerde yazdığı bir makalede bir nebze pişmanlıkla, "pek çok araştırmacı protein yapısına dair karşılaştırmalı çalışmalara dayalı filetik sonuçları kabul etme noktasında şüphecidir. Böylesi bir şüpheciliğe artık gerek yoktur," demekteydi.[15] Yıl 1969'du; durum anlamlı ve çarpıcı bir biçimde değişmiş olsa da, 1999 yılında Sarich'in bahsettiği şüphelerin hâlâ izi vardı. Moleküler veriler, bizim dahil olduğumuz tür hakkında olmasa da oldukları gibi kabul görmüyordu. Bunun çok ve çeşitli nedenleri vardır ve sıklıkla bilimden çok sezgilerle ilişkilidir. Bilimdeki devrimci gelişmelerin arkasındaki hikâyelere dair araştırmamızda, sorularımıza muğlak bir şekilde "peki, sorunun ne olduğunu bilmiyorum, ama moleküler evrimin o kadar da doğru olmadığını hissediyorum," yanıtını veren insanların sayısı kaydedilemeyecek kadar çoktur. Moleküler evrimle ilgili yanlış olan bir şey yoktu, ancak Sarich ve Wilson insanın kuyruksuz maymunlardan 5 milyon yıldan daha az bir süre önce ayrıldığını söylediklerinden beri ya da başka çalışmalar bunu kanıtladığından bu yana bir güvensizlik türemiştir. Bu bilim insanlarının öne sürdüğü tarih hiçbir fosil kaydı tarafından yalanlanmasa da ya da paleontologlar yavaş yavaş ve gizliden gizliye insanın tarihini daha erken dönemlere çekseler de, ilk bombanın yankıları paleontolojinin salonlarında hâlâ yankılanmaktadır. Patlamayı ve yarattığı etkiyi incelemenin zamanı gelmiştir.

15 Vincent M. Sarich, "Pinniped origins and the rate of evolution of carnivore albumins," *Systematic Zoology*, 18: 286-95, 1961 s. 291.

5

OYUNUN KURALLARI

"İnsanın ve kuyruksuz maymunların sanıldığından daha yakın zamana ait ortak bir atası olduğunu söylüyoruz."[1] Bilimsel bir makalenin özetinin üçte ikisi boyunca dile getirilen bu basit cümle, moleküler antropolojinin patlayıcı gücünü özetler. Makale Vincent Sarich ve Allan Wilson'a aitti ve dünyanın belki de en çok okunan bilimsel dergisinde, *Science*'da yayımlanmıştı. Tarih 14 Eylül 1967'ydi ve dünyanın büyük bir kısmının böyle bir açıklamaya hazır olmadığı açıktı, çünkü paleontolojik ortodoksi buna inanmıyordu. Karşı koyuşları, göreceğimiz üzere pek de mantıklı değildi, ancak o zamanlar yine de Sarich ve Wilson için zorluk çıkarmak konusunda haklı olduklarını söyleyebiliriz. Nihayetinde bu yeni bir teknikti ve daha önce denenmemiş bir teknik olarak büyük soruları yanıtlamak için kullanılmaktaydı: İnsan nereden gelmiştir? Ne zaman ortaya çıkmıştır? Kabul etmek gerekir ki Sarich'in Berkeley'in antropoloji ve biyokimya bölümleriyle bağlayıcı anlaşmaları vardı,

1 Vincent M. Sarich ve Allan C. Wilson, "An immunological timescale for hominid evolution," *Science*, 158: 1200-1203, 1967, s. 1200.

ancak özünde onlar, fosil avcılarına işlerini anlatan iki kimyagerdi sadece. En basit haliyle, doğru söylüyor olamazlardı. Yoksa olabilirler miydi?

Sonuçları bu denli önemli olan bu çalışmanın kullandığı yöntemler de o denli yanlış anlaşılmıştı ki Sarich ve Wilson'ın put yıkıcı sonuçlara nasıl ulaştıklarını göstermek için hesaplamaların üzerinden dikkatlice gidilmesi gerektiği kanısındayız. Muhteşem bir araç haline getirilmiş immünolojik yöntemlerin herhangi iki tür arasındaki mesafeyi ölçmek için nasıl kullanıldığını görmüştük. *Science* dergisinde yayımlanan makalede kullanılan en önemli gözlem, hominoid (kuyruksuz maymun ve insan) albüminlerinin birbirlerine hominoid olmayanların albüminlerinden çok daha benzer olduğudur.

Bunun iki olası açıklaması vardı. Bir yandan, kuyruksuz maymunlar ve insanlar ayrışmış olduklarından, albüminin değişiklikleri biriktirme oranı bir çizgide ya da her ikisinde de yavaşlamıştı. Bu durum albüminler bağlamında şu anlama gelir: İnsanlar ve kuyruksuz maymunlar birbirlerine benzerler, çünkü albüminleri fazla değişmemiştir. Diğer yandan, "albümin evriminin primatlar için aynı oranda ilerlediği düşünülürse, yakın moleküler akrabalık bizimle yaşayan kuyruksuz maymunlar arasında sanıldığından daha yakın zamanlı bir ortak atanın varlığını gösteriyor olabilir."[2] Dördüncü Bölüm'de söylediğimiz gibi Sarich tüm primat soylarında albümin değişikliklerine bakmış ve her bir çizginin aynı miktarda değişiklik biriktirdiğini keşfetmiştir. Durum böyleyken, albümin insanlarda ve kuyruksuz maymunlarda, maymunlardakiyle aynı oranda evrimleşiyor olmalıdır ki bu da ilk açıklamayı geçersiz kılma eğilimi gösterir. Kuyruksuz maymunlar ile insanlar benzerdir, ancak maymunlardan daha yavaş evrimleştikleri için değil, birbirlerinden ayrı evrimleştikleri zamanları daha kısıtlı olduğu için. Albümin moleküllerinin bize halihazırda söyledikleri bunlardır; bu kısıtlı zamanın ne kadar da az olduğunuysa az sonra söyleyecekler.

Tüm primat çizgileri albüminlerinde aynı miktarda değişiklik biriktirdiğinden, herhangi iki türün ayrıştığı zaman ile

2 *A.g.e.*, s. 1201.

albüminlerinin immünolojik mesafesi arasında hesaplanabilir bir ilişki olmalıdır. "Bu ilişki daha basit olmalı," demişti Sarich ile Wilson,[3] öyledir de. Balıklardan, amfibilerden, sürüngenlerden ve kuşlardan alınan protein setlerinin immünolojik mesafesine dair araştırmalar, yakınsama zamanı ile immünolojik mesafenin bir sabite bölünmesiyle elde edilen basit bir denklemi ortaya koyar. Sabit sayı gruptan gruba değişebilir ve farklı grupların proteinlerinin farklı oranlarda evrimleştiği gerçeğini hesaba katar. Sabit sayının ne olduğunun bulunması içinse belirli bir ayrışmanın tarihi için fosil kanıtına ihtiyacınız vardır; sonrasında her şey bu tarihe bakarak ilişkilendirilebilir. Sarich ve Wilson'ın çok da kuşku duymadan kabul edebilecekleri tarih Eski Dünya maymunları, kuyruksuz maymunlar ve insan arasındaki ayrışmaydı. "Bu," diyorlardı, "büyük olasılıkla 30 milyon yıl önce gerçekleşmiştir ve fosil kanıtlar balıklar, amfibiler, sürüngenler ve kuşlar için bulunan kanıtlardan daha az olsa da, yine de o dönemde bununla çelişecek hiçbir şey yoktu." Altı tür maymun ve kuyruksuz maymunlar arasındaki immünolojik mesafe 2,3'tür ve bu değer denkleme yerleştirildiğinde sabit değer olarak 0,012 sayısı ortaya çıkar. Sabit değeri elde ettikten sonra Sarich ve Wilson bunu denklemlerinde kullanabilir ve insan ile Afrika kuyruksuz maymunları arasındaki immünolojik mesafeyi bulabilirlerdi. Sonuç, üç türün tek bir ortak atadan 5 milyon yıl önce ayrıştığını, orangutan (ID 1.22) ve gibon (ID 1.28) için yapılan aynı hesaplamalar ise, bunların İnsansı Maymun çizgisinden sırasıyla 8 ve 10 milyon yıl önce ayrıştıklarını gösteriyordu.

İşte buydu. Basit hesaplamalar insan ve kuyruksuz maymunun genel olarak kabul edildiğinden çok daha yakın zamanlara dair ortak bir atası olduğunu ortaya koymuştu. Hesaplamalarda hatalar olabilirdi, belki de temel ölçüt olarak alınan Eski Dünya maymunları ile hominoidlerin ayrışmasının tarihi hatalı olduğu için hatalar vardı ya da yakınsama zamanı ile immünolojik mesafeyi ilişkilendiren denklem o kadar da kusursuz olmadığı için hatalar ortaya çıkıyordu. Ancak insanın

3 *A.g.e.*, s. 1202.

ve de şempanze ile gorilin tek bir immünolojik birim olarak ele alındığı koşullarda, bu faktörlerdeki herhangi bir değişimin verilen tarihte radikal bir revizyona neden olma olasılığı oldukça düşüktür. "Bu olası hatalar insanların ve kuyruksuz maymunların, kuyruksuz maymunlar ve Eski Dünya maymunlarının ayrışmasından çok daha yakın zamanda ayrıştıkları sonucunu geçersiz kılabilecek kadar güçlü değildir," şeklinde özetliyordu durumu Sarich ve Wilson.[4] Elbette bu yakın zaman ayrışması, insanlar ve Afrika kuyruksuz maymunlarının anatomik benzerlikleri üzerinden yükselen sorunları da çözmekteydi. Eğer insan ile kuyruksuz maymun yakın zamanda ayrışmışsa, onların önemli anatomik benzerlikleri tesadüf değildi, ortak bir atanın mirasıydı.

Sarich ve Wilson, 1967'de yayımladıkları makalenin ardından çalışmalarını durdurmadılar. Evrimin tanıkları olarak moleküller üzerine çalışmalarını sürdürdüler ve diğer türler üzerinden var olan paleontolojik sorunları da çözdüler. Çalışmaları elbette herkes tarafından göz ardı edilmiyordu. Biyokimyagerler ve moleküler biyologlar mücadeleye giriştiler ve kuyruksuz maymunlar ile insanlar arasındaki benzerlikler için daha fazla kanıt aramaya başladılar. Özellikle de albümin saatini destekleyebilecek ya da geçersiz kılabilecek başka saatler üzerine çalıştılar. İmmün tepkileri, daha önce de belirttiğimiz gibi DNA'nın baz diziliminden uzaktı, ne var ki bu onların kullanışlılığının üstünü örtmekten çok, DNA kanıtlarından aynı sonuçlar elde edilirse ikna olmaya hazır paleontologlar için çekişmeli bir noktayı işaret ediyordu. Kimse insanın, şempanzenin ya da başka bir memelinin fotokopisini tam olarak gösteremese de, DNA saatini kullanmak için gerekli olandan daha çok bilgi mevcuttu. Daha önce de belirttiğimiz gibi, nükleotidlerin gerçek dizilimi farklı türlerin özdeş genleriyle kıyaslanabilirdi. Ancak DNA melezlemesi verileri eski bir teknik olmasına karşın, tekil genleri kıyaslamaktan daha uygundu, çünkü bu yöntem tüm genetik fotokopiye bakıyor ve DNA'larının tümünü kullanan türleri karşılaştırıyordu. Aklımızda tutmamız gereken daha önemli bir nokta ise, hangi tekniğin en iyi olduğu

4 *A.g.e.*, s. 1202.

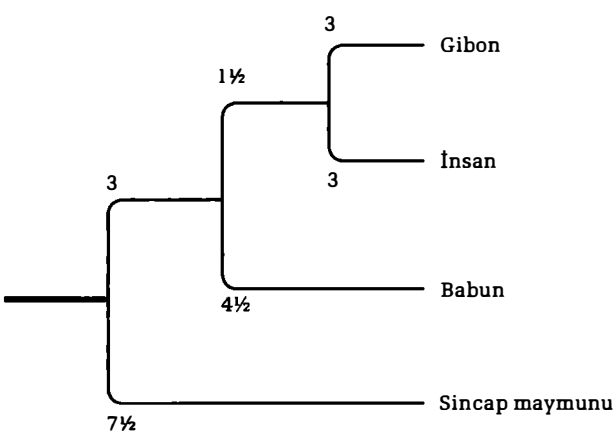
hakkında endişelenmemize gerek olmadığıydı. Tüm farklı teknikler aynı türlere uygulanabilir ve bağlantılı evrim ağaçlarıyla ilgili tamamlayıcı bilgiler verebilirdi. Ancak farklı moleküler saatler birbirleriyle çeliştiğinde endişelenmemiz gerekirdi, çünkü bu şimdiye kadar hiç olmadı.

Washington DC'nin dışında yer alan Ulusal Sağlık Enstitüsü'nden Raoul Benveniste ve George Todaro, dört primat numunesinden DNA melezleri yarattılar.[5] İnsana bir insanımsı olarak, gibona bir hominoid olarak, babuna bir Eski Dünya maymunu olarak ve sincap maymuna da Yeni Dünya maymunu olarak baktılar. DNA erime noktaları farklılık yüzdelerine çevrildiğinde, insan ile gibonun yüzde 6'lık, insan ile babunun yüzde 9'luk, insan ile sincap maymunun yüzde 15'lik bir fark gösterdiğini buldular. İlk adım bu sonuçları bir çeşit evrim ağacına çevirmekti. İnsan ve babun arasındaki yüzde 9'luk farktan başlayarak, biz bu farklılığın ne kadarının insan çizgisinin ne kadarının babun çizgisinin sonucu olduğunu bilmek istiyoruz. Karşılaştırmalı anatomi ve diğer moleküler çalışmalardan (ilişkili fosiller yoktur) insan ile babunun, sincap maymun çizgisinin ayrışmasından sonra da ortak bir atayı paylaştıklarını biliyoruz. Bu nedenle eğer insan ile babun ayrıştıklarından bu yana farklı hızlarda evrimleşmişlerse, bu onların hem birbirlerinden hem de sincap maymundan olan farklı mesafeleri biçiminde ortaya çıkacaktır. İnsan ile sincap maymun arasındaki herhangi bir mesafe farkı ve babun ile sincap arasındaki mesafe farkı yalnızca insan ya da babunun orantısız değişiminin sonucu olabilir. Aslında melez DNA'ların erime noktalarına bakıldığında, insan ile sincap maymunun ve babun ile sincap maymunun mesafe farkının aynı olduğu görülür, her iki değer de yüzde 15'tir. Bu nedenle insan ile babun arasında farklı bir evrimleşme hızı söz konusu değildir ve biz çok meşru bir biçimde yüzde 9'luk değişimin 4,5'ni kendi çizgimize, 4,5'ini de babun çizgisine bölebiliriz. Yöntemi eleştirenlerin suçladığı gibi değişimlerin miktarının eşit olduğu *varsayılmaz*; ölçülmüş ve eşit oldukları *kanıtlanmıştır*.

5 Raoul E. Benveniste ve George J. Todaro, "Evolution of type C viral genes: evidence for an Asian origin of man," *Nature*, 261: 101-8, 1976.

Şimdi gibonla ilgilenmeye hazırız. Gibon ile insan arasındaki mesafe yüzde 6'dır; gibon ile babun arasındaki mesafeyse yüzde 9'dur ve sincap maymunuyla mesafe yine yüzde 15'tir. Bu sonuçlar şunu gösterir: İnsan ve babun gibi gibon da sincap maymununa kıyasla aynı oranda değişmiştir, bu nedenle insan ile gibon arasındaki farklılığı her bir çizgi üzerinde yüzde 3'erlik dilimler halinde bölebiliriz. Ancak halihazırda insanın babundan ayrıldıktan sonra yüzde 4,5'luk bir değişim biriktirdiğini söylemiştik, bu nedenle gibon insandan iki çizgi, DNA'larında yüzde 1,5'lik değişiklik biriktirdikten sonra ayrışmış olmalıdır.

MAYMUN BİLMECESİ



Şekil 5.1: Basit bir moleküler ağaç. DNA farklılıklarının yüzdesi, metinde de açıklandığı üzere, her bir türe giden yolda farklı dallarla orantılıdır.

Nihai resim kesindir ve açıklamak için pek çok sözcüğe gerek olunan durumları bu diyagram tek başına anlatır. Sadece moleküler verileri kullanarak dört temel primat grubu için bir evrim ağacı yarattık. Burada moleküler bilgilerin immün farklılıklarından oluşup oluşmadığının, nükleotid dizilimi ya da başka herhangi bir şeyin arada bulunup bulunmadığının önemi yoktur. Düzenli evrim olduğu sürece, ki bu rakamlara bakılarak kontrol edilebilir, evrimi çeşitli türler arasında bölebilir ve bir evrim ağacı oluşturabiliriz. Şimdi geriye sadece ağacın büyümesi için saati kurmak kalır. Fosil kayıtlarından elde edilebilecek bir ya da iki kesin tarihle uyuşacak biçimde immün mesafelerinin muhteşem koleksiyonu üzerinden saat kurulabilir. Aynı şey diğer yöntemler için de geçerlidir, ancak kurguladığımız ağacın kendisinin farklılıkları dallar arasında gereğine uygun biçimde dağıtmış olmasına karşın, mutlak zamanları vermediğini unutmamak gerekir. Ağaç yalnızca pek çok çizginin ayrışmasının bağıl zamanlarına dair tahminler içermektedir.

İmmün farklılıkları, örneğin insan ile şempanze üzerinden kıyaslandığında şöyledir: İnsan ile babunun immün farklılığı 4,5 kat, insan ile sincap maymunun 8 kat ve insan ile lemurun 16 kat daha fazla uzaklıktadır. Sözgelimi bu beş tür oransal olarak 1:4,5:8:16 birim uzaklıktadır; kendi başına immünolojik bilgi bize gerçek zamanlar hakkında bilgi vermez; örneğin 2, 9, 16 ve 32 milyon ya da 20, 90, 160 ve 320 milyon yıl diyemez. "Moleküller bu bağlamda tamamen tarafsızdır," der Sarich.[6] Kalibrasyon fosil kayıtlarından gelmeli ve de ortak akılla desteklenmelidir. Örneğin bu sayıların ikinci seti imkânsızdır, çünkü bu resime göre lemurların diğer primatlardan 320 milyon yıl önce ayrışmış olması gerekir, oysa bu zamanda amfibiler karaya daha yeni ayak basmaktadır ve değil primatlar, memeliler bile henüz yoktur ortada. Fosil kayıtları tamamlanmamış olabilir, ancak bu çeşit tuhaflıkların ortaya çıkmaması için gerekli bilgiye sahibiz. Öyle ki tüm kanıtlar göz önüne alındığında moleküler tarihlerle doldurmamız gereken boşluklar görece daha dardır ve birbirleriyle uyumludur.

6 Vincent M. Sarich, basılmamış el yazması, s. 10.

Tüm moleküller şimdi primatların evrimsel tarihini gösterecek biçimde kendi yerlerine yerleştirilebilir – aslında primatların en iyi ve en çok çalışılan grup olması da bizim benmerkezciliğimizin başka bir göstergesidir. Tüm çalışmalar birbiriyle uyumludur, yalnızca Afrika üçlüsü olarak tanımlayabileceğimiz insan, şempanze ve gorilin birbirlerine olan yakınlığı bağlamında değil, aynı zamanda bu üçlünün yakın dönemde ayrışmış olmasıyla da uyumludur. Düşünebileceğiniz herhangi bir ölçütte insan, şempanze ve goril birbirlerine yaşayan diğer canlılardan çok daha yakındır. DNA'ları ayrıntılı olarak incelendiğinde özdeştir. En küçük proteinleri, ki dizilimleri tamamen ortaya çıkarılmıştır, sıklıkla özdeştir ve farklılaştıkları yerlerde bile sadece 100 aminoasitten 1'i farklıdır. Büyük proteinleri de büyük benzerlikler gösterir. 1975 yılında Allan Wilson ve çalışma arkadaşı Marie-Claire King, türler arasındaki ortalama farklılığı hesaplamak için ellerindeki tüm bilgileri kullanmışlardır. 30 ila 650 aminoasit uzunluğundaki 13 protein toplamda 19 aminosit kadar farklılık göstermiştir. 2633 aminoasit üzerinden değerlendirildiğinde 1000 aminoasitten 7,2'lik bir farklılık ortaya çıkar: İnsan ile şempanzenin proteinleri yüzde 99'dan daha fazla benzerdir.[7] Üçlünün kromozomları pratik olarak da özdeştir. Tüm kromozomların çiftler halinde olduğunu hatırlayın; insanın 23 çift kromozomu (toplamda 46 kromozom), şempanzenin de 24 çift kromozomu vardır. Farklılık, insanda 2 numara olarak etiketlenen çiftin şempanzede ayrı ayrı bulunması olarak görülmektedir, ancak uygun biçimde boyanmış insan ve şempanze kromozomlarında aydınlık ve karanlık bantların ayrıntılı şablonları özdeştir. Anlaşıldığı kadarıyla farklılaşan dokuz bölge vardır. Bunlardan üçü 1979'da kullanılan yeni boyama teknikleriyle görünür kılınmıştır ve bu bölgelerde kromozomların bir parçası türlerden birinde ters dönmüş gibi görünmektedir.[8] Bu durum sıklık-

7 Marie-Claire King ve A.C. Wilson, "Evolution at two levels in humans and chimpanzees," *Science*, 188: 10716, 1975.

8 Jorge J. Yunis, Jeffrey R. Sawyer ve Kelly Dunham, "The striking resemblances of high-resolution G-banded chromosomes of man and chimpanzee," *Science*, 208: 1145-8, 1980.

la gerçekleşen bir durumdur (*bkz.* Üçüncü Bölüm) ve hayvanın gelişiminin önemli bir parçası olarak görülebilir. Ancak şempanzenin kromozomunun mu, yoksa bizim kromozomumuzun mu "doğru" yolda olduğunu ya da hangimizinkinin "sapmış" olduğunu söylemenin bir yolu yoktur. Belki de ortak depodan dört ya da beş sapma insan tarafından, diğerleriyse şempanzeler tarafından üretilmiştir.

Sarich ve Wilson'ın insan, goril ve şempanzenin ortak bir atadan 4,5 milyon yıl önce ayrıştığına dair keşiflerini takip eden ilk on beş yılın sonucu olan veriler, saatin kullanılmasına izin veriyordu. Son yirmi yılda çeşitli tekniklerin geliştirilmesi ve özellikle de moleküler biyologların DNA'nın dizilimi üzerine yürüttükleri çalışmalar tahminleri biraz daha geliştirdi ve ayrışmanın tarihini biraz daha yakınlaştırdı: 1990'ların sonunda, en iyi kanıtlar üzerinden bakıldığında insan şempanzeden 3,6 ila 4 milyon yıl önce ayrışmış, gorilin çizgisiyse ortak atadan biraz daha önce ayrılmıştı.[9] İnsanın tüm hayvanlardan özel olduğunu düşünenler için bu acı bir reçetedir, aynen kendi topraklarının zapt edildiğini düşünen paleontologlara olduğu gibi. Beklendiği gibi, insanlar bu acı reçeteleri uygulamamak adına pek çok iyi neden bulabilirler. Elbette paleontologlar insan evriminin yeni zaman ölçütüne karşı koymuşlardır, ancak biz bu karşı koyuşların nesnel zemininin olmadığını göstermeyi umut ediyoruz. Ne var ki bu noktaya gelmeden önce yine de göz ardı edilemeyecek başka bir kanıt daha vardır.

Allan Wilson ve çalışma arkadaşları mitokondri adı verilen küçük organellerin genetik yapısına ayrıntılı bir biçimde bakmışlardır.[10] Mitokondriler her canlı hücresinde bulunur, işlevleri de hücreye enerji sağlamaktır. Gıda moleküllerini bir arada tutan bağlardan enerji elde edip bu enerjiyi yüksek enerjili fosfat gruplarına transfer ederler ve bu gruplar hücrenin neresinde ihtiyaç varsa oraya yollanır. Mitokondrilerin

9 Siman Easteal ve Genevieve Herbert, "Molecular evidence from the nuclear genome for the time frame of human evolution," *Journal of Molecular Evolution*, 44: 121-132, 1997.

10 S.D. Ferris, A.C. Wilson ve W.M. Brown, "Evolutionary tree for apes and humans based on cleavage maps of mitochondrial DNA," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 78: 2432-6, 1981.

kendi DNA'ları vardır ve hücre içerisinde kendilerini öyle ya da böyle özerk biçimde yeniden üretirler. Bu iki şaşırtıcı gerçek, pek çok insanın onların çok uzun zaman önce kendi yaşamlarını bağımsız olarak sürdüren bakteri tarzı canlılar olduklarını, diğer hücrelerin içerisinde "konforlu" bir yaşam için bağımsızlıklarından feragat ettiklerini ve dolayısıyla hücre içerisinde bir çeşit köle ya da parazit olduklarını düşünmesine yol açmıştır. Mitokondrilerin amacımıza hizmet edebilecek üç ilginç özelliği daha vardır. Öncelikle çekirdek DNA'sından çok az farklı olmak üzere mitokondrinin kendisine ait genetik kodları olan başka bir DNA'sı vardır; ikinci olarak mitokondriler bir sonraki nesle anne aracılığıyla aktarılır ki anne, yumurtasının sitoplazmasında mitokondrisinin bir kısmını devreder; üçüncü olarak mitokondriyal DNA'nın evrimleşme oranı çekirdek DNA'sından on kat daha hızlı gibi görünmektedir. Bu üç özellik mitokondriyal DNA'nın moleküler evrim çalışmalarına diğer çalışmalara yöneltilen üreme zamanları ya da gelişmenin ilerlemesi bağlamındaki eleştirilerin yöneltilemeyeceğini gösterir. Bu durum, cinsel üreme yakın olsun olmasın, bir hücre bölündüğünde mitokondrinin bölünmesinden kaynaklanır. Bu duruma ek olarak değişimin yüksek hızı insan ile kuyruksuz maymunların yakın ilişkisinin yaygın ve büyük ölçekli bir haritada incelenebilmesini sağlar ki bu da türler arasındaki mesafeyi net bir biçimde ölçebileceğimiz kesin sonuçların ortaya çıkmasını sağlar.

Mitokondriyal DNA çalışmalarından gelen yanıt şaşırtıcı değildir; insan, şempanze ve goril bu moleküllere göre 4 milyon yıl kadar önce ayrışmıştır. Geniş ölçekli bir haritada bile insan, şempanze ve gorili birbirinden ayırt etmek zordur. Ancak moleküler saat lehine kanıtların küçük bir kısmını ortaya koyduktan sonra, şimdi de buna karşı muhalefet edenlere bakmalıyız.

Çok basit bir itiraz şudur: Saat DNA'daki değişiklikleri ölçer ve bu mutasyonlar çoğunlukla hayvanlar üreme hücrelerini oluştururken gerçekleştiği için evrimin oranı hayvanların üreme hızına bağlı olacaktır. Her üç ayda yeni bir nesil üreten bir fare, örneğin daha uzun süre yaşayan ve daha yavaş

üreyen bir yarasadan daha çok mutasyon biriktirecektir. Ya da evimize daha yakın bir alana gelelim; üç ya da dört yılda yetişkin olan bir alyanaklı gibon –ki bizden beş kere daha kısa üreme süresine sahiptir– insandan beş defa daha hızlı evrimleşebilir ya da mutasyon biriktirebilir. Yüzeyden bakıldığında bu mantıklı bir itirazdır, ancak bu itirazı yaptıktan sonra geri çekilmek bir şey ifade etmez. Net bir tahmin yürütülmektedir burada; ne var ki bilimin yöntemi tahminleri/varsayımları test etmektir, eğer yanlış çıkarsa hipotezden vazgeçilir. Peki, immünolojik tekniklerle ölçüldüğü gibi evrimleşme hızına baktığımızda ve onları üreme zamanlarıyla kıyasladığımızda ne olur? Bunun hiçbir etkisi yoktur. Sarich tüm primat grupları ve bir etobur numunesi üzerinden immünolojik mesafeyi ölçmüştür; etoburdan en uzak sonuçları veren 162 birim uzaklıktaki insan ve 166 birim uzaklıktaki alyanaklı gibon çıkmıştır. Alyanaklı gibonun hızlı üreme oranı mutasyon biriktirme hızını hiç etkilememiştir ve de aslında etoburlara çok daha yakın olan ve alyanaklı gibondan çok daha kısa üreme zamanı olan pek çok primat türü vardır. O zaman üreme zamanının evrimleşme hızını etkilediği hipotezi ıskartaya çıkartılabilir ve moleküler saate yönelik bir itiraz olarak kabul edilemez.

Bu nedenle mutasyonlar, onları üreme zamanına bağımlı kılacak biçimde sadece bir hücrenin gamete ya da üreme hücresine bölünmesi sırasında değil, organizmanın yaşamı boyunca oluşuyor gibi görünür. Mutasyonlar üreme zamanına değil, gerçek zamana bağlıdır. Mutasyonların tam da bu durumu, diğer bir ifadeyle moleküler saatlerin kanıtlarına göre sabit bir oranda birikiyor olmaları pek çok biyoloğu rahatsız etmektedir. Sorun teşkil eden şey, pek çok mutasyonun nötr olmasıdır. Sözgelimi onları taşıyan organizma için ne iyi ne de kötü değillerdir. Bu pek çok durumda doğru olsa da moleküler saatin kabul edilmesi noktasında bir engel teşkil etmez. Ne var ki daha büyük araştırmalar için tetikleyici bir faktördür. Eğer varlıklarını kabul etmezsek mutasyonların düzenliliğini asla anlayamayız. Bugüne kadar kimse, bazı mutasyonların neden düzenli olarak gerçekleştiğini ya da neden hücre bölünmesine eşlik eden basit kopyalama hatalarıyla sınırlı kalmadığını

bir sorun olarak ele alıp araştırmamıştır. Hücrelerin onarım mekanizmaları sıradan hücrelere oranla üreme hücrelerinde çok daha iyi çalışıyor olabilir. Öyle ki hücreden hücreye aktarılan hataların birçoğu kötü kopyalamadan ziyade, sözgelimi kozmik ışınlar sonucunda aktarılıyor olabilir. Ancak bu durumda mekanizmanın –aslında mekanizmaların– ne olduğu bizim için önemli değildir, çünkü bir olayın işimize yaraması için onun ne olduğunu bilmemize gerek yoktur. Sarich'in bir defasında söylediği gibi, kimse yerçekiminin nihai temelini anlayamamıştır, ancak bu bizim Ay'a insan göndermemize ya da Satürn'e inceleme araçları yollamamıza engel olmamıştır.

Sıklıkla dile getirilen başka bir itiraz da şudur: Eğer evrimin hızı –saatin tik takları– tüm türlerde aynıysa, o zaman gözlemlenebilen evrimin hızı da aynı olacaktır. İnsan ile şempanze birbirinden çok farklı görünür, ancak goril ile şempanze o kadar da farklı değildir. Bu daha sonra da üzerinde duracağımız ve insanın ortaya çıkışındaki hızı mümkün kılan değişiklikleri tartışabileceğimiz önemli bir noktaya işaret etmektedir. Ancak moleküler saat bağlamında bir itiraz olarak zemini yoktur. Plasentalı memeliler yaklaşık 100 milyon yıldır vardır ve dinozorların soyunun tükenmesinin etkisiyle yalnızca 65 milyon yıldır gerçek anlamıyla yayılmaya başlamışlardır. Bu hiç de şaşırtıcı değildir ki bir mavi balinayla bir yarasa arasında korkunç farklılıklar vardır. Ancak kurbağalar çok daha uzun süredir etraftadır, belki de üç kat daha uzun süredir varlıklarını sürdürmektedirler ve bir tür kurbağa diğeriyle neredeyse aynıdır. Aslında memeliler o kadar çeşitlidir ki taksonomistler onları 16 ayrı birim altında toplayabilmişlerdir, 3000 kadar kurbağa türüyse tek bir birim altında toplanır. Memelilerin bize bu kadar farklı görünmesi bizim memeli olmamızdan, kurbağaların aynı görünmesiyse kurbağa olmamamızdan kaynaklıdır. Bir kimse Çinlilerin hepsini sanki aynılarmış gibi görebilir, çünkü onlar arasındaki farklılıkları görmeyi henüz öğrenmemiştir, ancak kurbağalar gerçekten de aynıdır ve memelilerden çok daha benzerdir. Allan Wilson ile iki çalışma arkadaşı Lorraine Cherry ve Susan Case tarafından gerçekleştirilen çok miktarda ölçüm, taksonomistlerin kurbağaları sınıflandırmak

için kullandığı kataloglar üzerinden çalışarak şempanzeler ile insanların, birbirlerine en uzak kurbağalardan bile daha farklı olduklarını göstermiştir. Ancak yine de genetik olarak birbirlerine en yakın kurbağa türlerinden daha yakındırlar.[11]

İşte şimdi önümüzde memelileri de içeren, korkunç değişiklikler yaratan kısa süreli bir zaman ve kurbağaları da içeren, ancak çok daha küçük değişiklikler yaratan uzunca bir zaman vardır. Bu açmazın çıkış noktası, yapısal genler ile düzenleyici genler arasındaki farkta ve düzenleyici genlerdeki mutasyonların türlerin ortaya çıkışı noktasındaki etkilerinde bulunabilir. Düzenleyici bir gendeki küçük bir değişiklik tüm bir yapı dizgesini etkileyebilir; DNA proteinlerin yapısını doğrudan etkilese de proteinlerin kendileri ile hayvanın temel yapısı arasında böyle bir bağlantı yoktur. Sorun, bir balinanın ve yarasanın DNA'larına baktığınız zaman birbirleriyle yakın akraba olan iki tür kurbağadan daha fazla farklılık göremememizdir. Görünenler yanıltıcıdır, en azından sorun moleküller ve morfolojiyse ve eğer biyokimyager düzenleyici genleri ayırt etmeyi öğrenmişse, o zaman mavi balina ile yarasayı birbirinden ayıracak farklılıkları bulabiliriz demektir. Şempanze ve insanın çok farklı görünmesi, şempanze ve gorilin ise çok benzer olması gerçekliği bir illüzyondur. Bu, moleküler evrimin ya da çeşitli moleküler saatlerin düzenli işleyişinin sorunu bile değildir.

Elbette, baktığımız örneklerde daha hızlı üremeye eşlik ettiği varsayılan hızlı evrimin daha az dış değişikliğe eşlik ettiği düşünülen daha yavaş evrimle tam olarak karşıt işlemesi de mümkündür. Bu durum yine kolaylıkla test edilebilir. Sarich'in de açıkladığı gibi "sadece organizmaya dayalı değişimleri ya da üreme zamanını değişken olarak alan çalışmalar yaptık, ikisini birlikte almadık."[12] Sarich'in yaptığı kıyaslama insan ve sıçan üzerineydi –ki her iki canlı da ataları üzerinden dış görünüş bağlamında büyük ölçüde evrimleşmişti– ve ikisinin

11 Lorraine M. Cherry, S. M. Case ve A.C. Wilson, "Frog perspective on the morphological difference between humans and chimpanzees," *Science*, 200: 209-11, 1978.

12 Vincent M. Sarich, basılmamış el yazması, s. 6.

de üreme zamanları oldukça farklıydı. Sarich ayrıca üreme zamanları kısa olan, ancak atalarından evrimleşme düzeyleri farklı olan ağaç faresi ve sıçan üzerine de çalıştı. Üç tür daha sonra karşılaştırmalı olarak iki referans noktasıyla (bir etobur ve bir yarasa) kıyaslandı. Sonuçta üçlüden her birinin (insan, sıçan ve ağaç faresi) referans türlerden aynı uzaklıkta olduğu ortaya çıktı. "Bu da gösteriyor ki," diyordu Sarich, "ne üreme zamanı ne de organizmaya dayalı evrim albümin değişikliğinin gözlemlenen hızında bir etkiye sahip değildir. Tüm bunlar genel resme dair açıklayıcı örnekler olsa bile temsiliyetleri yoktur. Basit anlatımıyla organizmanın değişimi ya da üreme zamanının değişim düzeyi ile genetik değişimin miktarı arasındaki ilişki sıfırdır."[13]

Modern çağda evrim çalışmalarına önayak olan Morris Goodman'ın kendisi de moleküler kanıtlar yerine fosil çıkarımlarını kabul etmeyi tercih etmiştir. Goodman saatin farklı tür çizgileri için farklı zamanlarda farklı hızlarda işlediğini söylemiş, aynı zamanda kimin kimden ayrıştığını söylemek için de uygun bir teknik olduğunu, ancak bunun ayrışmanın ne zaman gerçekleştiğini söylemek için uygun olmadığını belirtmiştir. Goodman'ın kendi hesabıyla evrimde DNA'nın moleküler değişikliklerinin bugünkünden 10 kat daha yaygın olduğu –örneğin omurgalıların karaya çıkmaya başladıkları zamanlarda, 400 milyon yıl önce– zamanlar olmuştur. Goodman, saat gibi görünen bu mekanizmanın yüz milyonlarca yılda durup tekrar başlayan değişikliklerin ortalamasını almak için olduğunu, küçük zaman çizelgelerinde bir anlam ifade etmediğini ileri sürmüştür. Bu resme göre bir protein yeni bir fonksiyona sahip olduğunda, örneğin hemoglobinin oksijen taşımaya başlaması gibi, mutasyonlara daha dayanıklı ve değişikliklere daha açık hale gelir. Goodman'a göre moleküler yer değiştirmelerin hızı, bir tür çizgisi geliştikçe yavaşlar.

Kimi moleküllerin saat gibi davranmadığı ve düzenli bir biçimde değişiklik biriktirmediği doğrudur. Goodman'ın fikri, örneğin hemoglobini oluşturan majör değişikliklere uygulana-

13 *A.g.e.*, s. 6.

bilir ve eğer itirazı evrensel olarak doğruysa, o zaman ortaya endişe edilecek bir durum çıkar. Yine de bir kez daha tekrarlamakta fayda vardır ki o da bir molekülün değişiklikleri biriktirme hızının ölçülmesinin mümkün olduğudur ve bu da aslında Goodman'ın itirazlarını yükselttiği yıl gerçekleşmiştir. W.O. Weigle insan albümininin inek albümininden, sıçan, fare ve köpek albümininden olduğu kadar farklı olduğunu net bir biçimde göstermiştir. Goodman'ın deyimiyle kimi albüminlerin daha gelişkin ve farklı üreme zamanları olsa da, her biri ortak atalarından bu yana eşit miktarda değişiklik biriktirmiştir.[14] Elbette eğer bir molekül saat gibi davranmıyorsa, onu saat gibi kullanmaya çalışmanın bir faydası yoktur. "Buna enerjimizi ayıramayız," demiştir Sarich.[15] Ayrıca Goodman'ın kendisine pek çok zaman ayarlaması sunmuş olan albümin ya da transferrin yerine neden hemoglobine odaklandığını da merak ediyordu (hemoglobinin kötü bir saat olduğu biliniyordu, o nedenle hiç de saat olarak kullanılmadı). Dahası, Sarich ve Wilson ileri ve geri tür çizgilerini de doğrudan kıyaslamışlardır. Çeşitli primat çizgilerindeki sekiz farklı proteine bakmışlar ve her bir çizgide biriken değişikliklerin sayısını hesaplamışlardır. Çizgilerin birbirlerinden ne zaman ayrıldığını bilmelerine gerek yoktu, çünkü sordukları soru ileri çizgilerde insanın mutasyon hızının ilkel çizgilere göre babununki kadar yavaş olup olmadığıydı. Sorunun yanıtı kesindi: "Hayır." O zaman söyledikleri gibi "sonuçlar, moleküler evriminin insana ve Afrika kuyruksuz maymunlarına giden çizgilerde yavaşladığı fikrini kanıtlayan hiçbir şey vermemiştir," ki bu Goodman'ın inanmamızı istediği şeydi.[16] Goodman diyordu ki: "Ayrışma zamanlarına dair paleontolojik kanıtları reddetmiyorum."[17] Ancak insan ile kuyruksuz maymunun ayrışma tarihine dair kabul edilecek ya da reddedilecek herhangi bir fosil kanıtı yoktu. Peki, var olan tek iyi kanıt, yani moleküler saat neden kabul

14 W.O. Weigle, "Immunological properties of the crossreactions between anti BSA and heterologous albumins," *Journal of Immunology*, 87: 559, 1961.

15 Vincent Sarich, yazarlarla söyleşi, 3 Şubat 1981, Londra.

16 "Molecular evolution: a quantifiable contribution" içinden alıntı, *Mosaic*, 10(2): 14-22, 1979, s. 19

17 *A.g.e.*, s. 17.

edilmiyordu? Allan Wilson'ın da söylediği gibi Goodman, "paleontologların söylemek zorunda olduklarına dair dokunaklı bir inanç" sergiliyordu.[18]

En yaygın itiraz, gerçekten de incelediğimiz üç itirazı da kapsamaktadır. Evrime dair sabit hızlar öngörmek zorunda olduğunuz için, moleküler saatin zamanlamasının hiç de iyi olmadığı söylenir. Bu tamamen yanlıştır ve moleküler saat hakkındaki bilimsel makaleleri okuyan ve onları anlayan hiç kimse buna inanmaz. Moleküler bilgilerin zamana ilişkin bilgiler verdiği anların hepsinde evrimin hızı ölçülmüştür, tahmin edilmemiştir; eğer bu hız sabit olsaydı ölçülmesine gerek kalmaz, moleküllerin saat olarak kullanılması gerekmezdi. Sarich bu konuda acı da çekmektedir: "Sürekli 'değişimin eşit hızları varsayımımıza' referans vererek tüm çabalarımızın (...) tümünün reddedilmesi gerçekten çalışmamızın kabulüne dair en can sıkıcı ve rahatsız edici olan durumdur," diyerek devam eder:

"Hızların zamana bölündüklerinde eşit çıkmasına o kadar koşullanmış olabiliriz ki, hızın eşit zaman aralıklarına bölünmesinin içerilen zaman bilinmeden de kıyaslanabileceğini unutmuş olabiliriz, çünkü bu zamanlar, bölme işlemi sırasında zaten birbirlerini götürecekti... Burada tek bilmemiz gereken, her iki çizginin de eşit süredir var olmuş olduğu ve bu durumun evrimsel olarak verili olmasıdır – ortak bir atadan ayrışmalarından bu yana, herhangi iki tür tam olarak eşit süreler var olmuştur. Belki de bu dikkat çekmeyecek kadar açık ve net bir gerçekliktir; bildiğim tek şey, bu gerçekliğin ne anlama geldiğini anlamamanın mümkün olmamasıdır ve kime anlattığınızın hiç önemi yoktur; insan evrimine giriş dersindeki öğrencilere de olabilir, proteinler ve genler üzerine karşılaştırmalı araştırmalar yürüten biyokimya uzmanlarına da."[19]

Şaşırtıcı olan belki de saat işlevi sunabilecek molekül sayısının çokluğu ve bunların evrim hızlarının aslında ne kadar da sabit olduğudur. Arada sırada anomaliler bulunmaktadır; mutasyon gibi tamamen tahmin edilebilir olmayan tüm süreç-

18 *A.g.e.*, s. 19

19 Vincent M. Sarich, basılmamış el yazması, s. 6.

lerde olduğu gibi, ancak bunlar da göz önüne alınmakta olup genellikle iyiye işarettir. Dolayısıyla da itirazların bir zemini yoktur.

Belki de moleküler saatin lehine olabilecek en iyi kanıt, saatin doğru olduğu kabul edildiğinde ne olduğuna bakmak ve bize evrim hakkında ne söylediğini görmektir. Saati bir hipotez olarak ele alıyoruz ve onu fosil kayıtlarına karşı kullandığımızda ne bulabileceğimiz üzerinden değerlendiriyoruz. Sıçandan insana on yedi farklı türden yedi proteine baktığımızda, fosil tarihleri karşısında düz bir moleküler çizgi elde ederiz. Bu düz çizgi, bir saatin olduğunu, iki tür arasındaki immün mesafe ile onların birbirlerinden ayrılma zamanlarını birbirine bağlayan düzenli bir ilişkinin olduğunu gösterir. Sarich ve Wilson'ın da yaptığı gibi böylesi bir grafik üzerinden daha da ileriye gidebiliriz ve her bir ayrışma için iki ayrı bilgi içeren en iyi fosil kayıtlarını buraya ekleyebiliriz. Bu bilgilerden biri, ayrışmanın olası en yakın tarihidir. Açıktır ki bu, fosil kayıtlarında her iki türden de örnekler bulabileceğimiz en erken tarihtir ya da her iki çizgiden olmasa bile, en azından birinin ortak atadan ayrıştığını gösteren net bir özelliğin sergilendiği tarihtir. Diğeriyse, ayrışmanın en erken tarihidir ki grubun kökeninin tarihiyle belirlenmiştir; bir grup var olmadan önce ayrışamaz. Bu iki sınır, üst ile alt sınır, mantıksal bir kesinlikle sabitlenebilir ve aynı zamanda biyokimyasal olarak da ölçülebilir. Ayrıca moleküler saatin geçmek zorunda olduğu çizgileri gösteren pencereleri de belirler. Memeliler ile keselilerin gerçek ayrışma tarihi, örneğin 100 milyon yıldan daha yakın bir zamanda gerçekleşmiş olamaz, çünkü bu tarihten sonra her iki çeşide de ait fosil kalıntısı bulunmaktadır. Aynı zamanda 125 milyon yıldan daha önceki bir zamanda da gerçekleşmiş olamaz, çünkü bu tarihten önce memelilerin varlığına dair hiçbir iyi kanıt yoktur. Primatlar içinse şöyledir: Memelilerden 95 ila 75 milyon yıl önce ayrışmış olmalıdırlar. Altmış milyon yıl öncesine ait, prosimiyanları (lemurlar, loriseler ve ağaç fareleri) içeren fosil yatakları vardır ve bu da ayrışmanın en geç tarihidir. Aynı durum Eski ve Yeni Dünya maymunları için de geçerlidir: Bu gruplar 55 ila 35 milyon yıl önce ayrışmış olmalıdır.

Kuyruksuz maymunların fosilleri bu grubun Eski Dünya maymunlarından 30 milyon yıl önce ayrıştığını gösterir ki ancak o zaman en zorlu yola girmiş oluruz. Tekrar tekrar belirttiğimiz gibi burada kuyruksuz maymunun atası olup da insanın atası olmayan hiçbir fosil kaydı yoktur. Bu nedenle, prensipte çok yakın zamanda birbirimizden ayrışmış olabiliriz. Ancak yine de 3,6 milyon yıl öncesine ait –Lucy ve her kimin ayak iziyse Lateoli'de bulunan ayak izleri– iki ayağı üzerinde yürüyen primat kalıntıları vardır. Bu çok açık olarak dört ayaklı ve daha ilkel bir tipten gelişen bir özelliktir ve bu nedenle pek çok insan Afrika kuyruksuz maymunları ile insanın ayrışmasının bu dönemde gerçekleşmiş olduğunu düşünür.

Ancak bu bile kesin değildir. Belki de dört ayaklı duruştan dik yürüyüşe geçişin insanlık tarihinin ayırt edici özelliği olduğuna dair düşüncemiz, insanın tepede yer aldığı merdivensi evrim sürecini kabul eden eskimiş fikrin doğurduğu yanlış bir algıdır. Dört milyon yıl öncesinde kuyruksuz maymunlara dahil bir ata türünün dik yürümüş olması ve o düzlüklerde o meşhur ayak izlerini bırakmış olması, üç modern türü (insan, şempanze ve goril) oluşturan ayrışmanın ise bundan çok daha sonra meydana gelmiş olması, evrimsel terimlerle konuşulduğu takdirde, tamamen mümkündür. Bugün şempanzeler iki ayakları üzerinde yürümemektedir ya da yürüse bile bunu nadiren ve yeteneksiz biçimde yapar. Ancak evrim ne bir merdivendir ne de tek yönlü bir yol. Modern şempanzeler de iki ayakları üzerinde yürüyen atalardan türemiş olabilirlerdi. Böylesi bir değişiklik, nihayetinde, köpeklerin atalarından türeyen ve denizde yaşayan hayvanların yaşadıkları değişiklikten çok daha küçük bir değişiklik olurdu. Şempanzelerin iki ayakları üzerinde yürüyen bir ataları olduğuna dair doğrudan kanıtların varlığını ya da şempanze çizgisinin iki ayağı üzerinde yürümesini "unuttuğunu" iddia etmiyoruz. Ancak böylesi bir olasılık ne fosil kanıtlarıyla ne de evrim teorisiyle çelişir. Yine de saygın paleontologlar bile tepesinde insanın yer aldığı bir evrim merdiveni hayal ederler ki bu hayale göre ataların elde ettiği bir "gelişme" her zaman için korunur. Diğer Afrika kuyruksuz maymunlarının birlikte paylaştığımız bir çizgiden

dallanmış olmaları olasılığı ve bu çizginin sonrasında insan olmuş olmaları olasılığı artık saygı gören bir hipotezdir, ancak yine de bunu ispatlayan mutlak bir kanıt yoktur. İnsan evriminin "en olası" resmi (ya da en azından, fosil kanıtları ile moleküler saatin sunduğu kanıtları bir arada kabul edenlerin resmi), dik yürümeye dair ilk kanıt ile moleküler saatin ortaya koyduğu insan-kuyruksuz maymun ayrışmasının aynı zamana denk gelmesinin anlamlı bir "tesadüf" olmasına dayanacaktır. Bu iki kanıt bir arada ele alındığında, 4 milyon yıl önce insanı Afrika kuyruksuz maymunlarından ayıran ilk şeyin dik duruş olabileceğini önermektedir (*bkz.* Altıncı Bölüm).

O zaman, elimizde evrimimizin fosil kayıtlarına dair altı iyi kurulmuş pencere vardır ve fosillerin sağladığı bu pencerelerden moleküler mesafe grafiklerine baktığımızda çizginin her birinden çok güzel biçimde geçtiğini görürürüz. Moleküler saat hiçbir noktada fosil kanıtlarla çelişmez. Paleontolojik kayıtların bazı kısımları zayıf olabilir, ancak elimizdeki fosiller belirli çizgiler için ayrışma zamanlarını gayet güzel gösterir. Onlar saatin kendisini kurabileceği çok net pencereler oluşturmaktadır. Moleküler kanıtların her biri, bir tür ya da bir diğeri için ortaya konulan kanıtlar, daha önce de söylediğimiz gibi ayrışma zamanlarının oranını gösterir. Gerçek zamanlar fosil kayıtlardan elde edilen gerçek ayrışma zamanlarına referans verilerek bulunur ve bu zamanlardan herhangi birini değiştirmek ancak ve ancak tüm diğer zamanların da değişmesiyle mümkündür, çünkü kanıtlar farklı gruplar içerisinde bile evrimin hızının sabit olduğunu gösterir. Çok basitçe, bir grup için bir zamanlama, bir diğeri içinse farklı bir zamanlama yaratamazsınız, çünkü moleküler zamanlamaların tümünün ilişkili olduğunu gösteren çok net veriler vardır. Bu nedenle, paleontolog örneğin insan-şempanze ayrışmasını yaklaşık 4 milyon yıl öncesine yerleştirmektense, Yeni Dünya maymunları ile insan arasındaki ayrışmanın tarihi olan 35 milyon yıl öncesine yerleştirerek, insan çizgisinin tarihini yaklaşık 20 milyon yıl öncesine yerleştirme konusunda gayet özgürdür. Ne var ki o zaman Yeni Dünya maymunlarının 175 milyon yıl önce ayrıştığını kabul etmesi gerekir ki o dönemde Dünya'da memeliler

bile bulunmamaktaydı. Moleküler saatin varlığı kaçınılmazdır ve o, zamanı gayet iyi ölçmektedir. Bu saat radyoaktif bozunumdan biraz daha az kesinliğe sahiptir ve sitokrom ağacını ilk defa çizen bilim insanı Walter Fitch'e göre en az iki kere kaygan bir zemindir.[20] Ancak bu yalnızca tüm nükleotid yer değiştirmelerinin eşit oranda benzeşmediği anlamına gelir ki biz bunu genetik kodların bolluğundan zaten biliyoruz. Üstelik mekanizmalarındaki oyunlara rağmen moleküler saat zamanı çok iyi ölçer, öyle ki fosillerden elde edilen kanıtlarla nadiren çelişir. Bu anlaşmazlıklardan biri bizim kendi türümüz üzerine olduğu için –ve bu anlaşmazlığın gerçekliklerin bir çarpışması değil yalnızca gerçekliklere dair fikirlerin çarpışması olduğunu unutmayın– *Homo sapiens* üzerinden saati yok saymamız için hiçbir neden yoktur. Tüm diğer türler için yeterince iyi bir araçsa, bizim için de öyledir. Yukarıda özetlediğimiz tüm itirazlara karşı saati savunmak için Vincent Sarich ve John Cronin şunları söylüyorlardı:

> Bir soy çizgisini ya da bir soy çizgisi kümesinin zamanını uzatmak diğerlerini daraltmak anlamına gelir ki bu da nihayetinde gözlemlenen düzenliliğin değişiminin düzensiz hızı ile şansın birleşimi olarak görüldüğü anlamına gelecektir. Soyutlama düzeyinde bu elbette mümkündür, ancak insanımsı verilerine dair bu "açıklamayı" seçmek bize göre kesinlikle insan-merkezli bir tutumdur; bilimsel oyunların kurallarının bir şekilde insana uygulanamayacağının vurgusudur.[21]

İnsanın Afrika kuyruksuz maymunlarıyla olan olağanüstü benzerliği ve onlarla çok yakın bir döneme kadar paylaştığı ortak tarih şüphe götürmez bir gerçektir. Hayvanlar âlemindeki diğer ilişkileri bir yana bırakarak insan ile kuyruksuz maymunun benzerliklerini hesaplayıp ölçmek en iyi fikirdir. Çünkü bizim temel prensiplerimizden biri, sanki Marslı bir zoologmuşuz gi-

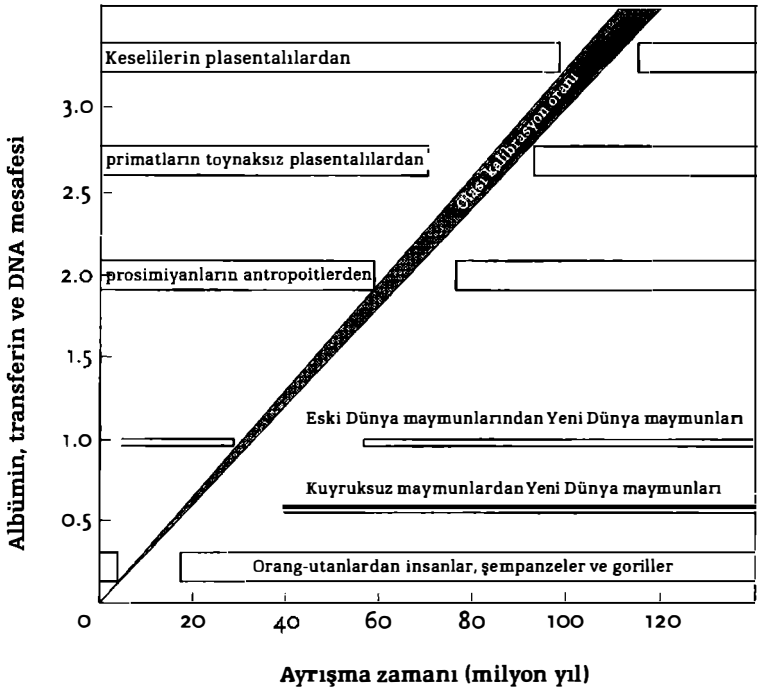
20 "Molecular evolution: a quantifiable contribution," içinden alıntı, *Mosaic*, 10(2): 14-22, 1979, s. 22.

21 Vincent M. Sarich ve John E. Cronin, "Molecular systematics of the primates," M. Goodman ve R.E. Tashian (ed.), *Molecular Anthropology* içinde, Plenum: New York, 1976, 156.

bi insanı ve onun tarihini Dünya üzerindeki 5000 çeşit memeliden biriymiş gibi incelemektir. Tek bir beslenme popülasyonu içerisinde –tüm insanları tek bir popülasyon olarak varsayıyoruz– iki birey arasındaki genetik farklılık tipik olarak yüzde 6 civarındadır. İki ebeveynin kromozomları, yeni bir birey oluşturmak için karışarak farklılaşır; bu farklılık Dünya çapında insanlar arasında gözlemlediğimiz korkunç çeşitliliğin temelidir (genler arasındaki farklılıklar, aşağıda açıklayacağımız nedenler dolayısıyla, iki bireyin DNA'ları arasındaki tüm farklılıklardan daha büyüktür). Bu durum bizim gibi omurgalılar için tipiktir. İki martı, iki farenin ya da sıçanın farklılaştığı kadar farklıdır. Pek çok omurgasız için farklılıklar daha büyük olabilir; örneğin iki sirkesineğinin genleri yüzde 15 oranında farklı olabilir. İki ayrı ırktan insan arasındaki farklılıklar aynı ırktan iki insan arasındaki farktan daha büyük değildir ki bu durum insan ırklarının biyolojik olarak anlamlı oldukları iddiasının da bir yalan olduğunu ortaya koyar.

Bu kitabın iki yazarı da birbirlerinden yüzde 6 oranında farklı olabilecekken, Dünya üzerinde yaşayan hiçbir insan bir diğerinden yüzde 7 ya da 8 oranında farklı olamaz. Ancak insanların ırklara ayrılması biyolojik olarak anlamsız olsa da, bu diğer türler için geçerli değildir. İki Amerikan yerlisi ve bir Avusturalya Aborijin'i, iki yerli ve iki aborijin kadar başarılı üreyebilecektir, ancak İspanya'dan bir kurbağa ile Romanya'dan bir kurbağa aynı biçimde üreyemez. Böylesi bir durumda, farklı beslenme popülasyonlarından iki bireyi ele aldığımızda, ki bunlar farklı ırkların mensupları olabilir, bunlar arasındaki genetik farklılık da yüzde 8'den daha fazla olabilir.

Yarı-türler olarak adlandırılan gruplar için farklılık daha büyük olabilir; yarı-türler kendi aralarında üreyebilirler, ancak dölleri kısırdır. Yarı-türleri birbirlerinden fiziksel olarak ayırt etmek neredeyse imkânsızdır; yalnızca ötme tonları arasındaki ufak bir farklılıktan ötürü ayırt edilebilecek olan söğüt ötleğeni ile küçük ötleğen gibi. Biyokimyasal kanıtlar gittikçe ayrışan gruplaşmalar arasındaki artan mesafeyi göstererek yürürlükte olan türleşmeyi ortaya koyabilir.



Şekil 5.2: Farklı türler için fosil kanıtlarının olduğu durumlarda üst ve alt zaman sınırları. Her evrim takvimi bu pencerelerden birinde yer almalıdır; Moleküler saat ancak insan-kuyruksuz maymun ayrımı 4,5 milyon yıl önce gerçekleştiğinde bu duruma uymaktadır. Yatay kutular moleküler olmayan kanıtları çapraz çizgi moleküler saati gösteriyor.

Farklı gruplar arasındaki farklılaşma üzerinden insanlar, şempanzeler ve goriller arasındaki benzerlikler göze çarpar. Bizim üçlümüz, at ve zebradan, köpek ve tilkiden, hatta Colorado Nehri'nin iki ayrı kıyısında yaşayan aynı tür sincabın farklı ırklarından daha benzerdir. Kendisi bir Afrika kuyruksuz maymunu ya da insan olmayan herhangi bir biyoloğun bu üç türü ya alt grup ya da kardeş türler olarak yerleştireceğinden emin olabiliriz; ama asla onları ayrı türler olarak sınıflandırmayacaktır. Kardeş türler, hatırlayın, kendi aralarında üreyemeyen, ancak fiziksel olarak çok güç ayırt edilebilen türler olarak tanımlanır

Kıyaslanan gruplar	Albümin	Transferin	DNA	Ayrılma zamanı (milyon yıl)
İnsan-şempanze-goril	0,12	0,13	0,15	4-5
İnsan-şempanze-goril-orangutan	0,25	0,30	0,33	9-11
Kuyruksuz maymunlar-Eski Dünya Maymunları	0,58	0,53	0,61	20-22
Eski Dünya-Yeni Dünya Maymunları	1,00	1,00	1,00	35-38
Yüksek Primatlar-Prosimiyanlar	2,10	1,80	2,60	70-75

ki bu insan, şempanze ve goril ilişkisini en azından moleküler düzeyde mükemmel biçimde tarif etmektedir.

Aslına bakarsanız anatomik farklılıklar da o kadar büyük değildir. Büyük anatomist Carl Linnaeus insanı tek başına bir kategoriye koyar ve sonrasında bundan pişmanlık duyduğunu açıklar. "Sizden şunu talep ediyorum," diye yazar, "İnsan ile kuyruksuz maymunu ayırt edebilecek tek bir genel karakter söyleyin. Ben kendim böyle bir şey bilmiyorum. Bunu bana gösterebilecek birisinin olmasını dilerdim. Ancak insanı bir kuyruksuz maymun olarak adlandırsaydım ya da tam tersini yapmış olsaydım ruhbanların yasaklı listesine girerdim. Bir doğacı olarak yapmak zorunda olduğum şey belki de buydu."[22]

Ortaya çıkabilecek başka bir karışıklığı daha netleştirmek için zaman ayırmalıyız. Söylediğimiz gibi, herhangi iki insan, genleri bakımından yaklaşık yüzde 5 oranında değişiklik gösterir. İnsan ile şempanzenin ise, yine söylediğimiz gibi DNA'larının yüzde 2'si farklıdır. Bu nasıl mümkün olabilir? Elbette ki insan ile şempanze ne kadar yakın olursa olsun, insanın insana olduğundan daha uzak olmalılardır, öyle değil mi? Elbette öyle, çünkü karışıklık farklılıkları çeşitli yollarla

22 Carl Sagan, *Dragons of Eden*, Random House: New York, 1977, s. 106 içinde alıntı.

ölçmemizden kaynaklanır. "İlk durumda," diyordu bize Vincent Sarich soğuk bir öğleden sonra Londra'da Knightsbridge'te çayımızı içerken:

> İlk yüzde 5'lik farklılık tüm genleri kastetmektedir. Sözgelimi iki bireyden rasgele 20 gen seçersem, bu genlerden biri farklı olabilir. Ancak her bir gen bir DNA dizisinden oluşur, binlerce ya da daha fazla birimden oluşur ve bu farklılık sadece bu birimlerden birinde olabilir. Bu nedenle insanlar genlerdeki yüzde 5'lik farktan konuştuklarında, onlar aslında DNA'nın kendisindeki çok daha küçük bir farklılıktan konuşmaktadırlar – aslında yüzde 1'in onda biri kadar küçük, kendini hiç de göstermeyen sessiz farklılıklardan konuşuyorlardır. İnsan ile şempanze arasındaki yüzde 1'lik fark ise genlerle değil, doğrudan DNA'yla ilgilidir. Bu nedenle aynı türün iki üyesi arasındaki farka kıyasla çok daha büyük bir farklılıktır.[23]

Tümü bir standart meselesidir ve ortaya çıkan karışıklık teknik ressamın fotokopi üzerinde inç ile santimetreyi karıştırması gibi bir karışıklıktır (ya da gerçekten de yaşandığı gibi NASA mühendislerinin İngiliz ölçüleri ile metrik sistemi karıştırarak Mars'a yolladıkları bir uzay aracının rotasından çıkması ve kırmızı gezegenin atmosferinde patlaması gibi bir durumdur). İşleri daha da kötü hale getirmek için kullanılabilecek başka bir ölçü birimi daha vardır; arşın ve karış gibi. Bu ölçü, ki sıklıkla "genetik mesafe" olarak telaffuz edilir, farklılığın belirli bir düzeyini standart olarak kabul eder –bir karış da başparmaktan serçeparmağa kadardır, ancak el büyüklüğü değiştikçe ölçütü de değişir– ve sonrasında her şeyi bu standart üzerinden ilişkilendirir. Örneğin aynı zamanda farklı cinslerde yer alan farklı türlerin ortalama immün farklılıklarını ölçmek böylelikle daha kolaylaşacak ve bu farklılık düzeyi rasgele belirlendiğinde bir birime eşit olacaktır. Diğer düzeyler arasındaki ortalama mesafe o zaman bu standart uyarınca ifade edilebilir. Aynen doğrudan immün mesafe ve DNA'daki yüzdelik fark gibi bu çeşit ölçü de insan ile Afrika kuyruksuz maymunları arasındaki uzaklığın ayrı cinslerde bulunan iki

23 Vincent Sarich, yazarlarla söyleşi, 3 Şubat 1981, Londra.

türden hayvandan daha az olduğunu gösterir ki bu mesafe aynı zamanda tipik kardeş türlerden de azdır. Aslında öyle tekil türler vardır ki genetik kodlarını oluşturan harflerin dizilimi üzerinden ölçüldüğünde, içlerinden rasgele seçilen iki bireyin, insan ile şempanzenin birbirlerine olduklarından daha farklı olmaları söz konusu olabilir. Bu örnekler insan ile şempanze arasındaki muhteşem benzerliği gösterse de yine de oldukça nadirdir. Genel olarak insan ile şempanze arasındaki mesafe aynı türün üyeleri arasındaki farktan daha fazladır, ama çok da fazla değildir.

Tüm farklı ölçme yöntemlerinin karışma potansiyeli vardır, ancak karışmak zorunda değildir. Teknik ressamın yapabileceği gibi karışıklığı önlemek için kullanılan ölçü özel olarak belirtilebilir. Genlerdeki farklılıklardan ve DNA'daki farklılıklardan konuşurken net olunmalıdır. Genlerdeki farklılıklar binlerce kez daha fazla olabilir. Her durumda bir şey kaçınılmazdır: Cetvelin ölçüm aralığından bağımsız olarak insan, şempanze ve goril herkesin daha öncesinde düşündüğünden çok daha yakın akrabadır. Büyük kuyruksuz maymunların kimliğinin ortaya çıkartılması için çok büyük çabalar sarf etmiş olan Minneapolis araştırma doktoru Jorge Yunis, kendi kafa karışıklığını anlatırken herkes adına konuşmaktadır aslında. "Böylesi bir benzerlik," der Yunis, "bu iki yakın akraba türde gözlemlenen büyük biyolojik farklılıkların açıklanmasını iyice güçleştirir."[24]

Eğer kanıtlar sağlamsa, neden hiç de hoş karşılanmamıştır? Doğruyu söylemek gerekirse bilmiyoruz, ancak hakikatin serinkanlı kovalayıcıları olduklarına dair var olan popüler bilim insanı imajının gerçeği örtemeyeceğini biliyoruz. Bilimsel yöntemin ne olduğuna dair bilge kitaplarda üç aşamalı bir süreçten bahsedilir. Bilim insanı ilk önce kimi olguları bir araya getirir. Sonrasında bu olguları anlamlı kılacak bir hipotez sunar. Hipotez aynı zamanda bir araya getirilebilecek başka olgulara dair de varsayımlarda bulunur ki böylece bilim insa-

24 Jorge J. Yunis, Jeffrey R. Sawyer ve Kelly Dunham, "The striking resemblances of high-resolution G-banded chromosomes of man and chimpanzee," *Science*, 208: 1145-8, 1980, s. 1148

nı varsayımlarını test eder. Eğer başarılı olursa hipotez geçerli sayılır; doğruluğu kanıtlanmamıştır henüz, çünkü bir hipotezin doğru olduğunu kanıtlayamazsınız, ancak bu onun terkedilmesi gerektiği anlamına da gelmez. Eğer hipotez başarısız olursa ve hipotezin tam zıttı olgularla karşılaşılırsa o zaman hipotezin yanlış olduğu (ki bu tam anlamıyla mümkündür) ortaya çıkacaktır; hipotez terkedilecek ve özenli bilim insanı olgulara daha iyi uyacak bir hipotez aramaya başlayacaktır. Olması gereken budur, ancak gerçek hayatta hiçbir şey bu kadar basit değildir. Bilim insanları da insandır ve onların da herkes gibi umutları, inançları ve tutkuları vardır. Kimi zamanlarda –sıklıkla– bu umut, inanç ve tutkular, aynı zamanda da korkular, hipotezler ve onların test edilmesi süreçlerinde işe karışır. Bu nedenle bilimin gerçek gelişimi bilginin daha üst düzeylerine tırmanılan düz bir süreç değil, inançların yenilgiye uğratıldığı bir dönüşüm sürecidir.

Biyolojide de durum bundan çok farklı değildir. Örneklerimizden ilki belki de en önemlisidir: Charles Darwin'in doğal seçilim yoluyla evrimin kanunlarını formüle etmesi. Burada da kurulu düzenin taze fikirleri asimile etmesi nedeniyle bir erteleme durumu söz konusudur. Darwin'in teorisi Thomas Henry Huxley gibi kişiler tarafından hızla kavranmış ve övülmüştür ki bu tavrından ve Darwin'in fikirlerini geliştirme konusunda attığı adımlardan ötürü Huxley "Darwin'in buldoğu" şeklinde hakaretlere maruz kalmıştır (aslında Huxley'in doğal seçilim yoluyla evrimi duyduğu zaman, "Bunu düşünemediğim için ne kadar da aptalım," dediği söylenir). Huxley tüm bunlardan dolayı zoolojinin kurumsal aktörleri ve tabii doğal olarak Kilise tarafından aşağılanmıştır. Tüm bunlar anlaşılır şeylerdir, ancak belki de evrim düşüncesinin tarihi bakımından en çarpıcı durum, fikirlerin basılması için duyulan tutkunun eksikliğidir.

1858 yılının sıcak yaz günlerinde, Darwin daha öncesinden de yazıştığı Malay takımadalarındaki genç doğa bilimci Alfred Russel Wallace'den aldığı mektupla şok olur. Bu mektupta, Wallace, Darwin'e doğal seçilim teorisinin özünü Darwin'in teorisine olağanüstü benzer bir biçimde aktarmaktadır, hatta Thomas Malthus'un "Nüfus Üzerine" makalesinden etkilendiğini

anlattığı bölümlere kadar benzeşmektedir. Darwin söz konusu türler üzerine 1838 yılından bu yana çalışmaktadır ve teorisinin taslak el yazmalarını 1842'de yazmıştır, ancak bunu kamuoyuyla paylaşmak konusunda çekinceli davranmıştır. Wallace'ın mektubu her şeyi değiştirir ve en yakın arkadaşlarının tavsiyesi üzerine Darwin, teorisini Linnean Topluluğu'nun üyelerine sunmayı kabul eder. Darwin toplantıya katılmaz, Wallace da elbette Endonezya'dadır, ancak 1 Temmuz 1858'de Linnean Topluluğu toplantısında, topluluğun deri kaplı dergisi Proceedings'te yayımlanan bir bildiri okunur: *"On the Tendency of Species to Form Varieties; and on the Perpetuation of Varieties and Species by Natural Means of Selection. By CHARLES DARWIN Esq.; FRS, FLS, & FGS and ALFRED WALLACE Esq. Communicated by Sir CHARLES LYELL FRS, FLS and J. D. HOOKER Esq., MD, VPRS, FLS &c."* (Türlerin Çeşitler Oluşturma Eğilimi üzerine; ve Çeşitlerin ve Türlerin Doğal Seçilim Yoluyla Korunması üzerine. Yazanlar: Bay CHARLES DARWİN, Kraliyet Topluluğu Üyesi; Linnean Topluluğu Üyesi & Jeoloji Üyesi ve Bay ALFRED WALLACE. Sunanlar: Sir CHARLES LYELL, Kraliyet ve Linnean Toplulukları Üyesi ve Bay J. D. HOOKER, Tıp Doktoru, Kraliyet Topluluğu Başkan Yardımcısı ve Linnean Topluluğu Üyesi). Bu makale Wallace tarafından bile Darwinizm olarak adlandırılacak teorinin tüm esaslarını içeriyordu. Bu fikirlerin ilk baskısı büyük bir sessizlikle karşılanmış olsa da sonrasında büyük bir arbede kopmuştur. Darwin'in yirmi yıl sonra kendi otobiyografisinde de hatırlattığı gibi: "Bizim ortak üretimimiz çok az dikkat çekmişti ve tek yazılı karşılığın Dublin'den Profesör Haughton'dan geldiğini hatırlıyorum ki ona göre bu yeni şeylerin hepsi yanlış, eskilerin hepsi doğruydu."[25]

Ancak en şaşırtıcı olay, ki bilimin Viktoryen kanadı hakkında bizi gerçekten endişelendiren bir olaydır, on bir ay sonra 24 Mayıs 1859'da gerçekleşti. Yer, Linnean Topluluğu'nun yıllık toplantısıydı; İsveçli büyük bilim insanı ve bugün kullandığımız taksonomi sistemini bize armağan eden Carl Linnaeus'un doğum gününde onun anısına düzenlenen toplantıydı. Toplan-

25 J.W.T. Moody, *Journal of the Society for the Bibliography of Natural History*, 5: 474-6, 1968 ve başka yerlerde alıntı.

tıyı Linnean Topluluğu'nun başkanı dişçi Thomas Bell yönetiyordu ki Bell aynı zamanda Darwin-Wallace bildirisinin okunduğu gece de oradaydı. "Geride bıraktığımız yıl," diyordu Bell yılsonu konuşmasında, "aslında bilim alanında devrimci bir keşfin yapılmadığı bir yıl olmuştur; herhangi bir bilim alanında önemli ve sürekli izler bırakacak ya da insanlığa uzun süreli ve anlamlı hizmetler sunacak zeki ve ani yenilikleri beklediğimiz, ancak bunun gerçekleşmediği bir dönem olmuştur."[26] Bell uzun dakikalar boyunca bu minvalde konuştu, geçmiş yılın nasıl da Bacon ya da Newton'ın, Oersted ya da Wheatstone'un, Davy ya da Daguerre'nin entelektüel düzeyine erişemediğine dair sızlanıp durdu. Linnean Topluluğu'nun 1 Temmuz 1858 toplantısının, her on beş günde bir perşembeleri düzenlenen normal toplantılardan olağanüstü bir toplantı olduğu –topluluğun bir süre önce hayatını kaybeden başkan yardımcısının yerine başkasını seçmek için seçim çağrısı yapılmıştı– bugün için açıktır. Ayrıca bu toplantıda altı bildiri –ki bu da normalden çok fazla bir rakamdı– okunmuştu. O dönemin belgeleri üzerine özel bir çalışma yapan kütüphane araştırmacısı J.W.T. Moody, Darwin-Wallace bildirisini takip eden sessizliği şöyle açıklıyordu: "Üyeler (Linnean Topluluğu'nun) toplantıda yüklendikleri bilgilerin çokluğu karşısında afallamış ve yeni fikirleri çok fazla fark edememişlerdi."[27] Böyle bile olsa, Thomas Bell'in başkanlık konuşmasını yapmadan önce Darwin-Wallace bildirisini değerlendirebileceği on bir ayı vardı. Yine de o, geçmiş yılın değerlendirmesini bilgece olmaktan çok diplomatça bitirdi ve şöyle söyledi: "Sunulan bildirilerden herhangi birini özellikle değerli ya da ilginç olarak adlandırmaktan kaçınıyorum. Her biri kendi içerisinde iyi olmasına karşın, bir seçim yapmak haksızlık olacaktır ve her bir öğrenci kendisini değer ve önem üzerinden yargılayabilecek kapasitededir."[28] Biz, tarih ve biyolojinin diğer öğrencileri, kendi yargılarımızı

26 *Journal of the Proceedings of the Linnean Society*, Zoology (IV): s. vii-xx, 1860.
27 J.W.T. Moody, *Journal of the Society for the Bibliography of Natural History*, 5: 474-6, 1968. s. 475.
28 *Journal of the Proceedings of the Linnean Society*, Zoology (IV): s. vii-xx, 1860, s. ix.

yaptık; bize göre Charles Darwin ve Alfred Wallace'ın o yazın toplantısına yaptıkları katkı en yüksek değer ve önemdedir. Bell ise sadece bunun farkında olmamakla kalmadı, aynı zamanda ölene kadar bir anti-Darwinist oldu ve kim olduğu bilinmeyen bir biyografi yazarının da belirttiği üzere, Londra'daki King's College'da zooloji profesörü olan Bell, "bu kapasiteyle bir farklılık yaratamazdı".[29]

Evet, tüm bunlar eski hikâyelerdir ve biz şimdi bu tarih dersleri karşısında acı acı gülümsüyoruz. Peki, dersimizi gerçekten aldık mı? Sarich ve Wilson'ın 1967'de yayımladıkları çalışmalarında da Darwin'in orijinal bildirisinin aldığı tepkinin garip bir yankısı var. Hiçbir eleştirmen bu bildiriyi vurgulamadı, ancak 1982 itibariyle (bizim kitabımız *The Monkey Puzzle* basıldığında) geleceğin bilim tarihçilerinin buna ehemmiyet vereceği açıktı. Neredeyse yirmi yıl sonra, Sarich ve Wilson hâlâ hak ettiklerine ulaşamamışlardır. Sorun, Darwin'in insanın sahnedeki yerini değiştirmiş olmasına karşın pek çoğunun ona hâlâ başrolü veriyor olmasında yatıyor. Evrim gerçekte insana hiçbir ayrıcalık tanımaz, o milyonlarcasının arasında tek bir türdür, başka türlerin arasından bir tür. Moleküler saat ise insanın sıradanlığının ispatıdır. Doğru, insan kendi varlığını sorgulayabilir, Ay'a gidebilir, kendi türünden ve başka türlerden bireyleri kasti olarak öldürebilir, ancak çenesini bir yılan gibi açamaz ya da bir kartal gibi uçamaz, bir tavşan gibi üreyemez. Kendi kaderini düşünme yeteneği insanı kendisini doğanın tümünden farklı bir yere koymaya sürüklemiştir; Stephen Jay Gould'un söylediği gibi insan, kendi etrafına bir çit çekmiştir. Evrime bu denli düşmanca yaklaşılmasına yol açan ve moleküler saatin genel kabul görmemesinin nedeni kesinlikle insanın özel olması gerektiğine dair o histir. Darwin, teorisinin yaratacağı sansasyonun kesinlikle farkındaydı, ancak bu fırtınanın, onun evrimi doğal dünyanın sakinleri arasında açıklamasından değil, insanı dünyanın içerisinde açıklayıp onu dünyadan ayrı biçimde açıklamamasından kopacağını da biliyordu. *Türlerin Kökeni*'nde, konuyu neredeyse

29 *Dictionary of National Biography*, Oxford University Press: Oxford, 1975.

tamamen üstü kapalı şekilde anlatıyor ve sadece "insanın ve onun tarihinin kökeni aydınlatılacaktır," diyordu.[30] Huxley beş yıl sonra "İnsanın doğadaki yerinin kanıtı" üzerine zekice bir makale kaleme almış ve bizim Afrika kuyruksuz maymunlarıyla yakın akrabalığımızı gösteren doğal seçilim fikrini kullanmıştı. Ardından 1871'de *İnsanın Türeyişi* nihayet basıldığında, Darwin doğal seçilim teorisinin diğer türler kadar insana da nasıl uygulanabileceğini açıklamıştır.

İnsan her zaman biyolojinin temel engelleyici sütunu olagelmiştir. Pek çok bilim insanı tüm bitki ve hayvan âlemi için evrimi gayet hoş karşılamaya hazırken, kendi türleri için bunu yapmamıştır. Çok basit bir biçimde canlılığın tüm biçimlerine, kendi türümüz de dahil olmak üzere tüm canlılara her zaman uygulanabilecek nihai benzerliği kabul edememişlerdir. Wallace'ın kendisi aynı önyargıya sahiptir; insanın fiziksel özelliklerinin evrimin seçmeci eliyle şekillendirildiğine gayet ikna olmuşken, mesele zihin olduğunda ayak diremiştir. Wallace'ın inandığı bu akıllı yaratım insana daha yüksek bir form, tanrısal bir konum vermiştir. Bugün bu duygular devam etmektedir, ancak evrimin inkârı düzeyinde değil, insanın kökenini mümkün olduğunca eski bir zamana atmak ve onu diğer hayvanlardan olabildiğince ayrı tutmak üzerinden hayatını sürdürmektedir.

Moleküler kanıtlar şempanzelerden 20 değil, 4 milyon yıl uzakta olduğumuzu söyleyerek bu duyguları açıkça tehdit etmektedir. Bu bilgiye karşı gelen tepkiler de tehdit eden bilgilere her zaman verilen yanıtın aynısıdır: Reddet!

Darwin'in işlerin gidişatından çok memnun olacağını düşünüyoruz, özellikle de cin fikirli tahminlerinin doğru olduğunun kanıtlanmasından çok memnun olurdu herhalde. O, yaşamın ılıman bir gölcükte başladığını tahmin etmişti ve neredeyse tamamen haklıydı. İnsanın Afrika'da evrimleştiğini tahmin etmişti ve yine haklıydı. Anatomik kanıtlar üzerinden insanın en yakın akrabalarının şempanze ve goril olduğunu söylemişti ve yine haklıydı. Tahmin edemediği şey ise aslında ne kadar

30 Charles Darwin, *The Origin of Species*, Penguin, Harmondsworth ve New York, 458 ve başka sayfalarda benzer ifadeler.

büyük oranda haklı olduğuydu. Moleküller bize üçümüzün yüzde 98'ten daha fazla özdeş olduğunu ve Afrika kuyruksuz maymunlarıyla 4 milyon yıldan daha kısa süre önce ortak bir atayı paylaştığımızı söylemektedir; ayrıca biz Darwin'in bu bilgiyi de çok hoş karşılayacağını düşünüyoruz. Ancak bugün pek çoğu bu bilgiye ilgiyle yaklaşmak yerine onu reddetmeyi tercih etmektedir. Diğer gruplardaki diğer türler için bunu kabul etmeye hazırlardır, ancak iş primatlara, özellikle de *Homo sapiens*'e gelince moleküler kanıtlara burun kıvırırlar. Darwin bu tür bir benmerkezciliğe asla müsamaha göstermemiştir. Kabul etmek gerekir ki, *Türlerin Kökeni*'nde adeta konunun üzerinden atlamıştır, ancak bu daha çok politik bir karardır ve Kilise'nin gazabını engellemek amacını taşır –ki bu durum engellenememiştir– çünkü Kilise bile insanın Darwin'in şemasında yer aldığını görebilmiştir. Kilise de insan-merkezciliğin en büyük kalelerinden biridir kuşkusuz. Sonuçta Tanrı, insanı ve sadece insanı kendi suretinde yaratmamış mıdır ve yalnızca insana yarattığı diğer tüm canlılar üzerinde egemenlik vermemiş midir? *Türlerin Kökeni, Homo sapiens*'in evrimini görmezden gelmek konusunda suçlanabilir, ancak Darwin'in bunu yapmaktaki iyi niyeti göz ardı edilemez ya da Darwin'in insanın evrimi konusundaki inançlarından şüphe edilemez.

İnsanın Türeyişi, Darwin'in fikirlerini ortaya koyar ve insanlar ile kuyruksuz maymunlar arasındaki yakın akrabalığı çok güçlü bir biçimde savunur ve bundan daha fazlasını da yapar. Kitabın başından itibaren, ilk bölümün ilk satırlarında, Darwin "insanın daha önceden var olmuş bir formdan türeyen farklılaşmış bir tür olup olmadığına" karar verip vermemek konusunda uygulanacak bir kıstas koymamız gerektiğini dile getirir. Darwin insanların varyasyon geçirip geçirmediklerine ve eğer öyleyse bu çeşitliliklerin "daha aşağıdaki hayvanlar için geçerli olan kanunlar uyarınca" aktarılıp aktarılmadığına bakmamız gerektiğini söyler. Darwin değişimlerin nedenlerini araştırmamız gerektiğini ve bu değişimlerin "diğer organizmaların tabi olduğu genel kanunlar tarafından yönetilip yönetilmediğine" bakmamız gerektiğini de dile getirir. Nihayetinde, Darwin insanın da diğer hayvanlarla uyum içerisinde olduğu-

na işaret etmek için çok büyük çaba göstermiş ve kitap büyük oranda insanın aynen diğer hayvanlar gibi olduğunun kanıtlanmasına ayrılmıştır. Bu noktadan itibaren insanın bir başka atadan türediği sonucuna ulaşmaya ramak kalmıştır.

Darwin'in cümlelerine bu kitabın giriş bölümünde yer verdik, çünkü bu cümleler 1871'de olduğu kadar bugün de güncelliğini korumaktadır. Bu cümleler bize insanı çalışmak için nasıl bir yaklaşım sergilememiz gerektiğini söylemekte olup, moleküler kanıtları yorumlamamız noktasında bize rehberlik eder. Yalnızca Afrika kuyruksuz maymunlarıyla inanılmaz derecede benzeşiyor olmamız konusunda değil, onlarla paylaştığımız ortak bir atadan çok yakın zaman önce ayrışmamız üzerine de çok az şüphe vardır. Peki, bu neden bu kadar rahatsız edici bulunur? İnsanlar neden bu bilginin insanın o varsayılan onurunu parçalamadığını, dünyanın en güçlü hayvanı olarak konumunu tehdit etmediğini kabul edemezler? Bunu bilmiyoruz, ancak Thomas Bell'den ders çıkarmanın önemli olduğunu düşünüyor, aynı zamanda da tanıklık ettiğimiz bir devrimi tanımanın önemine inanıyoruz. Paleontologlar da eninde sonunda bize katılacaklardır, bunu biliyoruz.

Darwin'in tavsiyesini hatırlayarak ve moleküllerin fosil kayıtlara getirdiği dayanakları kullanarak, şimdi her zamankinden daha ayrıntılı bir biçimde, günümüzde yaşayan türlerin dallarının ucunda yer aldığı bir evrim ağacı resmimiz var. Bu ağaç her bakımdan fosil kanıtlarla ve karşılaştırmalı anatomi çalışmalarıyla uyum içerisinde ve kendi içerisinde evrimin çarpıcı kanıtlarını barındırıyor. Biz ayrıca fosillerin asla sağlayamayacağı bir bilgiye sahibiz ki bu da ağacın dallarının çatallanma tarihleridir. Yaklaşık 90 milyon yıl önce tam da ağaç faresine benzeyen ve böcek yiyen ilkel bir hayvan, primat çizgisine erişmek için diğer memelilerden ayrıştı. On beş milyon yıl sonra, sözgelimi 75 milyon yıl önce bu çizgi beş ayrı kola ayrıldı; en büyük dallanmalardan biri primatlardı ve 50 milyon yıl önce lemurlardan loriselerin ayrışmasıyla başka bir bölünme daha yaşandı. Bizim çizgimizde yaklaşık 35 milyon öncesine kadar pek bir şey olmadı. Yeni Dünya maymunları –kelimenin tam anlamıyla– kendi yollarını ayırdı ve Gondwa-

na Kıta Ayrılması sırasında Güney Amerika kıta tabakasında kaldı. Bizim çizgimiz bir 15 milyon yıl daha devam etti, ancak 20 milyon yıl önce bir büyük ayrışma daha meydana geldi; Eski Dünya maymunları ve hominoid (kuyruksuz maymunlar ile insanın) ayrışması gerçekleşti. Bencil bir biçimde kendi çizgimizi takip eder ve diğer primat gruplarının yaşadığı çarpıcı değişikleri yok sayarsak, bir sonraki ayrışma yaklaşık 12 milyon yıl önce olmuş olur ki burada gibonlar bizden kopmuş, 4 milyon yıl sonra ise orangutanlar kendi yollarına gitmiş olur. Bizi en çok ilgilendiren kopuş, insan, şempanze ve gorilin yaklaşık 4 milyon yıl önce birbirlerinden ayrışması olayıdır. Yaklaşık 2 milyon yıl önce, insan kültürel bir hayvan olma yolunda parlak değişimini yaşarken, şempanzeler ormanlarda yaşayan küçük pigme şempanze (*Pan paniscus*) ve ağaçlıklı savanaların büyük sakinleri (*Pan troglodytes*) olmak üzere iki türe ayrıştı. Goriller ise Batı Afrika'nın ovalarının alt-türleri ile Doğu'nun dağ goriline bölündü. Bizim çizgimizde de başka bölünmeler yaşanmış olabilir, ancak hayatta kalmayı başarabilen sadece bizleriz.

O zaman bunlar, bizim kendi ağacımızın dalları ve modern biyoloji biliminin çarpıcı başarıları olan dalların çatallanma tarihleridir. Artık atalarımızın bize gelene kadar yürüdükleri yollar hakkında bilgi sahibi olduğumuzdan, hikâyeye ekleyebileceğimiz daha çok şey var ve bu belirli değişikliklerin neden tam da o zamanlarda meydana geldiğine dair gizemleri ve bir deste genin maymunun insana dönüşmesini nasıl sağladığını araştırmaya başlayabiliriz.

6

MAYMUNDAN İNSANA

90 milyon yıl önce yaşamış olan ilk primat, büyükçe bir fareyi anımsatan küçük bir böcekyiyene, bugünün ağaç faresine benziyordu. Bugün primatların bir türünün, sözgelimi insanın, 5 milyardan fazla üyesi vardır ve Dünya gezegeninin neredeyse her yerinde bulunabilirler. İnsan çizgisinin ilk primattan bu yana takip ettiği rota az ya da çok bilinmektedir. Ancak hâlâ keşfedilecek ayrıntılar vardır. Diğer primatlar değişirken ve hatta bazıları inanılmaz ölçüde farklılaşırken, ağaç faresinin olduğu gibi kalmasına ne neden olmuştur? Atalarımızın maymundan insana nasıl dönüştüğünü anlamak istiyorsak yanıtlamamız gereken sorular bunlardır ve bu yanıtlara ulaşabilmek için eski kayalar ile onların içerdiği kemiklerden çok daha fazlasına ihtiyacımız vardır.

Evrim, canlıların çevrelerine daha iyi uyum sağlamalarına yol açan sürekli değişimlerden oluşur. Çevre ne zaman değişirse, oradaki yaşam formları da değişime zorlanır. Tüm türlerin tarihindeki büyük değişimler büyük çevresel değişimlerle ilişkilidir. İnsan da bir istisna değildir. Memeliler deposundan

primatların ortaya çıktığı dönemde, Dünya capcanlı yeşil bir orman tabakasıyla kaplıydı. İnsanın primat deposundan ortaya çıktığı zaman ise ormanlar pek çok yerde geniş savanalara dönüşmüş ve bu süreçteki değişimler primat çizgisini şekillendirmiştir. Bu değişikliklerin nedenlerine sonradan değineceğiz (Sekizinci Bölüm'de), ancak burada önemli olan, erken primatların ağaçlarda yaşamaktan çok, yerüstü sakinleri olup çalılıklarda koşuşturup yiyecek böcek arayan canlılar olmasıdır. Altmış beş milyon yıl önce dinozor soyunun tükenmesi, bu çeşit hayvanların önceden dinozorların hâkimiyetinde olan nişlere akın etmesini olanaklı kılmış ve büyük olasılıkla memelilerin küçük ve gizlenmeye hazır kalmasına neden olan avcıların pek çoğunu da ortadan kaldırmıştır. Primatların dışarı çıkma ve ağaçların tepesindeki maceralara atılma zamanları gelmiştir.

Şu noktanın altını tekrar çizmekte fayda görüyoruz: Evrim hakkında kasti terimlerle konuşuyor olsak bile, örneğin hayvanların diğer parmakların karşısına gelecek şekilde konumlanmış başparmaklarını (karşıt parmak) dalları kavramak ya da besinlerini yönetebilmek için geliştirdiklerini söyleyebilecek olsak da, evrim aslında böyle çalışmaz. Cinsel üremenin mekaniği değişimlerin her nesilde ayrışmasıyla sürer ve üremeye dair önlenemez mücadele çevresel faktörlere en iyi uyum sağlayan değişiklikler arasından bir seçilim yapılmasını gerektirir. Bir an için kullanmak zorunda olduğumuz sıkıcı dile geri dönersek, karşıt parmağa sahip olan hayvanlar kendi besinlerine daha iyi hâkim olabilmiş ve sonuçta çok daha başarılı olmuşlardır ki bu sayede popülasyon bakımından baskın konuma geçmişlerdir. Daha sonrasında belirli primatlar için bu parmak bir engel haline geldiğinde, sözgelimi küçük ve daha az çıkıntılı bir parmak tercih edilir hale geldiğinde ve de daha önceki manipülasyonun önemi ortadan kalktığında, daha gelişkin bir hareket kabiliyeti edinebilmek için elden çıkarılmıştır. Evrimin bir amacı ya da yönelimi yoktur, ancak daima doğru sözcükleri kullanmaya çalışmak her şeyi hantallaştırır, bu nedenle biz daha doğrudan olmayı tercih ediyoruz: Evrim gerçekten hiçbir şey "için" çalışmaz, ancak bu nokta net olduğu sürece kullandığımız sözcüklerin gerçek mahiyeti çok fark

etmeyecektir. Bunları söyledikten sonra evrimleşen primatlara geri dönebiliriz.

O dönemde, milyonlarca yıl önce, iklim ılımandı, eşit dağılım gösteriyordu ve neredeyse her yer tropikti. Lavrasya'nın kuzeyinde, bugün Londra'nın olduğu yerde palmiyeler ve sikadlar büyüyordu, manolyalar ve tarçın ağaçları ve hatta incir ağaçları her yerdeydi. Toprağın büyük bir kısmı sık ormanlarla kaplıydı ve bataklıklar bulunuyordu. Memelilerin yükselmeye başladığı kuzey alanlarında durum böyleydi. Hakkında elimizde kanıt bulunan ilk primatlardan biri *Purgatorius* adını almıştır ve ağaç faresine çok benzemektedir. *Purgatorius* fosilleri Kuzey Amerika'da bulunmuştur ve bugün orada insan dışında hiçbir primat yaşamamaktadır. Bu şaşırtıcı durum geçmişin pek çok gizemi gibi kıta hareketleriyle açıklanmaktadır. Altmış milyon yıl önce Kuzey Amerika ve Avrupa bir kıta kütlesinin parçalarıydı ve primatlar bu kıta kütlesinde evrimleşti, bu nedenle erken dönem primat fosillerinin Amerika'da bulunmasında şaşırılacak bir şey yoktur. Aynı dönemde evrimleşen bir de kemirgen familyası vardı. Erken dönem primatlarına kimi bakımlardan benzer olan kemirgenlerin büyük bir avantajı vardı: Dişleri sürekli büyüyordu. Bu, dişleri sürekli büyümeyen ve beslenme tarzı nedeniyle çürüyen primatlara göre sert besinleri (fındık, çekirdek ve başka şeyler) daha etkin biçimde kullanabilmeleri anlamına geliyordu. Tahıl ve bitkiler için böceklerden vazgeçen daha uzmanlaşmış/özelleşmiş primatlar, yaşam alanlarında kemirgen tehdidiyle karşılaştılar ve pek çoğu buna yenik düştü. Sadece daha genelleşmiş/uzmanlaşmamış primatlar hayatta kalabildi ve bunu da Afrika'da başarabildiler; onlar bilinmeyen bir nedenden ötürü kemirgen tehdidinden kurtulmuşlardı.

40 milyon yıl önce Gondwana'nın büyük kara kütlesi son kırılmasının eşiğindeydi. Güney Amerika, Afrika'dan ayrılmaya başlamıştı ve Güney Atlantik okyanusu her yıl birkaç santimetre genişliyordu. Bir grup primat kayan kıtada sıkıştı ve nihayetinde Yeni Dünya maymunları haline geldi. Ayrı bir grup ise geride, Afrika'da kaldı (Tüm bunlar göreceli dir elbet; Afrika'daki maymunlar kendi akrabalarını kayan grup olarak

görür, jeologlar ise Afrika'yı sabit nokta olarak kabul ederek tüm diğer kıta hareketlerini onun üzerinden açıklarlar). İki grup çok paralel biçimde evrimleşmişti, en azından bir noktaya kadar ve Yeni Dünya ile Eski Dünya maymunları arasındaki farklar ne çoktu ne de belirgindi. Yeni Dünya maymunlarının burun delikleri daha aralıktı ve yanlara doğru bakıyordu. Eski Dünya maymunlarınınki ise daha yakındı ve aşağı bakıyordu ve kimi Yeni Dünya maymunları, beşinci bir bacak olarak kullanabildikleri duyarlı ve yüksek koordinasyonu olan bir kuyruk geliştirmişti. Bunların dışında iki grup birbirine çok benziyordu. Her ikisinin de daha ilkel erken dönem primatlarına nazaran gösterdiği değişiklikler, büyük oranda iki önemli evrimsel değişimin sonucuydu: ağaçlara geçiş ve gece hareketliliğinden gündüz saatlerini kullanmaya dönüş.

Kimi erken dönem kemirgenleri büyük olasılıkla ağaçlarda atletikti, ancak primatların büyük değişiklikler gösterdiği Afrika'da ve Güney Amerika'da pek az hayvan ağaçlardaki yaşamın avantajlarını kullanabiliyordu. Ağaçlardaki olanaklar çoktu. Bu avantajları kullanabilen bir primat için büyük bir besin kaynağı vardı ki aynı zamanda bitkiler de büyük bir hızla evrimleşiyordu. Çiçeklerin ve onlarla birlikte meyvelerin dinozorların çağının sonuna doğru ortaya çıktığını öğrenmek pek çok okuru şaşırtabilir; ağaçlarda-yaşayanlar bu görece yeni besin kaynağının avantajını elbette kullanacaktı. Yapraklar da besleyiciydi, özellikle de taze yapraklar ve dönemin tropik ormanlarında bütün yıl boyunca taze meyve ve yapraklar bulunabiliyordu. Avcılar özellikle başlangıçta nadirdi. Elbette bu tarz bir yaşamın gereklilikleri ormanın tabanında geceleri böcek yiyerek dolaşan hayvanlarınkinden farklıydı. Her şeyden önce gözlerin değişmesi gerekecekti, çünkü gececil bir hayvana ait hassas gözler, gün içerisinde çok da kullanışlı olmayacaktı. Zamanın getirdiği en büyük değişikliklerden biri de renk görüşünün ortaya çıkmasıydı büyük ihtimalle; yeşil yapraklar arasındaki renkli meyveler oldukça görünürdü, ancak bu görünürlük sadece farklı dalga boylarını algılayabilen gözlere sahip yaratıklar için mümkündü. Gece görüşü olan hayvanların gözleri ancak ışığın azlığı anlamında duyarlıydı ve sadece

grinin gölgelerini algılayabiliyordu. Gün içerisinde kullanılabilecek gözler düşük ışıkta pek hassas değildi ve hassas olmak zorunda da değildi, ancak renkler hakkında büyük oranda fazladan bilgi veriyordu. Olgun meyvelerin genel olarak dikkatimizi çekmesi renk görüşünün ve renkli meyvelerin birlikte evrimleşmiş olduğunun bir kanıtıdır. Meyve-yiyen için meyveyi bulmak ve onu yemek kabiliyeti bir avantajdır; bu aynı zamanda meyve üreten bitkinin de tohumlarının yayılmasını sağladığından bir avantajdır. Ancak bitkiler tohumları olgunlaşmadan meyvelerinin yenmesini istemez, çünkü bu, meyveye vakfedilen kaynakların boşuna harcanması anlamına gelir. Bu nedenle olgunlaşmamış meyveler sadece yeşil ve görülmesi zor değildir, aynı zamanda meyve olgunlaştığında kaybolacak olan bir dizi zehirli kimyasalla korunur. Evrim hem canlı renklere sahip meyveleri seçerek bize yardım etmiş, hem de bu olgun meyveleri görebilecek ve onları toplayabilecek elleri seçmiştir.

Gözlerin yerleri de değişmek zorundaydı. Küçük gececil bir hayvan gözlerini yemek bulmaktan çok avcıları hissedebilmek için kullanır; yemek ve yön daha çok koku duyusuyla bulunur, ancak uzaktaki bir tehlikenin sezilmesi aktif bir duyma ve hassas gözler gerektirir – pek çok gece hayvanının çok büyük gözleri vardır ve geniş bir görme alanı yaratırlar. Baykuş gibi avcılar istisna olmak üzere, gözler kafanın her iki yanında konumlanır ve çevrelerinin büyük bir kısmını tarayabilecek kapasitededir. Buna karşılık primatların gözleri yüzlerinin önündedir ve ileri dönüktür. Görüş alanı sınırlı olsa da her iki göz de aynı bölgeyi tarar. Buna binoküler (iki gözle) görüş denir ve temel bir evrimsel ilerlemedir: Bize –ve baykuşa– derinlikleri net biçimde görebilme ve uzaklıkları doğru biçimde ölçebilme yeteneğini sağlar. İki göz de tam olarak aynı yerde olmadığından, her bir gözün dünyaya dair bambaşka görüşü vardır. Beyin bu iki farklı resmi alır ve sofistike bir analiz gerçekleştirerek iki düz resimden derinliği olan gerçek bir dünya modeli yaratır. Bir gözünüzü kapatarak bir cımbızla bir iğneyi almaya çalışın; oldukça zor bir iştir bu, çünkü normalde binoküler görüşten kaynaklanan derinlik algısı yoktur. Ağaçlarda

binoküler görüş ile doğru bir derinlik algısı bir lütuftur, çünkü bu, primatların dallar arasındaki mesafeleri doğru biçimde algılamalarını, etraflarındaki maddeleri doğru biçimde konumlandırmalarını ve önemli nesneleri mekân içerisinde doğru biçimde yerleştirilebilmelerini sağlar. Ağaç fareleri dışındaki diğer tüm primatların yüzlerinin ileri dönük olması ve binoküler gözlere sahip olmaları bunun en önemli ve en kullanışlı primat adaptasyonlarından biri olduğunu gösterir.

Gözler yüzün ön kısmına geldikten sonra burnun da geriye çekilmesi gerekiyordu. Primatlar için koku duyusu hâlâ oldukça önemliydi. İnsan için bile, bilinçdışı biçimlerde de olsa, sosyal hayatın büyük bir kısmı koku duyusu tarafından yönetilir. Ancak yine de koku duyusu primatlar için, kemirgenler ya da diyelim ki köpekler için olduğu kadar önemli değildi. Doğru bir koku duyusu ancak ıslak bir burunla elde edilebilir. Havada taşınan moleküllerin çözülmesi için ıslak bir ortam en iyisidir ve bu moleküllere yanıt verebilecek özel ve duyarlı deri için geniş bir alan sağlayan uzun bir burun gerekir. Primatların hayvan burunları kısalmış; burun delikleriyse kurumuştur.

Primat anatomisine ilişkin son temel değişiklik patilerde meydana gelmiştir. Düz patiler zeminde ilerlemek için uygundur ve hatta ağaçlardaki hayat için bile iyidir. Ağaçta yaşayan pek çok türün pençeleri ve patileri dallara sıkıca tutunabilmelerini sağlar, ancak primatların bacakları çok farklı sonlanır. İlk parmak ayaklarda ve ellerde, diğer dört parmağın karşısında konumlanır ve bu düzenleme sahibine çok sağlam bir tutunma yetisi kazandırır ki primatların buna dallara asılırken çok ihtiyacı olur (insan elbette dik yürüyüşünün bir bedeli olarak ayak başparmaklarının kavrama yetisini yitirmiştir). El ve parmaklar büyük bir hayvan için ağaçlarda yaşamak bağlamında güvenlik sağlamanın ötesinde, hayvanın patilere nazaran çevresini çok daha etkili biçimde kontrol edebilmesine de olanak tanır. Başka hiçbir primatın insanın kavrayış yetisine sahip olmadığı doğrudur, ancak yine de primatlar diğer tüm hayvanlara nazaran etraflarındaki maddeleri kontrol edebilme konusunda çok yeteneklidir ve bu yetenek onlara farklı pek çok besin kaynağına ulaşma olanağı sağlar. Bir kere kavrayabilen

bir ele sahip olundu mu, pençelere artık ihtiyacınız yoktur ve bu da elin yumuşak çalışması yönünden pozitif bir kayıp olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle pek çok primatta pençeler tırnakla yer değiştirmiştir, ince uçlar ise düzleşmiştir. Kimse tırnakların kesin olarak ne işe yaradığını bilmemektedir; belki de işlevsiz kalıntılardır ve evrimin artık işe yaramayan kimi yapılardan tamamen kurtulamadığının kanıtıdır. Belki de duyarlı parmak uçları için bir koruma sağlıyor olabilir. Şüphesiz, tırnaklar kazımak için faydalıdır, ancak diğer hayvanlar tırnakları olmadan da bunu başarabilirler. Dolayısıyla tüm hikâye bundan ibaret olamaz. Kimi primatlar parmak tırnakları için yeni bir işlev geliştirmiş ve onları yalancı pençeler olarak kullanmaya başlamıştır ki böylece ağaç kabuklarından böcekleri sökebilsinler. Yine de bu adaptasyon bir çeşit gizemdir.

O zaman, 40 milyon yıl önce, esas primatımız öne dönük bir yüze ve kısalmış bir hayvan burnuna sahipti. Ellerinin ve ayaklarının karşıt duran parmakları vardı ki bu ağaçlarda yaşamasını, meyve, yaprak, böcek ya da her ne bulursa yiyebilmesini sağlıyordu. Büyük olasılıkla avcı türler azdı ve hayat şartları kolaydı. Güney Amerika'da durum bu şekilde devam etti ve pek çok uzman Yeni Dünya maymunlarının Eski Dünya maymunlarına göre daha ilkel olduklarını ve atalarına daha çok benzediklerini söylemektedir, çünkü Yeni Dünya maymunları yapmakta oldukları işlere 35 milyon yıl boyunca devam etmişlerdir. Fakat Eski Dünya değişikliklerin ve gelişmelerin sahnesiydi. İklim ve çevre değişiklikleri başlamıştı, primat çizgisi –ve diğerleri– ayrışmaya ve değişen koşullardan yararlanabilen yeni türler üretmek üzere evrimleşmeye devam etti, eski hayat tarzı artık sürdürülemezdi.

Otuz sekiz ila 22 milyon yıl önce, Oligosen döneminde, Eski Dünya'nın iklimi ve bitki örtüsü eskiden olduğu gibiydi; geniş ormanlar bataklıkları çevreliyordu, ancak bazı şeyler değişmeye başlamıştı. Ormanların sıklığı azalmaya başlamıştı ve toprak daha kuru hale geliyordu. Afrika'da maymunların kuyruksuz maymun çizgisi ile gerçek maymun çizgisi arasında ayrıştığı dönem bu dönemdi, ancak buna benzer bir çevresel değişimin olmadığı Güney Afrika'da ağaçlardaki hayat

büyük oranda daha önce olduğu gibi devam ediyordu. Üçüncü Bölüm'de anlattığımız gibi en erken dönem kuyruksuz maymunu *Aegyptopithecus*'tu ve Mısır'ın Fayum çökelti alanında büyüyen ormanlarda 28 milyon yıl önce yaşamıştı. *Aegyptopithecus*, davranışsal olarak modern babuna çok benzese de, modern maymunlardan genel olarak dişlerinin yapısı ve şekliyle ayrışır. O dönemlerde primatlar yeni nişlerine alışmışlardı ve artık kemirgenlerden kaynaklanan bir tehditle karşı karşıya değillerdi; Afrika'dan Avrupa ve Asya'ya yayılabilirlerdi. Bir sonraki en önemli kuyruksuz maymun *dryopithesin*lerdi. Çok geniş bir alanda bilinmiyordu. İlk defa 1858 yılında Fransa'da keşfedilmişti. Dryopithesinler bizi Oligosen döneminden 28 milyon yıl öncesine, Miyosen dönemine taşırlar ki 20 milyon yıl önce bu dönemde Afrika ve Avrupa'nın sık ağaçlı ormanlarında yaşamışlardır. Bugün Merkez Afrika'da bulunan tropik ormanlar o zaman çok daha doğuya uzanıyordu ve şimdi Kenya'nın bulunduğu alanı da kaplıyordu. Ancak Doğu Afrika bizim konumuzla ilişkili değil, çünkü biz tarih öncesi Eski Dünya kuyruksuz maymunlarının modern çizgileri oluşturduğu zamanlara yaklaşmaktayız ve bu büyük değişim Afrika'da değil, Asya'da gerçekleşmiştir.

Nereden biliyoruz? Aslında kesin olarak bilmiyoruz, ancak bu çok mantıklı bir tahmindir ve Vincent Sarich tarafından ikna edici biçimde savunulmuştur. Erken dönem kuyruksuz maymunları, maymunlardan dişleri bakımından ayrışmaktaydı, ancak onların bugünkü kuyruksuz maymunları karakterize eden adaptasyonları, sözgelimi dallarda sallanma ve ağaçlar arasında gezinme yetenekleri yoktu. Gibonlar, siyamanglar ve orangutanların hepsi mükemmel biçimde dallarda sallanabilirler, bunu Asya kuyruksuz maymunlarından daha az ve yeteneksiz biçimde yapıyor olsalar bile. Onlar yine Asya'da değil, Afrika'da bulunurlar. Buradan çıkarılacak sonuç şudur: Daldan dala atlama, Asya'da ortaya çıkmış ve bugüne kadar devam etmiştir ve bu değişiklikler hiç de şaşırtıcı olmayacak biçimde Afrika'da, Afrika kuyruksuz maymunlarına yol vermiştir. Daldan dala atlamanın bu erken dönem kuyruksuz maymunları için neden başarılı bir strateji olduğuna dair kimi nedenleri

zaten belirtmiştik; bu yetenek geniş bir besin kaynağına erişmelerini ve ormanda güvenli bir şekilde dolaşmalarını sağlayacak bir harekettir. Ancak buradaki temel nokta, en erken dönem kuyruksuz maymunlarının daldan dala atlamadıklarıdır.

Yirmi milyon yıl öncesine, yani Miyosen döneminin erken çağlarına ilişkin çok az kuyruksuz maymun fosili vardır ve ne yazık ki bu fosillerin çoğu diş ve çenedir. Dolayısıyla hiçbiri bize bu hayvanların hareket kabiliyeti hakkında bilgi vermez. Yine de o dönemin kuyruksuz maymunu, *Pliopithecus*, biraz daha ayrıntılı bilinir, çünkü onun uzun bir kuyruğu vardır. Bu durum kendi başına onun daldan dala atlamadığının göstergesidir. Kuyruk dallar üzerinde koşuşturan bir hayvan için denge unsuru ve ayrıca bedenin oryantasyonuna yardımcı olsa da bir dalın altından geçmeye çalışan bir bedene engel teşkil eder. Hiçbir daldan-dala-atlayanın kuyruğu yoktur; sadece ihtiyaçları olmadığından değil, aynı zamanda daldan-dala-atlamaya elverişli yaşam tarzında kuyruğun engel yaratmasından ötürü de. Ancak Miyosen döneminin ortalarında, 15 milyon yıl kadar önce, dryopithesin kuyruksuz maymunları büyük bir dönüşüm sürecine girmişlerdir. Bu dönemin fosillerinden biri *Ramapithecus*'tur, ancak bu canlının insana giden çizgide yer alma olasılığı düşüktür. *Ramapithecus* bir çeşit dryopithesin kuyruksuz maymunudur ve dişlerindeki kimi değişiklikler (ki elimizde olanlar sadece bu dişlerdir) zorlu bir diyete girdiğini gösterir. *Ramapithecus*'un bir daldan-dala-atlayan olup olmadığı konusunda emin değiliz, çünkü dişlerin ait olduğu iskelet elimizde değil. Ancak diyetinin gösterdiği kadarıyla, ağaçlarda yaşayan bir hayvanın profiline uymaz. *Ramapithecus* büyük olasılıkla Miyosen döneminin ortalarında ormanların azalmasına karşın ortaya çıkan bir türdü; erken dönem dryopithesinlerinden çok daha büyük bir hayvandı ve büyük olasılıkla ormanların kenarında ne bulursa yediği küçük ağaçlıklarda dolaşıyordu. On dört milyon yıl yaşında olan *Dryopithecus*'tan daha genç olsa da, *Ramapithecus* atamıza giden çizgiye yerleştirilemez, çünkü bizim atamız bir aşamada daldan-dala-atlayan bir tür olmalıdır.

Miyosen döneminin ortalarındaki kuyruksuz maymunlar birçok evrimsel değişimle karşı karşıya kaldı. Kimi bölgeler-

de ormanlar küçülüyor ve kıyılarında ağaçlık alanlar bulunan açık düzlüklere dönüşüyordu. Diğer yerlerdeyse ağaçlar bol besin sağlıyor, ancak ağaçların meyvelerini izole ettiği bu koşullarda, yemekler sadece dalların ucuna yetişebilen hayvanlar tarafından elde edilebiliyordu. Bazı dryopithesinler –ki bunlar geniş bir gruptu– Avrupa, Afrika ve Asya'da bulunmaktaydı. Onlar ağaçlık alanlara doğru gittiler ve sadece *Ramapithecus*'a değil, kuzen ramapithesinler *Sivapithecus* ile *Gigatopithecus*'a da evrildiler. Diğerleriyse büyük olasılıkla mümkün olan nişlere uyum sağlayabilmek için farklı yollar keşfettiler. Bu döneme ait elimizde çok az fosilimiz vardır ve 14 ila 4 milyon yıl arasında yaşamış olan kuyruksuz maymun çeşitliliğini yansıtmaz. Bir grup (hakiki bir kayıp halka) uzman bir daldan-dala-atlayan olacak şekilde değişmiştir. On beş milyon yıl önce daldan-dala-atlayan bir kuyruksuz maymun olduğuna dair bir işaret yoktur. On iki milyon yıl öncesinde, gibonlar ile siyamangların ayrıştığını gösteren molekül kanıtların gösterdiği tarihte ise, daldan-dala-atlama tamamen geliştirilmiş bir özelliktir. Daldan-dala-atlayan kuyruksuz maymunların neden bu şekilde geliştiğini bilmiyoruz, yine de bunun yiyecek bulmakla ilgili olduğundan şüpheleniyoruz. Neden olduğunu bilmesek de, tüm dryopithesin çizgisinden sadece daldan-dala-atlayanlar hayatta kalabilmiştir, evet tam olarak bu olmuştur. Yine hakkında hiçbir şey bilmediğimiz bir çizgi olan ramapithesin çizgisi, yaklaşık 7 milyon yıl önce ortadan kaybolmuştur. *Gigantopithecus* ise bir milyon yıl öncesine kadar dayanmayı başarmış, diğer tüm dryopithesinler ise yok olmuştur. Dünya maymunlarla doluydu, ancak geriye çok az kuyruksuz maymun kalmıştı ve bu kalanların tümü daldan-dala-atlamayı öğrenen tek bir çizgiden türemişti.

On iki milyon yıl itibariyle, orijinal kuyruksuz maymunlar en azından iki ayrı çizgiye bölündüler: ramapithesinler ve bugün yaşayan kuyruksuz maymunların ataları. O zamanlarda bizim çizgimizde başka bir ayrışma daha yaşandı ve gibon diğer kuyruksuz maymunlardan ayrıldı. "Daha az" kuyruksuz maymun olanlar olarak adlandırılan pek çok gibon ve siyamang türü daldan-dala-atlamayı bir hayat tarzı olarak koru-

yup sınırlarına götürdüler. Diğer kuyruksuz maymunlardan daha küçük olan ve çok uzun kolları olan bu türler, ağaçların tepelerinde bir atletin çevikliğiyle zıplamakta ve nefesimizi kesmeye devam etmektedirler. Gibonlar, kollarını açma yeteneği geliştirdiler ve anatomileri yüksek bir etkinlik elde edebilmek için bu doğrultuda evrildi. Elleri, özellikle de parmakları uzadı ve dalları kavramaktansa onlara asılmak için kullanılır oldu. Parmakları da küçük ve kullanışsız kaldı, artık nesneleri tutmak için kullanılmıyorlardı. Bacakları kısa ve küçük kaldı, gibonlar çok basit biçimde mükemmel daldan-dala-atlayanlar olarak yaşamaya devam ettiler. Bacakları bedeninin altında top haline gelmiş olarak daldan dala son hızla hareket eden bir gibon uçuyormuş gibi gözükür, bir sonraki dala atlamak üzere hazırlanırken diğer dalı sanki tutmuyormuş gibidir.

Gibonların terk ettiği çizgi –ki bizim çizgimizdir– başka bir hatta ilerledi, daha da büyüdü. Üstelik daldan-dala-atlamaya o kadar da uygun değildi. Orangutan çok atletik değildir. Onun uzmanlığı yumuşak jimnastiktir, hızla daldan-dala-atlama değil. Orangutanın kalça kemiği omuzları kadar esnektir ve ayakları elleri kadar kullanışlıdır. Sonuç Don Johanson'un tasvir ettiği gibi dört kollu bir portakal örümceğidir; dallar arasında asılı durur ve hareket etmek, gerinmek ya da meyveye uzanmak için hangi bacağı gerekiyorsa onu kullanır. Orangutanlar zamanlarının çoğunu ağaçlarda geçirirler, ancak gibonlardan farklı olarak yavaş ve ölçülü hareket ederler. Oldukça büyük türler, ancak cüsselerine karşın dalların uçlarına uzanma konusunda yeteneklidirler ve yere sadece başka türlü geçemeyecekleri bir ağaca geçmek ya da ağaçsız bir alanı aşmak için inerler. İki ayakları üzerinde yürüyebilirler, ancak genel olarak dört ayaklarını kullanarak ilerlerler. Moleküllere göre orangutanlar, Afrika kuyruksuz maymunlarından yaklaşık 8 milyon yıl önce ayrışmışlardır. Bu daldan-dala-atlayan kuyruksuz maymunların fosil kayıtları yoktur ve aslında bundan sonra elimizde olan ilk iyi fosil kaydı ilk insanımsıya aittir: 3,75 milyon yıl yaşındaki tamamen dik yürüyen Lucy'e. Şempanze ve goril, bizim çizgimizden yaklaşık olarak aynı zamanda ayrılmışlardır ve esasında dört ayaklı boğum-yürüyüşlülerdendir-

ler. Bir şekilde 8 ila 4 milyon yıl öncesinde ağaçların dallarında atlayan kuyruksuz maymunlar zemine inmişler ve Asya'dan Afrika'ya göç etmişlerdir.

Miyosen'in erken dönemlerinde, 25 milyon yıl önce, ormanı örtüsü Afrika, Avrupa ve Asya'da kıta kütlelerinin büyük bir çoğunluğunu kaplıyordu. Ancak ilerleyen milyon yıllarda kıtasal kayma tarafından tetiklenen iklim değişiklikleri nedeniyle ormanlar küçülmeye başladı. Böylelikle 8 milyon yıl öncesinde Asya ile Afrika arasında herhangi bir orman bağlantısı kurulamayacağından emin olabiliriz. Bu durum hızla kuyruksuz maymunun evrimi hikâyemize bir soru yöneltir ve aynı hızla da yanıt verir. Eğer iki kıta arasında bir orman koridoru yoksa kuyruksuz maymunlar Asya'dan Afrika'ya nasıl göç etmişlerdir? Göç ettiklerini kesinlikle biliyoruz, fosillerden bu sonuca ulaşmaktayız. Ancak içinde ilerlenecek bir orman yoksa o zaman kara üzerinden geçmiş olmalılar. Peki ağaçlarda yaşamak üzerinden evrimleşmiş bir türden türeyen bir çizgi olarak atalarımız zemindeki bu uzun yolculuğu nasıl başarabilmişlerdir?

Yanıt yürümüş olduklarıdır. Ancak iki bacakları üzerinde değil, dört bacakları üzerinde ve paradoksal olarak bunu sağlayan özellikleri ağaçlarda yaşamış önceki nesillerinin getirisidir. Daldan-dala-atlamak kolların ve gövdenin yapısıyla birlikte pek çok şeyi değiştirmişti. Vücudun alt kısmını da etkilemiş ve yürümek için hazırlıklı hale getirmişti – daldan-dala-atlayan bir hayvan zamanının çoğunu dalların altında asılarak ya da oturarak geçirir. Bu konumda gövde dik durur ki bu duruş dört ayak üzerinde yürüyen maymunların yatay duruşundan farklıdır. Babun zeminde yürürken dört ayağı üzerindedir ve bedeni zemine paraleldir, ayak tabanları ve avuç içleri düzdür. Ancak kuyruksuz maymun dört ayağı üzerindeyken bile gövdesini çok daha dik bir konumda tutar. Tüm bunlar ağaçlarda daldan-dala-atlayana dair yaşamın getirdiği değişikliklerdir ve geç Miyosen dönemi kuyruksuz maymunlarının modern şempanze ve goriller kadar etkin biçimde zeminde yürümelerini sağlamıştır. Daldan-dala-atlayanın uzun kolları zemin için de iyiydi, bedenin üst kısmı için destek sağlıyordu

ve maymunun bacaklarına kıyasla arkaya yerleşmiş olan bacaklar da çok etkiliydi. Daldan-dala-atlayanın elleri ve ayakları dört ayaklı primatların el ve ayaklarına benzemez (farklı bir uzmanlaşma yolu izleyen orangutan istisnadır), çünkü farklı şeyler için uzmanlaşmışlardır; eller kavramak, ayaklar ise destek için uzmanlaşmıştır. Ancak bu durum ve kol uzatmanın gelişmesine eşlik eden bileklerdeki değişiklikler, kuyruksuz maymunların ellerini ön ayakları gibi kullanamadıkları anlamına gelir. Eğer patileri üzerinde yürümeyi denemiş olsalardı, kollarının alt kısımlarındaki kemikleri bileklerine doğru itmiş olacaklardı. Bunun yerine, kuyruksuz maymunlar ellerini büküp yüklerini boğumlarına verdiler, böylece boğum-yürüyüşü adı verilen özel bir hareket tarzı geliştirmiş oldular.

Bazı kitaplarda öyle okumuş olsanız da boğum-yürüyüşü ne etkisiz ne de değersizdir; zeminde hareket etmek için özellikle de yere inmiş uzun kollu bir daldan-dala-atlayan için iyi bir hareket tarzıdır. Sekiz ila 6 milyon yıl önce atalarımızın Asya'dan Afrika'ya bu biçimde ilerlediklerinden emin olabiliriz. Elbette büyük sayılarda daldan-dala-atlayanın ağaçlardan aşağıya indiğini ve bir günde batıya yönelip Afrika'nın ormanlarına ulaşana kadar yürüyüşlerine devam ettiğini söylemiyoruz. Ormanın ağaçlık kıyı kesimlerinde yaşayan bir türün her bir nesilde biraz ilerlemiş olması daha mümkündür, aynen 5 milyon yıl sonra onlardan türeyenlerin Afrika'dan yola çıkıp kürenin her tarafını fethetmesi gibi. Gerçekte olmuş olan her neyse, 5 milyon yıl önce daldan-dala-atlayanlardan türemiş karasal bir boğum-yürüyüşlünün Afrika'ya güvenli ve rahat bir biçimde ulaştığını söyleyebiliriz. Bizim bakış açımızla tam da bu zaman, hikâyenin gerçekten de ilginçleşmeye başladığı noktadır.

Burada anlattığımız hikâyenin pek çok ders kitabından ve diğer popüler metinlerdeki senaryolardan radikal biçimde farklı olduğunun altını çizmeliyiz. *Ramapithecus*'un bir çıkmaz sokak olduğunu söylüyoruz ki o dryopithesin kuyruksuz maymunlarının geçirdiği pek çok uyum sağlamanın en başarılı ikinci (en azından bizim bildiğimiz kadarıyla) türüdür. Paleontologlar fikirlerini değiştirmeye başlamış olsalar da pek

çoğu hâlâ *Ramapithecus*'u erken dönem bir insanımsı olarak görür. Diğerleri burada sunduğumuz kanıtların tüm ağırlığını kabul etmek konusunda gönülsüz olsalar da, geleneksel hikâyenin daha fazla ayakta kalamayacağının farkındadırlar ve *Ramapithecus*'un orangutanın bir atası olduğunu söylerler. Ancak bugüne kadar keşfedilen Miyosen fosillerinin yaşayan bir soyu olduğuna dair hiçbir kanıt yoktur. Biz diyoruz ki daldan-dala-atlama adaptasyonu 15 milyon yıl önce dryopithesinlerin bir grubunda –ramapithesinlerde değil– ortaya çıkmıştır ve böylece tüm modern kuyruksuz maymun çizgisi ayrılmıştır. Geleneksel paleontologlar daldan-dala-atlamaya pek önem vermezler, ancak genel alarak kuyruksuz maymun çizgisinin anlamlı gelişiminin 28 milyon yıl yaşındaki *Aegyptopithecus*'tan önce bir şekilde tamamlandığını düşünürler. Yine diyoruz ki daldan-dala-atlayanlar, 12 ve 8 milyon yıl önce gibon ve orangutanın oluşmasına sebep oldular ki bu tarihler kesin moleküler kanıtlara dayanmaktadır. Geleneksel paleontologlar ise, ellerinde bunu kanıtlayacak hiçbir delilin olmamasına karşın tüm modern kuyruksuz maymunların, sadece gibon ve orangutanların değil, aynı zamanda şempanze ve gorillerin de, bizden 20 milyon yıl önce ayrıştıklarını söylerler. Son olarak (bu aşama bizim hâlâ üzerinde mücadele etmemiz gereken aşamadır) Asya'dan Afrika'ya yürüyüşlerini tamamlayan karasal boğum-yürüyüşlülerin, yaklaşık 4 milyon yıl önce şempanze, goril ve bizi üretecek şekilde üçe bölündüklerine dair kanıtların ağır bastığına inanıyoruz. Bu kırılma noktasını bir kere geçtikten sonra, bir kuyruksuz maymun bugünkü aşamaya ulaşacak olan karasal rotasına devam ederken ve diğer iki kuyruksuz maymun ormanlara dönüp daha ikili bir hayat yaşarken, yine paleontologlarla aynı dilden konuşmaya başlayabiliriz; tümüne katılmasak bile, en azından aynı kanıtlar üzerinden konuşmaya devam edebiliriz. Dört milyon yıldan öncesi içinse ellerinde kanıt olanlar yalnızca moleküler evrimcilerdir.

Anlattığımız hikâyeye göre, dryopithesinlerin Miyosen döneminin ortasındaki ayrışmaları daldan-dala-atlayanların bir çizgisi dışında tüm diğer çizgilerin soyunun tükenmesiyle

sonuçlanmıştır ve sonrasında hayatını sürdüren bu çizginin ayrılmasıyla Afrika'ya göç hiçbir fosil kemiğiyle çelişmemektedir. Bu yalnızca anatomik gerçekliklerle değil, aynı zamanda büyük miktarda tutarlı moleküler verilerle de desteklenmektedir. Primat çizgisinde gerçekleşen değişiklikler çok olabilir, ama mevcut fosiller yine de o kadar azdır ki bu değişikliklerin nasıl gerçekleştiğinden tam olarak emin olamıyoruz. Ne olduğunu bildiğimizi düşünüyoruz, ancak bunun neden olduğu konusunda emin değiliz. Uzun bir zaman boyunca insanlar, insan evriminin önce beynin büyümesi, sonrasında ise dik yürümenin ortaya çıkmasıyla şekillendiğini düşünüyorlardı. Piltdown insanı bu kurguyu destekleyecek biçimde herkesi yanıltmıştı, çünkü bu peşin hükümlere muntazaman uymaktaydı (uymak zorundaydı, çünkü hâlâ kim olduğu bilinmeyen bir düzenbaz tarafından bu hükümlere uyacak biçimde tasarlanmıştı). Şimdi Don Johanson'un Etiyopya'da buldukları ile Mary Leakey'nin Laetoli'de bulduğu ayak izleri sayesinde biliyoruz ki, tam bir dik duruş beyindeki herhangi bir gelişimi öncelemekteydi. İlk insanımsılara giden yola dair bizim hikâyemizde geliştirdiğimiz kimi fikirler bugünkü bilgimiz dahilinde uygun ve anlamlı görünebilir ve belki sonrasında yanlış oldukları kanıtlanabilir. Yine de yirmi yıllık testleri büyük bir başarıyla geçtiklerini söyleyebiliriz. Ayrıca bu hikâyenin en azından var olan bütün bilgileri önemsediğinin ve hiçbir bilim dalını diğeri uğruna feda etmediğinin de altını ısrarla çizmek istiyoruz. Fosillerin bulunduğu alanlarda fosilleri kullanıyor olsak da, sadece moleküllerin kılavuzluğunun bulunduğu noktalarda molekülleri kullanıyoruz.

Primat grubunun Miyosen ayrışmasının hikâyesi dehşet verici derecede kabataslak görünebilir ki aslında öyledir. Buradaki sorun, hikâyeyi dayandıracak çok fazla kanıtın olmayışıdır. İnsanımsı atalara dair bilinen kalıntıların hepsi, daha önce de belirttiğimiz gibi, sadece bir yemek masasını doldurabilecek kadardır; tüm primat ataların ise birkaç masaya ihtiyacı vardır. Ancak hâlâ büyük oranda boşluklar mevcuttur. Dryopithesinler ortalıktayken, 20 ila 15 milyon yıl öncesinde neler olup bitmekteydi? Daha da önemlisi, 7 ila 4 milyon yıl

arasındaki fosil boşluğunda kuyruksuz maymunlar ne yapıyordu? Bu dönem çok önemli adımların atıldığı bir dönemdi ve bu döneme ait primat kayıtları küçük bir ayakkabı kutusunu dahi dolduramayacak kadar azdır.

Dört milyon yıldan biraz daha sonraki insanımsılar bize doğru yolda olduğumuzu söylemektedirler ve biz fosil avcılarından ufuklarımızı genişletecek keşifler yapmalarını bekliyoruz. Belki de bir gün, fosil avcıları, Don Johanson'un sözleriyle "6 milyon yıl öncesine ait ramapithecid kuyruksuz maymunları ile Lucy arasında duran bir şeyi bulacaklardır."[1] Eğer böyle bir şey olursa en çok şaşıran biz olacağız, çünkü biz *Ramapithecus* ile insanımsı çizgisi arasında hiçbir bağlantının olmadığına inanıyoruz; alternatif olarak yeni ve bağlantısız birinin moleküler hikâyeyi destekleyecek bir şeyler ortaya çıkarma olasılığının daha yüksek olduğunu hissediyoruz ki böylece paleontolog şüpheciler hikâyelerini değiştireceklerdir. O gün gelene kadar, ne yazık ki boğum-yürüyüşlünün dik yürüyene yol verdiği o heyecanlı yıllar hakkında karanlıkta oturuyor olacağız. Ancak yine de dik yürüyen kuyruksuz maymunun ortaya çıktığı dönemden kısa bir süre sonrasına dair hikâyeyi anlatabiliriz, ama bunu yapmak için Meksika'daki uzak bir dağ gölüne yolculuk yapmamız gerekecek.

1 Donald C. Johanson ve Maitland A. Edey, *Lucy: The Beginnings of Humankind*, Simon & Schuster: New York, 1981, s. 376.

7

KUYRUKSUZ MAYMUNUN PARLAK FİKRİ

Sıradan bir kurbağanın tuhaf hayatını düşünün. Döllenmiş bir yumurtadan yeni bir kurbağa oluşacaktır, ancak tüm bunlar tek ve düz bir süreç içerisinde olmayacaktır. Önce, tek bir yumurta hücresi aşama aşama çoğalarak bir hücreler yumağına dönüşecek ve bu yumak kendini bir dizi aşamada daha çok balığa benzeyen bir şey olarak yeniden organize edecektir. Bu şey elbette bir iribaş olacaktır; bacakları yoktur, yüzmek için kuyruğunu kullanır ve tüy gibi solungaçları sayesinde oksijeni sudan sağlar. İribaş büyüdükçe değişir. Yüzerken kendisine yardım eden bir çift gizli arka ayak çıkar ortaya, ayrıca bir çift ön ayak büyür. Ardından tüylü solungaçlar yok olur ve tam olarak şekillenmiş iç akciğerler iribaşın havada solunum yapmasını ve sudan kaçabilmesini sağlar. Sonunda kuyruğu da yok olur ve balığa benzeyen iribaş başkalaşarak amfibi bir kurbağaya dönüşür, karada evinde gibi olsa da beslenmek için suya, kökenine geri döner.

Ne insanın evrimiyle ne de Meksika'nın dağ gölleriyle hiçbir alakası olmayan bu hikâyeyi neden anlatıyoruz? Çünkü tüm bu hikâye evrimin temel prensibini göstermektedir: Değişiklik için çok az yer vardır, değişimler basitçe gerçekleşir. Kurbağanın atası bir balıktı, boğazında ilkel akciğerler olarak kullanabildiği özel bir kese taşıyan bir çeşit ciğerli balık. Bu hayvan, solumak için basit ciğerlerini kullanarak kuraklıkta da yaşayabilirdi –ya da genellikle yaşadığı gibi bataklık bölgelerde de hayatını sürdürebilirdi– veya başka bir suya geçmek için dışarıda birkaç metre sürünebilirdi. Bunlardan daha güçlü bacaklara ve ciğerlere sahip olanları hayatta kaldı ve bugünün binlerce kurbağasına ve diğer amfibilerine yol verdi. Ancak kendilerini sudan tamamen ayırmadılar. Amfibilerin yumurtalarının gelişmesi sadece suda gerçekleşebilir ki bu su tropikal bir yaprağın üzerinde birikmiş birkaç damla bile olabilir. Nihai olarak, elbette, kimi ilkel amfibiler bu büyük engeli aştılar ve onları sürüngen yapan unsurları (daha az su geçiren bir deri ve koruma kabuğu olan bir yumurta) geliştirerek çevrelerinden daha bağımsız hale geldiler. Bu değişiklikler, hayvanların tüm özellikleri gibi DNA'da meydana gelen değişiklikler sayesinde oldu. Ancak her bir aşamada DNA'da oluşan yeni fotokopiler hazırda var olan planların fotokopileri üzerine yazıldı, böylelikle tıpkı tekrar tekrar kullanılan bir ortaçağ parşömeni gibi ortaya çıkan yeni yazılım da eskisinin izlerini taşıdı. Yumurtadan çıkan kurbağa yavrusu ya da iribaş, tam anlamıyla bir balıktır, amfibilerin ata formudur. Üreyemez, çünkü bu iş yetişkinlerin, hava soluyan ve karada gezinen kurbağaların işidir. Ne var ki iribaşın varlığı sürekli olarak kurbağanın atasını hatırlatır. Bir hücreye bir kurbağa meydana getirmesini söyleyen bir DNA, hiç şüphesiz bir çeşit balık oluşturabilecek bilgilere de sahiptir. Bu mümkün olsa da bunu yapabilmek için tüm DNA dizilimini çözümlememiz gerekirdi. Bugünün yaşayan canlılarını oluşturabilecek genetik bilgilerin tümü ata türlerin değiştirilmiş bilgileridir.

Pek çok kurbağa mükemmel derecede sıradan amfibilerdendir. Her bakımdan saygıdeğer ve konformistlerdir. Elbette istisnalar vardır. Bunlar yumurtalarını kara kurbağası gibi

arkalarında değil, özel olarak modifiye edilmiş organlarda taşırlar. Yumurtalarını yutan ve karınlarının belirli bölgelerinde biriktiren bu kurbağa türlerinde yumurtalar uzunca bir süre gelişmek için bekler, sonrasında ise küçük kurbağalar ebeveynlerinin ağızlarından çıkar. Ancak genel olarak amfibiler yumurtalarını suya bırakır, yumurtalar burada iribaşlara dönüşür ve sonunda başkalaşarak yetişkin olur. Yaşam döngülerine ilginç çevrimler ekleyen bazı kurbağa türleri daha vardır ki bunlar bizi Meksika'ya götürür.

Aksolotl (Meksika semenderi) garip görünümlü bir yaratıktır, dev bir iribaşa benzer, ancak dört ayağı, büyük itici bir kuyruğu ve sualtı yaşamı için iyi şekilde organize olmuş solungaçları vardır. Bir iribaş, olgunlaşmamış bir kurbağadır. Üreyemez. Ancak aksolotl mükemmel bir şekilde yumurta ya da sperm üretme ve üreme kapasitesindedir; biçimsel olarak yetişkin olmasa da işlevsel açıdan yetişkindir. Bir süre sonra aksolotla garip haller olur. Solungaçları küçülmeye başlar ve sonunda yok olur. Ciğerleri gelişir ve bacakları sağlamlaşır, sonunda da gölden dışarı çıkar ve tüm dünyaya büyük bir semender gibi başkaldırır. Aslında o artık bir semenderdir, üreyebilir, ancak tüm amfibiler gibi üreyebilmesi ve yumurtalarını bırakabilmesi için suya dönmesi gerekir. Oldukça garip olmasına karşın, aksolotl, yani semenderin yetişkin olmayan hali, hâlâ gençken üremesini sağlayan bir mutasyonun izlerini taşıyan bir DNA fotokopisine sahiptir. Bu sürece neoteni (çocuk görünümlülük) adı verilir, kelime anlamıyla gençliğe tutanmak ya da gençliği uzatmak anlamına gelir. Kimi aksolotl türleri aniden semenderlere dönüşür, özellikle de içinde bulundukları göletler kurumaya başlayınca. Diğerleri değişimi yabani ortamlarda asla yapmıyor gözükseler de laboratuar ortamında yaşadıkları akvaryuma eser miktarda iyodin katıldığında değişime ikna olurlar.

Modern aksolotlların atalarına neoteninin sağladığı evrimsel avantajın ipucu burada yatar. İyodin, yetişkin aşamasına geçişi sağlayan başkalaşım sürecini tetikleyici hormonun bileşenidir. Ne var ki aksolotların yaşadığı kimi Meksika göllerinde bu hayati elementten eser yoktur. İyodin olmadan

başkalaşım olamaz: Yumurtalarını bu göllere bırakan şanssız semenderler pek çok iribaş benzeri yavruya sahip olacak olsa da, hiçbir üreme şansları olmayacaktır, çünkü iribaşlar asla yetişkin olamayacak ve asla üreyemeyeceklerdir. Çok nadir bir mutasyon –çok uzun zaman önce belki yumurtaların bir kısmında gerçekleşen bir mutasyon– cinsel organlarının gelişimini hızlandırabilen yeni bir iribaş meydana getirmiş ve iribaşlar başkalaşmadan önce üreyebilmiştir ki bu da anlık bir başarıdır. İribaşları üreyebilen semenderler, iyodinsiz göllerde hızla yayılmıştır.

Aksolotlun garip masalının insanın evrim hikâyesiyle ilişkisi nedir? Şaşırtıcı biçimde büyük bir ilgisi vardır; modern insanın Afrika kuyruksuz maymunlarından ayrılmasını getiren evrimsel gelişmelerde, gerek neoteni gerekse su önemli faktörlerdir. Aslında geçmişe bakıldığında pek çok uzman, neotenin yalnızca insanın değil, sırtlarında katı bir kordon taşıyan omurgalı pek çok hayvan grubunun ortaya çıkmasında önemli bir faktör olduğunu düşünür.

Omurgalıların çoğunda katılaştırıcı, kemikten, belkemiğinden yapılmıştır. Bu gruba omurgalılar adı verilir ve bizi de kapsar. Ancak kimi omurgalılarda kıkırdaktan yapılmış daha basit bir katılaştırıcı vardır ve omurgalılar böylesi bir kıkırdak değnek taşıyan ilkel omurgalılardan evrimleşmiş olmalıdır. Ancak bu basit formun kendisi nereden gelmiştir? Omurgalılara yeterince benzeyen ve bir ata formu için iyi bir aday olabilecek hiçbir omurgasız hayvan yoktur. Daha açıklayıcı olmak gerekirse, buraya uyacak hiçbir yetişkin omurgasız hayvan yoktur. Omurgalılara çok benzeyen, denizkestanesi adı verilen bir yaratık vardır ve bu yaratığın belkemiği taşıyan türlerle görünüşünden daha fazla ortak yönü vardır. Denizkestanesi larvası ve bazı basit omurgalılar hem görünüşte hem de daha derinlerde çok benzerdir. Pek çok evrimci biyoloğunu tüm omurgalılar ailesinin bir tür denizkestanesi larvasından evrimleştiğine ikna edecek yeterli miktarda kanıt vardır. Bu fikre göre denizkestanesi larvası ergenliğine tutunmuş ve aksolotl gibi neotenik olarak üremeyi öğrenmiştir.

Tüm bunlar 400 milyon yıldan daha uzunca bir zaman önce, jeologların Silüryen dönem dedikleri dönemin başlangıcında insan ile şempanzenin farklılaşmasından çok çok önce gerçekleşmiştir. Ancak bu örnek, neoteninin çok önemli ve ilginç bir yanını ortaya koyar: Neoteni bir türün türleşme (uzmanlaşma) tuzağından kurtularak üremesini sağlar. Bu bir melodram gibi görünebilir. O nedenle ne anlama geldiğini açıklamamız uygun olacaktır. Yetişkin hayvanlar belirli bir yaşam tarzına uygun gelişmişler ve buna uyum sağlamışlardır, ancak ergenler ve yeni doğanlar, hâlâ büyümekte ve gelişmektedir ki yetişkinlerin o belirli nişlerine daha az uyumlulardır. Dahası, tüm türler neredeyse özdeş hücre toplarından meydana gelirler ve onların kendilerine özgü özellikleri yalnızca pek çok aşamanın ardından ilerleyen dönemlerde ortaya çıkar. Şimdi, bazı yeni çevresel olanakların ortaya çıktığını düşünün. Yetişkin bir birey –örneğin bir denizkestanesi– uzmanlaşmıştır ve yeni olasılığın avantajını büyük olasılıkla kullanamayacaktır. Fakat bir ergen, bir larva, gelişimi bir şekilde durdurulabilirse, yeni bir gelişme çizgisi oluşturmak için çok daha donanımlı olacaktır. Adaptasyon bir hayvana belirli bir yaşam tarzı sağlar. Değişikliklerin tümünün başarıyla tamamlanması çok zordur. Ancak bir hayvanın yaşam döngüsünün ilk aşamalarını etkileyen mutasyonlar yeni yollar denemeyi ve o yollarda bulunan olanakların kullanılmasını mümkün kılar, neoteni de kimi temel evrimsel sıçramalardan sorumlu gibi görünür.

Neredeyse her zaman, bir yetişkine uygun biçimde dönüşemeyecek olan bir yeni doğan üremeyi başaramadan ölecektir. Ancak milyonda bir defa ya da daha düşük olasılıkta, neoteni geçiren bir yeni doğan dört ayağının üzerine düşer ve hayatta kalabileceği, üreyebileceği, yeni bir gelişme yolu bulabileceği bir ekolojik niş bulur. Var olan çizginin basit ve ucuz sapmalarından kurtulmayı sağlayan neoteni gibi bir süreç evrimsel bağlamda etkili olacaktır; neoteni için gereken tek şeyse, gelişmeyi kontrol eden genlerde gerçekleşecek küçük bir değişimdir. Hayvanların gelişiminin ne zaman başlayıp ne zaman duracağını belirleyen DNA fotokopisinin sadece küçük bir parçası değiştirilerek yeni bir çizgi oluşturulabilir. Her şeyde olduğu gibi gelişme sürecini de kontrol eden birkaç gen vardır,

bu nedenle bu genlerde çok nadiren mutasyonlar olur. Ancak bu mutasyonlar gerçekleştiğinde önemli getirileri de olur; gelişmenin, erginleşmenin ve büyümenin tüm biçimlerini etkileyebilir. Tüm dışsal değişkenler bu genetik kodun içsel değişimiyle dengelenmiştir. Aksolotlun DNA'sı normal bir semenderin DNA'sıyla neredeyse birebir aynıdır; tek anlamlı farklılık aksolotlun kendi fotokopisini tümüyle kullanmıyor olmasıdır. İribaş ile kurbağanın DNA'ları da birbirleriyle tıpatıp aynıdır. İnsan, şempanze ve gorilin DNA'ları arasındaki farklılıkların da eser miktarda olduğunu, pek çok insanın bu kadar küçük bir farklılığın dış görünüşlerdeki bu belirgin ve anlamlı farklılıkları nasıl oluşturduğunu anlamadığını da belirtmiştik. Bu yüzde "bir-ve-biraz-fazlası" kadar farklılık gelişmenin derecesini kontrol eden genlerde meydana gelmiş olabilir ve böylece insanlar fiziksel yetişkinliğe erişmeden üremeyi öğrenmiş bir çeşit yavru kuyruksuz maymun olmuş olabilirler.

Bu noktada yeniden belirtmeliyiz ki yönelimsiz evrim modern bir türün başka bir modern türe evrimleşmesi durumu değildir. Paleontologlar omurgalılarla denizkestaneleri arasındaki benzerlikten konuşmayı severler, çünkü onlar fosil kayıtlarından bilirler ki denizkestanelerinin ataları modern türlerden hiç de ayırt edilemez, ilk omurgalılar evrimleştiğinden bu yana, sözgelimi 430 milyon yıl önce çok fazla miktarda bulunmaktadırlar. Ancak neotenik olarak omurgalılara yol veren denizkestanesi larvasının zoraki olarak modern larvaya benzemediğine inanırlar. Benzer biçimde biz, bir insanın şempanzeye ya da bir şempanzenin insana dönüşmesiyle ilgilenmiyoruz, daha ziyade bu iki varyasyonun yakın geçmişte, 4 milyon yıldan daha kısa bir süre önce ortak bir atadan nasıl türemiş olabileceğini hesaplıyoruz. Yine de eğer modern insan ile modern şempanzeyi karşılaştıracak olursak, sorunları kavramak ve kapsanan evrim sürecinin altını çizmek kolay olacaktır. Her durumda ortak atamızın neye benzediğini söyleyebilecek herhangi bir fosil kayıt yoktur.

Yüzeysel görünüşlerden bile kuyruksuz maymunlar arasında insanın garip olan olduğunu fark edebilirsiniz. İnsan çıplaktır, kuyruksuz maymunlar kıllıdır; insanın burnu var-

dır, kuyruksuz maymunların hayvan burunları vardır; insanın yuvarlak ve kubbeli bir kafatası vardır, kuyruksuz maymunların düz kafatasları vardır; insanın ayak başparmağı kavramak için kullanılamaz, ama kuyruksuz maymunlar ayak ve el başparmaklarını kavramak için kullanırlar. Tüm bunlar insan ve diğer kuyruksuz maymunlara ilişkin evrim teorisinin göz önüne alması gereken farklılıkların bir kısmıdır. Çağdaş geleneksel açıklama, Üçüncü Bölüm'de belirttiğimiz gibi insanın modern şempanzeye hiç de benzemeyen kuyruksuz maymun benzeri bir atadan türediğini söyler. Bu ata, kuyruksuz maymuna benzer, ancak modern kuyruksuz maymunun anatomik özelliklerinden birçoğunu taşıyıp taşımadığını söyleyebilecek hiçbir fosil kayıt yoktur; belki de taşımamaktadır. Çağdaş açıklama ayrıca bu kuyruksuz maymun benzeri yaratığın neoteni sonucu insana benzer olduğunu söyler.

Bilim dünyasını bu yeni ve cesur teoriyle tanıştıran Danimarkalı bir anatomist, Louis Bolk'tur ve tarih 1934'ü göstermektedir. Bolk, çok açık bir şekilde insan türünün kuyruksuz maymunun çok neotenik bir biçimi olduğunu dile getirmiştir: "İnsan, bedensel gelişimi içerisinde, cinsel olarak olgunlaşmış bir primat fetüsüdür."[1] Bolk, bu fikirlerini insan ile diğer primat ve memelilerin anatomileri üzerine yürüttüğü uzun ve zorlu çalışmalar sonucunda elde etmiştir. O dönemlerde insan ile Afrika kuyruksuz maymunlarının yakın genetik kardeşliği hakkında hiçbir ipucu bulunmamaktaydı. Bolk, yetişkin kuyruksuz maymunlarla görünürde benzerlik taşımasak da kuyruksuz maymunların yeni doğanlarına benzediğimizi belirtmiştir. Bolk'un benzerlikler listesi uzun ve etkileyicidir; bu listeden birkaç tanesini sıralamak ikna edici olacaktır.

Daha önce kubbeli bir kafatasında bulunan büyük beyinden söz etmiştik. Diğer yetişkin hayvanların beyinleri, bedenlerine oranla insanınkinden çok daha küçüktür. Ancak tüm hayvanların gençlerinin, özellikle de fetüslerinin kafatasları kubbelidir ve bedenlerine oranla büyük bir beyine sahiplerdir ki biz bunu ayırt edici bir insan özelliği olarak kabul ederiz.

1 Stephen Jay Gould, *Ever Since Darwin*, W.W. Norton: New York, 1979'dan alıntı.

Evet, bu insani bir özelliktir, ancak aynı zamanda tüm türlerden genç hayvanların da bir özelliğidir. İnsanlarda neoteniyi bundan daha iyi açıklayabilecek bir örnek olabilir mi? Bir hayvanın gelişiminin başlangıcında beyni özellikle büyük bir hızla gelişir ve embriyonik baş bu beyni taşıyabilecek şekilde kubbelenir. Daha sonrasında insan dışında tüm türlerde beyin gelişimi yavaşlar ve beden beynin hızını yakalar, kafatası düzleşir. Bizim beyinlerimiz daha uzun sürede gelişir ve bedene oranla bütün hayatımız boyunca büyük kalır. Alyanaklı maymun doğduğunda beyni yetişkinlikte erişeceği büyüklüğün üçte ikisi kadardır; yeni doğmuş bir şempanzenin beyni yetişkin beyninin beşte ikisi büyüklüğündedir; yeni doğmuş bir insan bebeğinin beyni ise yetişkinlikte erişeceği büyüklüğün yalnızca dörtte biri boyutlarındadır. Aynı durum doğumdan sonra da devam eder: Şempanze ve gorilin beyinleri doğumu takip eden bir yılın sonunda yetişkinlikte erişecekleri büyüklüğün yüzde 70'ine yaklaşmış olur, ancak yeni doğan insan bebekleri bu düzeye ikinci doğum günlerine kadar erişemezler.

Bu evrimsel gelişmenin türümüz için neden bir avantaja dönüştüğü açıktır, tabii eğer daha büyük bir beynin daha iyi bir şey olduğunu kabul edersek. İnsanın dişisi dik yürür ve aynı zamanda çocuk doğurmak zorundadır. Dik yürümek için kalçaların dar olması gerekir, ancak kolay bir doğum için de pelvisin geniş olması gerekir. Bu nedenle dişilerde hareket yeteneği ve anneliğin gereklilikleri kalçanın ve pelvisin tasarlanması bakımından çatışan talepler öne sürer. Fosil kayıtlarına dayanan hesaplamalar bize modern kadının atalarına nazaran yürümeye daha az adapte olmuş olabileceğini söyler, çünkü atalarının büyük kafalı çocuklar dünyaya getirmeleri gerekmemekteydi. Aslında bu durum, kadınlar ile erkeklerin neden farklı yürüdüklerini de açıklar, çünkü modern dişinin pelvisi uzlaşma sonucunda ortaya çıkmıştır, yürümek için erkeklerden anlamlı biçimde daha az kullanışlıdır, ancak hiçbir erkeğin yapamadığını yapar ve dünyaya yeni bir insan getirebilmeyi mümkün kılar. İnsan yavrusunun beyninin gelişim modeli de başka bir uzlaşma meselesidir. Doğumda bebeğin kafası annesini parçalamadan doğabilecek kadar küçük olma-

lıdır, yetişkin beyni ise zekânın sunduğu evrimsel olanakları yakalayabilecek denli büyük olmalıdır. Bu nedenle bir insan yavrusu, doğrusunu isterseniz prematüre doğar, diğer bir deyişle beyni tam olarak gelişmemiş ve kafatası tamamen kemikleşmemiştir. Pek çok hayvan tamamen kemikleşmiş bir kafatasıyla doğar, bu da bacaklarını test etme aşamaları için oldukça önemli bir güvenlik önlemidir. Oysa ki insan yavrusu kafatasında büyük yumuşak bir alan barındırır ve kafatasının tamamen kapanması ve sertleşmesi yıllar alır. Bu durum beynin büyümesine izin verir, böylesi bir gelişme insanın merakı, çok yönlülüğü ve zekâsının gelişmesine olanak sağlar, ama bu aynı zamanda bebeklerin büyürken daha fazla korumaya ihtiyaç duymalarına sebep olur. İnsanlar toplumsal gruplar içerisinde yaşamak zorundadır, örneğin yetişkinlerin çocukların uzun gelişim dönemlerinde onlara dikkat etmesi ve onları koruması gerekir.

Evrimsel etkileşimlerin karmaşık ağının tamamen çözülebilmesi şu aşamada mümkün değildir. Aslında bunu yapmak pek de akıllıca bir iş değildir, çünkü insanlığın tüm bağlantıları tutarlı bir bütünlük içerisinde evrimleşmiştir. Toplumsal grupların insan beyninin gelişme modelinden önce mi, yoksa sonra mı geldiğini sormak yumurta-tavuk meselesini sorgulamaya benzer. Dik yürümenin en önce gerçekleştiğini biliyoruz, çünkü Lucy'nin "modern" bir pelvisi ve "antik" bir kafatası vardır, ancak beynin gelişim modellerinin ertelenmiş gelişim lehine değişmeye başlamadığını kim iddia edebilir? Pek çok seçilim baskısı, bizim ortak atamız üzerinde etkiliydi ve kuyruksuz maymunlar kendilerini neoteniye doğru yönlendirilmiş buldular. Neoteni paketteki pek çok evrimsel soruya yanıt verebildiği için çok başarılıdır ve tüm paket, insanları ve insan kültürünü oluşturmak konusunda hayati öneme sahiptir.

İnsanın kafatası ve yüzünün diğer özellikleri de kelimenin tam anlamıyla ergenlik aşamasındadır. Yüzümüz düzdür, gözlerin üzerinde çıkıntı yoktur, hayvan burnu, küçük çene ve dişler yoktur. Yetişkin insanlar, kuyruksuz maymunlarla kıyaslandıklarında bebek yüzlüdür ve bebek bir şempanze insanlara yetişkin bir şempanzeden daha çok benzer. İnsan kafatasının

konumu bile neoteniktir – omuriliğin kafatasına girdiği delik kafatasının altındadır ve aşağıya yönelir, böylece iki ayağımız üzerinde durduğumuz zaman gözlerimiz ileriye dönük olur. Diğer hayvanlarda buna karşılık gelen delik, kafanın arkasındadır ve eğer hayvan dört ayağının üzerinde duruyorsa ve kafa öne dönükse olması gereken yerdedir. Tasarımımızın avantajı (gözlerin omurgayla dik açı yaptığı duruşun avantajı) hareket kabiliyetimiz bağlamında ortadadır ve büyük olasılıkla büyük beynimizi, onu dengelemek için büyük bir kas gücü gerektirmeden taşıyabilmemiz için böyledir. Bu kalıbın başarılı biçimde evrimleşmesinin nedeni avantajlı olmasıdır. Ancak nasıl evrimleşmiştir? Diğer hayvanların embriyolarında kafanın pozisyonu başlangıçta bizimkisiyle aynıdır, omurganın tepesinde diğer tarafa yaslanmıştır ve tipik hayvansı konumuna sonradan döner. İki ayak üzerinde yürümek için gerekli olan doğru pozisyon ancak neoteniyle kazanılmıştır – insanın kafasının boynuyla yaptığı açı embriyonik bir kuyruksuz maymununkiyle aynıdır.

İnsan evrimi üzerine yazılmış büyük kitapları okuyacak olursanız, hepsinin insanları diğer kuyruksuz maymunlardan ayıran üç temel özellik üzerinde hemfikir olduğunu görürsünüz: büyük beyin, küçük çene ve dik duruş. Dik duruşun neotenik gelişmeden çok, daldan-dala-atlama tarihinin bir ürünü olduğunu görmüş olsak da, bu üç özelliğin ortaya çıkma nedenlerinden en azından bir kısmının neoteni dolayısıyla olduğu açıktır. Küçük çene ve büyük beyinden insani özellikler olmaları bakımından daha az bahsedilir, ancak bu özellikler insan türünün toplumsal davranışının gelişmesinde daha az önemli değildir. Örneğin insan vajinası ileri dönüktür, bu nedenle en rahat yüz yüze cinsel ilişkiye girebiliriz. Diğer kuyruksuz maymunlarda vajina embriyonik aşamalarda ileri dönüktür, fakat gelişim sürecinde arkaya döner. Bu tamamen rastlantısal ve minör neoteni örneğini tartışmak çok etkileyici olsa da konumuzla hiçbir ilgisi yoktur. Burada altını çizmemiz gereken nokta, yetişkin insanın tüm özellikleri bakımından olmasa da pek çok özelliği bakımından bir fetüs şempanzesi olmasıdır.

Tüm kanıtlar anatomi ve gelişim üzerine yürütülen çalışmalardan gelmektedir, ancak bu kanıtlar insanın ve Afrika kuyruksuz maymunun genetik fotokopilerinin benzerliği gerçeğiyle de örtüşür. Şempanzeler insanlarla neredeyse yüzde 99 oranında aynıdır ve bizi anatomik olarak bu kadar farklı kılan her ne ise DNA'ların bu yüzde 1'lik farklılığında yatar. Bizimle yetişkin şempanze ve goriller arasındaki devasa görünüş farklılığı yanlış yönlendirici olabilir, aynen Dünya dışı bir ziyaretçinin bir iribaş ile kurbağa hakkında yanlış görüşlere sahip olabileceği gibi. İlk bakışta ikisi farklı türler olarak algılanabilir; bir tanesi suda yaşayan uzun kuyruklu bir balıktır, diğeriyse hava soluyan dört bacaklı ve kuyruksuz bir hayvandır. Kurbağanın yaşam döngüsüne hiç tanıklık etmemiş ve iribaş ile kurbağanın DNA'larının yüzde yüzünün aynı olduğunu fark ettiğinde şok geçiren hayali bir uzay gezgini düşünebiliriz. Elbette kurbağa ile iribaşın DNA'larının yüzde yüzü aynıdır, onlar aynı bireyin iki farklı biçimidir. Yine de iribaş ile kurbağa arasındaki anatomik farklılıklar DNA'larının yüzde 99'u aynı olan insan ile şempanze arasındaki anatomik farklılıklardan çok daha fazladır. Neoteni bilmeceyi çözer. Kurbağa için iribaş ya da semender için aksolotl ne ise, biz de goril ya da şempanze için aynı şeyiz. Ancak bu bize insan benzeri bir yaratığın neden kuyruksuz maymun benzeri bir yaratıktan evrilmesi gerektiğini söylemez. Büyük beynin ve diğer özelliklerin getirdiği kimi faydaları görebiliyoruz, ancak bu değişimi hangi çevresel baskılar tetiklemiştir?

İnsan türünün ortaya çıkışı üzerine pek çok teori öne sürülmüş olsa da bunlardan hiçbiri tam anlamıyla tatmin edici değildir. Belki de hiçbir zaman tam anlamıyla tatmin edici bir teori oluşturulamayacaktır, çünkü bu teorilerden her biri dayanıksız kanıtlar üzerine, baştan çıkartıcı ama yetersiz fosil kayıtlara dayanmaktadır. Bu kayıtlar belirli bir zamanda mevcut olan hayvanların ve bitkilerin çok küçük bir kısmını bize gösterir ve dönemin fiziksel koşullarına dair ipuçları verir ki bunlar yetenekli ellerde devasa bilgilere dönüşebilir. Ancak yine de bu kanıtların yorumları kendi deneyimlerimiz ışığında renklendirilmiştir ve bilimsel bir teorinin kesin temellerine değil, bizim bakış açımıza, hayal gücümüze ve varsayımlarımı-

za dayanır. Bir teori inşa ettikten sonra –bu paleoantropoloji kadar diğer bilim dalları için de geçerlidir– onu değiştirmeye hiç de gönüllü olmayız. İnsanın yeni kanıtlar karşısındaki tepkisi, eğer bu kanıtları oyun kâğıtlarından yaptığımız evimize uygun biçimde yerleştiremiyorsak, onları sıklıkla yok saymak olur. Bu durum bizim bugünkü doğamız hakkında pek çok şey söylese de bu doğaya nasıl sahip olduğumuz hakkında çok az şey söyler.

Mit ve efsanelerde tasvir edildiği üzere gerçek bilim insanı, T.H. Huxley'nin de belirtmiş olduğu gibi, olguların önüne küçük bir çocuk gibi oturmaya daima hazırlıklı olmalı ve eğer olgular tam tersini söylüyorsa elindeki en iyi hipotezleri bile çöpe atmaktan çekinmemelidir. Pratikteyse pek çok teorisyen kendi parlak fikirlerine fazlaca sıkı ve uzun süre sarılır ve onu her türlü eleştiriye karşı çok katı bir biçimde savunur. Bu nedenle insanın kökenine dair hiçbir teorinin o kadar yeterli olmadığının farkında olmak önemlidir. Bizim fikirlerimiz tek doğru olarak değerlendirilmesi gereken göz kamaştırıcı ilhamların ya da yepyeni sezgilerin sonucu değildir. Biz bu fikirleri ortaya olasılıklar olarak attık ve henüz yapılmış/geliştirilmiş bir resim olarak sunduk. Temel noktaları neoteni ve insan ile kuyruksuz maymunun genetik materyallerinin büyük orandaki benzerliği olmak üzere en yeni kanıtları da kapsayan bir resim sunmaya çalıştık. Daha fazla yeni bilgi ortaya çıktıkça resmin en azından değişmesini bekliyoruz ki belki de bu resim tamamen iptal edilecektir. Ancak tam da bu noktada bu resmin 1980'lerin başından bu yana yürütülen bilimsel çalışmalarla halihazırda reddedilmiş olan kimi eski fikirlere karşı bir panzehir olarak kullanılabileceğinin altını çizmek istiyoruz. Çünkü bu eski fikirler 2000'lerin başında bile hâlâ popüler algıdaki etkilerinden feragat etmemiştir. Popüler yazıları okuyan pek çok sıradan insan, insanın kökenine dair tüm sorunların çözüldüğünü düşünebilir. Bu kesinlikle doğru değildir ve bugün basılı olan her fikir –bizimki de dahil olmak üzere– az ya da çok varsayımsaldır.

Bu varsayımların doğru olarak sunulanlarından en yaygın ve en popüleri "Becerikli Avcı" hipotezidir. Seçkin paleonto-

loglar ve diğer akademisyenler grubu tarafından savunulan ve Robert Ardrey gibi muhteşem iletişimciler tarafından popülerleştirilen bu fikre göre insanın kökenleri, yaklaşık 3 milyon yıl önce büyük Pliyosen kuraklığı başladığında düzlüklere inen ve daha öncesinde ağaçlarda yaşayan bir primata dayanır.[2] "Bu ilk adam," der hikâye, "silah kullanarak, zorunlu işbirliklerine girerek ve tam bir saldırganlıkla yeni bir yaşam tarzı belirlemiştir kendisine." Hikâyenin çekiciliği büyüktür, çünkü saldırganlık bizi biz yapan şeyse eğer, şiddet içeren davranışlarımızın artışı hakkında hiçbir suçluluk hissetmemize gerek yoktur. "İnsan ruhu ve bedeni en temel yönleri itibariyle eğer geçici bir durum değilse, doğanın silahlı avcılar konusundaki son sözüdür," diye konuşur kalabalık okur kitlesine Robert Ardrey ve devam eder: "İnsan, doğal içgüdüsü silahla öldürmek olan bir avcıdır."[3] Becerikli Avcı hipotezinin savunucularına göre dik yürümenin değeri öncelikli olarak tehlikelerden kaçabilmek değil, hızlı koşmak ve avını yakalayabilmek için avantaj sağlamaktan kaynaklanmaktadır. Kılsızlık ise hızlı koşucunun kendisini serin tutmasını sağlamaktadır. İnsan cinselliği bile Becerikli Avcı hipotezinin savunucuları tarafından şöyle değerlendirilmektedir: Seks, insan topluluklarını bir arada tutmanın yoludur. Sözgelimi erkeğin büyük penisi ve dişinin orgazmı –ikisi de ayırt edici insan özellikleridir– dişiyi ödüllendirmekle ilişkiliydi ve yüz yüze cinsel ilişki kurmak da seksi daha kişisel kılıyor, çiftler arasında daha güçlü bir bağın gelişmesini sağlıyordu. Düz meme uçlarından gelişen memeler ise erkeklerin arkadan yaklaştıkları günlerinden "bildikleri" tanıdık cinsel işaretlerin yerine geçecek sözde-kalçalar olmaları üzerinden "açıklanıyordu"

Göreceğimiz gibi bu açıklamaların pek çoğu sadece insana özel iddialardır ve olgular Becerikli Avcı hipotezine ve onun şampiyonlarına karşıdır. İki ayak üzerinde yürümenin koşmaktansa yürümek için daha elverişli olduğunu ispatlayan

2 Robert Ardrey, *African Genesis*, Dell: New York, 1966 ve *The Territorial Imperative*, Dell: New York, 1968.

3 Richard Leakey ve Roger Lewin, *People of the Lake*, Anchor Press/Doubleday: New York, 1978, s. 262 içinde alıntı.

kanıtlarımız karşısında bu fikir biraz yaya kalmaktadır. Aynı şekilde insan beyninin gelişimini de etle ne yapacağını düşünen eski bir vejeteryanın üzerinden açıklamak biraz çılgınca olacaktır. Yine de savın en zayıf halkası buradadır. İnsanın geçen birkaç milyon yılda elde ettiği başarı net bir biçimde çok yönlü becerikliliğiyle, sözgelimi karşısına çıkan olanakları en iyi şekilde değerlendirme yeteneğiyle ilişkilendirilebilir. Buna karşın Becerikli Avcı teorisyenleri, bizlere kendini özgürleştirmiş korkak bir kuyruksuz maymundan ve de onun milyonlarca yıldır avlanılagelen nişlerde yetişmiş ve genleri halihazırda işbirliğini ve sürünün gücünü bilen büyük kedi ve avcı köpeklerle giriştiği mücadelesinden söz eder. Avlanılan hayvanlar (antiloplar, ceylanlar ve diğerleri) da aptal değildi. Onlar da uzunca bir zamandır giderek daha da güçlenen etoburlardan kaçacak biçimde evrimleşmişlerdi. Bunu bir perspektife dönüştürürsek, koşan bir adam bir tavukla aynı hızda koşarken, çita ya da ceylan gibi gerçek bir koşucu pek de zorlanmadan saatte 60 kilometreye varan bir hıza ulaşabilmektedir.

Durum bu noktada ilk bakışta göründüğünden daha da karmaşıktır, çünkü büyük kediler ve diğer etoburlar, o kadar da becerikli avcılar değildir. Avlanılan hayvanlar hem dikkatlidir hem de koşmak konusunda çok iyidirler, pek çok etobur ise onurlu birer leşçildir sadece. Yabani hayat çalışmalarının gösterdiği üzere, sürünün yaşlı, hasta ya da çok genç üyelerine, sürüden ayrılanlara saldırırlar. Avcı tam olarak yetişmiş bir hayvanla başa çıkabilecek kabiliyette olsa da, böyle bir hayvan yakalama olasılığı çok düşüktür. Bu nedenle buna pek niyetlenmez. Tüm bunlar evrimsel açıdan da anlamlıdır.

Sürünün en güçlü ve sağlıklı üyesinin peşinden giden bir avcı daha iyi bir öğünle ödüllendirilebilir, ancak daha büyük risklerle karşı karşıyadır. Eğer sağlam bir hayvan yakalamaya çalışırsa, kendisinin de yaralanma riski vardır. Zarar görme riski yüksek olduğundan, avcı bir sonraki avında daha yavaş hareket edecek, öldürebilme yetenekleri gittikçe azalacak, dolayısıyla da hayatta kalma ve üreme şansı düşecektir. Bununla uyumlu olarak, nesiller içerisinde evrimsel olarak başarılı olan avcılar (nesiller arasında kendi genlerini taşıyabilecek kadar

çok yavru üretebilenler) sağlam avlara sırtlarını dönerek tehdit içermeyen zayıf hayvanlara yönelenlerdir. Leşçil bir hayvan, katillerin bıraktığı leşleri ya da hastalık ve yorgunluktan ölmüş bedenleri yiyen avcıdır; becerikli avcılar onurlu leşçillerdir; genellikle ölmeye hazır hayvanları sürüden ayırarak avlanırlar.

Bu nedenle insanın düzlüklerdeki gerçek rolü Becerikli Avcılık değil, Becerikli Leşçilliktir – ve bu durumda hız ya da güç değil, zekâ büyük bir avantajdır. Herhangi bir kuyruksuz maymun belki de gerçek bir Becerikli Avcı'nın kalıntısı olan ölmüş ya da ölmekte olan bir antilopu yakalayabilir; ancak bir insan bu leşten bir parça koparabilmek için keskinleştirilmiş bir taş kullanır ve bu etleri ailesini beslemek için ana kampına taşıyabilir.

Ağaçlardaki özel habitatlarından sürülen birkaç kuyruksuz maymun gayet uzmanlaşmış etoburlar karşısında, Becerikli Avcılar olarak her ne kadar birkaç taşla silahlanmış olsa da pek başarı sağlayamazdı, çünkü bugün Dünya üzerindeki en becerikli avcının, sözgelimi insanın yapabileceği yayın ve diğer tüm silahların icadından çok çok önceki zamanlardan bahsediyoruz. Bir dakika durup sakince düşünmek bile bu teorinin işlemeyeceğini gösterecektir. Ne var ki düşünmek için duran çok azdır.

Becerikli Avcı hipotezi bugün profesyonel antropologlar arasında pek de rağbet görmez, ancak o dönemlerde büyük bir cazibe merkezi haline gelmiştir ve hâlâ kalabalıkların ilgisini çekmektedir, özellikle de avı (ya da onun sansürlenmiş versiyonu olan sporu) gerçek insanın değerli ve erkeksi aktivitelerinin sembolü olarak görenlerin ilgisini. İnsanın kökenine dair tüm teoriler gibi –kendimizinkini de kastediyoruz– bu teori de atalarımızın geçmişte ne yaptıklarından daha çok, ona inanan insanların bugünkü hallerine dair çok şey söyler. Eski teorileri tamir etmek ve onlarla çelişen kanıtlara uyacak biçimde düzeltmek yerine hepsini çöpe atarsanız ve her şeye baştan başlayarak insanlarımızın nasıl insan olduklarına dair bilmeceyi çözmek için tamamen başka bir yaklaşım ortaya koymaya çalışırsanız ne olur?

Kraliyet Topluluğu'nun bir üyesi ve Oxford Üniversitesi'nde Zooloji profesörü olan Sir Alister Hardy, 1960 yılında bizim

çizgimizin insanlığa giden evrim yolculuğuna deniz kıyısında başladığını iddia ederek bilim dünyasını –ve basını– şok etmiştir. Sir Alister, Brighton'da İngiliz Denizaltı Kulübü'nun bir toplantısında konuşmuş ve söylediklerinin büyük bir kısmı neredeyse yok sayılırken, insanın okyanus kıyısında evrimleştiği fikri en azından bir ya da birkaç hafta büyük bir heyecanla karşılanmıştı. Hardy, fikirleri üzerinden yürütülen tartışmalardaki yanlış anlaşılmaları netleştirmek için *New Scientist* dergisine bir makale yazmaya karar verdi.[4] Onun insanın evrimi üzerine yeni ve taze görüşleri, daha sonrasında da göreceğimiz gibi pek çok insani özelliğin sucul ya da yarı-sucul bir yaşam tarzına verilen yanıtlar olabileceğini göstermesi bakımından takdirle karşılandı. Ana akım akademik paleoantropoloji tarafından büyük oranda yok sayılsa da, Hardy'nin teorisi 1972 yılında Elaine Morgan'ın çok satan kitabı *The Descent of Woman*'ı [*Kadının Türeyişi*] yazmasını sağladı.[5] Morgan, Hardy'nin teorisini geliştirmişti, ancak teoriye kendi kadın bakış açısını yerleştirmişti ve *Kadının Türeyişi* kitabı, Becerikli Avcı hipotezine tam bir antitez oluşturuyordu. İnsan evriminin anahtar unsuru olarak erkek yerine kadın vardı; temel değişikliklerin alanı olarak düzlükler yerine okyanuslar vardı ve tetikleyici güçler olarak saldırganlık ile avcılık yerine evin rahatlığı ve evcillik vardı. Yine hikâye kitlesel bir popülerlik kazandı; zamanın genç kadınlarının yükselen bilinci de buna katkı sağlıyordu. Morgan, erkek-egemen köken fikrine karşı bir panzehir hazırlamıştı ve savını desteklemek için eski usul seksle ilgili de önermelerde bulunuyordu. "Yüz yüze cinsel ilişki," diyordu Morgan, "henüz hızına yetişemediğimiz daha ya-

4 Alister Hardy, "Was man more aquatic in the past?," *New Scientist*, 7: 642-5, 1960.

5 Elaine Morgan, *The Descent of Woman*, Stein and Day: New York, 1972. Morgan 1972'den bu yana pek çok başka kitabında bu konuyu tartışmıştır, ancak savın özü en iyi hikâyesinin bu orijinal versiyonunda ortaya çıkmaktadır. Bu literatüre sonradan yapılan bir ek evrimde dişilerin rolünü vurgulamakta, ancak anlaşılmaz biçimde Morgan ve Hardy'i yok saymaktadır: Nancy Makepeace Tanner, *On Becoming Human*, Cambridge University Press: Cambridge ve New York, 1981.

kın zamanlı evrimsel geçmişimizin bir ürünüydü; kadınların yararına değildi, aksine neredeyse tüm kadınların zararınaydı." Morgan, penisin garip duruşu nedeniyle vajinanın yanlış yerlerine baskı uyguladığını ve böylece doğanın kadınlara sağladığı orgazmın engellendiğini dile getiriyordu. Elbette bu fikir bir başarıydı ve neredeyse somut bir entelektüel ihtiyaca temas ediyordu. Bu yüzden nereden geldiğimiz sorusuyla cidden ilgilenen birisi için iki karşıt fikir üzerine yürütülecek bir çalışma gerçekten aydınlatıcı olacaktır. Çünkü insan evrimine dair bu kadar zıt iki model aynı kanıtlar üzerinden inşa edilebiliyorsa, insanın kökenine dair ne kadar az şey bildiğimiz de çok net bir biçimde ortaya çıkmaktadır.

Hardy'nin orijinal tezini insan anatomisinin ve davranışının tüm yanlarını kapsayacak şekilde geliştiren Morgan'ın görüşü her şeyi tek bir mekanizmayla açıklamak konusunda çok ileri gidiyordu. Kesinlikle sağlam bir zeminden yola çıkıyor ve ağaçlarda yaşayan bir kuyruksuz maymunun açık düzlüklerde aslanlar, avcı köpekler ve sırtlanlar gibi gerçekten de becerikli avcılarla dolu düzlüklerde pek şansının olmayacağını biliyordu. Morgan, Hardy'i takip ederek ağaçlardan düzlüklere inen değil, insanlığa gidiş hattında daha iyi bir başlangıç yeri olabilecek su kenarlarına inen kuyruksuz maymunlardan söz ediyordu.

Buradaki temel önerme, yaklaşık 12 milyon yıl önce kimi kuyruksuz maymunların Miyosen döneminin kavurucu sıcakları nedeniyle deniz kıyısına göçmeye zorlanmış olduğudur ki burada serinleyebilmişlerdir ve ayrıca proto-kadın sığ sularda saklanarak ve tehdit unsuru yaratığın sıkılıp gitmesini bekleyerek avcılardan kaçabilmiştir. Bundan sonrası çorap söküğü gibidir. Dik duruşu proto-kadının suda yürümesini kolaylaştıracaktır; azalan kıllar, özellikle Pliyosen'in ılıman koşullarında sucul memeliler için olumlu bir durum teşkil edecektir. Baştaki kılların kalmış olması hem güneşe karşı hem de yeni doğanlar için koruma sağlayacaktır. Şaşırtıcı biçimde yeni doğan bebeğin saçları da dahil olmak üzere bugün bedende kalan kıllar, diğer primatların kürklerinden farklı bir model sunar, daha ziyade bedende suyun akış yönünü gösterirler ki

bu Morgan için etkileyici bir artıdır. Saçlar olmadan yüzmek daha kolay olabilirdi, ancak o zaman başka bir yalıtım maddesi gerekecekti ki bu durum diğer modern kuyruksuz maymunlardan farklı ancak tam da domuzbalığına (kesinlikle denize geri dönüş yapmış bir memeli) benzer bir biçimde insanların, özellikle de kadınların derilerinin altında geniş bir yağ tabakası bulunmasını açıklar. Aynı tabaka kalçalarda bir yastığa dönüşerek çimenlere ya da ağaçlara değil de kayalara oturmak zorunda kalanlar için bir avantaj sağlıyordu. Kadının vajinası da ileri dönük olmasıyla ve kızlık zarının gelişimiyle koruma altına alınmış oluyordu. Bu durumda yüz yüze cinsel ilişki ve erkeğin daha büyük bir penise sahip olması engellenemez sonuçlar olarak ortaya çıkıyordu. Kadınların memeleri erkeği cezbetmek için değil, ona yardım edecek vücut kılları olmadan yavrusunun meme ucuna erişebilmesi ve emebilmesi için gelişmişti. Annesinin kollarında taşınan bebeğin besin kaynaklarına erişimi yoktu, ancak gıda kaynağının meme şeklinde aşağı indirilmesi gerekiyordu.

Bu özelliklerin birçoğu, gördüğümüz gibi neoteniyle *nasıl* evrimleştikleri üzerinden açıklanabilir. Ancak burada mesele *niçin*'di. İnsan gelişiminin neotenik doğası söz konusu olduğunda hangi savın tarafını tuttuğunuz meseleyi değiştirmez. Neoteni şüphelerin ötesindedir ve belki de hem Becerikli Avcı hipotezinin hem de Sucul Kadın modelinin en başarılı biçimde gösterdiği şeylerden biri de neoteninin ne kadar kullanışlı bir uyum sağlama yöntemi olduğudur. Neoteni düzlüklerde avcılık hayatına ya da yarı-sucul yaşantı modeline yardımcı olmuş olabilir. Her şeyin ötesinde neoteni, bizleri yetişkinlere has uzmanlaşma tuzağından kurtararak çok yönlü olmamızı sağlar ki bizim insan evrimine dair kilit noktamız budur. Ne Becerikli Avcı ne de Sucul Kadın teorileri insana dair her şeyin açıklanması bakımından bütünüyle tatmin edicidir. Belki de bu kitabın yazarları olarak biz bile bu iki geniş –ve vahşi– perspektifi savunarak ve de neler kazanabileceğimiz üzerine anlaşmazlığa düştüğümüzü itiraf ederek, insanın kökenlerine dair herhangi bir teori inşa etmenin zorluklarının altını çizmeliyiz. İkimiz de Becerikli Avcı teorisinin tamamen göz ardı edilebilir

olduğunu düşünüyoruz. Yukarıda belirttiğimiz ve Morgan'ın ayrıntılı biçimde tartıştığı nedenlerden ötürü, insan evriminin ormanlarda yaşayan bir kuyruksuz maymunun daha uzman avcılarla rekabete girerek yeni ve dramatik bir uzmanlaşma yaşaması sonucunda gerçekleşmiş olduğu savı hiçbir anlam ifade etmez. Sucul Kadın teorisinin bize sunabileceği çok daha fazla şey vardır, ancak bu kitabın yazarları olarak bu katkının miktarı hakkında bir görüş birliğine ulaşabilmiş değiliz.

Bu teorinin en büyük avantajı, daha genelleştirilmiş bir evrim modelinin parçası olmasıdır. Örneğin araç kullanımı bu resimde derece derece gelişir ve ilk olarak yemek bulmak için kabukların açılmasıyla başlar, parmaklar çamurda yemek bulmak için kullanıldıkça daha duyarlı hale gelir. Bu durum sabit evrimsel baskıya bir yanıt olarak oyunu bitirmek için kaya fırlatma teorisinden, tabiri caizse öğrenmek için hiçbir deneme-yanılma şansınızın olmadığı ya herru ya merru oyunundan çok daha anlamlıdır. Bu kitabın yazarlarından biri, Hardy'nin hipotezinin Morgan versiyonu hakkında söylenebilecek en iyi şeyin, model inşa etme bağlamında hassas bir örnek teşkil ettiği için ciddi biçimde ele alınmasının gerekli olduğunu düşünmektedir ki Becerikli Avcı hipotezi bilimsel bir teorinin nasıl inşa edilemeyeceğine dair iyi bir örnektir. Bu kitabın diğer yazarı ise Morgan'ın versiyonunda insanın evrimine dair bir nebze gerçeklik olmadığını düşünmektedir; teori avcılardan kaçmak için değil, sadece daha iyi bir kamp alanı olarak su kenarını tercih eder.

Ancak diğer yazar, sucul kanıtların tamamen göz ardı edilemeyecek kadar güçlü olduğunu düşünmektedir. Bahsettiğimiz gibi, vücut kıllarının yönelimine ek olarak, insan burnu –bir kara hayvanı için çok belirgin bir özelliktir, bunu test etmek için bir hayvanat bahçesine uğrayın– yüzerken suyun sinüslerden ve ciğerlerden uzak tutulması için iyi bir araçtır. Hiçbir şey ifade etmiyor olsa bile, Sir Fred Hoyle'un insan burnunun burun deliklerinden böceklerin içeri kaçmaması için bu şekilde evrimleştiğine dair garip iddiasından daha anlamlıdır.[6] Da-

6 Fred Hoyle ve Chandra Wickramasinghe, *Diseases From Space*, Harper & Row: New York, 1980.

ha soyut biçimde, insan kaşlarının –ki bu Charles Darwin'in de aklını karıştıran bir özelliktir, çünkü insan dışında hiçbir primat bizim kaş çatarken kullandığımız kasları kullanmaz– sudan yansıyan güneş ışınlarından korunmak amacıyla kullanılabileceği fikri de ortaya atılabilir. Daha somut olaraksa, neden yeni doğan tüm bebekler yüzebilir? Dahası, insanların primatlar arasında fizyologların dalına refleksi olarak adlandırdıkları karmaşık uyum sağlamaya sahip olan tek hayvan türü olması da burada vurgulanabilir.

Okyanustaki yaşama yeniden adapte olan memeliler, örneğin balinalar ve foklar, uzun süreli dalışları güvenli hale getirecek özel bir mekanizma geliştirmişlerdir. Derin sulara daldıklarında refleks olarak bir dizi vücut fonksiyonu kapatılır ve vücudun kan olmadan bir süre işleyebilecek kısımlarına kan daha az gönderilir. Aynı zamanda, diğer refleksler de kan olmadan yaşamayacak olan beyne oksijen kaynağı olarak kanın gitmesini garanti altına alır. Hemoglobinlerinin oksijen taşıma kapasitesindeki artışla birlikte tüm bu dalma refleksleri suda yaşayan memelilerin okyanuslarda rahatça dolaşmasını sağlar; elbette nefes almak için yüzeye çıkmak zorundadırlar, ancak suda yaşayan memelilerin hepsinin (balinalar, yunuslar ve domuz balıkları) niyet ve davranışları, derin dalışlar sırasında beyinlerinin oksijensiz kalmaması konusunda en az balıklar kadar başarılıdır. İlk nefessiz kaldığı anda paniklememesi konusunda eğitilmiş olan bir dalgıç da, daha mütevazı bir biçimde olsa da aynı şeyleri yapabilir; nefessiz kalma aşamasını geçtikten sonra, vücut, görünüşe göre sualtında yüzmeye adapte olmuş daha sakin bir aşamaya geçer; kan beyne yönlendirilir. Dalma refleksi insan biyolojisinin artık iyi bilinen bir özelliğidir ve bizim ilkyardımı öğretme biçimimizi de değiştirmiştir. Birkaç yıl öncesine kadar, sahil koruma görevlilerine boğulan bir insan eğer birkaç dakikadan daha uzun bir süre suyun altında kalmışsa canlandırma işine hiç girilmemesi gerektiği, çünkü kazazede nefes alabilse bile beyninin oksijensizlikten ötürü zarara uğramış olacağı öğretilirdi. Bugün boğulan kazazedelerin her zaman yeniden canlandırılması gerektiğini biliyoruz, özellikle de soğuk suda dalma refleksi dakikalar

sonra bile büyük bir şans yaratır ve kazazede hiç de hasar görmeden "yeniden hayata döndürülebilir" Eğer Morgan'ın versiyonunda hiçbir gerçeklik payı yoksa dalma refleksi gibi bir fizyolojik mekanizmayı neden adapte etmiş olabiliriz ki? Öte yandan, koşullara bağlı olarak hayatımızı kurtarsa dahi, dalma refleksi elbette bir kazın refleksleri kadar iyi gelişmemiştir. Dahası test edilen tüm sürüngenler, kuşlar ve memeliler, kısmi bir dalma refleksi göstermiştir. Sonuçta hepimizin sucul bir atası vardı ve bu Pliyosen döneminin çok öncesine rastlamaktadır. Dalma refleksi en kolay biçimde genç hayvanların sulu yumurta ortamında ya da karındaki mücadeleleri üzerinden açıklanabilir.

Hardy'nin insan davranışları listesi, ki bu liste Morgan tarafından genişletilmiştir, Becerikli Avcı savunucularının listesinden hem daha uzun hem daha ikna edicidir. İnsan sadece suda yaşayan memelilerin gösterebileceği pek çok uzmanlaşma özelliği gösterir. Teori ayrıca insanımsıların ortaya çıkmasından önceki fosil kayıtlarındaki boşlukla da örtüşür. "Fosil yoktur," der Morgan, "çünkü atalarımız tüm kemiklerin hızlıca yok olduğu ya da süpürüldüğü kıyılarda yaşıyorlardı. Hiçbir taş alet de mevcut değildi, çünkü çakıl bir kumsalda çakıldan bir aleti bulmak samanlıkta iğne bulmaktan çok daha güçtü." Ne yazık ki sucul teori de insan evrimi hakkında her şeyi açıklayamaz ve çok bariz hataları vardır.

Hardy ve Morgan, otuz yıldan daha önce teorilerini yazarlarken, tarihleri yanlış almışlardı. Elbette 1960 ve 70'lerde bu hatayı herkes yapmıştır. Fosil avcılığı üzerine daha çok çaba sarf edilince daha fazla –ve daha eski– kalıntılar bulunmuştur, ancak bu yanlışlık Sucul Kuyruksuz Maymun hipotezinin göz ardı edilmesi için bir neden teşkil etmez. Yine de sucul modelin kapatmaya çalıştığı fosil boşluğunu daraltmış ve deniz kıyısındaki evrimin faaliyet göstermesi için daha az zaman bırakmıştır. Eğer atalarımızın şekillenmesindeki anahtar unsur 8 milyon yıl önce gerçekleşen büyük Miyosen kuraklığıysa, o zaman moleküler kanıtlara göre bu atalar aynı zamanda şempanze ve gorilin –ve elbette Lucy'nin– de ataları olmalıdır. Evrimin sucul aşamasına bağlı olarak sadece insana özgü olduğu

düşünülen özellikler için sucul aşamayı 3 milyon yıl ötelememiz gerekmektedir ve bu durumda bu aşama sadece bir milyon yıl sürmüş olabilir. Her şeyden önce zaman çizelgesindeki bu değişiklik Sucul Kuyruksuz Maymun hipotezinin aleyhinedir. Her durumda, son dönemlerdeki iklim çalışmalarının gösterdiği üzere büyük Miyosen kuraklığı abartıldığı kadar büyük bir kuraklık değildir; ormanlar küçülmüştür, evet, ama değişimin büyüklüğü Morgan'ın işaret ettiği kadar değildir. Daha da önemlisi, Suda Yürüyen Kuyruksuz Maymun modeli temel öncülleri bakımından da Becerikli Avcı hipotezi kadar şüpheli konumdadır. Morgan ağaçlarda yaşayan kuyruksuz maymunun düzlüklerde neden yaşamını sürdüremeyeceğine dair kötü savlar ileri sürer. Morgan açık açık ağaçta yaşayan bir kuyruksuz maymunun düzlüklerde yaşayamayacağını, onun yerine gölgelik alanlarda, etoburların onu bulamayacağı çalılıklarda yaşayabileceğini ifade ederek, düzlüklerde yaşayan kuyruksuz maymunu yerde bekleyen korkunç yaşamın canlı ve olumsuz resmini çizer. Peki haksız mıdır? Büyük kediler de dahil olmak üzere pek çok etobur yüzebilir ve lezzetli bir öğün için suya dalmaktan çekinmez. Morgan'ın sosyal etoburların efsanevi sabrı hakkında –özellikle de avcı köpekler ve sırtlanların– pek bir fikri yokmuş gibi duruyor; bu canlılar öğünlerine eninde sonunda kavuşacaklarını biliyorlarsa sonsuza kadar bekleyebilirler. En büyük bilmeceyse Morgan'ın iddia ettiği üzere sucul yaşama bu kadar muhteşem biçimde uyum sağlamış bu canlıların yeni evlerini neden terk ettiğidir. Teori, en azından ağaçta yaşayan kuyruksuz maymunların neden su macerasına atıldıklarını açıklamaya çalışır, ancak atalarımızın karaya geri dönüşü hakkında tek söylediği, yağmurların yeniden yağmaya başlaması ve karaların Sucul Kuyruksuz Maymunların kıta içlerine dönmesini sağlayacak biçimde yeniden yeşillenmesidir. Ancak en büyük evrimsel baskı türlerin ya uyum sağlayacağı ya da öleceği sert koşullarda gerçekleşir; yeni bir cennet bahçesinin meydana çıkışı, Sucul Kuyruksuz Maymunların kıyıları terk etmeleri için yeterli bir neden olamaz, özellikle de düzlüklere adapte olmuş daha başka hayvanların olması durumunda. Sucul Kuyruksuz Maymunlar kıyı yaşamına ne kadar iyi

adapte olmuşlarsa, oradan ayrılma olasılıkları da bir o kadar düşer; eğer sucul adaptasyonlar büyük bir başarı değilse o zaman teori de her koşulda başarısızdır.

Bizim şu anki konumumuzdan bakılacak olursa, Sucul Kuyruksuz Maymunun en büyük sorunu, Morgan'ın bütün hayalgücünü kullanarak tasvir ettiği olayların, bu senaryo uyarınca 4 milyon yıldan daha önce, şempanze, goril ve insan ayrışmadan önce gerçekleşmiş olması gerektiğidir. Bundan 30 yıl önce, yani insan çizgisinin kuyruksuz maymun çizgisinden 20 milyon yıldan daha uzun bir zaman önce ayrılmış olduğu sorgulanamaz bir gerçek olarak kabul edildiği zamanlarda, Hardy ya da Morgan, Miyosen kuyruksuz maymunlarından insanın tek ataları olarak bahsedebilirlerdi (yine de 1972 itibariyle insan-kuyruksuz maymun ayrışmasının daha yakın zamanlarda gerçekleşmiş olduğuna dair ilk veriler basılalı 5 yıl olmuştu). Bugün daha çok şey biliyoruz. Eğer insanın 4 ya da daha uzun milyon yıl öncesinden kalma sucul özellikleri varsa, tam olarak aynı özellikler olmasını beklemesek de şempanze ve gorilde de bu özelliklerin olması gerekir. Kimse şempanze ya da gorilin sucul yetenekleri üzerinde bir araştırma yapmamıştır –belki de birileri bu araştırmayı yapmalıdır–, ancak bildiğimiz kadarıyla insan bu üçü içerisinde en sucul olanıdır. Belki de deniz ya da göl kenarındaki kamp yaşamı ve yüzmek atalarımızın yaşam tarzında Lucy'den bu yana anlamlı bir rol oynamıştır. Ancak bu ipuçlarının Morgan'ın kastettiği kadar büyük anlamları olmadığı ortadadır. Su başındaki bir yaşam biçimi ancak evrimimizde bizi insanlığa taşıyan yolda önemli adımlar atıldıktan sonra gerçekleşmiş olabilir. Başka bir araştırmacının, Açık Üniversite'den Caroline Pond'un, 1987 yılında yine Hardy'nin makalesinin yayımlandığı *New Scientist*'te yayımlanan makalesini hatırlatmakta fayda olabilir; "Sucul kuyruksuz maymun teorisi," demektedir Pond, "tamamen batmış olmasa da su alıyor gibi görünmektedir."[7]

Nihayetinde geldiğimiz nokta, savanalardaki yaşamın atalarımız için gerçekten de o kadar kötü olup olmadığı sorusudur.

7 Caroline Pond, "The great ape debate," *New Scientist*, 12 Kasım 1987, s. 39-42.

Biz, özellikle de gerçek Becerikli Avcılarla doğrudan rekabeti önleyebildilerse, durumun o kadar kötü olmadığı kanaatindeyiz. İnsanın kendisi de dahil olmak üzere pek çok primatın düzlüklerde nasıl da iyi yaşayabildiğini görmek için düzlüklerin bugünkü hallerine şöyle bir bakmamız yeterli olacaktır. Sizin ve bizim sayemizde babunların ve vervet maymunlarının, onların ve bizim primat atalarımızın o kadar düşmanca buldukları koşullarda bugün nasıl olup da bu kadar iyi yaşamayı başardıklarını sormak zorundayız. İnsan evriminin deniz kıyısı modelini tümüyle kabul etmek zorunda değiliz, çünkü yüzeysel olarak kabul edilebilir olmasına ve de açık biçimde pek çok adaptasyonu açıklayabiliyor olmasına rağmen, orijinal öncülü –atalarımızın düzlüklerde hayatta kalamayacağı iddiası– aslında tam tersi biçimde sular için geçerlidir. Buradan, fikrin heyecanlı destekleyicilerinin atalarımızın modern insanın yaşam yerlerinden daha sulak alanlarda evrimleşmiş olabileceği fikri doğabilir. Morgan'ın hipotezinin tümden açıklayıcı gücüne sahip olmasa da, onlar sulak alan aşamasını tarihin derinliklerinde o kadar da geriye itemezler.

Diğer yandan, Becerikli Avcı hipotezinin hevesli destekleyicilerinin üzerinde duracağı daha da çürük bir zemin vardır ve de hipotezin çok daha az sayıda parçası insanın kökenlerine dair genel bir resme yerleştirilmek üzere kurtarılabilir. Kıllar zorlu kovalamacaların ardından avcıların serinleyebilmesi için kaybedildiyse, neden erkekler, avcılar, köşede olayları izledikleri varsayılan kadınlardan daha çok kıla sahiplerdir? Araçlar, silahlar olarak mı kullanılmaya başlanmıştır? Eğer bir kayayı atarsanız ve hedefi tutturamazsanız –ki bu durum acemiler için çok mümkündür– hedefinize bağlı olarak ya aç kalırsınız ya da avcılar tarafından avlanırsınız. Burada deneme ve yanılma için çok az alan vardır. Çağdaş primatlardan da bir şeyler öğrenebiliriz. Babunlar aslanlarla rekabete girmezler; kendi hayat tarzlarını sürdürürler. Eğer atalarımız büyük kedilerin başarılı rakipleri olmuş olsaydı, doğal seçilim onları modern insanın takip ettiğinden çok daha farklı bir yola sürüklerdi. Bazılarımız insanların kızgın ve saldırgan hayvanlar olduklarını düşünmeyi seviyor olabilir, ancak gerçekte biz tek-

nolojimizden soyunuverdiğimizde kızgın hayvanlar olmak bakımından oldukça patetik durumdayız. Milyonlarca yıl boyunca bir avcı olarak evrimleşmiş olsaydık, evrim bizi hızlı koşma, sivri dişler ve çok yüksek olasılıkla daha iyi bir koku ve tat alma duyusuyla donatmış olurdu. Biz bunların yerine çok yönlülükle işaretlenmiş bir yoldan indik ve ihtiyaçlarımıza uygun ortamlara uyum sağladık. Ortaya çıkan sonuç ise modern insanın korkak bir avcı olduğudur ve hatta hayatları buna bağlı olsa da bir hayvanı yakalayamayacak modern insanlar vardır. Unutmayalım, Becerikli Düşünür'e değil de Becerikli Avcı'ya işaret eden hiçbir ayırt edici özellik bulamayız.

Fosilleri yorumlamak bir tahmin oyunudur ve soracağınız herhangi bir soru için genellikle birden fazla yanıt vermeniz mümkündür. Bu koşullarda bile yanıtlardan hiçbiri doğru olmayabilir ve fosiller gerçeği söylemiyor olabilir. Kabul edilen tarihler değişir ve yeni kanıtlar ortaya çıkar. Bugün örneğin Miyosen-Pliyosen sınırının, 7 milyon yıl öncesinin Afrikası'nın, 20 ila 30 milyon yıl öncesinin koşullarıyla kıyaslandığında bir kuraklık zamanı olduğunu bilsek de, Afrika savanalarının bugünün savanalarından pek de farklı olmadığını da biliyoruz – aslında daha da fazlası vardı. Nehirler halen akmakta ve nehir kenarlarında ağaçlar yetişmekteydi. İklim büyük ihtimalle daha önce olduğundan daha değişkendi ve yerel alanlarda felaketler üretmeye ve hayvanları göçe, uyum sağlamaya ya da silinmeye zorlamaya daha müsaitti, ancak tüm bunlar evrimsel çeşitliliği ve değişimi hızlandıracak koşullardı. Bu resim yeni kanıtlar bulundukça daha da renklendirilebilir. Ancak şimdi elimizdeki kanıtlar uyarınca, Pliyosen döneminin başlangıcının daha öncesinde yarı-çöl ortamında yaşamaya alışmamış ne var ne yoksa silip süpürecek denli zorlu olmadığını ve yeni koşullara uyum sağlayacak yeni döller bırakmadan pek çok türün ortadan kalkmasını gerektirecek kadar hızlı bir süreç olmadığını biliyoruz.

Teoriler kutsal değildir; yeni kanıtlar ortaya çıktıkça değişmelidir. Yeni kanıtlar ve fikirler ortaya atıldığı zaman tarihi ve tarih öncesini yorumlayış biçimimiz esneyebilmelidir. Hardy'nin deniz kıyısı hipotezi tam da bu yüzden iyi bir hi-

potezdir. Bu hipotezin doğru olduğunu düşünmüyoruz, ancak yine de önemli ilhamlar vermiş ve insanların o zamanların tek alternatifi olan Becerikli Avcı hipotezinden daha nitelikli hipotezler ortaya atmasının önünü açmıştır. Doğru olmamasına karşın Hardy'nin fikri kötü bir hipotez değildir, çünkü alternatiflerinin ne kadar kötü olduğunu ortaya koymuştur.

Becerikli Avcı ve Sucul Kuyruksuz Maymun hipotezlerinin ortak ve en büyük hatası, her şeyi bir kalemde ve de hemen halletmeye çalışmalarıdır. Her ikisi de ağaçlarda yaşayan kuyruksuz maymunu insanlığa giden yola tek bir olayın ardından hemen çıkarmaya çalışmıştır; bir durumda okyanus fark yaratırken, diğerinde avlanma anahtar roldedir. Ancak bu ikisinin arasında daha çok şeye açıklık getiren sudaki yaşam hipotezidir ki bu bile ancak çok azını açıklayabilmektedir. Her durumda ikisinden birini tercih etmek zorunda değiliz, çünkü modern insanın ortaya çıkmasına neden olan olayların tümünü tetikleyen tek bir tarih öncesi olaydan söz edemeyiz. Farklı evrimsel baskılar farklı adaptasyonlarla sonuçlanmıştır ve nihai sonuç modern insandır, ancak insanın anahtar özelliği çok yönlülüğüdür. On parmağında on marifet vardır; biraz avlanır, biraz yüzer, tarımdan bol miktarda anlamaktadır vs. Yakın dönem evrimsel gelişmemizde hâkim olan belirli ve tek bir adım yoktur ve eğer böyle bir olay olsaydı bugün ya sözde-kurtlar ya da sözde-yunuslar olurduk, sosyal ama uzmanlaşmış olurduk. Avlanma insan evriminin genel sürecinde kısmi bir rol oynamış olabilir; kıyılardaki yaşamın da kimi aşamalarda katkı sağlamış olması mümkündür, ancak hiçbiri modern erkeğin ya da kadının şekillenmesinde hâkim unsur değildir. İlginç olan başka bir unsursa, ilk insanların yaşamlarının yeniden kurgulanmasına dair son çalışmaların pek çoğunun su kıyısında bir ev ve erkekler tarafından gerçekleştirilen avcılık işlerini içeriyor olmasıdır; her iki dünyanın da en iyi kısımları bu teorilerde kapsanmıştır.

Hadi dürüst olalım. Kimse Pliyosen döneminde bizleri insan, şempanzeleri şempanze ve gorilleri goril yapanın ne olduğunu bilmez. Biliyoruz ki ilk adım dik yürümek olmuş, büyük beyin ise sonradan gelmiştir. Ancak atalarımız için ayağa

kalkmanın neden iyi bir şey olduğunu bilmiyoruz ya da büyük bir beyinden neden yarar sağladıklarını da tam olarak bilemiyoruz. Elbette bazı iyi tahminlerde bulunabiliriz, ancak yine de bu bizim algılayışımızdaki büyük bir boşluğu gösterir. İnsan türünün pek çok özelliğinin neoteninin ürünü olmasına karşın, dik yürüyüş kesinlikle böyle bir şey değildir. Fetüsün bacakları küçük ve kollarına kıyasla az gelişmiştir ki bu belki de atalarımızın daldan-dala-atlayan tarzda bir yaşam sürdürdüklerinin göstergesidir. Her halükarda neoteni nasıl değiştiğimizi açıklar, neden değiştiğimizi değil. Bizim insanın gelişim hikâyesi versiyonumuz pek çok hikâyenin birleşiminden oluşur ve uzmanlar tarafından yorumlanan fosil kanıtlarla birlikte moleküler antropolojinin mutlak kanıtlarına dayanır ve Sucul Kuyruksuz Maymunlar ile Becerikli Avcı hipotezlerinden daha az dramatik ve daha az siyah-beyazdır. Yine de mümkün bir hikâyedir ve gelecekte ortaya çıkabilecek kanıtlar onu da çürütebilecek olsa da bugün için atalarımız hakkında düşünmek bakımından bilgilendirici bir bakış açısı sağlar.

Kayıtlara geçsin diye söylüyoruz, insanın savanalarda evrimleştiğini ve aynı zamanda zamanının büyük bir kısmını su kıyılarında aile grupları biçiminde kamp yaparak geçirdiğini düşünüyoruz. Ancak Richard Leakey ve Don Johanson'la ortak olarak, insanın düzlüklerdeki yaşamını becerikli bir avcıdan çok zeki bir alışverişçi olarak sürdürdüğü kanaatindeyiz. California, Berkeley'de çalışan başarılı antropolog Glynn Isaac, tarihin en önemli gelişmelerinden birinin sepetin icadı olduğu fikrini ortaya atarak tam da bu resmi ortaya çıkartmıştır. Kastetmiş olduğu, bir şeyler taşımak için kullanılan sepetin proto-insanın toplumsallaşmasına ve sonunda modern insana dönüşmesine yol açmış olmasıdır.

Bazı akrabalarımızı düşünecek olursak, bir şeyleri taşıma yeteneğinin neden bu kadar önemli olduğunu görmemiz kolaylaşır. Babunlar ile vervet maymunları, şempanze ve gorillere nazaran bizden çok daha uzak olsalar da, 4 milyon yıl öncesinin savanalarından çok da farklı olmayan savanalarda yaşamaktadırlar. Günlerinin büyük bir kısmı hayatta kalmalarını sağlayacak yemeklerin bulunmasına harcanır; zaman ya ye-

mek yemekle ya da bir beslenme alanından diğerine gitmekle geçer. Her bir maymun az ya da çok kendisi için yaşar. Zengin ve eğlenceli bir toplumsal hayat yaşıyor olsalar da hiçbir yerde en basit bir insan topluluğu kadar bile karmaşık olmayan bir yapıya sahiplerdir. Bu durumun nedeni, bu karmaşıklık için vakitlerinin olmamasıdır. İnsan gruplarının en az teknolojik olanı bile (Kalahari çöllerinin buşmenleri ya da Avusturalyalı aborijinler) karınaşık bir toplum inşa eder ve bunu da büyük oranda besin kaynakları etrafında yaparlar. Haftalarca kalacakları kamplar kurarlar ve her gün etraftan topladıkları besinlerle buraya dönerler. Bizim standartlarımıza göre çok zorlu bir hayat değildir bu; her gün köklerin, çileklerin, fındıkların, otların ve başka şeylerin toplandığı birkaç saat demektir. Bu toplama işi, ki protein ve enerjinin temel kaynağıdır, büyük oranda kadının işidir. Sırtında küçük bir çocuk taşıyarak kolaylıkla yapılabilecek bir iştir, ancak bulduğunu koyabileceği bir kaba ihtiyacı vardır. İki avuç dolusu yiyecek için –ki kötü bir varsayım olarak bağımsız olarak hareket edebilen ya da bağlanabilen bir çocuğu öngörür– bu kadar enerji harcamaya değmez. Ancak bir sepet dolusu yiyecek kolayca toplanabilir ve kampa getirilebilir. Böylece hayat görece daha kolay ve kârlı olur, ayrıca toplumun kuruluşunu gerçekleştirir. Erkekler avlanırlar, doğru, ancak bu durum gerçek etobur avcıların av hayatlarıyla kıyaslandığında adeta bir şaka gibidir. Erkekler sıklıkla avlanmazlar, ayrıca o kadar fazla av da ele geçiremezler, kampa döndüklerinde aslan payının zaten kadınlar tarafından toplanmış olduğunu görürler.[8]

Kadınların toplayıcı, erkeklerinse avcı oldukları bu kalıp, bugünün ilkel olarak adlandırılan insanlarında o kadar net bir biçimde bulunmaktadır ki düzlüklerde dolanan proto-insanın yaşam tarzını andırdığını düşünmek çok mantıklıdır. Bugün kadınlar çok haklı olarak insan evrimine dair eski hikâyelerde

8 Burada aslan payı kalıbını kullanmak gerçekten çok uygundur; bir aslan sürüsünde dişiler genel olarak avlanmaktan sorumludur ve erkekler tüm zorlu iş yapıldıktan sonra ortaya çıkıp paylarını yerler. Aslanın etkileyici yelesi diğer erkeklere ne kadar da harika bir yaratık olduğunu gösterınesi bakımından mükemmel bir araçtır ve cinsel başarısında rol oynuyor olsa da yele, antilop avı için hiç de ideal bir gizlenme aracı değildir.

kendi cinsiyetlerinin yok sayılması karşısında çileden çıkarlar ve bizi insan yapan önemli gelişmelerde çok büyük roller oynadıklarını –bu gelişmeler deniz kıyısında yaşanmamış olsa da– iddia etmek noktasında oldukça sağlam dayanaklara sahiptirler. Kendi kendilerine gelin güvey olanlar için vurgulamak isteriz ki erkeklerin avcılık yeteneklerinin gelişmesi, zavallı kadın ve çocukların büyük ve kuvvetli koruyucuları tarafından getirilen kırmızı et olmadan açlıktan ölecek olmalarına değil, kadınlar çocuklarını büyütmek ve de meyve, fındık, çilek vs toplamak gibi mühim işlerini yaparlarken, erkeklerin ayakaltında dolanmalarını istememelerinden kaynaklanmış olabilir. Bu durum, erkeklere yapacak bir iş sağlamış, ek olarak ise bir miktar et getirmiş ve onları ayakaltından uzaklaştırmış olabilir. Aynı nedenle, ellerinde harcayacak zamanları olduğundan, erkekler geleneklerin koruyucusu, kabilenin bilge adamı ve masal anlatıcısı olmuş olabilirler. Kadınlar söz konusu olduğunda buradaki ironik durum, erkeklerin 20. yüzyılın sonunda bile hâlâ masal anlatıcısı olmalarıdır. Anlattıkları en uzun hikâyelerden biri de Becerikli Avcı olan erkeğin milyonlarca yıl öncesinde Afrika düzlüklerindeki varlığının nasıl da büyük bir başarı olduğu hikâyesidir. Aynı durum bugün de devam etmektedir. Eve ekmek getiren erkek o zor günün ardından eve gelir, birkaç evrak imzalamış ve yan masayla dedikodu yapmıştır; evi kuran kadın ise onu beklemektedir, sadece eve ve çocuklara bakmış, yemek malzemelerini ayarlamış ve yemeği pişirmiştir; koruyucusunun eve dönmesini beklemektedir. 1990'larda ortaya çıkan, ev işlerinin yürütülmesinde ve bir ailenin sürdürülmesinde eşit bir eş olarak rol alan "yeni erkek", bir gerçeklikten çok belirli dergilerin ve hayallerin ürünüdür. Gerçek ve doğru resim eski olanıdır. Bizim Becerikli Avcı atalarımız büyük olasılıkla ancak bugünün masabaşı memurlarının olabileceği kadar becerikli avcıydı.

Yine de bu kendini beğenmiş tavır akademi salonlarından tamamen dışlanmış değildir. Saygıdeğer bir antropolog, Ohio Kent State Üniversitesi'nden Owen Lovejoy, dik yürümeyi ilk öğrenenlerin erkekler olduğunu düşünmektedir ki bu Don Jo-

hanson tarafından heyecanla savunulan bir önermeydi.[9] Kabaca sav, dik yürüyen bir erkeğin eşine ve çocuklarına yemek taşıyabilecek olması üzerine kuruludur ve böylesi bir erkek dik yürüyemeyen ve eşine bakamayan bir erkekten daha çok çocuk yetiştirebilecektir. Dişi, erkeğin eve getireceği yemeği bekler ve sessizce oturur, erkek ise yemek arama gezilerinde karşılaşabileceği tehlikelerden kendisini korumak zorunda olduğu için kadından daha büyük olacaktır. Bu nedenle Becerikli Avcı hipotezinin iflası kabul görürken, bu bakış açısı insanlığın ortaya çıkışında erkeğin temel rolünü ona geri verir. Burada o kadar çok kavramsal hata vardır ki, nereden eleştirmeye başlayacağımızı bilemiyoruz. Sarich ve Wilson'ın bir öğrencisi olan Becky Cann, eleştiri sorumluluğunu üzerine almıştır. Cann ticarette ebeveyn belirsizliği olarak bilinen bir koşulu erkekler üzerinden tartışır. Bir erkek asla bir çocuğun kendisine ait olup olmadığını bilemez, aldatma her zaman için bir olasılıktır. Bir kadının ise böyle bir şüphesi yoktur. Tam da bu temel neden dolayısıyla doğal seçilim erkekler üzerinde kadınlardan daha az etkili çalışır; en kötü durumda süper dik duruşlu, mükemmel koruyucu eşine badi badi yürüyen bir zamparadan olma çocuklarını büyütmesi için yardım ediyor ve o mükemmel genlerinin yayılması için aslında hiçbir şey yapmıyor olabilir. Bu pek de hayırlı bir durum değildir. Cann, insanlar arasındaki en önemli toplumsal bağın eşler arasında olanın değil, anne ile çocuğu arasında olan bağ olduğunun altını çizer ve yemeğin paylaşılmasının (insanlığın gelişmesinde çok büyük bir önemi olduğu konusunda şüphe yoktur), büyük olasılıkla ilk defa anne ile çocuğu arasında gelişmiş olduğunu vurgular ki bu durum pek çok başka primatta da böyledir.

İki ayağı üzerinde durabilen bir annenin başarabileceği şekilde yeni doğmuş bebeğini taşıyabilen ve yiyecek toplayabilen bir anne daha iyi durumda olacak ve aslında çok daha başarılı olacaktır. Paylaşımı ve bakıcılığı öylesine yaygınlaşacaktır ki büyük çocukları küçüklerin bakımını üstlenecek, böylece anne ile çocukları toplumsal bir grubun çekirdeğini oluşturacak-

9 C. Owen Lovejoy, "The origin of man," *Science*, 211: 341-50, 1981.

lardır. Elbette bir anne, kendi üreme başarısını düşünen bir erkeğin saldırılarından korunmak durumunda kalabilir; bu durumda tek bir erkekle uzun dönemli bir ittifak kurmaktan daha iyi ne olabilir? Tüm bunların pek çok sonucu vardır ki en önemlilerinden biri, insan topluluklarının kendi ilişkilerini düzenlemeleri konusunda onlara sağladığı esneklik olabilir ve örneğin Lovejoy'un tekeşli erkek koruyucu teorisi bu getiriyi sağlayamaz. Bu teori doğrudan eskinin şovenist antropolojik teorilerinden türemiştir. Cann bu noktayı güçlü biçimde eleştirir: "Fosil kayıtlara endüstrileşmiş Batılı kültürel standartları dayatma hevesi," der Cann,"kimi paleo-antropologların (...) kendi verdikleri en iyi tavsiyeyi, 'bugün geçmişin anahtarı olmayabilir'i unutmalarına neden olmaktadır."[10]

Hikâyemize geri dönersek, proto-insanlar savanalarda kesinlikle avcılarla karşılaşmışlardır ve kimilerinin sonu çok kötü olmuş, avcılar tarafından yenilmişlerdir. Ancak geceleri korunaklı olabilecek gizli yerler bulmayı ve dikkatin önemini de öğrenmişlerdir. Erkekler ve dişiler yiyecek aramaya birlikte gitmiş olabilirler –babunlar böyle yapar– ve et bulduklarında bunu nasıl yiyebileceklerini de öğrenmiş olabilirler, başkasının kalıntıları üzerinden leşçil beslenmiş ya da kaçamayan hayvanlardan (genç, yaşlı ya da hasta hayvanlardan) yararlanmış olabilirler. Araçlar (sepet de dahil olmak üzere) tek bir ilham ânının (Stanley Kubrick'in filmi *2001: A Space Odyssey*'deki dışarıdan yardım gibi) sonucunda değil, yavaş gelişmeler şeklinde ortaya çıkmış olabilir. Kökleri ve toprağı eşelemek için bir çubuk; kemikleri ezmek, lezzetli ve besleyici özlere ulaşmak için bir taş kullanmak; eti kesmek için keskinleştirilmiş bir taş bulmak ve bu etleri taşımayı kolaylaştırmak. Yeri sürekli değişse de her gün kampa geri dönmek üzerinden insanlar arasında anne ile çocuğun bağından farklı olarak, uzun dönemli bağların gelişmesi mümkün olmuş olabilir. Bireyler birbirlerine yaslanarak, yeteneklerini, bilgilerini ve gıdalarını paylaşarak birbirlerine destek olmaya başlamış olabilirler. Küçük çocuklu anneler, yaşlılar, gençler ve hastalar merkez kampta

10 Rebecca L. Cann ve Allan C. Wilson, "Female role in hominid evolution," *Science*, 217: 303-4.

kalabilir ve avcıların tehlikelerinden korunabilmiş olabilirler. Paylaşılan bu sorumlulukların ve sözlerin aşama aşama gelişmesiyle insan topluluklarının karmaşık düzeni filizlenmiştir; kanıtlar azdır, ancak buna benzer bir şeyler olmuş olmalıdır. Buradaki önemli nokta, tüm değişikliklerin birbirleriyle ilişkili olmasıdır. Gıdanın paylaşımı toplumsallaşmayı destekler ve toplumsallaşma gıda paylaşımına dayanır. Dik yürüme yiyecek toplamayı kolaylaştırır ve yiyecek toplama ilkel alet yapabilme yetisini güçlendirir. Daha iyi aletler daha iyi beyinler tarafından üretilir ki bu da kendine benzer insanlarla karmaşık ilişkiler kurulmasını tetikler. Daha iyi beyinlerin uzun çocukluk aşamasında gelişebilmesi için daha yüksek nitelikli gıdalara ihtiyacı vardır ve her şey böyle sürer gider. Her şey birbirine bağlıdır, ancak insani yaşam tarzına doğru ilerleyişte en ufak eğilimler bile güçlendirici ve büyütücü bir etki yaratır.

Kesinlikle bildiğimiz bir gerçek şudur: Primatlar 4 milyon yıldan biraz daha kısa bir süre önce, Pliyosen kuraklığının sona ermesinden çok önce mükemmel biçimde dik yürüyorlardı ve bunu deniz kıyılarında değil, kara içlerinde gayet iyi biçimde başarıyorlardı. Ayrıca bu belirli primatların henüz büyümeye başlamamış olan çok ilkel beyinleri olduğunu da biliyoruz. Onların hem etçil hem otçul olduklarını düşünüyoruz, buldukları her şeyi yiyorlardı. En iyi modern örnek büyük olasılıkla şempanzedir ki meyve, fındık, kök, böcek ve de nadiren etle beslenir. Bu primatların dik durmak için geliştirdikleri temel bedensel değişikliklerin, evrimsel olarak neden değerli olduğunu bilmiyoruz (ki bunlar daldan-dala-atlayan bir geçmişe sahip olan bir canlı için kolay, ancak yine de çok önemli altüst oluşlardı), insan evriminin bu özelliğine bir sonraki bölümde yakından bakacağız. Ancak neden, kesinlikle silah taşımak ve av peşinde koşmak değildi; tüm bu işlerde bugün de o kadar kötüyüz ki bizi şekillendirme konusunda temel rol oynamış olamazlar. Dik yürüme korunmaya muhtaç bebeklerin ve gıdanın taşınmasına olanak sağlayan bir adaptasyon olarak geliştirilmiş olabilir. Bu yürüyüş tarzı aynı zamanda Afrika savanalarının gerçek Becerikli Avcılarını görebilmek için de bir şans yaratmış olabilir.

Alışveriş sepetinin modern insanın gelişiminde sağladığı uyarıcı etkiye dair gerçek bir kanıt daha vardır ve "adam" terminolojisi başka hiçbir yerde iki cinsiyeti de içermek bakımından bu kadar uygun düşmez. İnsanın dişilerinin pelvisi ve kalçaları dik duruş ile doğum yapabilme arasındaki uzlaşmanın ürünüdür. Sonuç olarak kolları kalçalarına sürtünecektir. Ancak kadınların dirsekleri erkeklerinkinden çok farklı biçimdedir; dirsekteki bu farklılık, kollar vücudun yanında serbestçe dururken ellerin de özgürce hareket edebilmesini sağlayan dışarıya doğru bir kıvrımdan kaynaklanır. İnsan dirseğinin bu ince değişiminin anlamı nedir, nasıl bir evrimsel avantaj sağlamış olabilir? Kadınların kollarının ağır bir alışveriş poşetini (ya da kökler, meyveler, fark etmez) taşıma işi için mükemmel olarak şekillendiğini söyleme cesaretini gösterebilir miyiz? Bu varsayım kesinlikle kadınların toplum içindeki rollerinin değerini düşürmek için yürütülmemiştir, çünkü söylediğimiz gibi bizi insan yapan, kesinlikle kadınların ve onların sepetlerinin bir bileşimidir.

Yine bir kez daha, anahtar bir unsur olarak neoteniye geri dönüyoruz. Evrimimizin tek tetikleyici gücü olarak yalnız başına bir özelliğin altı çizilemez, bundan ziyade genel uyum sağlama yeteneğimiz ve çok yönlülüğümüz yeni doğmuş kuyruksuz maymunumuzun temel özellikleridir. Bebek olduğumuz kesin; su-bebeklerinden de değiliz muhtemelen, ancak bazı atalarımız göllerde ve denizlerde kesinlikle yüzmüş olmalıdır ki bu durum geleneksel paleoantropoloji tarafından sıklıkla yok sayılan bir eylemdir. Avlanmanın evrimimizde kuşku götürmez bir biçimde rolü olmasına karşın, geleneksel görüş bu eyleme kesin olarak çok fazla vurgu yapar.

Burada çizdiğimiz resim, şempanze ve gorillerle DNA'mızın bu kadar çoğunu neden paylaştığımız bilmecesini çözer mi? Neoteni genetik fotokopide gerçekleşen yüzde 1 gibi eser miktarda bir değişikliğin dış görünüş olarak birbirinden bu denli farklı yaratıkların nasıl üreyebileceğini gösterir. Bir hayvanın nihai şekli büyük oranda farklı parçalarının büyüme ve gelişme oranları tarafından kontrol edilir ve boğumlu-yürüyüş sergileyen bir yaratıktan dik duruşlu bir kuyruksuz maymun

üretmek için gerekli olan değişiklikler bağlamında gelişmeyi kontrol eden birkaç gen yeterlidir. Neoteni, insanı karakterize eden anatomik farklılıkların, güçlü bacaklar dışında, tüm paketini açıklar. Neoteninin gerçekleşmesi için genlerde meydana gelen değişimlerin birikmek için milyonlarca yıla ihtiyacı yoktur.

Geleneksel paleontologlar beğensin ya da beğenmesin, uzun zamandır el üstünde tuttukları zaman ölçütleri yanlış olmalıdır. *Ramapithecus* insanın atası değildi ve kuyruksuz maymun çizgisi insandan 20 milyon yıl önce ayrılmadı. Neoteniyi bir mekanizma olarak kullanan ayrışma 4 milyon yıldan daha az bir zaman önce oluşmuş olabilirdi ki moleküller de bu yönde konuşmaktadır. Ancak fosil kanıtların yetersizliğinden kaynaklanan karışıklıklardan biri, modern Afrika kuyruksuz maymunlarının doğrudan atası olarak kabul edilebilecek hiçbir fosil kaydının bulunmamasıdır. Elimizde sadece birkaç çift diş var ve bunlar o kadar eski ki kuyruksuz maymunların atası olarak kabul edilirse, aynı zamanda bizim de atamız olmalıdır. Bu koşullar altında herhangi bir teorisyen hedefini tamamen karanlıkta vurmaya çalışmaktadır. 1982 yılında *The Monkey Puzzle*'ı yayımlarken içinde bulunduğumuz karanlık tam da böylesi bir karanlıktı.

En iyi bilimsel çalışma geleneği, vurulacak ve belki de devrilecek hedefler olarak teorik fikirler kurgulamaktır. Bu yaklaşıma sıklıkla "farz edelim ki..." yaklaşımı adı verilir; Newton'u şöyle düşünürken hayal edebiliriz: "Farz edelim ki, elmayı ağaçtan çeken kuvvetle aynı tarz bir kuvvet gezegenlerin Güneş etrafında dönmesini sağlasın." Pek çok "farz edelim ki" hipotezinin –en çok saygı gösterilenlerin bile– sonunda yanlış olduğu kanıtlanır, ancak bunların yanlış olduklarını kanıtlama süreci bile bizim bilgi depomuza bir şeyler ekler ve içinde bulunduğumuz evreni ve yaşamı anlama biçimimizi genişletir. 20. yüzyılın ikinci yarısının başlarında, kozmologlar iki rakip hipotezle karşı karşıyaydı. Biri "Farz edelim ki evren Büyük Patlamayla başladı, yüz milyarlarca yıl önce belirli, bir anda gerçekleşen tek bir patlamayla başladı," diyordu. Diğeriyse "Farz edelim ki evren her zaman bizim gördüğümüz gibiydi,

her zaman genişliyordu ve bu genişlemeyle yaratılan boşluklar yeni maddelerle sürekli olarak dolduruluyordu," diyordu. Her iki fikir de kilit bir gözleme uygundu: Evren genişlemekteydi. Yirmi yıllık bir çekişmenin ardından radyoteleskoplarla, optik teleskoplarla ve çeşitli araçlarla pek çok yeni gözlem yapıldı; ortaya çıkan sonuca göre denge-durumu (kararlı durum) teorisi boşa çıkartıldı, sonuçtan birkaç tutucu dışında herkes memnundu. Şimdi sahip olduğumuz algıya göre evrenin başlangıcı gerçekten muhteşemdi.[11] Sorun, başlangıçta bir Büyük Patlama olduğuna dair yeni kanıtların en az denge durumu teorisinin varlığının sonuçlarına dair kanıtlar kadar güçlü biçimde ortaya atılabiliyor olmasıdır ki bu kozmologların ellerinde araştıracakları bir Büyük Patlama teorisinin olmasından kaynaklanıyordu. İki model arasındaki çelişki gözleme dayalı çalışmaların yoğunlaşmasına ve çelişkinin çözülebileceği ortamın oluşmasına neden olmuştu.

Bizim önerimiz de bu gelenek içerisinde yer almaktadır. Nihai bir hakikate eriştiğimizi iddia etmiyoruz, ancak şu an elimizde olan tüm kanıtlarla uyumlu bir hikâyemiz (hipotezimiz) olduğunu söylüyoruz. İddialarımızı yalanlayan kanıtlar ortaya çıkarsa ve de ortaya çıktığında, bunları değerlendirmek ve hipotezimizi çöpe atmaktan mutluluk duyarız. Ancak o zamana kadar insan-kuyruksuz maymun ayrışmasının şöyle bir şey olduğunu farz ediyoruz:

> Gelenekçileri kendi fosilleşmiş zaman ölçütleriyle mutlu mesut arkada bırakıp yolumuza devam edelim ve Asya'da bir yerlerde 14 ila 10 milyon yıl önce net bir biçimde insan olmaya doğru ilerleyen bir primat olduğunu düşünelim. Bu primat kesinlikle bir çıkmaz sokak olan *Ramapithecus*'tan değil, *Dryopithecus*'tan türemiş olmalıydı. Fosil kayıtlarındaki bu utanç verici boşluk boyunca evrim süreci ilerledi ve 4 milyon yıl önce dik yürüyen proto-erkek ile proto-kadını üretti. Bunlar kuru düzlüklerde alışveriş sepetleriyle yaşıyorlardı. O dönemlerde iklim iyileşmeye başladı ve ormanlar yeniden sıklaştı; daha fazla yağmur, daha fazla meyve vs or-

11 Ayrıntılar için bkz. Steven Weinberg, *The First Three Minutes*, Basic Books: New York, 1976 ve John Gribbin, *In Search Of the Big Bang*, yenilenmiş baskı, Penguin: London, 1998.

taya çıktı. Elaine Morgan'ın Sucul Kuyruksuz Maymunların su kenarlarını neden bıraktığını açıklama çabalarıyla eş biçimde bir yol takip eden bu proto-insanlara ne oldu? Zevk ve sefa içerisindeki yaşam –ağaçların altında ya da üstünde oturdukları, meyve sebzelere uzanıp uzanıp yedikleri yaşamları– beynin gelişimini tetikleyecek gibi bir yaşam değildi. Etraflarında bu kadar bol yiyecek varken taşıdıkları sepet ne gerekli ne de kullanışlı olacaktı. Besini paylaşma ihtiyacı olmadan, başkalarının desteği gerekmeden yaşayabilecekken böylesi karmaşık bir topluluk kurmaya ne gerek vardı? Nereye gittiğimizi görüyorsunuz: Şempanze ve goril, mümkündür ki düzlüklerdeki zor yaşamdan vazgeçip ormanın konforuna geri dönen iki çizginin kalıntılarıdır ve bunu insan, insanlığa giden yolda pek çok adım attıktan sonra yapmıştır. Şimdi, neoteni yoluyla genlerde meydana gelen birkaç değişiklik kıllı bir ağaç canlısını çıplak, dik duran bir proto-insana çevirebiliyorsa, aynı genlerdeki birkaç küçük değişiklik bu proto-insanı kıllı bir ağaç canlısına da dönüştürebilir. Nihayetinde, neoteni bir anlamda gelişmenin yapay olarak yavaşlatılmasıdır; doğanın kendi yolunda ilerlemesine ve "normal" gelişimin sonuçlanmasına karşı basit bir aradır. İnsanın (neotenik kuyruksuz maymunun) tam anlamıyla "normal" gelişimi şempanze ya da goril gibi bir şey olacaktı.

Söylediklerimiz, Louis Bolk'un teorisinin genişletilmiş halidir. Modern insan, kuyruksuz maymun benzeri bir babanın neotenik çocuğudur; farz edelim ki modern kuyruksuz maymunlar insanın zorla kazandığı gençliğinin yaşlanmış halidir ve orijinal kuyruksuz maymun hallerine geri dönmüşlerdir. Bu eğlenceli fikri formüle ettikten sonra, aslında fikrimizin o kadar da orijinal olmadığını keşfettik. Aldous Huxley (T.H. Huxley'nin torunu) ki kardeşi Julian onu Bolk ve teorisi de dahil olmak üzere bilimsel konular hakkında yeterince bilgilendiriyor olmalıydı, çünkü bu keşfi ilk yapanlardandı. Aynı doğrultuda varsayımlar yürütmüş ve bunları *After Many Summer* (*Pek Çok Yazdan Sonra*) adlı bir romana çevirmiştir. Romanın kahramanı Jeremy Pordage İngiliz bir öğrencidir ve her şeyden çok ölümden korkan California'lı bir milyoner, Jo Stoyte için çalışmaktadır. Stoyte, kaçınılmaz olanı geciktirmek için hain Dr. Obispo'yu işe almıştır. Şeytani Obispo bir düzenbazdır, ancak Pordage, Gonisterlerden Beşinci Earl'ün sonsuz yaşamın

sırrını uzun yaşamıyla bilinen sazan balığının bağırsaklarında keşfettiğini anlatan eski bir günlük bulur. Yaşanan pek çok sıkıntının ardından Stoyte, Obispo ve karısı İngiltere'ye dönerler ve Beşinci Earl'ü aramaya başlarlar. Nihayetinde Earl'ün kırlardaki konutuna gelirler; evin mahzenine indiklerinde onları korkunç bir sahne beklemektedir:

> Dünyanın merkezinde, bir yatağın köşesinde, bir adam büyülenmiş gibi ışığa bakarak oturuyordu. Kalın kırmızı kıllarla kaplı bacakları çıplaktı. Üzerindeki tek kıyafet olan tişörtü delik deşik ve pisti. Güçlü göğsüne asılmış ve eskiden mavi olduğu anlaşılan ipek bir kurdela vardı. Boynunun etrafından geçen ip Aziz George ve Ejderha hikâyesini anımsatıyordu. Kamburlaşmış şekilde oturuyordu, kafası öne fırlamıştı ama aynı zamanda omuzlarının içine gömülmüştü. Devasa ve garip biçimde beceriksiz elleriyle sol baldırındaki bir yarayı kaşıyordu. "Fetüs bir kuyruksuz maymunun büyümeye zamanı oldu," diyebildi en sonunda Dr. Obispo... Oturduğu yerden kalkmadan, Beşinci Earl zemine işedi.[12]

Beşinci Earl sonsuz yaşam iksirini keşfetmiş olsa da henüz sonsuz gençlik iksirini keşfedememişti. Neotenik bedenini büyütmüştü ve milyonlarca yıl önce atalarının olduğu gibi bir kuyruksuz maymuna dönüşmüştü.

Huxley'in bir roman aracı olarak kullandığı şeyi biz, insan evriminin bir teorisi olarak ölümsüzlüğün abesle iştigal olduğu noktasına kadar, elimizde olan hiçbir kanıtla çelişmeyen ciddi bir öneri olarak sunuyoruz. Biz, insan ile diğer Afrika kuyruksuz maymunları arasındaki ayrışmanın geçtiğimiz 4 milyon yıl içerisinde gerçekleştiğini ve bu ayrışmanın geleneksel açıklamanın belirttiği gibi olmadığını söylüyoruz. İnsan ile kuyruksuz maymunun paylaştıkları en son ataları neredeyse bir insandı ve düzlüklerdeki yaşama uyum sağlamıştı; üyelerinin bir kısmı düzlüklerde yaşamaya devam etmiş, yeteneklerini geliştirmiş ve sonunda tamamen insan olmuştu; kimi kabileler ise iklimsel yumuşama zamanının ya da zamanlarının olanaklarını kullanarak ağaçlardaki kolay seçeneğe, bedava

12 Aldous Huxley, *After Many Summer Dies the Swan*, Harper & Row: New York. 1965, s. 252, 254.

öğle yemeğine geri dönmüştü. Neoteninin iki uçlu kılıcı proto-insanın oluşmasına yardımcı olmuş, sonrasındaysa aynen ufak bir iyodin dozuyla semendere dönüşebilen aksolotl gibi neotenik gelişmeden vazgeçmesini ve tamamıyla yetişkin formuna kavuşmasını sağlamıştı (mükemmel hipotezimize karşı duran bir küçük kanıt vardır. Şempanze ve gorilin pelvisleri bir zamanlar iki ayağı üzerinde duran bir canlı olduklarına dair hiçbir işaret taşımaz, ama belki de eski bir forma dönüş mükemmel biçimde gerçekleşmiştir).

Bu öneri 1982 yılında, sahada yürütülen hiçbir paleoantropoloji deneyimi olmayan iki koltuk antropoloğunun yüksekten uçan canlı hayalgücü olarak değerlendirilebilirdi. Ancak o zaman bile bu hipotezi Don Johanson'un en şaşırtıcı keşfinin, 3,75 milyon yıl yaşındaki Lucy ve Etiyopya'daki diğer kalıntıların hikâyesi içerisinde anlamlı bir bağlama yerleştirebiliyorduk. Johanson, *Homo* çizgisindeki fosil dişlerinin, 3 ila 2 milyon yıl öncesi zamanda çok az değiştiklerini fark ettiğini söylüyordu ki bu anahtar içgörü, o kör edici ani ışık, Lucy de dahil olmak üzere Hadar fosillerinin evrimsel çalılıkta nerede yer alabileceklerini görmesini sağlamıştı. Daha öncesinde, diğer paleoantropologlar gibi Johanson da büyük dişlerin daha ilkel olduğunu, küçük dişli fosillerin daha çok evrimleşmiş türlere ait olduğunu, farklılaşan diyetlere bağlı değişimlerin sonucunda ortaya çıktıklarını ve tüm bu nedenlerden ötürü bunların daha yakın zamanlı fosiller olduğunu düşünüyordu. "Şimdi görüyorum ki," diyordu Johanson, "insana ait geç dönem özelliği olarak algıladığım şey aslında oldukça ilkel bir özellikmiş. İlkel yerine kullanılabilecek daha iyi bir sözcükse 'yaşlı' olurdu, çünkü ilkel daha kötü, daha az evrimleşmiş bir özelliği tasvir etmektedir oysa gerçekte bu özellikler mükemmel derecede iyi özellikler sayılabilir."[13] Ana *Homo* çizgisinde bulunan fosil dişlerinin aslında çok az değiştiğini fark ettiğinde –büyük olasılıkla atalarımızın diyetine çok uyumluydular ve değişmeye ihtiyaçları yoktu– Johanson için fosil kayıtlarındaki bu değişiklikler sadece insanımsı kuzenlerimiz australo-

13 Donald C. Johanson ve Maitland A. Edey, *Lucy: The Beginnings of Humankind*, Simon & Schuster: New York, 1981, s. 277.

pithesinlerin farklılaştığını gösterir deliller haline gelmişti. "Onlar kendi yollarına gitmişti," diyordu Johanson, "erken dönem insanların yaşadığından farklı bir yaşam tarzına geçmişlerdi ki bu yaşam tarzı da büyük oranda özelleşmiş ve daha büyük, çok daha büyük dişlerin gelişimine yol açmıştı."[14]

Lucy ve akrabaları, Johanson'un bu resmine göre hem *Homo* hem de *Australopithecus* çizgilerinin ortak atalarıydı ve *Homo* olmayan ataların sonuncularıydı. Bu durum en eski "insan" atasını Lucy'den sonraya, 3,5 milyon yıldan biraz daha sonrasına yerleştirir. Ancak Johanson, elbette, moleküllerin söylediği gibi net ve düzgün bir tarih vermiyordu. Neden? Çünkü esasen insan-kuyruksuz maymun ayrışmasının en azından 20 milyon yıl önce gerçekleştiğini "herkes biliyordu"

Kanıtlara biraz daha yakından bakalım. Son dönemlerde ortaya çıkan fosillere göre Lucy-benzeri atalardan türeyen australopithesinler bir milyon yıl öncesine kadar ortalıkta geziniyorlardı. Bunlar erken insanlarla aynı zamanda Dünya'nın aynı bölgelerinde yaşayan kuzenlerimizdi, ancak insan türünün üyesi değillerdi, dik yürüyorlardı ve iki farklı grupta toplanmışlardı. Büyük grup *Australopithecus robustus* 1,5 metre uzunluğundaydı, daha küçük olan grup *Australopithecus africanus* ise yaklaşık 1,2 metre uzunluğunda ve 30 kilo ağırlığındaydı. Bu iki grup sırasıyla gürbüz ve zayıf australopithesinler olarak adlandırılmaktadır. "Bir milyon yıl kadar," demektedir Johanson, "*Homo*'yla 'yan yana yürüdüler,' ancak 'bir milyon yıl önce artık hiç australopithesin kalmamıştı. Tümünün soyu tükenmişti.'"[15]

Soy tükenmesi birkaç biyolojik gerçeklikten biridir, ancak kesinlikle emin olunabilecek bir şey değildir. Johanson'un australopithesinlerin soyunun tükendiğine dair varsayımı kanıtlanmış mıdır? Fosil kayıtlardaki milyon yıllık boşluklar oldukça fazladır. Johanson bu milyon yıllık boşlukları paleoantropolojideki "kara delikler" ve "cehalet perdeleri" olarak adlandırır.[16] Ancak iki australopithesin grubunun soyunun tü-

14 *A.g.e.*, s. 278.
15 *A.g.e.*, s. 285.
16 *A.g.e.*, s. 360.

kenmediğini varsayacak olursak, bunların evrimi hakkında bir "cehalet perdesi" olduğunu öngörebiliriz. Peki, onlar neye evrimleşmiş olabilirler? 1981'de elimizde olan en iyi zemin dişler üzerinden bir tahmin yürütmektir. Baltimore'da John Hopkins Üniversitesi'nde çalışmalarını yürüten Alan Walker, farklı türlerin ve fosillerin dişleri üzerindeki eser miktardaki çizik, çürük ve çatlaklara yeni bir elektron mikroskobuyla bakarak bir dizi inceleme yapıyordu. Bir dişin üzerindeki izler belirli bir diyetin sonucunda meydana geldiğinden, bu izlerin kalıplarını bugünün türlerinin gıdalarıyla kıyaslayan Walker diyetler ile mikroskobik diş görünümleri arasındaki ilişki üzerine çalışabiliyordu. Walker, fosil dişlerindeki izlere baktığında, bu fosilin mücadele ettiği gıdalar hakkında bilgi verebiliyordu. Johanson, Walker'ın çalışmasını "fevkalade" olarak nitelendirdi ve buradan ortaya çıkan şaşırtıcı sonuçları şöyle yorumladı:

> Onun [Walker'ın] gürbüz australopithesinler ve modern şempanzelerin dişlerinde bulduğu parlama efekti her ikisinin de meyve-yiyiciler olduğunu göstermektedir. Bu şaşırtıcı bir haberdir. Australopithesinlerden öğrendiğimiz her şey –zeminde yaşamaları, iki ayaklı olmaları, savanalarda-yaşayan canlılar olmaları– onların hem etobur hem de otobur olduklarını gösteriyordu... Eğer Walker'ın diş incelemelerinin gösterdiği gibi esas olarak meyve-yiyicilerse, o zaman onlara dair resmimiz ve onlara atfettiğimiz evrim yolu hatalıdır.[17]

Belki bizim hipotezimiz bu soruna bir çözüm teşkil edebilir. Çünkü Walker'ın kanıtının itibari bir değeri olduğunu kabul edersek, Lucy-benzeri bir atadan iki ya da daha fazla insanımsı türüne doğru bir ayrışma resme tamı tamına oturur; insan olmak için zorlu mücadeleler yürütmekten vazgeçerek ağaçların üzerinde rahat bir yaşam sürdürüp, bol miktardaki meyvelerden yararlanıp bedava öğle yemekleri yiyen grup resmi tamamlanmış olur. Ancak iyi bilinen bir deyiş bize "emeksiz yemek olmaz" der; her şeyin bir bedeli vardır ve australopithesinlerin öğle yemekleri için ödedikleri bedel ise insan olma şansından vazgeçmiş olmalarıdır (bunun arzu edilebilir

17 *A.g.e.*, s. 358.

bir amaç olup olmadığı meselesini yargılayabilecek durumda değiliz). Kimi paleontologlar kızabilir, ancak onlar daha çok kuyruksuz maymun benzeri bir yaratığa dönüşmüştür. Peki ya bugün şempanze ve goril tarafından temsil edilecek bir soyun ataları olabilecek kadar kuyruksuz maymun benzeri olmuş olabilirler mi? Yaşam tarzlarındaki örtüşme ve moleküler saatin tarihleri o kadar etkileyicidir ki bu fikri ciddiye almak gerekir. Sorunlar vardır elbette –örneğin daha önce bahsettiğimiz kalça yapısı sorunu–, ancak önceki biçime dönüş mükemmel şekilde de gerçekleşmiş olabilir. Johanson'un da net biçimde ifade ettiği gibi, *Australopithecus*'a dair geleneksel resmin çok daha büyük sorunları vardır.

Gizemlerden biri Sherlock Holmes hayranlarını cezbedecek türdendir. Bir tarafta iki akraba türümüz vardır; büyük ve küçük değişimler sonucu, insan çizgisiyle 4 milyon yıl önce ayrışan bir çizgi. Meyve-yiyici olan bu türler, fosil kayıtlarında 1 milyon yıl öncesine kadar gözlemlenebilmektedir. Diğer taraftaysa, bugünün Afrika'sında yaşayan biri büyük diğeri küçük iki kıllı kuyruksuz maymun vardır ve bunların her ikisi de insan çizgisinin yakın akrabasıdır ki bu çizgiden yaklaşık 4 milyon yıl önce ayrışmışlardır. Her iki grup da meyve-yiyicidir, ancak paleontologlar fosil yataklarında ne şempanzenin ne de gorilin yakın dönemli atalarının bulunmadığını söyleyeceklerdir. Bu nedenle biz, ataları bilinmeyen iki yaşayan türle ve yaşayan türleri bilinmeyen iki fosil türüyle karşı karşıyayız. Tümü de insan çizgisinden aynı zamanda ayrışmıştır ve de tümü meyve yer. Johanson'un fosil dişler bağlamında Öklid'ten alıntılayarak söylediği gibi "aynı şeye eşit olan şeyler birbirlerine de eşittir."[18] Aynen Holmes'un Doktor Watson'a verdiği öğüt gibi "Olanaksız olanı elediğin zaman geriye kalanın ne kadar olanak dışı da olsa gerçek olması gerektiğini sana kaç defa daha söyleyeceğim?"[19]

Ockham'ın usturası, sözgelimi azami tutumluluk ilkesi, kanıtlar tersini gösterene dek bize en basit varsayımın, bizim

18 *A.g.e.*, s. 277.

19 *Oxford Dictionary of Quotations*, İkinci Baskı, Oxford University Press: Oxford, 1980, 192.

çizgimizden 4 milyon yıl önce ayrışan ve 1 milyon yıl öncesine kadar fosil kanıtlar bırakan iki insanımsı türünün bugün insanın en yakın iki akrabası olan türlerin atası olduğunu söyler. Bir kere daha soruyoruz: Neden olmasın? Johanson'un bu bilmecenin yanıtına dair elinde gerçek anlamda tuttuğu bir yanıt vardır. Çalışma arkadaşı Tim White tüm yeteneklerini kullanarak aylar boyunca çalışmış ve elindeki tüm kalıntıları Lucy'nin türünün, *Australopithecus afarensis*'in tam bir kafatasını ortaya çıkartmak için kullamıştır. İşini bitiren White, kafatasını Johanson'a göstermiştir. Johanson ise "Bu aynen küçük bir dişi gorile benziyordu," demektedir.[20]

Hipotezimizi destekleyecek başka bir fosil kanıt daha var mıdır? Richard Leakey kitabı *The Making of Mankind*'da [*İnsanın Ortaya Çıkışı*], New York City'de bulunan Columbia Üniversitesi'nde çalışmalarını yürüten bir antropologdan, Ralph Holloway'tan söz eder. Holloway oyuk bir kafatası içine lateks bir çözelti koyarak beynin bir alçı örneğini çıkarmak konusunda mükemmelleşmiştir. Yöntemini fosiller üzerinde de uygulamış ve fosilleşmiş beyinlerin içini inceleyerek atalarımızın beyinlerinin doğasını çıkarsamaya çalışmıştır. "İnsan beyninin temel şekli," der Holloway, "net biçimde 2 milyon yıl önceki insanımsılarınki gibidir."[21] Bu durum, der Leakey, paleontologlar için şaşırtıcıdır, "çünkü australopithesinlerin beyni şempanze ya da gorilin beyninden dramatik biçimde farklı değildir."[22] Bizim baktığımız yerden ise bu hiç de şaşırtıcı değildir.

1982 yılında, *Australopithecus africanus* ile *Australopithecus robustus*'un modern şempanze ile gorilin ataları olduğu konusunda dogmatik değildik; bu olasılığın bilmecenin pek çok sorununu çözdüğünü ve en azından uzmanlar tarafından ciddi biçimde ele alınmayı hak ettiğini söylüyorduk. Johanson'un Lucy ve australopithesin dişleriyle olan deneyimi, kanıtlar

20 Donald C. Johanson ve Maitland A. Edey, *Lucy: The Beginnings of Humankind*, Simon & Schuster: New York, 198, s. 351.

21 Richard E. Leakey, *The Making of Mankind*, E.P. Dutton: New York, 1980, s. 131, 132 içinde alıntı.

22 *A.g.e.*, s. 132.

kesin olarak ortaya konana kadar bu meseleler hakkında açık fikirli olmanın ne kadar önemli olduğunu gösterir. Paleontolog olsaydık, Johanson'la birlikte ilgileneceğimiz temel meselelerden biri de Lucy ve onun türünün adlandırılması olurdu; *Australopithecus afarensis* yerine onların mükemmel biçimde dik yürüme yeteneklerine hürmeten *Homo afarensis* adlandırmasını tercih ederdik. Böylesi bir adlandırma, australopithesinlerin ve belki de şempanze ile gorilin bizim çizgimizden dik yürüme özelliği ortaya çıktıktan sonra farklılaşmış oldukları olasılığını net bir biçimde ifade ederdi. Ancak bu insan şovenisti bir bakış açısıdır; şempanze ve gorillerin kendi türlerinin bizim insan türümüzden farklı olduğunu söylemek isteyecekleri açıktır. Johanson'un sınıflandırması demokratik olmak bakımından anlamlıdır.

Kuyruksuz maymunların "'insandan" evrimleştiğini söylemiştik, ama bu, "İnsansı Maymunlardan evrimleşmiştir"le aynı biçimde okunmalıdır. Ortak atamız tam anlamıyla gelişmiş bir insan değildi, ancak kuyruksuz maymun benzeri olduğundan daha çok insan benzeriydi. Boşluklarda ortaya çıkan kanıtların kendisi de bizim iddiamızı destekler, özellikle de, daha önce belirttiğimiz gibi, Lucy ve benzerlerinin dik yürümelerine karşın ağaçlara tırmanma yeteneğini bizden daha iyi kullanmış olmaları durumu. Bu durum hem dik yürümede hem de tırmanmada becerikli olan Lucy-benzeri bir atadan iki çizgiye –biri tırmanma, biri dik yürüme konusunda uzmanlaşmış iki türe– ayrışmayı çok daha mümkün kılar. Ancak hayati nitelikteki yeni kanıt, moleküllerden ve özellikle de Simon Eastal ile çalışma arkadaşlarının araştırmalarından gelir. Eğer insan-kuyruksuz maymun ayrışmasının tarihi 3-4 milyon yıl kadar yakınsa, ki DNA kanıtları bunu gösterir, o zaman bu ayrışmanın dik yürümenin gelişmesinden önce olmuş olması mümkün değildir. Çok az sayıda dahi olsalar, fosiller de bununla çelişen bir şey söylemez. Easteal'ın da dediği gibi "şempanzeler, bizim gibi dik yürüyen atalara sahiptir."[23] Peki ya bizim hipotezimiz hakkında, "kuyruksuz maymunların insanlardan türediği"

23 Simon Eastel, BBC Radio 4 için J.G.'yle söyleşi, 14 Ekim 1998. Easteal'ın bu bölümdeki tüm alıntıları aynı kaynaktandır.

hakkında ne düşünür Easteal? "Aslında yalnızca üç çizginin olduğunu iddia etmek ve gürbüz australopithesinlerin gorillere, zayıf olanlarınsa şempanzelere evrimleştiğini söylemek bana çok daha ihtiyatlı geliyor (...) Yaşam tarzının getirdiği güçlü uyumsal baskılar varsa anatomik geri dönüşlerin yaşanmış olması beni çok rahatsız etmez." Nihayetinde evrim tek yönlü bir sokak değildir ve biz fosil kanıtlardan biliyoruz ki balinalar, örneğin ineklerle ortak bir ataya sahiptir. Bir çizgi bir yönde ilerliyor diye (bu durumda otçul bir dört ayaklı) sürekli aynı yönde gitmesi şart değildir. Proto-ineklerden balinaları yaratan evrimsel ayrışma, küçük, kıllı, dik yürüyen, ama aynı zamanda ağaçlara tırmanma konusunda da çok iyi olan ortak atamızdan bizi, şempanzeleri ve gorilleri yaratan ayrışmadan çok daha dramatiktir.

Yeni fosil kanıtlar ve 1980'lerin başlarından bu yana ortaya çıkan yeni moleküler kanıtların ışığında orijinal hipotezimizi "teori" sıfatıyla onurlandırmak çok cezbedici görünmektedir. Nihayetinde, deney ve gözlemlerle test edilmiş ve tüm bu testleri geçmiştir. Bunun kesinlikle insanın kökenine dair mevcut olan en iyi resmi ortaya koyduğunu düşünüyoruz. Ancak milyonlarca yıl önce gerçekleşmiş olayların ayrıntılı bir resmini kurgulama işi, dürüst bir bilim insanının kabul edebileceği gibi, belki de hiçbir zaman bir hipotez olmaktan öteye geçemez, hele ki "teori" sıfatı herhangi bir mantıklı şüphenin ötesinde yer alan doğal seçilim yoluyla evrim gibi büyük fikirler için kullanılıyorsa.

Son bir ikaz olarak, Dünya üzerindeki herhangi bir türün diğerinden daha çok evrimleştiğini söylemenin hiçbir anlamı olmadığının altını çizmek istiyoruz. Yeniden Easteal'a dönersek "Hata, bizim [evrim] yönümüz olduğu için bu yönün diğerlerinden daha iyi olduğunu ve bir türün başka bir yolda da evrimleşebilecek olmasının inanılmaz olduğunu düşünmekte yatar. Bu çok yanlıştır. Bizim evrimleşme biçimimizin diğer türlerin evrimleşme biçimlerinden daha iyi olduğunu düşünmemiz için hiçbir kanıt yoktur." Bugün burada bulunan türler evrimsel bir başarıdır ve artık burada olmayan türler de kendi zamanları için evrimsel başarıydı. Sırf sahneye dinozorlardan

daha sonra çıktık diye, diyelim ki, onlardan üstün olduğumuzu iddia edemeyiz. Üstelik belki de, bizim iddia ettiğimiz gibi şempanze ve goriller proto-insan deposundan türeyerek evrim sahnesine insandan sonra çıkmıştır. Ne var ki bu sonradan ortaya çıkış, bizi destekleyeceğinizden emin olduğumuz üzere, onların "evrim merdiveninde daha yüksekte" durduklarını göstermez. Onlar, insan çizgisinin Afrika'nın bereketli koşullarına geri dönüşüyle sağladığı başarılı yeniden-adaptasyonlara işaret edebilirler, biz de daha yaşlı bir primatın, daha zorlu koşullara uyum sağlayan bir primatın varlığına işaret ediyor olabiliriz. Aslında hepimiz uyumluluğu bir ödül olarak sunan bir dizi iklimsel değişiklik nedeniyle ortadan kalkmış da olabilirdik.

Peki, insan çizgisi neden ortadan kalkmamıştır? Doğanın oldukça muhafazakâr olduğu düşünülmektedir ve evrim tipleri hiçbir neden yokken ortadan kalkmaz. Aslında tek hücreli yaşamın çok eski formlarından bazıları, esas olarak Dünya üzerindeki yaşamın atalarına özdeş olan formlar, şimdi bize ait olduğunu düşünmekten çok hoşlandığımız bu gezegen üzerinde hâlâ hayatlarını sürdürmektedir. Evrim çok hücreli canlıları da araştırmaya başlamışken, bu tek hücrelilerin varlıklarını sürdürüyor olması, kardeşlerimiz rahat koşullara taşınmışken bizim varlığımızı sürdürmemizden daha garip değildir. Koşullar bir kez daha değiştiğinde, bunlardan yararlanmaya hazırdık. Bugün diğer kuyruksuz maymunları kafese kapatıyor ve kendimizi onlardan üstün hissediyoruz; bu olanağa yalnızca coğrafi ve astronomik kazaların garip dizisi sonucunda, Dünya tarihinde belki de tek bir defa gerçekleşmiş ve tekrarlayan buzul çağları sayesinde eriştik.

8

BUZ İNSANLAR

İnsanın kökeni konusundaki araştırmamızda, diğer bir deyişle kendimizi arayışımızda, ne kadar derinleştiğimize bir göz atalım. İnsan çizgisinin şempanze ve gorile giden çizgiden *ne zaman* ayrıştığını biliyoruz: 3,6 ila 4 milyon yıl önce. Ayrışmanın *nerede* yaşandığını biliyoruz: Doğu Afrika'da. İşin içinde *kimlerin* olduğunu da biliyoruz: Dik yürümesini daha yeni öğrenmiş olmasına rağmen tırmanma yeteneği kayda değer ölçüde gelişkin olan küçük İnsansı Maymun. Ancak tüm bunlar *neden* orada ve o zamanda gerçekleşmiş ve *neden* bu belirli primatın başına gelmiştir?

En iyi hipotez bunun iklim değişikliğine bağlı olduğu hipotezidir. Ancak herhangi bir iklim değişikliği değil, Dünya'nın sadece o bölgesinde ve o zamanda görülen oldukça nadir (büyük olasılıkla Dünya'nın uzun tarihinde sadece bir kez gerçekleşmiş) bir kuraklık ve bol yağmurlu dönemler dizisi, bununla bağlantılı olarak da Afrika'nın uzaklarında büyük buzul tabakalarının gelgiti. Son yıllarda insanın kökenine dair açıklamalar içeren televizyon ve gazete haberlerini takip ettiyseniz

bu size çok da şaşırtıcı gelmeyebilir. Bu bölümde tanımlanan senaryo, aslında farklı uzmanlar onu yeniden keşfettikçe ve reklamını yaptıkça büyük oranda saygı duyulur hale gelmiştir. Aynen bizim 1980'lerin başında yapmış olduğumuz gibi pek çok insan, birbirlerinden bağımsız olarak bu fikirle ortaya çıkmıştır. Her ne kadar o dönemden bu yana fosiller ile moleküller üzerine yürütülen çalışmalar hikâyenin büyük oranda revize edilmesini gerektiriyorsa da (mutlulukla belirtmek isteriz ki her zaman orijinal hipotezimizi güçlendirecek kanıtlardı bunlar), ağaçlıklarda yaşayan kuyruksuz maymunun insanlığa giden yolunun iklim değişiklikleri neticesinde olduğuna dair senaryomuzu tamamen değiştirmemizi gerektirecek herhangi bir şey keşfedilmemiştir. Bu nedenle burada, esasen 1982'de ortaya koyduğumuzdan farklı olmayan bir senaryo söz konusudur. İşe, jeolojik açıdan yakın zamanlı iklim değişikliklerine dair kanıtlarla başlayacağız.

Avrupa ve Kuzey Amerika'nın tabiatı büyük bir felaketin izlerini taşımaktadır. Kayalar dağılmış ve büyük miktarda erozyona maruz kalmıştır; zemini çöküntü tabakası kaplamıştır; ait oldukları kaya formasyonlarından ve onları oraya sürükleyen sellerin kökeni olan nehirlerden kilometrelerce ötede iri çakıl taşı tabakaları vardır. Hiçbir jeolog böylesi bir olayı yok sayamazdı ve yüzyıllar boyunca bu büyük doğal felaketin izleri İncil'e dayalı bir tufanın sonuçları olarak yorumlanmıştır. Bu yorumun sorgulanmasına ancak 19. yüzyılda başlanmıştır; birkaç bilim insanı bu tufanın İncil yorumlarındaki gibi gerçekleşmiş olsa bile büyük taşları yüzlerce kilometre öteye taşımış olabileceğinden şüphe duyar. 1837 yılında henüz otuz yaşındayken Doğa Bilimleri İsveç Topluluğu Başkanı olan Louis Agassiz, yıllık toplantılarında beklendiği gibi fosil balıkların kökeninden bahsetmeyerek meslektaşlarını şaşırtır. Agassiz, Jura Dağları yakınındaki çizik ve parlak taşlardan bahseder. Sapkıntaşlar adı verilen bu taşların bugün oldukları yerlere ancak ve ancak buzullar tarafından taşınabileceğini söylemekteydi ki bu gözlemlenen hasarlara da neden olmuş olabilirdi. Dünyanın yüzeyini kaplayan bir sel tufanı değil, Avrupa'nın üzerinden geçen büyük bir buzuldu. Agassiz'in arkadaşlarını

şok eden fikri buydu ve buzul çağı teorisi, sonunda kabul görene kadar yirmi beş yıl boyunca tartışılan da bu konu oldu.[1]

Agassiz sapkıntaşları ile buzullaşma arasında bağlantı kuran ilk kişi olmasa da, bu fikri öne süren ilk etkin bilim insanıydı. İsveçli bir bakan, Bernhard Friedrich Kuhn, kanıtları 1787 kadar erken bir tarihte doğru biçimde yorumlamış ve 1790'larda Scot James Hutton, Jura Dağları'nı ziyaret ederek dağ buzullarının orada da işler halde olduğunu gözlemlemişti. Hutton doktorluğu 24 yaşında bırakmış, çiftçiliğe başlamış ve bunu da 42 yaşında bırakmıştı. Hutton, modern jeolojinin babası olarak tanınmaktadır ve gelecek nesil bilim insanları üzerinde büyük bir etkisi vardır, ancak yazdıkları net değildir. Ne Hutton ne Kuhn ne de Jura'nın sapkıntaşları hakkında aynı sonuçlara ulaşan başkaları, buzul çağı hipotezini bilimsel tartışma ortamında test ederek bir teori biçiminde ortaya atabilecek cesur ruha sahiplerdi. Dönemin İsviçreli doğacılarından Jean de Charpentier, 1830'ların başlarında, fikri bilimsel temellere oturtmaya çalışmışsa da bilimsel yapı geleneksel fikirlerle sabitlenmişti ve İncil'in sözlerine sadıktı. Genç Agassiz henüz Lozan'da bir öğrenciyken Charpentier'le buluştu, ancak yaşlı adama duyduğu tüm saygıya karşın başlangıçta o da bu fikri reddetti. Sonunda Agassiz kanıtların sağlamlığı karşısında ikna oldu ve buzul çağı teorisini savunan öncü kişi oldu.

19. yüzyılın ortalarının diğer büyük teorisi olan buzul çağı teorisi de, tıpkı doğal seçilim yoluyla evrim teorisinin başına geldiği gibi, düşmanca bir tavırla karşılandı. Doğa bilimci, araştırmacı ve bugün kendi adını taşıyan okyanus akıntısıyla anılan Alexander von Humboldt, Agassiz'e bir mektup yazdı; onu, buzullara olan takıntısını bırakması ve fosil balık üzerine odaklanması için uyardı, "çünkü," diyordu Humboldt, "böyle yaparak pozitif jeolojiye daha büyük bir hizmet sağlamış olacaksın, aksi takdirde ilkel dünyanın devrimleri hakkındaki genel düşüncelerle (biraz buzlu düşünceler) bildiğin gibi yalnızca kendi kendini ikna etmiş olursun."[2]

---

1 Ayrıntılar için bkz. John Imbrie ve Katherine Palmer Imbrie, *Ice Ages: Solving the Mystery*, Enslow Publications: Hillside, NJ, 1979.

2 *A.g.e.*, s. 19, 20.

Neyse ki Agassiz vazgeçmedi ve sonunda diğerlerini de ikna etti. Agassiz'in Avrupa'daki son buzullaşma kanıtları üzerine yaptığı yorumlar kesinlikle heyecan vericiydi. O dönemlerde bilimsel görüş olarak kıyamet kuramı kabul ediliyor ve büyük doğal felaketlerin canlılığı tekrar tekrar yok ettiği, her felaketin ardından ise yeni yaşam formlarının Dünya'yı doldurmasına izin verildiği düşünülüyordu. Fosil avcılarının her geçen gün daha da utanç verici olan bulgularından Kilise'yi kurtarmak için mücadele veren Fransız akademisyen Baron Cuvier, kıyamet kuramı hareketinin önderlerindendi ve ölümünün ardından akademideki arkadaşları yirmi yediden fazla yaratılış etkinliği olduğunu, ancak hepsinin sonunda büyük bir kıyametle ortadan kalktığını hesaplamışlardı (İngiliz kanal mühendisi ve amatör jeolog William Smith, kırsal bölgelerdeki kazı çalışmalarının bir sonucu olarak katmanbilgisi adı verilen modern coğrafya dalının doğmasını sağlamıştı. Böylelikle de tabakaların sayısı ile yaratılışların sayısı otuz ikiye fırlamış oldu). Agassiz'in geçmiş jeolojik çağın büyük buzul kütlelerini büyük bir felaket mekanizması olarak yorumlayışı böylesi bir arkaplana karşı ortaya atılmıştı.

Bu büyük buzul kütlelerinin gelişmesi Dünya'nın yüzeyindeki tüm organik yaşamın parçalanmasına neden olmuş olmalı. Önceden tropik bitkilerle kaplı ve de büyük fillerin, devasa hipopotamların ve dev etobur sürülerinin hüküm sürdüğü Avrupa'nın zemini, ansızın düzlükleri, gölleri, denizleri ve platoları kaplayan geniş bir buz kütlesinin altında gömülü kaldı. Ölümün sessizliği izledi bunu... Kaynaklar kurudu, nehirler akmaz oldu ve donmuş kıyılara güneşin ışınları vurdu... Ortalıkta sadece kuzey rüzgârlarının uğultusu ve büyük buz okyanusunun çatırdayan buzullarının sesleri vardı.[3]

Buzul çağı teorisinin bir sözcüye ihtiyacı olduğu doğruydu, ancak Agassiz'in iddialarındaki abartı, ironik bir biçimde daha aklı başında akademisyenlerin teoriyi önemsemesine neden oldu. Agassiz, Akdeniz'den Güney Amerika'ya uzanan buzul kütlelerinden söz ediyordu; iddialar o kadar abartılı gelmişti

3 *A.g.e.*, s. 33.

ki pek çok jeolog başlarda buzul çağı teorisini tümüyle çöpe attı. Ancak buzulların etkisiyle düzleştirilmiş sapkıntaşlar ve parlak çakıltaşları yalnızca Avrupa'da değil, aynı zamanda Kuzey Amerika'da da keşfedilmeye devam ediyordu. 1839 yılında paleontolog Timothy Conrad, New York State'deki parlak kaya yüzeylerinin daha önceki buzullaşmadan kaynaklandığını dile getiren ilk bildiriyi yayımladı. 1860'ların ortalarında, Agassiz'in başlangıçtaki tutkulu ve abartılı reklamlarına ve de karşı eleştirilerin yüzyılın sonuna dek devam etmiş olmasına karşın, buzul çağı teorisi tamamen yer edindi. 19. yüzyılın ikinci yarısındaki sansasyonel bilimsel tartışmalar Agassiz'in buzullaşma teorisi üzerine değil, daha çok Darwin'in doğal seçilim yoluyla evrim teorisi üzerine yürütülmekteydi. Ancak 20. yüzyılın bilimsel gelişmeleri sadece Agassiz'in iddialarının başlarda göründüğü kadar acayip olmadığını değil, aynı zamanda Dünya'nın iklim tarihi ile buzul çağlarının gelgitlerinin de evrim hikâyesiyle çok yakından ilişkili olduğunu gösterecekti.

Agassiz'in döneminde konu o *tek* buzul çağı üzerineydi; "çok uzak olmayan" bir geçmişte Dünya'yı vuran tek büyük felaket hakkında. Ancak tortul kayıtlardaki buzullaşmanın işaretleri ve diğer izler geçmiş buzul hareketlerinin kanıtları olarak kabul edildikten sonra buzulların Avrupa ve Amerika boyunca sadece bir defa değil, pek çok defa geçtiği netleşmiş oldu. 20. yüzyılın başı itibariyle buzul tabakalarının gelgiti, kayalardan gözlemlendiği kadarıyla yarım milyon yıldan ötesini göstermekteydi ve kanıtlar geçtiğimiz 600.000 yıl içerisinde her biri binlerce yıl sürmüş olan ve aralarında uzun soluklu ılıman iklimlerin olduğu dört büyük buzul çağına işaret etmekteydi.

Ancak 20. yüzyılın ikinci yarısında jeoloji biliminde yaşanan ilerlemeler bu resmi tersine çevirdi, aynen bugün doğa bilimleri olarak adlandırdığımız her şeyi de altüst ettiği gibi. Önemli olsa da mesele çok eski kayaları analiz etmek ve bunları tarihlendirmek ya da yakın döneme ait materyallerin yorumlanması için daha iyi tekniklerin kullanılması değildi sadece; söz konusu olan, aynı zamanda çok temel bir kavramsal devrimler dizisiydi. Dünya bilimleri bağlamındaki devrimin

sonuçlarından biri olarak kıta kayması teorisi –bugün buna levha tektoniği adı verilmektedir– oldukça iyi kurgulanmış bir alan haline geldi ve Dünya yüzeyinin, tarihi boyunca nasıl temel değişikliklerden geçtiğinin güçlü açıklamalarından biri oldu. Başka bir anahtar gelişme ise, büyük buzul çağının ne tek bir olay olduğunun ne de geçtiğimiz birkaç yüz bin yılla sınırlı dört ya da beş küçük buzul çağı serisinden biri olmadığının farkına varılmasıydı. Daha doğrusu, birkaç yüz milyonluk aralıklarla, geçtiğimiz bin milyon yıl veya daha fazlasında, Dünya milyonlarca yıl süren buz devirlerine maruz kalmıştır. Örneğin 250 milyon yıl önce, Permiyen döneminde, 20 milyon yıl süren bir buz devri yaşanmıştı ve o dönem izlerini kayalara bırakmıştı. Bir buz devrinde buzullar yükselir ve alçalır, ancak hâkim koşullar buzul çağı koşullarıdır, buzul-çağları-arası dönemler kural olmaktan çok istisnaları işaret eder.

Permiyen buz devrinin sona ermesinin ardından Dünya, 200 milyon yıl kadar ılıman bir iklim yaşadı. Bu uzun arada önce dinozorlar ortaya çıktı, sonra kayboldu ve arkasında uyum sağlayabilen memeliler tarafından doldurulacak büyük ekolojik nişler bıraktı. Primat çizgisi de bu küresel ılıman iklim koşullarında ortaya çıktı ki bu dönem Dünya'nın normal zaman çizelgesine göre en uzun ılıman zaman aralığıydı. Ancak primatlar evrimlerinin büyük bir kısmında, yaklaşık 55 milyon yıl önce başlayan, yavaşça soğuyan uzun bir süreç deneyimlediler. Yaklaşık 10 milyon yıl önce, buzullar Dünya yüzeyini yeniden kapladı; başlarda Alaska'nın dağlarından ufak ufak yol almaya başladılarsa da durum Antarktika'da daha vahimdi ve kitlesel Antartik buz kütleleri hızla mevcut boyutlarının bir buçuk katına çıktı. Beş milyon yıl kadar önce Antartik buz kütleleri bugün olduklarından çok daha büyük olmuş olabilirdi, ancak 3 milyon yıl öncesi itibariyle modern buz devrinin ilk buzulları, Kuzey Atlantik Okyanusu'nun etrafında kıtasal kara kütleleri üzerinde görülmeye başlandı.

Her iki kutuptan da gelen donmuş buz kütleleriyle Dünya, 3 milyon yıl boyunca tam bir buz devrinin etkisindeydi. Buzullar kimi zaman genişler, kimi zamansa biraz azalır ve Avrupa ile Kuzey Amerika'daki (ve pek çok diğer yerdeki) koşullar daha

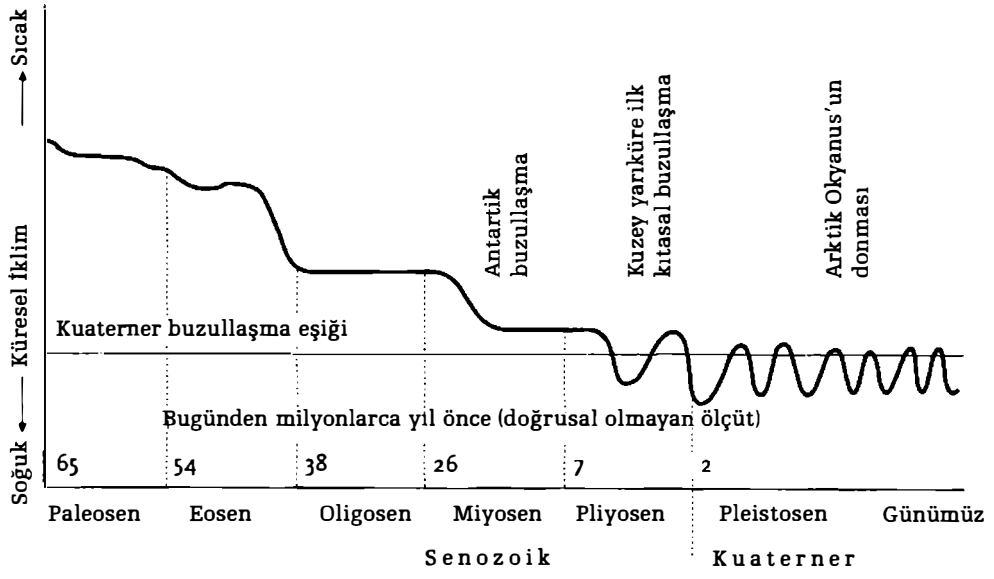
eşit ve yaşanılabilir olur. Biz şimdi ılıman bir arada, buzulçağları-arası bir dönemden geçmekteyiz. Aynı zamanda büyük bir buz devrinin içerisindeyiz de. Buzulların eski güçlerine kavuşması ve koşulların tam bir buzul çağına dönüşmesi –jeolojik olarak konuşulduğunda– sadece zaman meselesidir, hem de çok kısa bir zaman. Bu bilgi parçasıyla Agassiz'in ne kadar da mutlu olabileceğini tahmin edebiliyoruz, ancak hikâyenin tamamına ilişkin vereceği tepki ne olurdu hiç bilemiyoruz.

20. yüzyılın en önemli iklimbilimcilerinden profesör Hubert Lamb en büyük eseri *Climate: Present, Past and Future* [*İklim: Bugün, Geçmiş ve Gelecek*] kitabında büyük soğumanın kanıtlarını özetlemiştir:

> Yedi milyon yıl önce, Miyosen [25 ila 7 milyon yıl öncesindeki jeolojik dönem] döneminin ortalarından sonraki soğuma devresinin bir aşamasında, Antarktika'da büyük buz tabakaları oluştu. İlk kıta büyüklüğündeki buz tabakasının Doğu Antarktika'nın merkezi platosunda oluşmuş olma olasılığı vardır... Büyük olasılıkla bu büyük buz tabakasının oluşmasının ardından iklim Batı Antarktika'nın yüksek dağlarında buzulların oluşmasını, o zamanlar takımada olan adalar arasında derin okyanuslardaki buz kütlelerinin kalınlaşmasını ve birleşmesini tetikleyecek kadar kötüleşti. Bu buz kütleleri genişledi, derinleşti ve bu bölgedeki derin okyanusları kapladı.[4]

Şimdiki zamana biraz daha yakınlaşırsak, Lamb, 1 milyon yıldan daha önceki zamanlarda Arjantin'de çeşitli boyutlarda buzulların olduğunu ve bu buz kütlelerinin 50 derece güneydeki Santa Cruz vadisinden kuzeydeki Falkland Adaları'na kadar uzandığını ifade etmiştir. Potasyum/argon tekniğiyle tarihlendirilen bu en erken buzul çağı, 3,6 milyon yıl önce gerçekleşmişti. Sözgelimi o dönemde okyanuslar büyük ölçüde soğumuş ve buna eşlik eden iklim değişiklikleri çoktan başlamıştı. Bu tarih (3,6 milyon yıl öncesi) bugünkü buz devrinin gelişimi için anahtar bir tarihti ve insanın evriminin başlangıcıyla da aynı zamana denk geliyordu. İnsanımsı çizgisinin şempanze, insan

4 Hubert Lamb, *Climate: Present, Past and Future*, cilt 2, Methuen: Londra, 1977, s. 309.



Şekil 8.1: 65 milyon yıl öncesinden, Paleosen dönemden bu yana küresel sıcaklığın düşüş eğrisi. Yatay zaman aralıklarının çizgisel olmadığına dikkat ediniz. Bu nedenle daha yakın dönemdeki varyasyonlar, ki büyük oranda Milankoviç sürecinin sonuçlarıdır, daha net görünmektedir.(J. Andrews, B. S. John (ed.), *Winters of the World*, David&Charles: Newton Abbot,1979, yalnızca şema değiştirilerek alıntılanmıştır.)

ve gorilin üçlü ayrışmasından doğuşunun biraz öncesiydi; bu tarih aynı zamanda dik yürümenin sadece lavlardaki ayak izlerinden değil, Lucy'nin dizlerinden de inkâr edilemez biçimde ispatlandığı bir tarihti. Tesadüf mü? Hiç de öyle görünmüyor, çünkü Doğu Afrika'daki evrimsel olaylar kesin olarak Antarktika'daki olaylara da neden olmuş olan aynı yapıdaki iklimsel değişikliklerden etkilenmiştir. Bu olaylar bizim dönemimizin başlangıcını, dördüncü çağı işaret eder, onun için bu çağa biraz daha yakından bakmamız gerekmektedir.

Jeolojik zamanın Tersiyer ve Kuaterner arasındaki sınırı belirleyen, son buz devrinin en sert aşamasının başlangıcıdır. Sınırlar daha çok alt-birimlerin isimleri üzerinden adlandırılır olsa da öte yanda jeolojik devirler bulunmaktadır. Bu bize Pliyosen-Pleistosen sınırını verir ki bu sınır Tersiyer-Kuaterner'le eşanlamlıdır. Jeologlar zamanı mutlak bir takvim ya da saat üzerinden değil, belirli olaylar üzerinden ölçerler; izlerini kayalar üzerinde bırakan, kelimenin tam anlamıyla köşetaşı niteliğindeki olaylarla ilişkisi üzerinden. Pleistosen devri ile Kuaterner, tanım gereği mevcut buz devrinin en sert aşamasının başlamasıyla başlar, ancak bunun gerçekten ne zaman olduğuna dair şiddetli tartışmalar mevcuttur. Bir ölçüye kadar elbette tartışma gereksizdir ve tanım rasgeledir, çünkü söz konusu olan jeolojik zaman ölçütleri bile olsa Dünya buz devrine bir gecede girmez. Zaman acımasızca akıp gider ve jeolojik tablolar çizip "bu taraf Tersiyer, bu taraf Kuaterner'dir," diyen biz insanlarızdır. Yine de bu durumda ortalama rakamları sabit tutmakta ve sınırları, sözgelimi Kuaterner'in başlangıcını 3 milyon yıl öncesinde sabitlemekte fayda vardır. Kuaterner içerisinde iki devir tanımlanır: Biri Pleistosen devridir ki 11.000 yıl önce sona ermiştir, diğeri ise Yakın Dönem'dir ki halen bu çağı yaşamaktayız. Pleistosen ve Yakın Çağ arasındaki sınır tamamen insan zihninin ürünüdür. Buzullaşmanın en yakın aşamasının bitişini ve mevcut durumdaki buzullar arası çağı işaret eder – ancak şimdi biliyoruz ki mevcut buz devri bitmenin çok uzağındadır ve şimdilerde bizim yaşamımızı destekleyen buzul-çağları-arası dönem buzul dalgaları dönemiyle sonlanacaktır. Bu dönemin bize özel görünmesinin tek sebebi,

o çağın içerisinde yaşıyor olmamızdır. Öte yandan, bu bölümde ileride göreceğimiz üzere, Pliyosen ve Pleistosen sınırını ve de devirler arasındaki sınırı üreten olayların sonucunda bugün biz burada onları adlandırıyor olabiliriz. Bu durumun nasıl ortaya çıktığını görmek için, insan evrimi ile yaşamın kendisini Dünya yüzeyindeki değişimler üzerinden gösterebilmek için bu sınıra ve ötesine geri dönmemiz gerekmektedir.

Tüm bu değişiklikler, buz devirlerinin dramatik başlangıçları ve eşit derecedeki dramatik sonlanışları, levha tektonikleri çerçevesinde modern kıta kayması teorisiyle düzgün bir biçimde açıklanır. Basit şekilde açıklarsak, Dünya'nın yüzeyi sabit ve değişmez bir kabuk değildir, yani günümüz coğrafyası bir defa oluştu mu artık değişmez değildir, tam tersine bir çeşit küresel yapboz biçimindedir ki bu yapbozun parçaları, kıtalar, milyonlarca yıl bağlamında Dünya üzerinde hareket ederek yeni şekiller oluşturur.[5] Buz, karalar yalnızca yüksek enlemlerdeyse ya da kutuplara yakınsa karalarda birikir. Kutup yakınlarında hiç kara olmadığı takdirde, karalar ekvatora daha yakın olacağından, kutup bölgeleri Güneş'ten aldığı sıcaklıkları yüksek enlemlere taşıyan ılıman okyanus akıntıları sayesinde ılık kalır.

Büyük Permiyen buz devri bu resme düzgünce oturur. Modern jeofiziksel yeniden kurgulamalara göre, 250 milyon yıl önce, Dünya'nın tüm kara kütlesi Pangea adlı tek bir süperkıtada toplanmaktaydı. Pangea'nın merkezi ekvatordu, ancak o kadar büyük bir kıtaydı ki güney sınırı Güney Kutbu'nun ucuna kadar dayanıyordu. Bugün Brezilya, Arjantin, Güney Afrika, Antarktika, Avusturalya, hatta Hindistan olarak bildiğimiz bölgelerin hepsi, 250 milyon yıl önce Pangea'nın yüksek güney enlemlerini oluşturuyordu. Ayrıca bu bölgeler kayalarda Permiyen dönemine ait buzullaşma kanıtları bulduğumuz alanlardır.

Bu yeniden-kurgulamalar şüphesiz etkileyici olsalar da, insanın evrim hikâyesiyle doğrudan ilişkileri asgari ölçektedir. Dinozorların yok oluşundan önce, sözgelimi 65 milyon yıl önce

5 Ayrıntılar için bkz. John Gribbin, *Genesis*, Delacorte Press: New York, 1981 ve Ursula B. Marvin, *Continental Drift: The Evolution of a Concept*, Smitsonian Institution: Washington, 1973.

olmuş olan ne varsa, bir maymundan insan meydana getiren evrimsel baskıları teğet geçer sadece. Ne var ki son buz devri –bugün içinde yaşadığımız buzul çağı– ve onu getiren olaylar, insanın ortaya çıkışında hayati öneme sahiptir.

Genel olarak Kuaterner'in buz devri, özellikle de geçtiğimiz milyon yılların buz devri, hâkim buzul çağı koşullarının geçici olarak (oldukça düzenli ve tekrar eden bir ritimle) yerlerini daha ılıman buzul-çağları-arası dönemlere bıraktığı çeşitli dönemlerle göze çarpar. Buzul çağı devam ettiğinde bile sıcaklıklar aynı ritimle dalgalanır. Bu kalıp derin okyanus çanaklarından alınan tortul sondajlarının analizinde oksijen-18 izotopunun ölçülmesine odaklanılarak elde edilmiştir. Mikroskobik deniz yaratıkları kalsiyum, oksijen ve karbonu kireçsi kabuklarını oluşturmak için kullanırlar ve mevcut oksijen-18 miktarı bu yaratıkların yaşadığı okyanus sularının derecesiyle doğrudan orantılıdır. Bu nedenle bu mikroorganizmaların kabukları okunmayı bekleyen bir fosil termometresi içerir. Aslında bilim insanları bu termometreyi kesin bir doğruluk payıyla okuyabilmeyi 1970'lerin ortalarında başarabilmişlerdir.[6] Geçtiğimiz 1 milyon yılda 20.000 yıl önce doruk noktasına ulaşmış olduğu düşünülen ve Agassiz'in onun *o* büyük buzul çağı olduğuna inanmasına neden olacak kadar sert, hatta ondan bile sert on azami buzul devrinin yaşandığını gösterdiler. Bundan önceki milyon yıllarda, aşağı yukarı 1 ila 2 milyon yıl kadar önce, soğuk dönemlerle buzullaşmanın azami sınırları daha az yoğundu ve buz çağlarının döngüsü 40.000 yıllık bir ritme sahipti. Ancak 1 milyon yıldan bu yana bu döngü çok daha karmaşık bir hal aldı.

Son yarım milyon yılı kapsayan tortul sondajlarının ayrıntılı analizleri, 40.000 yıllık döngülere ek olarak, 100.000 yıllık hâkim bir zaman dilimi ile 24.000 yıllık güçlü etkileriyle

6 N.J. Shackleton ve N.D. Opdyke, "Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of equatorial Paific core V28-238: oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 105 year and 106 year scale" *Quaternary Research*, 3: 39-55, 1973. Ve "Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of Pacific core V28-239, late Pliocene to latest Pleistocene," J.D. Hays ve R.M. Cline (ed.), *Geological Society of America Memorandum*, No. 145 içinde, 1976.

başka bir zaman diliminin varlığına işaret etmiştir.[7] Bir arada işleyen üç döngünün toplamdaki etkisiyse şudur: Buz çağları yaklaşık 100.000 yıl kadar sürer ve bu süre zarfında buz tabakasının miktarı iki başka ritim uyarınca dalgalanır, sonrasında ise yaklaşık 10.000 yıl sürecek bir buzul-çağları-arası dönem başlar ve buzul çağı birdenbire sona erer. Hayret verici bir biçimde buz çağlarının tekrarlayan döngülerine dair kanıtları son yirmi beş yılda keşfetmiş olsak da, bunu açıklayan teori uzun zaman öncesinden, tek bir buzul çağının varlığının bile çok sıcak tartışmalara neden olduğu zamanlardan beri vardı. Bu teori, ki artık kusursuz verilere dayalıdır, Dünya'nın Güneş etrafındaki dönüşünün geometrisindeki değişikliklere dayanır; tarih, ünlü astronom John Herschel'in 1830'larda ileri sürdüğü varsayımlara kadar gider ve bu görüş 1842 yılında Fransız matematikçi J.F. Adhemar tarafından resmi hale getirilir. Ancak Adhemar'ın fikirlerini tam olarak geliştiren James Croll adında bir İskoçtur ki bu dönemde son buzul çağının kanıtları bilimsel çevreler tarafından kabul görmeye başlamıştı.

Croll, Dünya'nın uzaydaki salınımlarının (devinimlerinin) farklı mevsimlerde farklı enlemlere ulaşan ısı miktarını nasıl değiştirdiğini ayrıntılı biçimde incelemiştir. Bu araştırmalar 19. yüzyılın ortaları için çok büyük bir başarıdır, özellikle de sadece Güneş ile Dünya arasındaki yerçekimsel etkileşimleri değil, Dünya ile diğer gezegenler arasındaki etkileşimi de kâğıt kalemle hesaplayan aritmetik işlemlere dayanması bakımından çok anlamlıdır. Daha önemli olanıysa, bu dönemdeki hesaplamaların akademinin iç topluluklarına üye olmayan Croll tarafından gerçekleştirilmiş olmasıdır; Croll aslında Glasgow'da Andersonian Kolej ve Müzesi'nin temizlik görevlisidir. Yazık ki hikâye, bu imajın oturduğu "bilinmeyen dâhi" kapsamında değildir, çünkü Croll aynen Albert Einstein'ın patent memuru olması gibi bir hayat sürdürmüştür; bütün mesele hayatın gerçek işleriyle uğraşmak için sessiz bir yer bulabilmektir.

1821 yılında doğan Croll, bilim ve felsefeye tüm hayatı boyunca ilgi duymuş, ancak yoksul bir aileden geldiği için üni-

7 J.D. Hays, John Imbrie ve N. Shackleton, "Variations in the Earth's orbit: pacemaker of the ice age," *Science*, 194: 1121-32, 1976.

versite eğitiminin masraflarını karşılayamamıştır; marangozluk ve değirmencilik gibi işleri de denemiş, her daim mümkün olduğunca geniş bir alanda okumalar ve çalışmalar yapmıştır. Bileğindeki sakatlık nedeniyle fiziksel olarak daha az yorucu işlerde çalışmaya başlamıştır. En azından kısmen akademiye ayırdığı zaman yüzünden, girdiği otelcilik ve dükkân işletmeciliği işlerinde de başarısız olmuştur ve sigortacılığı dahi denemiştir. İşsizlik döneminde *The Philosophy of Theism* [*Teizmin Felsefesi*] isimli bir kitap yayımlayabilmiş, üstelik kitapla sadece bir miktar ün kazanmakla kalmamış, bundan küçük miktarda gelir bile elde etmiştir. 1859 yılındaysa temizlik görevlisi olarak işe başlamıştır. Maaşı azdır, ancak Croll işi hakkında şu yorumda bulunmuştur: "Bana bu kadar can yoldaşı olabilecek başka bir yerde bulunmamıştım."[8] Ne de olsa onun artık birinci sınıf bilimsel bir kütüphaneye tam erişimi vardır. Her zamankinden daha yoğun biçimde (ne kadar temizlik yaptığından şüphelenilecek kadar) çalışan Croll bilimsel bildiriler yayımlamaya başlamış ve ilk defa 1864 yılında *Philosophical Magazine* dergisine katkı yazısında buzul çağı meselesine dokunmuştur. 1867 yılı itibariyle fikirlerinin etkisi o kadar büyümüştür ki İskoçya Jeolojik Araştırma Merkezi'nde kendisine bir makam önerilmiştir. 1876 yılında, *Climate and Time* [*İklim ve Zaman*] kitabının basılmasından bir yıl sonra, Croll, Kraliyet Topluluğu'nun üyeliğine seçilmiştir. Değirmenci ve marangoz, başarısız bir otelci, işsiz sigortacı ve bir temizlik görevlisi olan Croll, bilim dünyasına tam anlamıyla izini bırakmıştır.

Her ne kadar fikir babası Croll olsa da, adı buz devirlerinin astronomik teorisiyle anılan kişi Yugoslav bir astronom olan Milutin Milankovich'tir. Milankovich, 20. yüzyılda Croll'un çalışmalarının izini sürmüş ve 1938 yılı itibariyle buz çağlarına dair tam bir teori yayımlamıştır. Milankovich, buzul dalgalanmalarının temel taşıyıcısı olarak yaz döneminin ısı miktarındaki değişimleri hesaplamıştır. Ayrıca geçtiğimiz milyon yıldaki buz tabakasının boyutuna dair de "tahminlerde" bulunmuşsa da o dönemlerde onun bu tahminleriyle kıyaslana-

8 John Imbrie ve Katherine Palmer Imbrie, *Ice Ages: Solving the Mystery*, Enslow Publications: Hillside, NJ, 1979, s. 80.

bilecek kesin jeolojik kanıtlar çok azdır. Teori –ki şimdi Milankoviç Modeli adını almıştır– o dönemlerde test edilememiştir; jeolojik çalışmalar Milankovich'in teorisinin düzeyine ancak 1970'lerde erişebilmiş ve iki kanıt arasındaki uyuşmanın tam olduğu gözlemlenmiştir.

Tüm bunlar hakkında en çarpıcı olan, belki de Milankoviç Modeli'nin geçmiş buz devirlerindeki buzul çağı ritimlerini, örneğin Permiyen buzullaşmasını açıklamakta tam olarak kullanılabilecek olmasıdır. Öyle görünüyor ki Dünya, bugün ve geçtiğimiz birkaç milyon yıl boyunca, Milankoviç Modeli'nin astronomik ritimlerine yanıt olacak biçimde ince ayarlanmış ve oldukça hassas bir durum içerisindedir ve bu ince ayar kürenin bugünkü coğrafyasıyla ilişkilidir.

Dünya'nın genel durumu, yüzeyine yayılmış kıtalar ve bu kıtalar arasında tropik alanların ılımanlığını soğuk kutup denizlerine taşıyan okyanus suları şeklinde özetlenebilir. Sadece çok nadiren, kabaca her 250 milyon yılda bir, bir kıta Dünya'nın bir kutbuna kayar ve ılıman suların akışını engeller. Buzullar kutup kıtasının yüzeyinde oluşur ve bu garip konum (yuvarlak rakamlarla 5 ila 10 milyon yıl arasında) devam ettikçe buzullar kıta üzerinde kalır ve tüm Dünya'nın iklimini etkiler. Nihayetinde kıta yeniden kayar ve kutup bölgesine okyanus sularının erişimi sağlanır, kıta daha düşük enlemlere kaydıkça buzulları erir. Durum aynen Antarktika'nın ders kitaplarındaki anlatımına benzer. Güney Kutbu'na kaymadan önce, Antarktika ormanlarla kaplı tropik bir kıtaydı ki orman kalıntılarının bıraktığı kömürleşmeler bu durumu gösterir.

O zaman Antarktika nadir bir buzul kıtasıdır. Ancak bizimki gibi bir gezegende buzla kaplı bir kutup elde edebilmenin daha da nadir bir yolu vardır. Eğer kıtalar kutup denizleri etrafında konumlanacak biçimde hareket ederse, hiçbiri kutba tam olarak yerleşmese de tropik suların kutup okyanuslarına akışı kesilebilir. Bu gerçekleştiğinde kutup denizleri suyun üzerinde hareket eden bir buz tabakası oluşturacak biçimde donabilir ve kutup etrafındaki kıtalar o kadar soğuk hale gelir ki buz üzerlerinden geçebilir. Böylesi bir durum tek bir kıtanın kutba kaymasından çok daha nadir bir durumdur ve çok daha

kısa sürer, çünkü kıtalar arasında bir boşluğun oluşması ve ılıman suların kutup denizine erişmesi çok daha mümkündür. Ancak yine de belirtelim ki bu gerçekleşebilecek bir durumdur; gezegenimizin Kuzey Kutbu bu tarz bir buzullaşmanın örneğidir; buzla kaplı Arktik Okyanusu neredeyse tamamen karalarla çevrilidir.

Kutup buzullaşmasının iki biçiminin bir bileşkesinin aynı gezegende aynı anda gerçekleşme olasılığı çok daha ender rastlanacak bir olaydır; bunu çözebilmenin yolu yoktur, ancak 4,5 milyar yıllık bir gezegende böylesi bir olayın bir kez de olsa gerçekleşmiş olduğunu düşünmekteyiz. Mevcut buz devrini bu kadar özel kılan durum, bu emsalsiz bileşke, sözgelimi iki buzullaşmış kutup değildir sadece, birinin kıtalarla kilitlenerek donmuş kutup okyanusu, diğerininse buzla kaplı kutup kıtası olduğu durumdur aynı zamanda. Bu durum Milankovich ritimlerine o kadar duyarlıdır ki tüm gezegene buzdan gelgitler gönderir.

Dünya, uzayda Güneş'in merkezi ile kendi merkezinden geçen doğru, Kuzey ile Güney Kutbu'ndan geçen doğruyla tam dik açı oluşturacak şekilde konumlanmış olsaydı ve eğer mükemmel bir küre olmuş olsaydı o zaman ne mevsimsel değişikliklere ne de ritmik buzul çağlarına rastlanırdı. İnsan evrimi boyunca sıkça rastlanan buzul çağlarının tam döngüleri, aynen mevsimsel çeşitliliğin yıllık döngülerinde olduğu gibi sıradan bir olay kadar yaygındı, ancak daha büyük bir ölçekte. İşte aynen her yıl mevsimsel döngülerin kışı getirmesi gibi biz de buzul çağı koşullarının şafağında yaşıyoruz. Çünkü Dünya, Güneş'in etrafında dönerken uzayda aynı konumda kalmasına rağmen kutuplardan geçen hayali doğruyla eğik bir açı yapacak biçimde konumlanmıştır. Her bir kutup bölgesi önce Güneş'i gösterir, sonrasında ondan uzaklaşır. Bir yarıküre Güneş'i gösterdiğinde, o yarıküreden gözlemlendiği gibi Güneş gökyüzünde yükselir; günler gecelere göre uzundur ve mevsim yazdır. Yarıküre Güneş'ten uzaklaştığında ise geceler gündüzlere göre uzundur ve öğle saatinde bile Güneş aşağıdadır; mevsim kıştır. Güneş gökyüzünde aşağıda olduğunda, güneş ışınlarının Dünya'ya geliş açısı daralır ve içerdikleri enerji

miktarı daha geniş bir alana yayılır; bu nedenle kış soğuktur. Yaz aylarında ise Güneş gökyüzünde yüksek konumdadır ve enerjisi daha küçük bir alana yoğunlaşır; yaz bu nedenle sıcaktır. Diğer iki mevsim, elbette, kutupların ne Güneş'i gösterdiği ne de ondan tam anlamıyla uzaklaştığı ara aşamaları işaret eder. Dünya'yı mevsimsel döngülere sokan onun eğimidir bu durumda. Bu çok önemli eğimin miktarı, ancak Dünya uzayda salındıkça değişir ve bu değişim mevsimlerin dengesini farklılaştırır. Öyle ki bazen kışlar çok soğuk, yazlar çok sıcaktır, diğer zamanlarda ise daha dengelidir.

Bu salınımın temel nedeni, Dünya'nın tam bir küre olmamasıdır; Dünya hafif armut biçimindedir, ayrıca ekvatordan bel verir. Güneş ve Ay'ın (ayrıca Güneş Sistemi'ndeki diğer gezegenlerin) yerçekim kuvvetleri Dünya'yı şişkin ekvator bölgesinden çekerek salınım yaratır, tıpkı Dünya'nın yerçekimi kuvvetinin dönen şişkin bir topacı çekmesi ve döndükçe salınmasına neden olması gibi. Topaç her iki ya da üç saniyede bir salınır, ancak Dünya'nın durumunda bu salınımlar 23.000 ila 26.000 yıl arasında tekrarlayan döngüler halinde gerçekleşir (ekinoksların devinimi). Bu devinim, kutupların farklı zamanlarda farklı yıldızları göstermesi anlamına gelir. Kutup yıldızı Polaris, bugün Kuzey Kutbu'nun üzerindedir; bu yıldız diğer yıldızların tümü dönüyorken sabit kalır. Üç bin yıl önce kutup yıldızı, Draco takımyıldızından Thuban'dı, 12.000 yıl sonra da Vega olacak. Daha uzun bir döngü ki 40.000 yıl kadar sürer, Dünya'nın Güneş'le yaptığı gerçek eğimi değiştirir. Buzul çağı ritimleri bağlamında en uzun döngü Güneş etrafındaki yörüngemizin seyrindeki değişikliklere bağlıdır. Yüz bin yıldan daha uzun zaman dilimleri halinde, yörünge dairesel bir konumdan daha eliptik bir konuma geçer ve bu işlem tekrarlanır. Eliptik bir yörüngede Dünya, yılın belli dönemlerinde diğer zamanlara nazaran Güneş'e daha yakındır – dolayısıyla da daha sıcaktır.

Tüm bu olaylar (salınım, eğim ve gerinim) farklı mevsimlerde farklı enlemlere ulaşan ısı miktarındaki değişimi etkiler, fakat tüm bir yıl düşünüldüğünde Dünya'nın Güneş'ten aldığı toplam ısı miktarında asla değişiklik olmaz. Bu mevsimsel değişikliklerin buz tabakalarının gelgitleri üzerinde nasıl etkile-

ri olduğu ya da aslında etkili olup olmadığı konusu uzun bir meseledir ve burada tartışmaya uygun değildir. Ancak bugün mevcut olan buz devri içerisindeki buzul çağı ve buzul-çağları-arası dönemlere dair döngülerin Milankoviç Modeli'nin tahmin ettiği mevsimsel değişikliklerle çok yakından ilişkili olduğu genel anlamda kabul edilmektedir. Meseleyi kökünden halleden kanıt, daha önce de belirttiğimiz gibi, New York'ta Lamont-Doherty Jeolojik Gözlem'den bir takımın 1970'lerin ortasında derin deniz tortullarındaki izotop çeşitliliklerini analiz etmesinden elde edildi.[9] İlk başlarda elde ettikleri sonuçlar doğru olamayacak kadar iyi görünüyordı. Astronomik ritimlerin etkileri, özellikle 23.000-26.000 ve 100.000 yıldaki etkileri, kimsenin tahmin edemediği kadar çok güçlüydü. Aslında Croll'un kendisi yalnızca 40.000 yıllık ritme odaklanmıştı ki biz şimdi bu ritmin 1 ila 2 milyon yıl bağlamında hâkim olduğunu, ancak o dönemden bu yana diğer iki Milankoviç döngüsüne nazaran daha az rol oynadığını biliyoruz. Bu keşfin etkisiyle harekete geçen teorisyenler geçtiğimiz yıllarda çok sıkı çalıştılar ve şimdi en yakın buz devrindeki buzul çağı ritimlerinin gözlemlenen ayrıntılarının çoğunu açıklayabiliyorlar.

Anahtar nokta şudur ki, bir buz devri boyunca normal koşul bir buzul çağınınkiyle aynıdır; buzul-çağları-arası dönemler nadirdir. Bu, tüm Dünya tarihi boyunca yaşanan normal koşulların tam zıttıdır, sözgelimi ılıman iklimin hâkim olduğu buz devirlerinin istisnai olduğu koşulların tam tersi. Bu nedenle çözülmesi gereken sorun Dünya'nın neden zaman zaman buzlarla kaplandığına dair Viktoryen atalarımızın kafasını karıştıran sorundan farklıdır. Bilmece aslında bir buz devri sırasında neden Dünya'nın buzlarla kaplı olmadığı buzul-çağları-arası dönemlerin olduğudur. Ne var ki bizim için öncelikle mevcut buzul-çağları-arası dönemin ne zaman sona ereceğine bakmak daha doğru olacaktır.

---

9 N.J. Shackleton ve N.D. Opdyke, "Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of equatorial Paific core V28-238: oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 105 year and 106 year scale" *Quaternary Research*, 3: 39-55, 1973. Ve "Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of Pacific core V28-239, late Pliocene to latest Pleistocene," J.D. Hays ve R.M. Cline (ed.), *Geological Society of America Memorandum*, No. 145 içinde, 1976.

Kuzey yarıkürede büyük bir buz tabakası oluşturabilmesi için Dünya'nın kutup bölgelerini kapsayan kara bölgesini karla kaplaması gerekir; Arktik Okyanusu, elbette, halihazırda donmuş durumdadır. Kutup bölgelerinde her kış kar yağar; sorun bu karların yazın erimesidir. Bu nedenle kuzey yazları soğuk olduğunda bir buzul çağı ortaya çıkacak ve kışın yağan kar diğer kışa kadar dayanacaktır. Bu durum bir kez oluşmaya başladığında kar tabakaları her yıl büyük buz katmanlarına dönüşür. Bu, kutuptan gelen buzulların baskısıyla oluşmaz, bir yılın karının geçmiş yılın karının üzerine yağarak onu altta buzlaştırmasıyla ortaya çıkar. Bu şaşırtıcı ve görece yeni hikâye neden kimi iklimbilimcilerin buzul çağı koşullarının tek bir yıl içerisinde gelişebileceğini tartıştıklarını açıklar. Tek bir soğuk yaz, mevcut dengeyi geri dönülemez bir biçimde buzul çağı koşullarına çevirebilir, çünkü yaz ayı boyunca dayanan kar tabakası parlak beyaz yüzeyinden solar ısıyı yansıtarak yüksek enlemlerin soğumasına neden olacaktır.

Peki, güney yarıküre ne durumdadır? Orada, etrafı açık denizle çevrili donmuş bir kutup kıtası olarak şartlar tam da tersidir. Denize düşen kar erir. Güney buz tabakasının büyüyebilmesi için okyanus suyunun sürekli olarak donmasını sağlayacak çok soğuk kışların yaşanması gerekir. Bu bir kere gerçekleşti mi, beyaz buz katmanları Güneş'in ısısını yansıtarak karın iyice yerleşmesi için zemin oluşturur.

Bugün her iki yarıküreyi de etkileyecek büyük bir buzul çağı meydana getirmek için soğuk kuzey yazlarının yanı sıra, soğuk güney kışlarına da ihtiyacımız olacaktır. Elbette bu, tam da Milankoviç Modeli'nin tahmin ettiği şeydir, çünkü güneyde kış mevsimi yaşanırken kuzeyde yaz mevsimi yaşanmaktadır. Hesaplamalar kilit mevsimin soğuk kuzey yaz-sonu ya da sonbahar başlangıcı olduğunu gösterse de bu yalnızca bir düzeltmedir. Önemli olan, Milankoviç Modeli'nin buzul çağları döngüsünün ve aralarındaki ılıman dönemlerin en iyi açıklaması olmasıdır. Dahası, tüm kanıtlar tam bir buzul çağının mevcut coğrafyası bakımından Dünya'nın normal koşulu olduğunu göstermektedir. Yalnızca üç Milankoviç döngüsü bizleri bir buzul çağından çıkartmak için birlikte hareket ettiğinde

buzul-çağları-arası bir döneme girebiliriz ki bu durumda bile bu süreç 10.000 yıldan birazcık daha uzun olacaktır.

Gördüğümüz bu ritimler neden bu kadar güçlüdür? Tüm bu kuramsallaştırma sürecinde tek bir hayati unsuru, okyanusları dışarıda bıraktık, üstelik de okyanuslar çok önemliyken. Aslında okyanuslar iklim bakımından kilit bir konumdadır, çünkü Güneş'ten gelen sıcaklığı depolayıp atmosferin alt tabakalarına yansıtır ve böylece hava koşullarının ardındaki tetikleyici gücü oluşturur. Mevsimden mevsime, yıldan yıla oluşturdukları etki tanıdıktır: yaz ile kış arasındaki aşırı sıcaklık farklılıklarını yumuşatmak, İngiltere ve California gibi yerlerin iklimlerini daha yaşanılır kılmak ve Polonya ve Colorado gibi kıtasal iklimleri daha dengeli hale getirmek. Yazın okyanuslar bitişiklerindeki karaları daha serin kılar, kışın ise depoladıkları sıcaklığı salarak karaların daha ılıman olmasını sağlar. Ne var ki buzul çağları ile buzul-çağları-arası dönemlerin zaman ölçütüyle baktığımızda, döngü tam tersine işler. İniş ve çıkışları yumuşatmak üzerinden negatif bir geri besleme sağlamak yerine okyanuslar, özellikle de Kuzey Atlantik Okyanusu, pozitif bir geri besleme sağlayarak bir aşırı uçtan diğerine dalgalanmaları hızlandırır, değişiklikleri büyütür ve yaygınlaştırır.

Okyanus geri beslemesinin ilk ayrıntıları 1981 yılında Lamont-Doherty Gözlemevi'nden William Ruddiman ve Andrew McIntyre tarafından yayımlanmıştır.[10] Bu çalışmaları özellikle önemlidir, çünkü modele dair yapılan kimi eleştiriler, astronomik etkiler herhangi bir buzul çağını başlatmaya ya da sonlandırmaya yetemeyecek kadar zayıf olduğundan, derin deniz diplerinde ölçülen ritimler ile Dünya'nın yörüngesindeki ritim çeşitliliğinin tesadüf eseri örtüştüğü yönündedir. Öyle de olabilir, ancak astronomik ritimlerin ve okyanus geri beslemelerinin kombinasyonu kesinlikle bu işi yapabilecek düzeydedir.

Geliştirilen resim açık ve seçiktir. Astronomik döngüler kuzey yarıküreye soğuk yazlar ile ılıman kışlar getirdiğinde buz oranı artar. Ani buzul çözülmeleriyse, aynen 15.000 yıl önce

10 William Ruddiman ve Andrew McIntyre, "Oceanic mechanisms for amplification of the 23.000 year ice-volume cycle," *Science*, 212: 617-27, 1981.

başlamış olan gibi, kışlar önlenemez bir biçimde daha soğuk olsa bile yazlar daha ılıman geçtiğinde gerçekleşir. Ayrıntıları bir kenara bırakırsak, Dünya bugün olduğu gibi daha serin yazlar aşamasına geçtiğinde, buzulların Kuzey Atlantik etrafında bulunan karalara yayılımı tetiklenir, çünkü bunları eritebilecek kadar sıcak yazlar olmaz. Dünya serinleştikçe, okyanuslarda suyun kış aylarında bile buharlaşmasını tetikleyen bir ılımanlık olur. Su buharının çok miktarda birikmesi sonucu kar yağar ve bu durum kışlar o kadar sert geçmese bile buzulları ve yeni yeni oluşmaya başlayan buz katmanlarını besler. Okyanusların sıcaklığı ise karaların donmasını hızlandırır.

Büyüyen buz döngüsünün sonunda, Kuzey Atlantik büyük oranda buzla kaplanarak karada hareket eden büyük buzullardan türeyen buzdağları tarafından soğuk tutulur. Astronomik yörünge ritimlerinin bizleri ılık yaz aşamasına sürüklemesiyle birlikte karalardaki buzlar erimeye başlayıp geri çekilir ve bu da denizleri soğuk tutan ve kısmen buzlarla kaplanmasına neden olan buzdağlarının daha çok ortaya çıkmasına vesile olur. Bu nedenle kışlar sertken deniz soğuk olur ve buharlaşma azalır. Yazın kaybedilen buz tabakaları kışın yenilenemez. Sözgelimi soğuk bir okyanus buzun geri çekilmesine yardımcı olur ve koşullar tamsa (tüm Milankoviç ritimleri birlikte işliyorsa) ortaya çıkan sonuç Dünya'nın aniden tam bir buzul çağından bir buzul-çağları-arası döneme geçmesi olur. Kısa bir süre sonra, 10.000 yıl ila 13.000 yıl arasında, astronomik döngüler değiştiğinde, Dünya daha büyük bir hızla bir buzul çağına sürüklenir. Her bir buzul çağı yaklaşık 100.000 yıl sürer, ancak buz tabakaları 40.000 ve 23.000 yıllık döngüleri takip ederek artar ve azalır. Her bir buzul-çağları-arası dönem 10.000 yıldan biraz daha uzun sürer. En ihtiyatlı tahminlere göre, bizim keyfini sürdüğümüz buzul-çağları-arası dönem 11.000 yıldan bu yana devam etmektedir.

Buzul çağlarının tekrarlayan döngülerinin uzak atalarımızın zekâsını ve uyumluluğunu geliştirerek onların ormanlardan düzlüklere geçişini nasıl tetiklemiş olduğunu görmek kolaydır. Jeolojik çalışmalarla geniş kutup buzları ve Dünya'nın hava koşullarının bilgisayar ortamındaki simülasyonları, tam

buzul çağı koşullarının hüküm sürdüğü dönemde gezegene düşen yağmur oranının bugünkünden çok daha düşük olduğunu göstermiştir. Gezegen daha soğuktur, bu nedenle denizlerden buharlaşan suyun miktarı daha az olur ve yağmur oranı azalır. Bugün bize sürekli yağmur sağlayan hidrolojik döngülerdeki suların büyük bir kısmı, tam bir buzul çağında yüksek enlemlerdeki büyük buz katmanlarında sıkışıp kalmış olmalıdır. Bu simülasyon ve çalışmalar özellikle tam bir buzul çağı koşulunda insanın evrimleştiği Doğu Afrika'da yağmur oranlarının ne kadar düştüğünü göstermektedir. Daha az yağmur tropik ormanların azalmasına ve açık savanaların artmasına yol açmıştır. Böylesi koşullarda kimi türler başarılı, kimileriyse daha az başarılı olmuştur ve hatta kimilerinin soyu tükenmiştir. Evrim, bıçağının keskin yüzünü göstermiş ve doğal seçilim yeni karakteristik uyum sağlamalarla yeni türleri ortaya çıkartabilmiştir.

Genel olarak, üzerine konuştuğumuz tarzdaki bir iklimsel değişiklik çevrelerine çok iyi uyum sağlamış olan ağaçlık alan türleri üzerinde çok etkili olmuş olmalıdır. Bir zamanlar sık orman olan yerlere geri çekilmiş olabilir, toplam sayıları düşmüş, ancak orman tarzı yaşam için geliştirdikleri yetenekler, içerisinde yaşabilecekleri biraz orman kaldığı müddetçe onları hayatta tutabilmiş olmalıdır. Düzlüklerde yaşayanlar da elbette başarılı olmuş olacaktır, gezinmek için çok daha fazla alanları vardır ve durum kıyılarda yaşamak için bir yer arayan ağaçlık alan yaratıklarını avlayan avcılar için de gayet iyidir. İklim değişikliklerinden ve ormanların küçülmesinden en olumsuz etkilenen hayvan türleri, ağaçlık alanlara en az uyum sağlamış türler olmalıdır.

Ormanlar azaldıkça, ağaçlardaki rekabet her zamankinden daha zorlu hale gelecektir; rekabeti başaramayanlar kendilerini ormanın dışına ve hatta çayırlık alanlara kelimenin tam anlamıyla sürülmüş bulacaklardır. Onlar buralarda, düzlüklerdeki yaşama halihazırda çok iyi uyum sağlamış hızlı koşan avcılarla karşı karşıya kalacaklardır. Başarı şansları ilk bakışta çok düşüktür ve kuraklık –ki tropikal bölgeleri çok az etkileyen buzul çağı soğuklarından çok daha etkilidir– yaygın-

laştıkça ormanda yaşayan pek çok tür silinecektir. Yalnızca çok başarılı olmayan bir ağaçlık alan kuyruksuz maymun türü değişen bu durumu kendi çıkarına kullanabilmiştir.

Bir önceki bölümde açıklamış olduğumuz gibi basit bir evrimsel adım, neoteni, atalarımıza hayati bir uyum sağlama paketi sağlamıştır: Dik duruşa izin vermiş (avcıları görebilmek için yararlı bir durumdur ve bir şeyler taşıyabilmek ile onları kontrol edebilmek için elleri serbest bırakmıştır), ertelenmiş beyin gelişimini getirmiş (gençlerin kalıtımı beklemektense öğrenme yoluyla değişen dünyada yaşama şanslarını öğreten yeni numaraları öğrenmeleri bakımından kullanışlıdır) ve bir çeşit bonus olarak kılsız bir deri (düzlüklerde yemek peşinden koşarken ya da avcılardan kaçarken serinlemelerine yardımcı olmuştur) sağlamıştır. Neotenik gelişim aynı zamanda atalarımızın doğal kuyruksuz maymun merakını da zenginleştirmiştir ve de yeni yaşam tarzının getirdiği güçlü seçilim baskısı ortama iyi uyum sağlayamayan ya da avcıları izlemek için uzun boylarını kullanamayan veya yeni besinleri denemek konusunda yeterince meraklı olmayan bireylerin hızla yok olmasını getirmiştir. Gezegenimizin tarihinde ilk olarak zekâ, bir tür için yararlı bir özellik olmakla kalmamış, aynı zamanda hayatta kalabilmesi için gerekli olan bir özelliğe dönüşmüştür. Zekâ ve uyumluluk, hızlı koşabilme yeteneğinden ya da uzaktaki tehlikeleri görebilme yetisinden daha da temel bir yaşam tarzı oluşturmuş ve çok yakın zamanlara kadar da durum aynen böyle devam etmiştir.

Tarihler birbirleriyle çok güzel bir biçimde örtüşmektedir. Mevcut buz devrinin ilk büyük buzullaşmasının kanıtlarını yaklaşık 4 milyon yıl yaşındaki kuzey yarıküre kayalarında görmekteyiz ki bu durum kıtaların bugünkü konumlarına kaydıkları süre zarfında gelişen milyonlarca yıllık küresel soğumayı (ve kurumayı) takip etmiştir. Moleküler saat bize insan, şempanze ve goril arasındaki ayrışmanın aynı zamanda gerçekleşmiş olduğunu söyler. Bu ayrışmanın değişen çevresel baskılara bir yanıt olarak gerçekleştiğini varsaymak tamamen akla yatkındır. Başarılı türler milyonlarca yıl değişmeden var olabilir. Değişen koşullar eski arkaplan üzerinde seçici bir

avantajla yeni çeşitlilikler sağladığında, yeni türler eski deponun popülasyonlarından (belki izole kalarak) ayrışmak suretiyle ortaya çıkar. Doğu Afrika'nın lav yataklarındaki ayak izleri, atalarımızın kesin olarak 3,8 milyon yıl önce iki ayakları üzerinde yürüdüğünü göstermektedir. Onlar bilmeseler de bir buzul çağına doğru yürümüşlerdi – aslında buzul çağı onları yürütmüştü. Sadece herhangi bir buzul çağı da değil, Croll ve Milankoviç tarafından hesaplanan aralıksız astronomik ritimlerin hakim olacağı bir buz devri ki bu ritimler 3 milyon yıl boyunca, uzun vadeli istikrardan yoksun değişken çevresel baskılar üretecektir. Zekânın ve uyumluluğun en önemli özellik olacağı 3 milyon yıl.

Yeni buz devrinde ortaya çıkan koşullar pek çok tür için felakete yol açmış olmalıydı ve öyle de oldu. Her ne kadar Kretase dönem ile Tersiyer'i birbirinden ayıran ve dinozorların soyunun tükenmesine yol açan, tüm canlılar âleminin yarısının ortadan kalkmasına sebep olan değişikliklerden daha az dramatik olsa da, mevcut buz devri de son 50 milyon yıl içerisinde paleontologlar için net bir jeolojik işaretleyici olacaktır. Ne kadar türün ya da cinsin soyunun tükendiğini tam olarak söyleyemeyiz, çünkü hâlâ Kuaterner'in sınırına çok yakınız, ancak mantıksal olarak insanın 20. yüzyıl kıyımlarına başlamasından çok önce türlerin büyük bir kısmı insanı yaratan koşulların ta kendisi tarafından kıyılmıştı bile. Mamutlar ve kılıç-dişli kaplan herkesin bildiği iki örnektir sadece.

Bizim buz devrimiz daha öncekilerden farklıdır yine de. Daha önceki buz devirleri, ki bir kutba kayan bir kıtanın neden olduğu dönemlerdir, Milankoviç ritimlerine bizim istikrarsız devrimizden çok daha az duyarlıydı. Buz gelir, milyonlarca yıl kalır ve kıta daha sıcak enlemlere kaydığında ortadan kalkardı. Buzul çağı başladığında türler yok olur ve hayatta kalmayı başaranlar boşlukları doldururdu. Sonrasında buz ortadan kalktığında, soğuğa katı biçimde uyum sağlamış türler de ortadan kalkardı. Yine, hayatta kalabilenler uygun ekolojik nişlerdeki boşlukları doldururdu. Tüm bunlar elbette milyonlarca yıllık zaman aralıklarında gerçekleşiyordu. Kendi buz devrimizdeyse, aralarına 10.000 yıllık buzul-çağları-arası dönem-

ler yerleştirilmiş zorlu koşulların 100.000 yıllık tekrarlayan döngüsü yaşanır ki bu 10.000 yıllık nefes alma dönemlerinde daha öncesinde tükenme aşamasına gelmiş türler yeniden çoğalabilmek için bir şans yakalarlar. Böylesi bir sistem –sert koşulları takip eden kısa molalar ardından yeniden gelen sert koşullar– uyumluluğun ve zekânın gelişimi için gerekli evrimsel koşulları sağlayan bir çeşit mandal etkisi –kısa dönemli elde edilen pozitif alışkanlıkların uzun dönemde de etkilerini sürdürmeleri– yaratmış olmalıdır. Buzul çağı bu yetenekleri seçer, ancak bunu öyle zorlu koşullarda yapar ki sayısal olarak çok az tür buna dayanabilir. Sonrasında gelen buzul-çağlararası dönem ise, buzul çağı tarafından seçilen türlerin çoğalmasını ve yayılmasını sağlar, bir sonraki buzul çağının aralarından seçebilmesi için yepyeni kombinasyonlar yaratır.

Farz edelim ki tam bir buzul çağı 4 milyon yıl önce oluşmuş, sonucunda da Doğu Afrika kurumuştur. Atalarımız çölleşmiş düzlüklerde hayatta kalabilirler miydi? Yoksa milyonlarca yıl süren zorlu koşullar onların soyunun tükenmesine mi neden olurdu? Yalnızca varsayımda bulunabiliriz, ancak Neandertal insana dair yürütülen son evrimsel deneylerin de göstermiş olduğu gibi, bu ataların soyu tükenirmiş gibi gözükmüyor. Neanderthal insan özellikle ilgi çekicidir, çünkü *Homo sapiens* gibi bir türün üzerine buzul çağının bindirdiği baskıyı ve geçen 4 milyon yılın ortak özelliği olan küçük evrimsel değişiklik çeşitlerini gösterir. Biz sadece üyeleri fosil olarak korunabilecek kadar başarılı olan, uzun süre devam eden türlerin fosillerini görebiliyoruz; yalnızca on binlerce yıl dayanabilmiş evrimsel bir çeşitliliğin fosillerini bulabilme şansımız ise çok düşüktür. Ancak Neandertal örneği Dünya'da milyonlarca yıl önce yaşamış olan insanımsılar hakkında fosil kayıtlarından ne kadar az şey öğrenebileceğimizi bir kez daha göstermektedir. Bir milyon yıl önce Afrika'da ve Asya'da bir dizi "Neandertal" yaşamış olabilir, ancak bizim bu evrimsel deneyleri tanımlayabilecek kadar fosile erişmemiz hiç mümkün görünmüyor.

Yüz bin yıl uzunluğundaki buzul çağı, Neandertal'in de gösterdiği gibi ortak insanımsı deposundan çeşitliliklerin ayrışması sürecinin başlaması bağlamında büyük zaman tanır.

Koşullara en az uyum sağlayanlar, en az üreyenler sessizce, şiddet kullanılarak değil, yerlerini başka türlere bırakarak yok olurlar. Koşullara daha iyi uyum sağlayanlar, daha başarılı üreyenler kazanır ve insanlığın oldukça farklı formları ortaya çıkmaya başlar. Yaşam koşulları zordur ve her bir buzul çağında bunların çok azı hayatta kalabilir, ancak buzul-çağları-arası dönem hayatta kalanlara yayılma ve yeni gen kombinasyonları üretme şansı tanır ki bunlar bir sonraki buzul çağı tarafından sınanacaktır. Neandertal insan en yakın buzul çağının ürünüdür ve öyle görünüyor ki Neanderthal çizgisinin ya soyu tükenmiş ya da bu çizgi *Homo sapiens sapiens* çizgisiyle birleşmiştir. Ne var ki geçtiğimiz milyon yılda on tam buzul çağının her birinde *Homo* çizgisine benzer baskıların uygulandığı gibi bir varsayımda bulunacak olursak, ki bu mütevazı bir varsayım olur, o zaman bizim Neandertal insanla olan farklılığımız gibi ana çizgiden doğabilecek en az on değişimin ortaya çıkma potansiyelinin olduğunu net bir biçimde söyleyebiliriz. Farklılıklar çok büyük olmayabilir, ancak önemlidir; çünkü her durumda ana çizgi (çizginin "ana" oluşu bizim bakış açımızdandır elbette) hayatta kalır ve değişimlerin soyu tükenir. Ancak eğer bir milyon yıllık bir perspektiften bakacak olursak, bu ana çizgi tanımlaması tamamen anlamsız olur. Biz, hayatta kalanlardan türedik, hepsi bu. Bir dalın ana çizgi ve diğerlerinin çıkmaz sokak olduğunu söylemek bu noktada anlamsızdır ve hangi dalın devam edip etmeyeceğini ve hangisinin soyunun tükeneceğini tahmin etmenin de bir yolu yoktur. Bize uzanan çizgi kırılmamış, bazen erken dönemli bir depodan gelen bir dalın yanından geçmiş (örneğin Lucy, temel kuyruksuz maymun kalıbından önemli bir ayrışmayı temsil eder), diğer zamanlarda ise ana gövdede kalmıştır. Biz uyumluluk, zekâ ve çok yönlülük üzerinden işleyen tekrarlı bir seçilimin son ürünüyüz; bu üç özelliğin izlerine sahip olan bir türle böylesi bir deneye başladığınızda, buzul çağlarının değişen diziliminin ve buzul-çağları-arası dönemlerin beslemesinin bizim gibi bir şey üretebileceğini görmek zor olmasa gerek.

Daha önce de belirttiğimiz gibi, en yakın buzul çağında ortaya çıkan insan bir hata değildi. Ortaya çıkan kalıntılar iyi

örgütlenmiş bir toplumu, daha önceki zamanlardan çok daha fazla öne çıkan bir avlanma yetisini gösteriyordu, çünkü buzun kıyısında insanla birlikte yaşayan hayvan çoktu. Bu insanların ölülerini gömmeye ve hatta mezarlarını süslemek için çiçek toplamaya bile vakitleri olmuştu, aynı zamanda bilinen en güzel mağara resimlerini de çizmişlerdi. Neandertal insan asık çehresi ve dar yanaklarıyla buzul çağı insan çeşitlerinden yalnızca biriydi ve türü hakkında yapılan erken dönem yorumların bu denli kötü şöhret yaratmış olması talihsiz bir durumdur. Neandertal insan ayaklarını sürüyerek yürümüyordu ve durduğu yerde kalakalmadı, üstelik de kesinlikle aptal değildi. Richard Leakey, 1950'lerde Neandertal insanın yeniden-kurgulanmasını tekrar değerlendiren iki anatomistin, William Straus ile A.J.E. Cave'in çalışmalarından alıntı yapar. Straus ile Cave eğer Neandertal insan "reankarne olup New York metrosuna gitse –banyo yapması, tıraş olması ve modern giyinmesi koşuluyla– başka herhangi birinden daha fazla dikkat çekmesi şüphelidir."[11] (Bu durumun Neandertal insandan daha çok New Yok metrosu insanları hakkında bir şeyler söylediği tartışmalı bir konudur). Yerel bir çeşitlenme olan Neandertal, buzul çağlarının aşırı başarılı bir uyum sağlaması olarak düşünülebilir ki buzlar geri çekildiğinde ve gerçek modern insan yayılmaya başladığında soyu tükenmiş ya da diğerlerine karışmıştır.

Peki ya gelecek? Döngü, Dünya üzerindeki bir tür gelişti ve yalnızca zekâsını değil, uygarlığını da geliştirdi diye sona erecek değil. İnsan tarihinin tümünün ve çok övülen uygarlık tarihinin hepsinin tek bir buzul-çağları-arası döneme sıkıştırılmış olması hiç de tesadüf değildir. Hele ki bu dönem, gezegenimizin kara kütlelerinin mevcut düzenine uygun, normal buzul çağı koşullarının geçici bir aralığıysa. İnsanlık ve de insan uygarlığı Dünya'nın yüzeyine, özellikle de buzul çağlarının tetiklediği zorluklara uyum sağlayabilme yeteneği ve zekâsı sayesinde bu denli hızlı yayılabilmiştir. Talihin yüzümüze gülmesiyle kendimizi içinde bulduğumuz buzul-çağları-arası dönemin gelişmiş koşulları, buzul çağının zorluklarıyla

11 Richard E. Leakey, *The Making of Mankind*, E.P. Dutton: New York, 1981, s. 148 içinden alıntı.

mücadele etmeyi öğrenmiş zeki ve uyumlu türün Dünya'yı ele geçirmesini sağlamıştır.

Peki, bir sonraki tam buzul çağı, belki de birkaç bin yıl içerisinde, insan uygarlığının sonunu mu getirecektir? Temel gösterge kuzey yarıkürenin yaz güneşidir ki 11.000 yıldır alçalmaktadır. Tüm koşullar aynı kaldığında bile kar ve buzul tabakalarının aniden yayılmasına ve yeni bir buzul çağının başlangıcını duyuran bir "kar saldırısına" dair gerçek bir risk vardır. Böylesi bir durumda buzullar ve buz katmanları tarafından tamamen yok edilecek ülkeler arasında Kanada, İrlanda, Büyük Britanya, İskandinavya, Nepal ve Yeni Zelanda sayılabilir. Şiddetli buzullaşmayla karşı karşıya kalacak ülkeler arasında ise ABD, Rusya, Güney Amerika'nın yüksek enlemleri, Çin ve Avusturalya sayılabilir. Yakın gelecek bakımından en kayda değer olanı, pek çok ülkenin yeni bir buzul çağının başlangıcında soğuktan değil, kuraklıktan sıkıntı çekeceğidir; bu kuraklık Meksika, Brezilya, Afrika'nın Sahra devletleri, Pakistan, Hindistan, Bangladeş ve Çin'i kapsayacaktır. Bu liste, dünyada olup biten olaylara en az ilgi gösterenlerin bile zihinlerinde uğursuz bir tını yankılatabilir, çünkü bu bölgelerde gerçekten de geçen birkaç yıl içerisinde kuraklık baş göstermiştir. Bu bir sonraki buzul çağının başladığı anlamına gelmez, ancak yerkürenin bu bölgelerinin kuraklığın büyük riskiyle karşı karşıya olan bölgeler olduğunu ispatlar. Bu durum en azından daha önceki buzul çağlarını yaratan koşullarla her şeyin eşit olmadığını ve buzul çağları tarafından yaratılan yaratığın çevre üzerinde muhteşem bir gücünün olduğunu gösterir. Biz –bilerek ya da bilmeyerek– bir sonraki buzul çağının gelişini önleyebilir ya da erteleyebiliriz.

Bugün iklimbilimin temel tartışması yeni bir buzul çağı olasılığı değil, insan etkinliklerinin bir sonucu olarak yakın gelecekteki küresel ısınma olasılığıdır. Bu, karbondioksit sera etkisidir. Yaktığımız her ton kömür ya da her varil petrol, tahrip ettiğimiz her bir metrekare tropik orman karbondioksit formunda havaya karbon salınımına neden olur. Karbondioksidin bir özelliği de uzayda kaybolması gereken sıcaklığı tutmasıdır (kızılötesi radyasyon). Uzmanlar gelecek elli yılda karbondiok-

sidin doğal yoğunluğunun iki katına çıkma olasılığından söz etmektedirler ki bu kutuplarda yüksek, tropik bölgelerde ise düşük olmak suretiyle ortalama sıcaklığın 3°C derece artması anlamına gelir. Böylesi bir iklim değişikliği bağıl sorunlar olmadan yaşanamaz –en azından ABD'nin tarım üretimini sağladığı büyük düzlüklere kuraklık getirebilir–, ancak aynı zamanda insan yapımı "süper buzul-çağları-arası" dönemin başlangıcına da işaret edebilir ki bu durum kutup buzullarının mevcut buz devrinin başlangıcından bu yana olduğundan daha çok erimesini getirerek bir sonraki buzul çağını yüzyıllar boyu uzakta tutabilir. Birkaç yüzyıl sonraki gelişimden bahsedecek olursak, gelecek nesiller atmosferik sistemi buzul çağından uzakta tutabilecek bir "akort"a ayarlamayı başaracak teknolojik uzmanlığa erişebilir.

İnsani standartlara göre çok uzun vadede buz devri döngüsü devam edemez. Avrupa ve Amerika her yıl birkaç santimetre birbirinden ayrılmaktadır, Atlantik ise kıta kayması ve deniz tabanı genişlemesi süreçleri nedeniyle genişlemektedir. Gulf Stream'in ılık sularının kuzeye, Arktik tabana doğru yayılımı gittikçe kolaylaşacak ve bu durum buzulların erimesine sebep olacaktır (elbette İzlanda'nın bir kıtaya dönüşmemesi koşulunda ki bu imkânsızdır). Bugünden 50 milyon yıl sonra, belki de çok daha sonra, kuzey kapısı kutup denizini buzdan arındırarak açılacak ve duyarlı buz devri sona erıniş olacaktır.

Dünya'nın 4,5 milyar yıllık tarihine bakarak böylesi değişikliklere tanıklık edebilecek bir insan soyu tahayyül etmek oldukça güçtür. Elli milyon yıl önce atalarımız yalnızca çok ilkel primatlar halinde dolaşıyorlardı. Bizim için de normal döngü (eğer şanslıysak) bizden evrilecek ve değişen koşullara uyum sağlayacak türlerin atası olmak olacaktır. Ancak bu türler bizim ilkel primatlardan farklı olduğumuz kadar bizden farklı olacaktır. Aslında 50 milyon yıl içerisinde insan çizgisinin ya da tüm primat gruplarının ve hatta tüm memelilerin bile soyunun tükenme olasılığı düşünülemez değildir. Ancak bu durum türlerin çevresel değişkenliğin azlığı koşullarında çok az değiştiği gerçeğinin de bir parçasıdır. Artık bizim kendi çevrenizi yaratma ve onu kendi ihtiyaçlarımıza uydurma üzerinden

bu aşırılıklarla mücadele edebilme kapasitemiz vardır. Bugün klimalı binalarda yaşıyoruz, ama bir gün tüm gezegene klima takmak zorunda kalabiliriz. Bu koşullar altında sıradan seçilim baskısı ortadan kalkmıştır. Örneğin bu kitabın her iki yazarı da, doğal görüşlerini düzeltmek için yapay lenslere ihtiyaç duyarlar, yalnızca bu sebeple bile hiçbirimiz hiçbir teknolojik aracımız olmadan başarılı avcılar ya da toplayıcılar sayılmayız. Kusurlu görüşü meydana getiren genetik kombinasyonlar uygarlaşmış teknolojik bir toplumda hiçbir soruna yol açmamaktadır. Aynı zamanda zayıf görüşlü insanlar ile mükemmel görüşlü insanların evrimleşme başarıları arasında bir fark bulunmaz. Sözgelimi kusurlu gözlerin bile üreme ve genlerini aktarma şansı vardır. Doğal seçilim ayırt edici üremeye bağlıdır. Öyle ki kimi insanlar diğerlerinden daha fazla ürerken, kimi toplumlarda, özellikle de Kuzey Amerika kentlerinde bu ayırt edicilik her zamankinden daha düşüktür. Neredeyse herkesin aynı sayıda çocuğu vardır ve seçilimin üzerinde işleyebileceği üreme başarısı bağlamında kesinlikle çok daha az değişim söz konusudur. Durum her yerde böyleyken (belki yeni oluşan uluslar için şüphelidir), asıl gerçek, doğal seçilimin günümüzde insanı geçmişte yaptığı ölçüde şekillendirmediğidir.

Bir bütün olarak insan türüne yönelik en büyük tehdit –en büyük seçilim baskısı– insanın kendisinden gelir. Açık bir çatışmanın sonucunda kendimizi ortadan kaldırınadığımız ya da gizliden gizliye kendimizi zehirlemediğimiz sürece, Dünya üzerindeki türlerin varlıklarını çok da değişmeden, 50 milyon yıl ya da en azından başka bir milyon yıl daha sürdüreceğine dair her türlü gösterge mevcuttur. Geçtiğimiz 10.000 yılın (hatta geçtiğimiz 1000 yılın) değişikliklerini göz önünde bulundurduğumuzda, bu önemli bir olasılıktır. İnsan uygarlığı bir milyon yıl sürecek olsaydı bile, 4 milyon yıl uzunluğundaki mevcut buz devri yaşını çoktan aşmış olan bu yaşlı gezegen için hiç de uzun bir süre sayılmazdı. İnsan uygarlığı daha önce binlerce defa tekrarlanmış bir hıçkırık olarak nitelendirilebilecek o ılıman koşulların ürünüdür ve biz evrim tarihinin tüm sonsuzluklarını içimizde taşıyoruz. Evet, biz gerçekten de buz insanlarıyız.

9

HAYVANLARLA KONUŞ: KARDEŞ ESAU

Kendimizi arayışımız bir bakıma sona geldi. Evrimsel çizgimizin şempanze ve gorile giden çizgilerden nasıl ayrıldığına dair ne zaman, nerede, niçin ve kim sorularının yanıtlarını biliyoruz. Hikâyeyi burada bitirebilirdik. Ancak tüm yol boyunca çizgimizin aynı zamanda en yakın akrabalarımız olan şempanzelerden zar zor ayrıldığını, gorillerden ise birazcık daha marjinal farklılıklarımız olduğunu gördük. Bu durum, hikâyeyi tamamlamadan önce yanıtlanması gereken başka bir soruyu daha ortaya koyar. İnsan türünü bu kadar özel kılan nedir?

Nihayetinde üç tür arasındaki akrabalık o kadar yakındır ki, bu durum 1990'larda sansasyonel manşetlere neden olmuştur. Sansasyonellik bakımından türünün alt sıralarında olan 27 Eylül 1992 tarihli *Sunday Mirror* gazetesinin manşeti durmaktadır: "Kadınlar gorillerin bebeklerini doğuracak." Manşetin altındaki sütunda yer alan ifadeye göre Washington Ulusal Rehabilitasyon Hastanesi Doğurganlık Araştırma Programı Başkanı Profesör Stephan Seagar, bizim bugün standart

in vitro dölleme teknikleri ("tüp bebek" teknolojisi) olarak adlandırdığımız tekniklerin, goril spermi ve goril yumurtasından meydana getirilen goril embriyolarının oluşturulması için kullanılabileceğini ve bu embriyoların taşıyıcı bir insan anneye (ya da bir dizi taşıyıcı anneye) yerleştirilebileceğine dair akla yatkın bir öneri sunuyordu. Amaç, soyu tükenmekte olan bu canlıların nüfuslarındaki azalmayı durdurmak için mümkün olduğunca hızlı yoldan bebek goriller üretebilmekti (J.C. 1980'lerin başında *New Scientist* dergisinde yayımlanan bir makalesinde zaten bu öneriyi getirmiş, fakat anlaşıldığı üzere Seagar bunun farkında değilmiş). Genetik benzerliklerin fetüsün reddedilme riskini hafifletecek denli çok olduğunu biliyoruz; sıradan bir goril bebeğinin doğum ağırlığı 7,2 kg'dır. Bu ağırlık insan bebeğinden biraz daha fazla olsa da, insanın gebelik dönemi ile gorilinki çok benzerdir. Bu sonuca ulaşabilecek "teknolojiye" büyük olasılıkla "sahibiz" ki buna rağmen gazete manşetlerinin ima ettiği insan-goril melezini yaratmak pek de mümkün değildir. Bütün iş yalnız şempanzelere kalsaydı çok daha kolay olurdu elbet (J.G.'nin kurgusal biçimde 1989 yılında tasvir ettiği gibi).[1]

Mesaj açıktır. Eğer biz diğer Afrika kuyruksuz maymunlarıyla çok yakın akrabaysak, elbette onlar da o zaman bizimle çok yakın akrabadır. O kadar yakınızdır ki insan taşıyıcı anne bir kuyruksuz maymun fetüsünü büyük olasılıkla taşıyabilir ve o kadar yakın akrabayızdır ki *in vitro* dölleme teknikleri kullanılarak insan-şempanze melezleşmesi mümkün olur. Ne var ki bu olasılık o kadar çok insanı alarma geçirmektedir ki bunun sonuçlarını kurgusal alanda tartışmak çok daha uygun olacaktır. Tüm bunlar, bizi gerçekten insan kılan şeyin ne olduğu sorusunun altını çizmez. Bizi şempanze ve gorillerden ayırdığını düşündüğünüz şeyler sonuçta sadece bir kademe meselesidir ve her şey tamamen insani değildir. Şempanzelerden daha iyi dik yürürüz, ama onlar da arada sırada dik yürüyebilir. Şempanzelerden daha az kıllı olsak da bir dereceye kadar kıllarımız vardır hâlâ. Şempanzelerden daha zeki

1 John Gribbin, *Father to the Man*, Gollancz: Londra, 1989.

olduğumuz doğrudur, yine de diğer türlerle kıyaslandığında şempanzeler de oldukça zekidir. Gene ve gene, insanın eşsiz özelliklerini tanımlamak konusunda köşeye sıkışıldığında, uzmanlar ve jüriler hep bir ağızdan aynı noktaya, dile işaret ederler. Biz konuşkan kuyruksuz maymunlarız ve son yıllara kadar bunun sadece insana özgü bir nitelik olduğu kabul edilmekteydi. İleri sürülen sava göre şempanzelerin dili yoktur, tam de bu nedenle onlar şempanze bizse insanızdır. Ancak bu son yargı bile şüphelidir, çünkü bizimle kardeş türlerimiz arasındaki *tüm* farklılıklar bir kademe meselesidir sadece. İnsanların ne kadar da kendilerine özgü oldukları ve bizi eşsiz yapanın dil olduğu düşüncesine saplanıp kalanları umutsuzluğa sürükleyeceğiz ve belki de şaşıracaksınız, ama meseleyi biraz abartırsak şempanze dili üzerine (ya da en azından, şempanzelerin bir dilleri olduğuna dair) yürütülen çalışmaların artık yüz yaşını aştığını söyleyebiliriz.

1892 yılında ekzantrik bir Amerikalı olan Richard L. Garner evini terk edip şu an Gabon olarak bilinen Afrika'nın batı kıyılarına doğru bir keşif gezisine çıktı. Orada, ekvatoral ormanlarında kutsal ruhların atalarıyla birlikte yaşadı ve etrafındaki maymunlar üzerine çalışmalar yürüttü. Maymunların da doğal bir dilleri olduğunu keşfetti ve Amerika'ya döndüğünde çalışmaları ve keşifleri hakkında bir kitap yayımladı; isimsiz bir eleştiri şöyle tanımlamaktaydı kitabı: "Değerli gözlemlerin garip ve gelişigüzel yorumları, safi keşifler ve rengârenk şarlatanlıklar."[2] Garner'ın çalışmasının bugün için bilimsel değeri az olsa da, büyük Fransız yazar Jules Verne'e *The Great Forest* [*Büyük Orman*] isimli küçük romanını yazma konusunda ilham kaynağı olmuştur. Açıktır ki romanda Garner'den alınan ilhamla Dr. Johausen kuyruksuz maymunların dilini keşfetmek için Afrika'ya seyahat eder. Pek çok bilim insanı gibi (aslında kurgusal alanda da olduğu gibi) tam olarak aradığı şeyi (konuşan maymunları) bulur, fakat onlarla bizim aramızda temel bir farklılık vardır. İnsanlardan farklı olarak maymunlar, yalnızca gerektiğinde konuşur. Roman boyunca Jules

2 T.A. Sebeok ve J. Umiker-Sebeok (ed.), *Speaking of Apes: A Critical Anthology of Two-way Communication with Man*, Plenum: New York, 1980.

Verne dil ve insan olmanın ne demek olduğu konusunda son derece ilginç yorumlarda bulunur ve hikâyesini oldukça ironik bir dönüşle sona erdirir. Johausen maymun dilini öğrenir ve Hayvanların Krallığı'na yükselir; Sa Majeste Mselo-Tala-Tala adını alır, ama bununla beraber kendi dilini ve insanlığını yitirir. Son tahlilde Jules Verne, insan olmak ile dile sahip olmanın ayrılmaz bir biçimde iç içe geçmiş olduğunu söylemeye çalışmaktadır sanki.

Mesele yeterince sıradandır. Maymun ile kuyruksuz maymunlara o kadar yakınız ki onların neden bizim gibi olmadıkları konusunda endişelenebiliyoruz sadece. Bizi birbirimizden ayıran yapay sınırlar koyuyoruz ve bu sınırlardan biri de dil oluyor. René Descartes'ın çok net biçimde dile getirdiği gibi hayvanlar arasından yalnızca insanın bir dili vardır ve onu özel kılan da budur. Bertrand Russell da Londra Hayvanat Bahçesi'nde keyifsizce fındık kıran primatlara baktığında, bunların neden insan olmadıklarını ve onlara kendilerini insan yapmaları için ne söylememiz gerektiğini düşünüyordu. Oxford'lu psikolog Dick Passingham, Russell'ın sorusunu ele almış ve Descartes'la aynı sonuca varmıştır: İnsanı insan yapan dildir.[3] Bizim dille iletişim kurabilmeye dair ilginç yeteneğimiz çok eski zamanlardan bu yana, belki de insan sözcüklerle yaptığı şey hakkında gerçekten özel bir durum olduğunu ilk fark ettiği andan itibaren bir sınır oluşturmuştur. Yine de tarih boyunca kuyruksuz maymunların sınırları aşma ve insanlarla bir olma çabaları olmuştur.

Mantık basittir: Yalnızca insanın dili vardır; şempanze insana çok benzer; eğer şempanzeye dil öğretebilirsek o da kıllı bir insana dönüşür. Burada yeni olan hiçbir şey yoktur; en az dilin insana özgü olması fikri kadar eski bir fikirdir bu.[4] Örneğin Julian La Mettrie, 18. yüzyılda Fransa'da yaşamış bir doktordu ve Descartes'ın dil görüşüne karşı ikna edici savlar öne sürmüş ve konuşan şempanze lobisinin ilk açık-seçik açıklamalarından birine sahiplik yapmıştır:

3 R. Passingham, *The Human Primate*, Freeman: London, 1983.

4 Adrian Desmond, *The Ape's Reflexion*, Dial Press: New York, 1979 içinde muhteşem bir felsefik tartışma ve pratik çıkarsamalar bulunmaktadır.

> Kuyruksuz maymunların yapısı ve işleyişi bize o kadar benzerdir ki bu hayvanın uygun biçimde eğitilmesi durumunda en azından bir dili telaffuz edebileceği ve sonuç olarak bir dil bilebileceği konusunda neredeyse hiç şüphem yok. O durumda bu hayvan artık yabani bir insan olmaktan çıkacak ve bizim düşünmek ve eğitimimizi sağlamak için sahip olduğumuz kadar zihne ya da kasa sahip olan mükemmel bir centilmene dönüşecektir.[5]

La Mettrie'nin on sekizinci yüzyıl Fransa'sından 1970'lerin Nevada'sına atlayalım. Orada bir şempanze bulacağız, bir centilmen değil, ama bir hanımefendi, öğretmeniyle birlikte bir gölün kenarında yürümektedir. Eğitmeni bir ördeği göstererek, "Bu nedir?" diye sorar. Şempanze, "Su kuşu," diye yanıt verir, çünkü ördek sözcüğünü bilmemektedir. Şempanzenin ismi Washoe'dur ve buna benzer ifadeleriyle şempanzelerin dilleri hakkındaki tüm soruları yeniden canlandırmıştır. Ancak bu konuşan kuyruksuz maymunların ve onların eğitmenlerinin performanslarını incelemeden önce, La Mettrie'nin ortaya koyduğu soruları yanıtlamaya çalışan öncü bilim insanlarına bir göz atalım.

Tarihin şafağından bu yana insanlar primatları beslediler ve bildiğimiz kadarıyla hiçbirinin sahiplerinin sözcüklerini taklit ettiği görülmemiştir; bu bağlamda mina kuşu insana bir maymundan daha yakın görünüyor. Ancak 20. yüzyılın başında kimi psikologlar kuyruksuz maymunlara konuşmayı öğretmek için ciddi çalışmalara başladı. 1909 yılında, Philadelphia Üniversitesi Psikoloji Kliniği Başkanı Lightner Witmer, bir şempanze üzerinde deneyler yaptıklarını "ve onun 'orta dereceli bir embesil' olduğunu açıklamaktan mutluluk duyduklarını" dile getirdi.[6] Dahası, Witmer "m" sesinin bir sesli harften biraz daha iyi çıkarıldığını ve çok kısık sesle telaffuz edildiğini reddetmese de şempanze konuşabiliyor, "*mama*" [anne] gibi tek bir sözcüğü telaffuz edebiliyordu. Bu, kayda geçen ilk konuşan şempanzeydi. Witmer'in çalışma konusu aslında Keiths

5 T.A. Sebeok ve J. Umiker-Sebeok (ed.), *Speaking of Apes: A Critical Anthology of Two-way Communication with Man*, Plenum: New York, 1980, s. 392.

6 Adrian Desmond, *The Ape's Reflexion*, Dial Press: New York, 1979, s. 65.

Tiyatrosu'nda çalışan bir yıldız şempanzeydi. Bu performans sanatçısına çok da uygun biçimde "Kendinden Bir İnsan Yaratan Maymun" adı verilmişti. Adı Peter'dı ve performans yaşamına İngiltere'den Amerika'ya gemiyle geçerken tekerlekli patenle kaymasını öğrenerek başlamıştı (patenler Peter'ın ayağına onu yavaşlatması ve düşmesini engellemek için sabitlenmiş olsa da bu çok başarısız bir girişim olmuştur).

Borneo'da yetenek-avcısı bir tarihçi ve doktor olan William H. Furness III, çalışma arkadaşı Witmer'den daha ileri gitmiş ve orangutanların yabani yaşamını araştırmaya başlamıştı. Gezilerine dair çok az kayıt bırakmış olan Furness, 1909 yılında çıktığı geziden Liverpool'lu bir hayvan satıcısından satın aldığı bir dizi orangutan ve şempanzeyle geri dönmüştü. Furness ve Witmer kuyruksuz maymunları eğitmek adına uzun saatler harcamışlar ve 1916 yılında Furness yetersiz başarılarını kısaca kayıt altına almıştı. Bir orangutana "*papa*" ve "*cup*" [baba ve kupa] demesini öğretebilmişti. Orang ve konuşan şempanze Peter, acı dolu saatlerin ve sonu gelmez çabaların getirisiydi. Bunu takip eden yıllarda beş farklı çift de kendi çocuklarını yetiştirir gibi evlerinde küçük yaştan aldıkları şempanzeyi yetiştirmek üzere çetin uğraşlara giriştiler.

1930'larda Winthrop ve Louise, Kellogg Gua adlı bir şempanze aldılar ve onu oğulları Donald'la birlikte büyüttüler. Ne yazık ki Gua, hiçbir sözcüğü söylemesini öğrenemedi, ancak söylenen kalıpları çok iyi anlayabiliyordu ve küçük yaşlarında Donald'dan pek çok bakımdan daha ileri özellikler göstermişti. Bu durum, insan bebeklerinin kuyruksuz maymunlarla kıyaslandığında ne denli yavaşlatılmış gelişim hızları olduğunu bildiğimiz için bizi şaşırtmaz; Gua elbette başlarda Donald'dan önde olacaktı. Kelloggs'ların çalışmaları ahım şahım bir başarı sayılmazdı, fakat diğer ailelerin daha fazla şansı olacaktı. Kuyruksuz maymun dilinin doruk noktası ve tüm zamanların en çenesi düşük şempanzesi olan Viki, Keith ve Caty Hayes çiftinin evinde büyüdü. Viki, "*papa*," "*mama*" ve "*cup*" [baba, anne ve kupa] diyebiliyordu ve bilmediğimiz nedenlerden ötürü eğitimi yarım bırakıldığı sırada *"up"* [yukarı] sözcüğü üzerine çalışıyordu.

Washoe sıçraması, Allen ve Beatrice Gardner konuşmanın dilin yalnızca bir biçimi (en çok tutulan biçimi olsa da) olduğunu fark ettiklerinde yaşandı; şempanzelerin ses yolları bizimkinden çok farklı olduğu için bizim çıkardığımız sesleri çıkarmaları pek mümkün değildi. Daha önceki çalışmalarda şempanzelerin konuşmasına o kadar odaklanılmıştı ki bu temel farklılık üzerinde neredeyse hiç durulmamıştı. İnsanın ses yolu diğer primatlardan pek çok yönden farklıydı ve bu farklılıkların bizim konuşabilme yeteneğimizle çok fazla ilişkisi vardı. Kısa bir (hayvan) burnumuz vardır ve boğazımıza dik bir eğimle inen bir tüp bulunmaktadır, aynı zamanda da iradi olarak kapanabilecek bir burna sahibiz; tüm bu özellikler bizim konuşma olarak adlandırdığımız karmaşık seslerin çıkarılmasını sağlar. Kuyruksuz maymunlar aynı yapıya sahip değildir. Bu nedenle onların konuşamaması hiç de şaşırtıcı değildir (bu nedenle gerçek *konuşma* insana özgü olsa bile balina şarkılarını araştıranları ikna etmeniz biraz güç olabilir); peki bu onların *dili* kullanamadıkları anlamına mı gelir? Belki de hayır. Kelloggs'lar ve Hayes'ler, şempanzelerinin çok marifetli olduklarını not etmişler ve özel anlamları olan el işaretlerinden söz etmişlerdi. Gardner'lar, şempanzelerle iletişim kurmak için sesli-olmayan bir dil kullanılabilme potansiyelini keşfettiklerinde Viki ve Hayes'lerin maymununun sessiz filmini izliyorlardı. Gardner'lar için evde büyütülen şempanzelerin ellerini kullanma biçimleri ile sağır insanların konuşmak için kullandıkları işaret dili arasında net bir ilişki vardı. 1966 yazında bir yaşında bir şempanze aldılar ve ona Washoe adını verdiler. Gardner'lar Washoe'yu arka bahçelerindeki lüks bir karavanda yetiştirdiler ve ona Amerikan İşaret Dili'ni öğrettiler. Washoe hızla öğreniyordu ve öyle görünüyordu ki işaretleri anlıyor ve onları kullanabiliyordu; yukarıda belirttiğimiz gibi konuşma sırasında neden-sonuç ilişkilerini kullanabiliyordu. Washoe'nun ardından diğer şempanzelere de sesli-olmayan diller başka metotlarla öğretilmeye başlandı.

Sarah, önce California, ardından da Philadelphia Üniversitesi olmak üzere David Premack'ın vesayeti altındaydı. Premack, Sarah'ya renkli plastik şekiller üzerinden bir dil öğretti.

Bu renkli şekillerin her biri bir sözcüğü ya da ilişkiyi temsil ediyordu ki böylece Premack, Sarah'ya "Elmanın rengi nedir?" gibi sorular sorabiliyordu, Sarah da "kırmızı" sözcüğünü temsil eden, ama kendisi kırmızı olmayan plastik maddeyi seçebiliyordu. Sarah hızla öğreniyor ve de yazılı testlerde başarı gösteriyordu ki burada bir parça kâğıt üzerinde doğru olan cevabı işaretleyebiliyordu; genel olarak herkesi yetenekleriyle şaşırtıyordu.

Sarah'nın yetenekleri o denli gelişkindi ki *The Poison Oracle* (*Zehirli İlham*) isimli bir aksiyon filmine bile konu oldu. Bu filmde, yazar Peter Dickinson zengin bir Arap şeyhi tarafından bir şempanzeye dil öğretmek –Premack tarzı– üzere kiralanan bir dilbilimciydi. Şempanze bir cinayete tanık olduğunda etrafındaki insanların isimlerini öğrenmekteydi. Hikâye, dilbilimcinin şempanzeden katilin kim olduğunu öğrenip öğrenemeyeceği üzerine kuruluydu.

Premack'ın metodunun en büyük avantajı, Sarah'nın rasgele bir zamanda hangi sözcüğü kullandığına dair çok az tartışmanın olmasıdır, oysa işaret dilinde bir şempanzenin hangi sözcükleri kullandığının kaydının tutulması oldukça güçtür. İşaret dilinde, şempanzenin kullandıklarının bazısı gerçekten işaretken, bazıları herhangi bir anlamı olmayan ifadeler olabilir. Aynı genel problemin üstesinden gelmek için atılan adımlardan biri de Atlanta eyaletine bağlı Georgia'daki Delta Bölgesel Primat Merkezi'nde görev yapan Duane Rumbaugh ve takımına aittir.

Rumbaugh'nun tekniği bir kuyruksuz maymunu alıp dönemin teknolojilerini son raddesine kadar kullanmaktan ileri gelir; şempanze özel bir bilgisayar kullanmaktadır. Şempanzeler, önce Lana, sonrasında ise Austin ve Sherman, özel olarak ışıklandırılmış tuşlara basarak bilgisayarla iletişim kurarlar. Her bir tuşta soyut geometrik şekillerden rasgele sayıda olabilir ki bu şekiller tuşun yüzeyine yansıtılmıştır ve her bir geometrik şekil ya da piktogram (resimyazı) Rumbaugh'nun tasarladığı dildeki bir sözcüğe karşılık gelir. Bu dile Amerika'nın öncü primatologlarından Robert M. Yerkes'in anısına Yerkiş adı verilmiştir. Lana'nın klavyeye her gün erişimi vardır ve makine

onun tüm hareketlerini kaydeder. Lana makineye yemek, içecek, oyun arkadaşı, film gibi her şeyi sorabilir, ayrıca eğitmenleriyle de klavye aracılığıyla etkileşebilir. Sistemin amacı 24 saatlik erişimle birlikte Lana'nın ne istediğini dil aracılığıyla söyleyebilmesi ve gerekli olanları hızlıca öğrenebilmesiydi. Lana bunu başardı, "Makine, lütfen Lana'ya portakal suyu ver" gibi cümleler üzerinden (gündelik anlatımlar ve eğitmenleriyle şeylerin isimleri üzerine kurduğu iletişimler bağlamında) işler gayet iyi gidiyordu. Bu konuşmalarda Lana sadece Yerkiş diline dair muhteşem bir yetenek sergilemekle kalmadı, aynı zamanda kararlı bir şempanze olduğunu da gösterdi; sadece ona yemek veriyorlar diye insanlar tarafından aldatılmasına izin vermiyordu. Adrian Desmond şu ünlü diyaloğu kaydetmişti:

> Lana yem ister ve Tim [Lana'nın eğitmeni] kutuya kasten lahana koyar. İki dakika içerisinde Lana tekrar yem ister, her seferinde Tim yemin kutuda olduğu konusunda ısrar eder. Lana bunun tüm gece devam edebileceğini fark ederek taktik değiştirir.
> Lana: Makinede yem.
> Tim: (*Yalan söyler*) Evet.
> Lana: (*Kızgınlıkla*) Makinede yem hayır.
> Tim: Makinede ne?
> Lana: Lahana makinede.
> Tim: Evet lahana makinede.
> Lana: (*Hileye razı olmaz*) Sen lahana makineden çıkar.[7]

Bu üç yöntemle (işaret dili, göstergeler ve piktogramlar) pek çok çarpıcı sonuç elde ettiler ve elbette eleştirilere maruz kaldılar. Kuyruksuz maymunlarla yürütülen bu çalışmalar çok zaman aldığı ve maliyeti çok yüksek olduğu için çok fazla tekrarlanamadı ve çoğu psikolog Gardner'ların, Premack'ların ve Rumbaugh'ların tüm işi yapmalarına ve onların elde ettikleri sonuçları sorgusuz sualsiz kabul etmeye razı oldu. Washoe bir ördeğe "su kuşu" dediğinde ya da brezilya kestanesine "kaya çileği" dediğinde ya da Lucy (başka bir işaretçi şempanze) kırmızı turba "ağla acı yemek" dediğinde, pek çok insan yaşasın diye bağırdı ve başka bir insani özelliğin daha

7 *A.g.e.*, s. 102, 103.

çöpe atılmış olmasını kutladı. Washoe gerçek adını bilmediği şeyler için Amerikan işaret dilini sembolik biçimde kullanarak kalıplar türetebilirdi ve böylece şempanzelerin dil öğrenebileceğini ve kullanabileceğini ispatlamış olurdu. Lana, eğitimcisi Timothy Gill söylediklerini söylediği gibi yapmayı reddettiği ve gıda kutularını yanlış bir yemekle doldurduğu zaman bir tartışmaya girebilirdi; yanlış yönlendirmenin farkında olduğunu savunanlar haklıysa, bu linguistik değil de nedir? Sarah elma ve elma dilimleri arasındaki ilişkiyi bir bıçak üzerinden ya da ıslak bir sünger ile kuru bir sünger arasındaki bağlantıyı bir bardak su üzerinden anlatarak neden-sonuç ilişkilerindeki ustalığını gösterdiğinde, Sarah'nın performansının özne ile nesne arasındaki ilişkiyi kurabilmek için gerekli olan zihinsel soyutlama üzerinden okunması gerektiğini söylediler. Birkaç mızıkçıysa savı değiştirmek gibi klasik bir teknik izledi ve şempanzelerin kesinlikle yapabilecekleri şeyleri dışlayacak biçimde bir dil tanımı ortaya koydu. Öyle ki onların tanımına göre ne sizin ne bizim kullandığımız sözcükler dilden sayılmıyordu. İşte bu felsefik jimnastiklerin amacı hep aynıydı: insan ile diğer hayvanlar arasına, en yakın akrabalarının arasına bile bir duvar çekmek. Kimse konuşan şempanzelerin yeteneğini sorgulamadı. Onlardan isteneni yapıyorlar mıydı?

Çalışmalarının sonucunda bu sorulara ulaşanlardan biri New York Columbia Üniversitesi'nden psikoloji profesörü Herb Terrace'dı. Ancak işe başlarken kafasında bunlar yoktu. Bilakis, hayvanlar üzerinde deneyler yürütmek ve bunları incelemek üzerine eğitim almış bir psikolog olarak Terrace, Gardner'ların ve diğerlerinin çalışmalarında pek çok boşluk görüyordu ve bunları doldurmak niyetindeydi. Terrace "şempanzelerin dili insana benzer bir biçimde kullanabileceğini" göstermeyi umut ediyordu,[8] hatta çalışmalarını birlikte yürüttüğü hayvana Nim Chimpsky adını verecek kadar ileri gitmişti (Noam Chomsky dilin insana özgü olduğu görüşünün sadık savunucularından biriydi). "Bu projeyi başlatmak için pek çok iyi neden vardı," diyordu Terrace:

8 Herbert S. Terrace, *Nim: A Chimpanzee Who Learned Sign Language*, Alfred A. Knopf: New York, 1979, s. 22.

> Ancak benim için en çekici olanı insan olmanın ne demek olduğunu daha net biçimde tanımlamaktı. Dil ile kültür, insana özgü esas nitelikler olarak düşünülüyordu. Eğer şempanzeler de gerçekten dili insana benzer biçimde öğrenebilirse, insanlar ve en azından insan olmayan bir hayvan arasındaki ayrım yeniden tanımlanmak zorunda kalacaktı.[9]

Terrace'ın Nim üzerine çabalarının hikâyesi oldukça etkileyici bir hikâyedir ve Terrace'ın *Nim: A Chimpanzee Who Learned Sign Language* [*Nim: İşaret Dilini Öğrenen Bir Şempanze*] kitabında çok güzel biçimde aktarılmıştır. İşte tüm bunlar bir anlamda hayal kırıklığı yaratmıştır. Nim'in dilini ayrıntılı biçimde incelemeye başladığında, Nevada şempanzeleri üzerinde de en başta kullanılması gereken bir ayrıntıya gelindiğinde, Terrace Nim'in performansının dil olduğuna ilişkin çok az kanıt bulabilmişti.

Örneğin şu çok ünlü su kuşu örneğini ele alalım. Washoe'nun göl kenarında yürürken ördeği gördüğünü hatırlayın. Elimizde su var ve bir de kuş var. Washoe'nun önce suyu, sonrasında ise kuşu isimlendirdiğini (ki açık biçimde bu isimlere aşinadır) söylemek yerine ördeği bir su kuşu olarak tanımladığını iddia etmek, "suyu" "kuş" sözcüğünü değiştiren bir sıfat olarak kullandığını dile getirmektir. İngilizcede ve Amerikan İşaret Dili'nde sıfatlar sıklıkla tanımladıkları isimden önce gelir, bu nedenle Washoe'nun bir isim tamlaması yarattığını farz etmek mantıksız değildir. Mantıklıdır tamam ama doğru mudur? Hayır, değildir. Terrace, Nim'in tüm iki sözcüklü işaret bileşimlerine baktığında sıfatların isimlerden önce geldiklerine dair hiçbir eğilim yakalamamıştır. İki sözcüğün sıralaması rasgeledir. Nim, dilbilgisinde hiçbir kural kullanmamaktadır; etkin bir dilbilgisi yoktur.

Şempanze araştırmalarına dair başka eleştiriler de yüzeye çıkıyordu. Bir çocuk konuşmayı öğrendikçe ifadelerinin ortalama uzunluğu, aynı zamanda karmaşıklığı da artar. Nim'in ifadeleri ya da işaret dizileri de uzamaktadır, ancak hiçbir biçimde karmaşıklaşmamaktadır, uzamaların çoğu tekrarlar üzerinden yapılmaktadır. Nim'in en uzun ifadesi on altı işa-

9 *A.g.e.*, s. 4.

ret içerir: "Bana portakal ver ver ye portakal bana ye portakal ver bana ye portakal ver bana sen." Küçük bir çocuğun "Elinde tuttuğun portakaldan birazını bana vermende bir sakınca var mı?" sorusuyla bile çok az benzerdir. Nim'in konuşmalarındaki kesintiler küçük bir çocuğunkinden çok daha fazladır, o kadar fazladır ki tüm bunlar konuşma bile sayılamayabilir. Eğitmenlerinin işaretlerine yanıt verdiklerinde bu sıklıkla daha önce kullandıkları işaretlerin taklidi niteliğindedir, bir çocuğun yaptığı gibi yeni fikirler taşımaz. Nim konuşan şempanzeler arasında özeldi, çünkü Terrace ve onun adanmış yardımcılar ordusu Nim'in kullandığı tüm işaretleri kayıt altına almak ve bunların bağlamlarını ortaya çıkartabilecek tüm bilgileri toparlayabilmek için özel bir çaba sarfetmişlerdir. Ancak Nim için geçerli olan tüm eleştiriler Washoe ya da Amerikan İşaret Dili'yle eğitilen tüm diğer şempanzeler için de geçerlidir.

Terrace –ve onun Nim hakkındaki sonuçlarından feyz alan diğerleri– diğer şempanze dili projelerine eleştirel bir şekilde bakmaya başlamıştır. Premack'ın dilin doğası üzerine öne sürdüğü iddiaları ve fikirleri, su götürmez bir biçimde yaratıcı olsa da, sıklıkla Sarah ve diğer şempanzelerden elde ettiği verilerin çok çok ötesine gitmiştir. Lana ve diğer Yerkiş şempanzeleriyse temelde karmaşık bir Skinner kutusuna konulan güvercinden çok da farklı davranmamaktadır. Bir güvercine dört renkli anahtarları bir dizilimde gagalaması öğretilirse, diyelim ki kırmızı, yeşil, turuncu ve mavi, renkler her nerede olursa olsun bunun "makine güvercine arpa ver" anlamına geldiği söylenemez. Lana için ortaya atılan iddia tam da budur. Terrace ve öğrencileri bir güvercine tam olarak bunu yaptırmayı başarmışlardır, hatta dizilimin son rengini su ya da yemek isteyip istemediğine göre değiştirmesini bile sağlamışlardır. Terrace ve öğrencileri pek çok insanın güvercinlerin dil kullandığını iddia etmeyeceğini biliyorlardı ve bu durumda Lana'nın da linguistikle değil, basit ezbere dayalı öğrenmeyle ilişkilendirilmesi gerektiğini düşünüyorlardı. "Bir çocuğun dört sözcüklü bir cümle kurduğunda, örneğin 'Anne bana süt ver' dediğinde kullandığı zengin linguistik bilgi çocuğun türetebileceği diğer cümleler düşünüldüğünde açık hale gelir,"

diyordu Terrace. 'Sally bana gazoz ver', 'Baba kediye süt ver' vs. Orijinal cümlenin her bir sözcüğü yerine, çocuk, çeşitli sözcükler koyabilir, her biri mevcut koşullara uygun olarak değiştirilirdi. "Böylesi bir karmaşıklık şempanzelerde gözlemlenmemektedir" diyerek sonuca erişiyordu Terrace.[10]

Aslında kuyruksuz maymunlara dil öğretme sorununun büyük bir parçası isim ya da terminolojide saklıydı; Terrace'ın güvercininin ispatladığı üzere bizim bir işarete ya da simgeye verdiğimiz isimdi. Francine Patterson'ın işaret eden gorili Koko, Patterson'ı ısırdığında ve sonrasında "Koko kötü Koko üzgün" dediğinde, Koko'nun gerçekten "kötü"nün ya da "üzgün"ün ne anlama geldiğine dair kavramsal bir algısının olduğunu düşünmek konusunda haklı mıyız? Nim "zaman" dediğinde, bu onun "zaman" kavramı olduğunu mu gösterir ya da "zaman yemek" demenin etkili bir işaret dizisi olduğunu öğrendiğinde bunun kavramsal içeriğini de öğrenmiş olur mu? "Ağla" sözcüğü özellikle ironik bir örnektir. İşaret eden kuyruksuz maymunların pek çoğu sözcüğü tamamen anlaşılabilir bir biçimde kullanır: acı verebilecek şeyleri işaret etmek için. Ancak kuyruksuz maymunlar ağlamaz; sadece insanın gözyaşı dökme kapasitesi vardır (ancak bu özelliği çok az insan bizi insan yapan bir özellik olarak ele almıştır), bu nedenle kuyruksuz maymunların ağlamanın ne demek olduğuna dair hiçbir algıları yoktur; ama elbette acının ne demek olduğunu ve nasıl hissettirdiğini bilirler.

1980'lerin başlarında şempanze dili çalışmaları şempanzelerin dil kullanabilme özelliğini edinebildiklerini değil, gösterdikleri bu karmaşık numara ve yeteneklerin iletişim kurmaktan çok az veya çok ödülleri almak adına olduğunu göstermiştir. Elbette bu büyük bir başarı değildir; insanlar arasındaki iletişimin büyük bir kısmı da ödül alıp vermeye dair değil midir? Fakat böyle olsa bile kuyruksuz maymun dili çalışmalarına gösterilen heyecan ve kabulleniş, ki tüm bunlar hiç de eleştirel değildir, kuyruksuz maymunların yeteneklerinin düşünülmeden yok sayılmasını getiren tutumun da önünü

10 *A.g.e.*, s. 20.

açmıştır. Kuyruksuz maymunların dili üzerine yürütülen çalışmaların geri tepmesi zorlu ve sert zamanlar yaratmış olsa da, pek çok deneyin yorumlanış biçiminin doğru olduğunu iddia etmeden önce tüm bunların dikkatlice gözden geçirilmesi gerektiğine dair bir farkındalık doğmuştur. Bunların hepsinden kuyruksuz maymunların sahip olduğu şaşırtıcı yeteneklerin kanıtlandığı yeni deneyler türemiştir. Bu çalışmaların arkasındaki felsefenin üzerinde de durulmuş ve buradan yararlı sonuçlar ortaya çıkartılmıştır. Öyle görünüyor ki kuyruksuz maymunların linguistik güçlerinin savunucuları insanı tahtından indirmeye niyetlidir, çünkü taht dille temsil edilmektedir. Sonuçta çalışmalara yönelik eleştiriler de insanı linguistiğin zirvesinde tutmayı hedefliyordu. Ancak her iki taraf da kuyruksuz maymunların gerçek yeteneklerine gösterilmesi gereken dikkati göstermemiştir; biz dil kullanımında üstünüz, peki ya onlar ne yapabilir?

Gerçek şu ki kuyruksuz maymunlar iletişim kurma konusunda oldukça beceriklidir, ancak bunu yapmak için dil kullanmazlar. Biz kendi dil tanımımızı kasten vermedik, sadece tanımlar üzerine gelgitler yaşamak kuyruksuz maymunların dili üzerindeki karşıtlıkların çok kirli bir yönünü teşkil eder. Ancak karmaşanın merkezinde hepimizin ne kastettiğimizi bildiğimiz dilin durduğunu biliyoruz. Arıların dans dili, örneğin arıların kız kardeşlerine yeni bir yemek deposu bulduklarını ve onun tam yerini anlattıkları dans, ne bir dildir ne de bir danstır. Biz buna dans dili deriz, çünkü bu davranışı tanımlamak için kullanışlı bir ifadedir. Dilimizin özellikleri arıların sisteminin hayati özellikleriyle benzerlik gösterir: tekrarlanan ritmik hareketler ve bilginin taşınması. O zaman dans dili nedir? Çünkü anlamlı biçimde karmaşık bir iletişim biçimidir ve dilin işlevlerinden birini, sözgelimi önemli bilgilerin iletilmesi işlevini yerine getirir. Ancak bizim dilimizde bundan çok daha fazlası vardır; şempanzelerin iletişim yeteneklerine dair önceki sayfalarda belirttiğimizden çok daha fazlası. Jane Goodall ve Tanzanya'da Gombe Stream bölgesindeki şempanzeler arasında onun bıraktığı izleri takip eden bilim insanlarının yürüttükleri çalışmaların ve diğer alan primatologlarının başka

bölgelerde elde ettikleri bilgilerin yanı sıra, Emil Menzel tarafından New York Long Island'da gözlemlenen şempanze grubunun da sağladığı çok önemli kanıtlar mevcuttur.

Menzel, şempanzelere olan yaklaşımı klasik etolojistler ekolünde yer alan bir psikologtur. Zeki ve kibar Menzel, amacının "topluma bir bütün olarak bakmak ve nereye yöneldiğini, amacının ne olduğunu keşfetmek" olduğunu söyler ve şöyle devam eder: "O zaman bireylerin ne hakkında iletişim kurduklarını söyleyebilir ve bunu nasıl yaptıklarını sorabilirsiniz."[11] Menzel'in şempanzeleri için büyük ve görece lüks bir çayırı vardı ki şempanzeler yabani alanda doğmuşlar, ancak yabani şempanzelerden anlamlı farklılıklar göstermeyen uyumlu topluluklar kurabilecekleri kadar erken yaşlarda bir araya getirilmişlerdi. 150 metreye 30 metrelik bu alan her çeşit saklanma yeri ve şempanzelerin kullanması için ilginç nesneler içermekteydi ve de elektrikli tellerle çevrili yüksek çitlerle sınırlanmıştı. Çit, şempanzelerin dış dünyadan uzak tutulması için konulmuştu, ancak dış dünya şempanzeler için çok daha ilginç nesneler içermekteydi ve bu çit zaman zaman görevini yerine getirememekte, şempanzeleri içeride tutamamaktaydı.

Menzel şempanzeleri izlemeye, yaptıklarını kaydedip kaydettiklerini anlamlandırmaya epey zaman harcadı. Deneyler de yürüttü elbet –ayrıntılı olmayan, yalnızca nasıl çalıştığını görmek için sisteme yapılan ufak müdahaleler– ve bunlardan en etkileyici olanları şempanzeler arasındaki iletişime dair araştırmalarıydı. Yöntemi basit, ama olasılıklara gebeydi. Öncelikle çayırdaki çeşitli alanlara bir dizi nesne (yemek ya da oyuncak ve hatta lastik yılanlar) saklıyordu. Ardından şempanzeleri çayırın sınırına yakın bir alanda bulunan küçük bir kafese kilitliyordu, şempanzeler kafesin içindeyken alanı göremiyorlardı. Deneyci akabinde grup içerisinden bir şempanzeyi alıyor ve ona saklanan nesneleri gösteriyordu. Artık lider diyebileceğimiz (dominant hayvan olmasa da) şempanze, arkadaşlarıyla aynı kafese konuluyor ve grup birkaç dakika sonra tam da istedikleri gibi çayıra salınıyordu. Onları en çok ke-

11 Emil Menzel, "Natural Language of young chimpanzees," *New Scientist*, 65: 127-30, 1975, s. 127.

yiflendirense gizlenmiş nesneleri bulmaktı. Menzel ve takımı ise şempanzelerin birbirleriyle nasıl iletiştiklerini yakından gözlemliyordu.

Sonuçlar oldukça çarpıcıydı. En basit durumda, lidere bir sürü besin yeri gösterildiğinde, grup çayırı hızla dolaşıyor ve hızla tüm besinlerin yerlerini buluyordu. Gıda konulmamış hiçbir alanı aramıyorlar ve de asla gıda gizlenmiş bir alanı atlamıyorlardı. Ortaya çıkarılmış bir alana bir daha geri dönmüyorlar ve gösterme rotası çok karmaşık olmadıkça deneyi yapanın lideri götürdüğü yolu değil, kendi yollarını izliyorlardı. Lider, en azından kafasında çayırın psikolojik bir haritasını taşıyor ve gizlenen nesneleri buraya işaretliyordu ki arkadaşlarının da bu bilgiye erişimi vardı.

Lider şempanze arkadaşları onu takip etsin diye çok abartılı hareketlerde bulunmamıştı. Her şey birkaç basit işaret aracılığıyla gerçekleşmişti: buraya bir bakış, şuraya bir el işareti, buraya bir kafa sallaması, şuraya bir omuz hareketi. Menzel'in de belirttiği gibi "en dramatik ve insani bakışma işareti, en az gelişmiş olan ve etkisiz liderler tarafından yapılıyordu ve onlar yönetme deneyimi kazanan hayvanlar değildi aslında."[12] Lider, gizlenen nesnelerin niteliği hakkında da iletişim sağlıyordu ayrıca; eğer gizlenen yemek ise şempanzeler doğrudan o noktaya yöneliyor ve elleriyle çimenleri yokluyorlardı. Eğer saklanılan nesne plastik bir yılansa ürkek bir halde yanaşıyorlar ve aradaki mesafeyi koruyorlar, hatta bazen uzun çalılıkları aralamak için ellerine bir dal alıyorlardı. Sıklıkla lider grubun öncüleri arasında yer almıyor, ortada, hatta arkada duruyordu. Arkadaşları bilgiyi kutsallaştırmış ve yemeğin bulunduğu noktaya ulaşmak için artık liderin kendisine ihtiyaç duymayacak hale gelmişlerdi, onun noktanın nerede olduğunu söylemesi yeterdi sadece. Farklı miktarlarda gizli yemeğin gösterildiği iki lider, yemeklerin büyüklüğü oranında yandaş toplayabilmişti ve tercih edilen bir yemeğe (meyve) giden lider, aynı anda daha az tercih edilen bir yemeğe (sebze) giden liderden daha fazla yandaş toplayabilmişti. Nihayetinde, Menzel'in

12 *A.g.e.*, s. 130.

şempanzeleri grup içerisinde bilginin yayılması bağlamında önemli bir yetenek sergilemişlerdi.

Belki de bu o kadar şaşırtıcı bir durum değildir. Jane Goodall'ın Gombe'nin vahşi şempanzeleri hakkında aktardığı hikâyelerin pek çoğu buna benzer ki şempanzeler sahip oldukları bilgiyi arkadaşlarına ustalık ve doğrulukla aktararak dilin tanımını geçersiz kılmışlardır.[13] Gombe şempanzeleri Menzel'inkilere başka açılardan da benzer: Her iki grup da yalan söyleyebilmektedir. Bir gün genç bir Gombe erkeği olan Figan, Goodall'ın ağaça yerleştirmiş olduğu bir muzu gözüne kestirir. Ağacın altında kıdemce büyük yetişkin bir erkek olan Goliath oturmaktadır. Eğer ki Goliath muzun farkına varırsa, şüphesiz onu alma hakkını kullanacaktır ki Figan muza yaklaşmaya ya da ona bakmaya yeltendiği takdirde olacak olan da budur. Figan işini başka türlü halletmek zorundadır, ağaca gitmeyi kasti olarak erteler ve Goodall'ın çadırının etrafında gezinir; Goliath ağaçtan uzaklaşana kadar on beş dakika bekler ve nihayetinde genç düzenbaz muzu alır. Figan'ın neticede lider olacağına şüphe yoktur.

Menzel'in şempanzeleri de eğer onlara gösterilen yemek miktarı çok az olsaydı, benzer şeyleri yaparlardı. Lider kendi başına kalana kadar bilgiyi saklayabilir ya da diğerlerini yanlış yönlendirerek onlar bakmıyorken yemeği kapabilirdi. Ancak arkadaşları da liderlerinin renk vermemesini fark edecek kadar hünerlidir ve o ne kadar hevessiz davranırsa, arkadaşları da bir o kadar onu gözetim altında tutacaktır. Premack'ın şempanzeleri de yalan söylemesini öğrenebilir. Bir deneyde şempanzeler iki kutudan birine yemek konuluşunu izlerler. Bir eğitimci ("iyi adam") içeri girer ve şempanzeler doğru kutuyu, içinde yemek olanını işaret ederse, kutuyu açar ve yemeği paylaşır. Eğer eğitimci hata yaparsa kimse yemek alamaz. Başka bir eğitmen ("kötü adam") yine kutuyu açar, ancak şempanzelerin payını vermez. Denemelerin ardından –şempanzeler başlangıçta saf görünürler– hayvanlar yanlış kutuyu işaret ederek yemeğin hepsini kendilerine almayı öğrenirler. Bu eylemleriyle

13 Jane van Lawick-Goodall, *In the Shadow of Man*, Houghton Mifflin: Boston, 1981.

yemeğin yeri hakkında yalan söylemeleri gerekmiş, bunu yaparak da başarılı olmuşlardır.

Genç Gombe erkekleri, aralarından birinin tek başına başarmasının çok güç olduğu bir projenin beraber üstesinden gelebilirler. Bu, komşu gruba düzenlenecek bir saldırı olabilir ya da belki genç kolobus maymunlarının ya da bir antilobun avlanması olabilir. Benzer biçimde Menzel'in şempanzeleri de New York'taki çayırlarından kaçmak için birlikte hareket etmişlerdir. Bir kuyruksuz maymun çitlerden sırıkla atlamayı öğrenmiş ve bu gelenek ortak kültürde hızla yayılmıştır, öyle ki tüm grup artık çitlerden atlamaktadır. Bu kaçış yolu daha zorlu hale getirildiğinde ise ağaçlardan sarkan dallardan destek alarak çitlerden atlamaya başlamışlar ve böylece geçici bir özgürlüğe doğru tırmanmışlardır. Aslında ilk olayda şempanzelerden biri diğer bir arkadaşını kendisine yardım etmesi için kışkırtmış ve bir sırığı çite doğru kaldırırlarken fotoğraflanmışlardır. Sonrasında bu şempanze arkadaşının kaçması için sırığın altını tutarak oturmuş, kaçışta yer almayan üçüncü bir şempanze gelene kadar beklemiştir. Ancak o zaman provakatörün kendisi de merdivene tırmanmıştır.

Sözgelimi şempanzelerin birbirleriyle kasti olarak iletişim kurabildikleri açıktır ve birtakım özel iletişim sinyalleri olmadan da bilgi toplayabilirler. Eğer bunu yapamasalardı, karmaşık toplumsal yaşamlarını sürdürmeleri mümkün olmazdı. İletişimlerinin bir dil olmadığını söylemek onların insan olmadıklarını söylemekten daha öteye bir şey ifade etmez. Bizim iletişim sistemimiz, ki dildir, belirli şeyler hakkında bilginin aktarılmasını mümkün kılmış ve evrimsel baskılara yanıt olarak geliştirilmiştir. Bu baskıların ne olduğunu tam olarak bilmek mümkün değildir; bir zamanlar insanın avcı kökenlerine dair fikirler üzerinden, dilin avla ilgili olarak organize ve koordine olabilmek için geliştirildiği söylenmekteydi. Fakat durum böyle gelişmiş olamaz, çünkü avcı insan avlanırken konuşmazlar. Bunun sebebi, kurtlar, aslanlar ve avcı köpekler gibi diğer hayvanların, konuşma yetisinin yardımı olmaksızın, işbirliği içerisinde avlanma ve toplumsal yaşamı organize edebilecekmiş gibi görünmesidir. Belki de dilin gelişimi beynin gelişi-

minin engellenemez yan ürünlerinden biriydi, ama bu da tek başına tatmin edici bir yanıt değildir.

Bizim dilimiz büyük ihtimalle insanın erken dönem atalarının gıda paylaşımına dayalı ileri toplumlarında belirli işlerin yürütülmesi için kullanılmıştı. Eğer erkekler bir iş ve kadınlar başka bir iş yapıyorlarsa, birbirlerine ne yaptıklarını anlatma ihtiyacı duymuş olabilirler. Glynn Isaac'ın açıkladığı gibi "toplayıcılığın ve işbölümünün uyumsal değeri iletişimin gelişmesiyle büyük oranda zenginleştirilmiş olmalıdır; özellikle de duygular dışındaki bilgilerin aktarımı büyük uyumsal avantajlar sağlamış olmalıdır."[14] Isaac, iddialarını diğer yemek-paylaşan topluluklara atıfta bulunarak desteklemektedir; dile çok yakın sistemler geliştiren balarıları örneğinde olduğu gibi ve bu durum onun iddialarını oldukça ikna edici kılar.

Farklı bir primat olan vervet maymunu, şempanzelerden daha açık düzlüklerde yaşar ve yemeğini paylaşmadığı halde proto-dil olarak adlandırılabilecek bir iletişim sistemi kullanır. Bu, şu an Philadelphia Üniversitesi'nde çalışmakta olan Dorothy Cheney ve Robert Seyfarth'ın ulaşmış oldukları sonuçtur. Cheney ve Seyfarth vervetlerin farklı avcılar için farklı uyarı sesleri çıkarttıklarını okumuşlardır: Leopara karşı kesik kesik havlamalar, yırtıcı bir kuş için bir çeşit "rrraup" ve bir yılan için tıslama. Dahası, uyarılara verilen yanıtlar da son derece hassastır. Eğer maymunlar bir leopar görüldüğünde zeminde bulunuyorlarsa, hemen ağaca koşarlar ki çalılarda bekleyen bir leopara karşı bu iyi bir fikirdir. Kartal gördüklerinde maymunlar ağaçlardan inerek kartalın erişemeyeceği bir yere giderler. Yılansa ayakuçlarının üzerinde durmalarına ve hepsinin ortalığa çıkmasına yol açar; eğer yılanın tam olarak nerede olduğunu keşfederlerse hepsi üzerine üşüşür ve yılan kaçana kadar onu rahatsız ederler. Peki ya avcıları işaret etmektense uyarıyı verenin duygularını ortaya koyan bir şeyler var mıdır?

Cheney ve Seyfarth'ın yaptıkları, uyarı çağrılarını kayıt altına almak ve bunları ortalıkta hiçbir avcı yokken maymunlara dinletmek oldu. Maymunlar yanlış alarmlara da sanki gerçek-

14 Richard E. Leakey, *The Making of Mankind*, E.P. Dutton: New York, 1981, s. 140 içinde alıntı.

ten bir avcı varmışcasına yanıt vermişler, leopar uyarısında ağaçlara tırmanıp kartal uyarısında aşağı inmişler, yılan uyarısında toplanmışlardır. Farklı uyarı türleri, anlamı olan proto-sözcükler gibi işlemiştir. "Önemli olan," demiştir Seyfarth, "her bir çağrının tam olarak ne anlama geldiği değil, maymunların farklı sesleri net bir biçimde dünyadaki farklı nesne ya da olaylar için kullanmasıdır. Bu durum hayvanların iletişim biçimleri üzerine yürüttüğümüz çalışmalar ve hatta insan dilinin evriminin kendisi üzerine pek çok soruyu gün yüzüne çıkartır."

"Bu herkes için aşikârdır," diye devam eder Cheney:

> İnsan dili iletişimin eşsiz bir biçimidir ve biz genel olarak insanımsıların diğer türler üzerinde seçilime dayalı bir avantaj olarak dili evrimleştirdiklerine inanıyoruz. Dilin yapmamıza olanak tanıdığı şeylerden biri de, etrafımızdaki farklı nesne ve olaylar hakkında birbirimize sinyaller vermemizdir. Şimdi eğer vervet maymunlarının da böyle bir yetenek geliştirdiğini hesaba katarsak –kabul etmek gerekir ki oldukça eksik bir biçimde– ve eğer semantik göstergeler böylesine önemli bir seçilim avantajı sağlıyorsa, neden aynı maymunlar günün daha rahat oldukları vakitlerinde de toplumsal etkileşimler için nesneler hakkında sinyaller vermiyor olsun?[15]

Vervet maymunları yabani alanda dile benzer bir şey kullanıyorlarsa, bu onların insana şempanzeden daha yakın olduğunu göstermez mi? Elbette göstermez; hiç kimsenin Cheney ve Seyfarth'ın vervet maymunlarıyla çalıştıkları yoğunlukta şempanzeler üzerine çalışmalar yürütmemiş olmasından değil sadece, aynı zamanda insan olmanın dil kullanmanın çok daha ötesinde bir şey olmasından da vervet maymunları bize şempanzelerin olduğundan daha yakın değildir. İnsanların konuşmaya atfettikleri önem yüzünden bu konu hakkında o kadar düşünülmez. İngilizce "*dumb*" sözcüğünün hem "aptal" hem de "dili tutulmuş" anlamına gelmesi ilginçtir. İlginç olan bir başka nokta ise, şempanze dili üzerine yürütülen çalışmaların

15 Jeremy Cherfas, "Voices in the wilderness," *New Scientist*, 86:303-6, 1980, s. 306 içinde alıntı.

abartılı sonuçlarının nasıl bu denli kolay kabul görmüş olduğudur. David Premack bunu şu sözlerle açıklar: "Şempanzeler insan diline has anlamlı bir yetenek sergilemezler ve 2 ila 5 yıl içerisinde bu olgu iyice bilinir olduğunda, böylesi bir yeteneği sergiledikleri söylemine neden bu kadar kapıldığımızı sormak ilginç olacaktır."[16]

Premarck'ın bu yorumu, özellikle 1990'ların sonlarında yükselişe geçen "konuşan kuyruksuz maymunlara" dair bir başka heyecan dalgasına karşı yapılmıştır. Gazete haberleri bu defa bir şempanzenin, Panbahisha'nın yetenekleri konusunda yoğunlaşmıştır. Panbahisha, Lana, Austin ve Sherman'ın ruh kardeşidir ve Georgia State Üniversitesi'nin Atlanta Kampüsü'nde Sue Savage-Rumbaugh'nun yönettiği bir ekip tarafından incelenmektedir. Bu yeni çalışmalar Terrace gibi insanların dile getirdiği eleştirileri dikkate almış ve kıllı kuyruksuz maymunların etkin biçimde iletişim kurma yeteneklerini çok daha ikna edici bir yoldan gösterebilecek deneyler kurgulamıştır. Panbanisha'yı görmelerine izin verilen gazetecileri iki durum özellikle etkilemiş görünüyor. İlki, Savage-Rumbaugh'nun şempanzeye asla bir şey yapmasını emretmemesi, onu ondan rica etmesidir. Gölgeli bir ağacın altından kalkarak poz vermesi istendiğinde, gönülsüz şempanzeye bir bedel ödenir: Buzlu meyve suyu. Şempanze pazarlığa girişir ve bilgisayar klavyesindeki sembollere basarak "Kahve, süt, buzlu meyve suyu" diyen sentezlenmiş bir ses üretir.[17] Bu durum hikâyenin manşetlere taşınan ikinci kısmıdır; ses sentezleyicisi sayesinde, gazeteciler klavyedeki sembollere karşılık gelen sözcükleri duyabilmişlerdir. Ancak bu Panbanisha'nın konuşabildiği anlamına gelmediği gibi, sözcüklerin ekranda görünmesini sağlayan eski tekniklerden daha büyük bir bilimsel gelişmenin olduğu da söylenemez. Stephen Hawking gibi ses çıkartabiliyor olması Panbanisha'nın bir dahi olduğunu göstermez.

Yukarıda sayılan tüm nedenlerden ötürü, ne kadar etkileyici olursa olsun, son çalışmalar bile şempanzelerin insan dili yeteneğine sahip olduklarının kanıtı değildir. Şempanzelerin

16 Adrian Desmond, *The Ape's Reflexion*, Dial Press: New York, 1979, s. 152.
17 *Sunday Times*, 25 Temmuz 1999.

bir şempanze dili olduğuna, ki bu bizimkinden farklıdır ve de etkin bir biçimde mantık yürütüp iletişim kurabildiklerine dair kanıtlar vardır (bunları Goodall ve Menzel gibi insanların çalışmalarından halihazırda biliyoruz). En temelde şempanzeler, "evet" ile "hayır" arasındaki farkı bilirler.

Ancak son dönemde yürütülen çalışmalar sadece şempanzelerle sınırlı kalmamıştır. California kökenli bir araştırmacı olan Francine Patterson'un, ova gorili Koko'ya 1000 sözcüklü bir işaret dilini kullanmasını öğretmesi ve Koko'nun IQ testlerinde 75 ila 90 arasında puan alması (insan çocukları için normal sınırın çok az aşağısı) hiç de şaşırtıcı değildir. Atlanta Hayvanat Bahçesinin bir sakininin, 20 yaşındaki orangutan Chantek'in, ki kendisi üniversite ortamında yetişmemiştir, ses sentezleyicisi olan bir bilgisayarı kullanmasını öğrenmiş olması ve insanlarla iletişime geçmesi çok daha ilginç ve çarpıcıdır. Nihayetinde, genetik bağlamında konuşursak, orangutanlar kuyruksuz maymunlara nazaran bizden biraz daha uzaktadır.

İnsanın Dünya üzerindeki tüm yaşam formlarından eşsiz biçimde farklı olduğunu düşünenler için burada büyük bir ironi gizlidir. İnsan dilinin öyle ya da böyle özel olduğuna dair kanıtlar fazlalaşıyor olsa da, aynı çalışmalar (ve elbette başka çalışmalar da) insanın eşsizliğine dair en büyük mit olan mantık yürütme yeteneğinin fişini çekmektedir. Hepimiz kendimizi rasyonel, düşünen varlıklar olarak tanımlamayı çok severiz. Ancak kuyruksuz maymun çalışmalarından doğan kimi araştırmalar, şempanzelerin karmaşık akıl yürütme ve mantık konusunda çok yetenekli olduğunu ortaya koymuştur. Bunun en iyi örneği Premack'ın Philadelphia'daki grubundan çıkmıştır. Premack, şempanze eğitimi deneyimlerini akıl yürütmelerini test etme araçları geliştirmek üzere sembol sözcükleri işlevselleştirerek kullanmıştır. Belki de temeldeki mesele, akıl yürütmek için dilin gerekli olup olmadığıdır. Bu dilin ve düşüncenin doğasına ilişkin eski bir felsefi sorgulamadır ki büyük olasılıkla çözülemeyecek olan bir mevzudur. Sözcüklerle mi düşünürüz? Ya da isimsiz kavramlarla mı? Felsefeci olmayanlar için her iki sorunun da yanıtı evet gibi görünür. Ne var

ki şempanzeler felsefecilerin kimi önermelerini test etmenin aracı olur. Her ne kadar insan diline sahip olmasalar da, şempanzelerin iletişim kurabildiğini kabul edecek olursak, insanda dilin mümkün kıldığı söylenen akıl yürütme biçimlerini onların da gerçekleştirip gerçekleştiremeyecekleri öğrenilebilir.

Sessiz ve yavaş konuşan bir Nebraskalı olan Douglas Gillan, Premack'ın Sarah'sı ve diğer Philadelphia şempanzeleri üzerinde, onları tam anlamıyla bir akıl yürütme testine tabi tutarak büyük bir iş başarmıştır. Uğraştığı konulardan ilki mantıksal çıkarım olgusudur. En basit anlamıyla bu, şeyler arasındaki ilişkiyi algılama yeteneği demektir. Örneğin size göre kulaç arşından uzundur, fersah da kulaçtan uzundur dediğimizde fersahın arşından daha uzun olduğu sonucuna ulaşabilmelisiniz. Biz size fersahın arşından daha uzun olduğunu söylemedik, bunu siz çıkarsadınız. Şempanzelerde bunu görebilmek için Gillan renkli kutuları dizerek bir seri oluşturmuştur. Pek çok denemenin ardından, şempanzeden birinde daha fazla yiyecek olan iki kutudan birini seçmesi istenmiştir. Yiyecek içeren kutunun rengi Gillan'ın çizdiği bir seriyle işaretlenmiştir. Böylece örneğin kırmızı yeşilden daha yüksek olabilir, ancak maviden daha aşağıdadır; kırmızı ve yeşil birlikteyken kırmızı kutu seçilecektir, ancak kırmızı ile mavi birlikteyken mavi kutu daha "yüksektir" ve yiyecek ondadır. Gillan, sabırla kuyruksuz maymunlara serilerdeki bitişik renkler arasından seçim yaptırmıştır. Renklerin en üst ve en alttakileri dışında her bir renk pozitiftir, diğer bir deyişle yiyecek içerir, aynı miktarda deneme negatif olarak da tekrarlanır. Nihayet büyük gün geldiğinde, şempanzelere bitişik olmayan renklerden sorular sorulur, örneğin maviye karşı yeşil. "On ikide on doğru yanıt verdiler," demişti Gillan bize, "unutmayın ki tüm serileri hiç görmemişlerdi. Bitişik olmayan serilerden kutuları hiçbir zaman görmelerine izin vermedik, bunu kendileri bulmalıydı. Serilerin mantıksal yapısını çıkarsamalıydılar. Bunu yaptılar da."[18] Biraz dil eğitimi alan Sarah en başarılı şempanzelerden biriydi, fakat Sarah'yla benzer süreçlerden geçmeyen diğerleri

18 Douglas Gillan, J.C.'yle söyleşi, 25 Mart 1981, Berlin.

de aynı oranda başarılıydı. Şempanzeler geçişli çıkarsamalarda bulunabiliyor ve bunu sözcükler olmadan yapabiliyorlardı.

Gillan mantıksal akıl yürütmenin diğer biçimlerine de baktı ve şempanzelerin analoji üzerinden akıl yürütüp yürütemeyeceğini sınadı. Bu test türü zekâ testleri olarak adlandırılan sorulardaki ortak kalıplara benziyordu: eldiven, "el" içinse, ayakkabı içindir. Sarah'nın neden-sonuç ilişkilerini ustalıkla kullanabildiği sonucuna ulaşılan testler buna benzer testlerdi; Saralı bıçak ile elma dilimleri, su ile ıslak sünger arasındaki analojiyi neden-sonuç ilişkisinin örnekleri olarak kavrayabilmişti. Gillan çalışmaları ve çalışmalarının sonuçları hakkında heyecanlıydı: "Sanırım bu bize akıl yürütme hakkında öncelikle bir şey söylüyor; akıl yürütmek için dile gerek yoktur. Dil en azından kimi akıl yürütme biçimleri için gerekli olan koşul değildir (...) ki dili olmayan türler de bu özelliği gösterebilir."[19] Bu temelden yola çıkarak Premack ve grubu şempanze zihninin doğası üzerine bir dizi ilginç soru sormaya devam etti.

Gillan "Bu biraz belirsiz, hatta biraz da tuhaf gelebilir," demiştir:

> Bu yüzden size bir örnek vermeme izin verin. Sarah'ya verilen görevlerden birinde ona bir insanın, eğitmenlerinden birinin, zor bir durumla karşı karşıya olduğu bir film gösterilmişti. Filmde, örneğin eğitmeni bir kafeste kilitli kalmış ve çıkmaya çalışıyordu. Sarah kafeste kilitli tutulan ve oradan çıkmaya çalışan bir insanın filmini görmüş oldu, sonrasında ise ona çeşitli çözümler sunuldu (örneğin bir anahtar resmi ya da yanan bir kibrit resmi gibi) Sarah her seferinde kişiyi sorundan kurtarabilecek nesneyi seçti ki bu durumda nesne anahtardı. Onun gördüğünü düşündüğümüz ilginç şeylerden biri şuydu: İzlediği videokaset sahnesinde, bir videokaset sahnesinden ötede bir şey olduğunun farkındaydı, görüntülerde bir problemin unsurları vardı. İlginç olan başka bir nokta ise doğru nesneyi, anahtarı, seçebilmek için Sarah'nın kendisini aktörün yerine koyması gerekliliğiydi. Saralı her şeyi aktörün gözünden görmeli ve bir anlamda o insanın zihin teorisine sahip olmalıydı. Bu karmaşık bir fikirdi; aktörün bilgi durumunun ne olduğuna dair belirli varsayımlarda

19 *A.g.e.*

> bulunması gerekecekti, ayrıca aktörün ne görebileceği ya da göremeyeceği hakkında belirli varsayımlarda bulunması gerekecekti ki bu çeşit bir fikir için bir dizi ilginç sonuç vardı.[20]

Kesinlikle böylesi sonuçlar vardı. Eğer bir şempanze uygun koşullar altında böylesi düşünme ve akıl yürütme kuvveti gösterebiliyorsa demek ki o bizim hayal etmeyi sevdiğimiz aptal vahşiden çok çok daha fazlasıdır. Rumbaugh'lar da orijinal ama şempanzelerin bilgisayara konuşabilmek için Yerkiş dilini nasıl kullandıklarına dair zayıf belirlemeleri olan çalışmalarının ötesine geçtiler. Eski çalışmalarındaki papağan (ya da güvercinin) yöntemiyle ifade edilmiş söz dizilerinden vazgeçerek, Premack gibi atomistik bir yaklaşımı seçmişlerdir. Ayrıntılı biçimde inceleme olanağı bulacaklarına inandıklarından dili yapısal atomlarına ayrıştırınışlardır. Rumbaugh'ların araştırdıkları atomlardan biri, gönderme olarak adlandırılan ilişki biçimidir ki onlar buna "linguistik temel" olarak bakarlar.[21] Yerkiş projesinin üç yıldızı, Lana, Sherman ve Austin iki yeni piktogramla tanıştırılır. Biri, "besinler" olarak tercüme edilebilir ve portakala, ekmeğe ve tofuya tekabül eder. Diğeriyse "araçlar"dır ve anahtarlara, paraya ve çubuklara tekabül eder. Bu kısım çalışıldıktan sonra, Rumbaugh'lar etiketlerin gerçekten de "besin" anlamına mı geldiğini, yoksa sadece o üç belirli gıdaya has mı olduğunu araştırırlar. Şempanzeleri beş yeni besin ve beş yeni alet üzerinden deneye tabi tutarlar. Zavallı yaşlı Lana bunların hiçbirisinde başarı gösteremez ve on üzerinden üç alır. Fakat Sherınan on üzerinden dokuz alır (tek yanlışı süngerdir – "kullanırken bir kısmını yediği bir alet olan sünger"[22]) Austin ise on adet gıda ve aletlerin tümünü doğru etiketleyerek yüzde yüz başarı gösterir. Lana deneyden çıkarılır, Sherman ve Austin ise gerçek nesneleri değil, bu kez nesnelerin fotoğraflarını etiketlemek üzere deneye devam ettirilir. Bunlar da öğrenildikten sonra, nihayet projenin son aşamasına geçilir. Şempanzeler besin ya da aletler için kul-

---

20 *A.g.e.*

21 E. Sue Savage-Rumbaugh, D.M. Rumbaugh, S.T. Smith ve J. Lanson, "Reference: the linguistic essential," *Science*, 210: 922-5, 1980.

22 *A.g.e.*, s. 923.

lanılan sembolik piktogramları eğitim besinleri ve aletleri için gösterilen piktogramlarla eşleştirmeyi öğrenirler. Şimdi, Austin ve Sherman, testin besin ve aletlerinin piktogramlarını nasıl etiketleyecekleri üzerinden test edileceklerdir. Austin yine yüzde yüz başarılıdır ve Sherman bir kez daha "sünger" sembolünü besin olarak işaretler. Sue Savage-Rumbaugh'nun düşündüklerinden bağımsız olarak, biz Sherman için süngerin bir alet değil, bir besin maddesi olduğunu düşünüyoruz, ancak itirazımız bu noktada değildir. Leksigramları[23] doğru olarak etiketlemeyi öğrenme noktasında şempanzeler çok büyük bir zekâ örneği sergilemişlerdir. Bunu yapabilmek için leksigramların tanımlanmasıyla başlayan bir düşünce dizisi üretmek, sonrasında da leksigramlarla eşleştirilen nesneleri anımsamak durumunda kalmışlardır. Bu nesne, aynı sınıftan diğer nesnelerle öğrenilmiş olan işlevsel özellikleri uyarınca besin ya da alet olarak sınıflandırılmak durumundadır ve son olarak da bu sınıf için kullanılan doğru leksigram hatırlanmalı ve seçilmelidir. Bir şempanze için ve hatta şempanzelerin bizim yaptığımız gibi dil kullanmadığını düşünenler için nasıl da büyük bir başarıdır bu.

İlginç bir biçimde dil, daima bizimle hayvanlar arasında bir sınır teşkil etmiş olsa da, başka bir yeteneğin yerini almıştır ki o da alet kullanımıdır. Dr. Johnson insanı alet yapan hayvan olarak tanımlamıştır ve kimi paleontologlar, hâlâ *Homo* cinsini alet yaptıklarına inandıkları hayvanlar için saklı tutmaktadırlar. İnsanlar üretimin ve aletlerin işlevselleştirilmesinin bir şekilde diğer tüm eylemlerden niteliksel olarak farklı bir zekâ biçimi gerektirdiğini düşünürler. Şimdi, elimizde hayvanların yaban hayatlarını uzun zaman boyunca izleyen gözlemcilerin kayıtları bulunmaktadır ve de alet-kullanımı bir şekilde ayırt edici özellikler sahnesinden inivermiştir. Salyangozların bile dahil olacağı şekilde hayvanlar alet kullanırken gözlemlenmiştir ve çok az türün çevredeki nesneleri değiştirerek kullandığı, diğer bir deyişle alet ürettiği söylenebilir. John Buettner-Janush'un (ki laboratuarında alet yapmaktan

23 Sembollerden oluşan dil – yn.

değil, illegal uyuşturucu üretmekten tutuklanmıştır) "İnsan, şempanzelerden ayırt edici biçimde farklı tarzda alet yapar ve kullanır"[24] cümlesine karşın, insan artık tek alet-yapıcı değildir.

Peki, ya alet-yapıcı kuyruksuz maymunlar?

1971 yılının başlarında, Jane Goodall'ın şempanzelerin alet-kullanımına dair açığa çıkardıklarının üzerinden on yıldan az zaman geçmişti ki, R.V.S. Wright put yıkıcı bir deney üzerine düşünmeye başlamıştı. "Farz edelim ki," demişti Wright, "Goodall şempanzeleri termit avlamak yerine bir taş alıp onu yontarken ve sonrasında da bu yontulmuş taşları et keserken görseydi ne olurdu?" Bristol Hayvanat Bahçesi'nin orangutanı Abang'la bu deneye soyundu. Wright, Abang'a naylon ipe bağlı bir gıda kutusu gösterdi ve ardından ona ipi bir çakmak taşıyla nasıl kesebileceğini gösterdi. Kısa bir başparmağı olmasına karşın (daldan-dala-atlamanın adaptasyonu), Abang olayı çok hızlı bir biçimde kavradı ve keskin taşı kullanmasını öğrendi. Bundan sonra Wright, Abang'ın yanında alet yapmaya koyuldu. Çakmak taşını defalarca başka taşlara sürttü. Abang seslerden hoşlanmıştı, ancak kuyruksuz maymunun ne gerektiğini anlaması biraz zaman aldı. Nihayetinde, onuncu oturumda, Abang tüm dizilimi kavramıştı. Bağlı bir gıda kutusu, çakmak taşı ve büyük bir taşla Abang, çakmak taşını yontarak bunu ipi kesmek üzere kullandı.[25] Elbette Abang alet-kullanmasını keşfetmemişti, o sadece Wright'ın yaptıklarını taklit etmişti. Durum bu bile olsa, böylesi bir yeteneğin geliştirilebiliyor olması ve bunun karada yürüyen bir kuyruksuz maymundansa daldan-dala-atlayan bir maymun tarafından yapılabiliyor olması, kuyruksuz maymunların zekâları ile entelektüel güçlerinin bir kanıtıdır.

Kuyruksuz maymunların yetenekleri üzerine yürütülen tüm çalışmalardan ortaya çıkan sonuçlar, bu hayvanların naif insanların, insana özgü olarak tanımlayabileceği yeteneklere sahip olduklarını gösterir. Konuşamasalar da gayet etkin şe-

24 R. Passingham, *The Human Primate*, Freeman: London, 1983, s. 148.

25 R.V.S. Wright, "Imitative learning of a flaked Stone technology-the case of an orangutan," *Mankind*: 8:1972.

kilde iletişim kurarlar. Felsefi eserler yazamayabilirler, ancak mantıklı akıl yürütmeler yapabilirler ve belki de bunu insanın hiçbir zaman keşfedemeyeceği bir çizgide yaparlar. Toplumsal yaşamları ki bu konuyu bu bölümde irdelemedik, karmaşık ve Makyevelcidir; bizimkilerden farklı ilkeler üzerine kurulmuştur, ama bir ilişkiler ağına bağlı olması bakımından bizimkine benzer. Tüm bunları neden anlatıyoruz? Burada atılacak en basit adım insan ile şempanzenin atasının şempanzeye çok benzediği ve bu iki türün ayrışmasından bu yana insan çok büyük oranda değişirken şempanzenin hiçbir ilerleme göstermediğidir. Buradaki sorunlardan biri, atamızın neden gorile değil de şempanzeye benzediğini açıklamaktır. İnsan ile goril değişirken neden şempanze değişmemiştir? Daha erişilebilir ülkelerde yaşadığı için şempanzeler hakkında varsayımda bulunmamızı sağlayacak daha fazla veriye sahip olmamız dışında, insanın atası olarak goril yerine şempanzeyi seçmek için hiçbir nesnel zemin yoktur. Belki de gorili atamız olarak sunmamamızın tek nedeni, onun daha özelleşmiş/uzmanlaşmış olmasıdır; goril daha gözlerden uzak bir yaşam sürer ve de belirli bir diyet uygular, ama bir şekilde biz, bunun erken dönem insanlarınkinden farklı olduğunu düşünüyoruz.

Bu görüş doğru olamaz. Anatomik olarak, bizim ve Afrika kuyruksuz maymunlarının atası insandan çok şempanzeye benziyor olabilir, ancak bu üç modern türün –*Homo, Gorilla ve Pan*– atalarının pek çok bağlamda insan-benzeri olma olasılığının da tamamen mümkün olduğunu göstermiştik. Yabani hayattan toplanan pek çok bilgiye karşın, kuyruksuz maymunların insan vesayeti altında sergiledikleri potansiyeller yaban hayatının katbekat ötesindedir. Nim, Washoe, Austin, Sherman, Sarah, Sadie ve diğer tüm performatif kuyruksuz maymunlar şaşırtıcıdır, çünkü yetenekleri beklenmedik düzeydedir. Onların yaban hayatı hakkında bildiklerimiz bizi bu yeteneklere hazırlamaz. Yaban hayatında hiç kullanmadıkları ve onlar için hiç de kullanışlı olmayan pek çok insan-öncülü özellik gösterirler.

Bunu söylemek çok aptalca gelebilir, ancak kuyruksuz maymunların yaban hayatlarında neyi kullanıp kullanmadıklarını nereden biliyoruz? Kabul ediyoruz ki zamanlarını analojik akıl

yürütme ya da geçişli çıkarsama üzerine düşünerek geçiren şempanzeler yoktur. Bizi şaşırtan yeteneklerin pek çoğu belki de toplumun işleyişi için hayatidir. Doug Gillan'ın da belirttiği gibi "'Eğer B beni dövebilir ve A da B'yi dövebilirse o zaman A'yla uğraşmayacağım,' diyebiliyorsanız, bu size hem zaman kazandırır hem de yaralanmalardan korur."[26] Belki de bu, insanda bu yeteneklerin evrimine dair bir ipucu sağlar. Belki de şempanze ve gorillerde gördüklerimiz, daldan-dala-atlayan atamız tarafından geliştirilen zekânın kalıntılarıdır. Hatta belki goril ile şempanzenin sahip oldukları olgunlaşmamış bir tohumdur, çünkü onların yaşam tarzı bu tohumun meyveye dönüşmesini gerektirmez. Kuyruksuz maymun toplumu, insanınkiyle kıyaslandığında basit ama yine de yeterince karmaşıktır. Böylesi bir toplumda çıkarsama yapma yeteneği, iletişim teknikleri ve psikolog olma ihtiyacı –başkalarının bakış açılarını anlamak– oldukça kullanışlı özellikler olabilir. Tüm bunlar kuyruksuz maymunlarda özellikle rastladığımız özelliklerdir ve bu özellikler insanlığın kendini, üzerine temellendirdiği özelliklerdir. Anatomik benzerliklerimizin belli özelliklerdeki bir atayı işaret ettiği sonucuna ulaşmamız gibi, belki de insan, şempanze ve gorilin bilişsel benzerlikleri de böylesi yetenekleri olan ortak bir ataya işaret etmektedir. O vakit, üç tür de kendi yoluna ayrıldıktan sonra bir tür, yani kendi türümüz, ötekiler konuşmakta fayda bulamazken bu bilişsel yetenekler konusunda istisnai olarak gelişim göstermiştir. Kullanılmayan bir organ, örneğin apandisit, hemen ortadan kalkmaz. Ondan kurtulmanın seçilim için pozitif bir bedeli olabilir, aynı zamanda apandisit örneğinde olduğu gibi bu organ körelebilir de. Her ne kadar kuyruksuz maymunlar için apandisit bize sağladığından daha fazla yarar sağlıyor olsa da, benzer şekilde şempanze ve gorillerin bilişsel yetenekleri de beynin bir nevi apandisti sayılabilir.

Şempanze toplumu bizim toplumumuz kadar karmaşık değildir ve şempanze psikolojisi bizimkinden çok daha az karmaşıktır. Hangisinin neden, hangisininse sonuç olduğunu bil-

26 Douglas Gillan, J.C.'yle söyleşi, 25 Mart 1981, Berlin.

miyoruz. İnsan evriminin pek çok özelliğinde olduğu gibi en korunaklı tahmin, ikisinin ayrılamaz bir biçimde iç içe geçmiş olduğudur. Karmaşık toplum daha gelişkin bir beyni gerektirir, daha gelişkin bir beyin de daha karmaşık bir toplumu mümkün kılar. Karmaşık bir toplum kişinin değişen belli bir çevreyle başa çıkabilmesini mümkün kılar ve bu çevre eğer hayvanlar varlıklarını sürdürecekse böylesi bir toplumu gerektirir. Şempanze ve goriller kendi yollarında bizim yaşamımızı sürdürdüğümüz nişlerden faydalanmamış olduklarından, doğal olarak bizim nişimize uyum sağlamamışlardır. Onların sahip olduğu yetenekler onların ihtiyaç duyduğu yeteneklerdir, bizim sahip olduğumuz yetenekler ise bizim ihtiyaç duyduğumuz yeteneklerdir. Hiçbir eğitim ya da hafıza kontrolü bir Afrika kuyruksuz maymun türünü bir diğerine dönüştüremez. Bu bir çeşit klişe gibi görülse de doğrudur. İnsanın kuyruksuz maymunları ve de onlar aracılığıyla kendisini anlama çabasının tarihi, insanların bizim farklı türler olduğumuzu, farklı nişlerde kendi yeteneklerimiz ve uzmanlıklarımızla evrimleştiğimizi unuttuğu örneklerle doludur.

Böyle bile olsa, diğer kuyruksuz maymunların akıl yürütme ve iletişim kurma yeteneklerinin ne denli karmaşık olduğunu vurgulayan çalışmalarımızın ortaya koyduğu en büyük soru, kardeş türlerimize nasıl davranacağımıza dair etik ve ahlaki sorular olmalıdır. "Büyük kuyruksuz maymunların" hakları var mıdır? 1999 yılında Yeni Zelanda Parlamentosu'na, her ne kadar reddedilmiş olsa da, kuyruksuz maymunlara insanla aynı hakların verilmesini (böylelikle, örneğin bir şempanzeyi öldürmek yasal olarak cinayet kapsamına girecekti) talep eden bir öneri sunulmuştur. Diğer kuyruksuz maymunlar insan değildir. Onların insana ne kadar yakın olduklarına dair kanıtlar ortadayken, Afrika'da kıllı kuyruksuz maymunların katledilmesini (kimi alanlarda şempanzeler hâlâ etleri için avlanmaktadır), goril, şempanze ve orangutanların hayvanat bahçelerinde sırf biz eğlenelim diye hapsedilmelerini ve hatta bizim hayvan davranışına dair merakımız nedeniyle, üniversite kampüslerinde tutulmalarını meşrulaştırmak gittikçe zorlaşmaktadır. Ne var ki bu düşünce zincirinin ortaya çıkar-

dığı soruların kolay ve rahatlatıcı yanıtları yoktur. Bu düşünce zincirini daha da ileriye taşımak bu kitabın ufkunu aşar. Biz bu rahatsız edici konuma bizimle diğer kuyruksuz maymunlar arasındaki benzerliklere bakarak geldik. Şempanze, goril ve geriye kalanlar rahatsız edici derecede bize benzerler ve biz de, özellikle, rahatsız edici derecede onlara benzeriz. Bu nedenle hikâyemizi sonlandırmadan önce bu benzerliklere dair sunduğumuz kanıtları özetleyeceğiz.

10

ARAŞTIRMANIN SONU

Savımız bize o denli sağlam görünüyor ki onu daha fazla ileri götürme konusunda çekincelerimiz var, çünkü gereğinden fazla şeye karşı çıkıyormuşuz gibi durabilir. Günümüzde pek çok insan elde ettiğimiz sonuçları rahatsız edici buluyor ve bilim dünyasında bile insan evrimine dair moleküler kanıtlar tarafından ortaya konulan yeni resim hak ettiği ilgiyi görmüyor. Kuyruksuz maymunlar ve insanların kökeni hakkındaki fikirlerimizin manşetlere taşınması için yirmi yılın geçmesi karşısında kesinlikle şaşkınlığa düştük ve sadece bu durum bile hipotezimizin dayandığı moleküler kanıtların henüz yeterince içselleştirilemediğini kanıtlar. Belki de, nihayetinde moleküler kanıtların yorumlanışının bir özetini sunmak ve insan evriminin zaman çizelgesine dair şaşırtıcı yenilemenin bunca yıl boyunca –başlangıç olarak Vincent Sarich ve Allan Wilson'un 1967 yılında yayımladıkları köşetaşı niteliğindeki bildirilerini sayarsak, otuz yıldan fazla bir zaman– neden uykuya yatırıldığını bir kez daha sormak çok daha akıllıca olacaktır. Bizim başlangıç noktamız –hipotezimiz ya da teorimiz değil, sadece

bir parça kanıt– insan, şempanze ve gorilin yalnızca çok yakın akraba olmadıkları, aynı zamanda birbirleriyle neredeyse eşit derecede aynı olduklarıydı. Üçüncüyü dışlayarak diğer ikisinden bir grup oluşturmanın hiçbir yolu yok, yalnızca goril çizgisinin diğer iki kuyruksuz maymuna erişen çizgiden, insan-şempanze çizgisinden çok kısa süre önce (sadece çok çok az önce) ayrıldığına dair bir ipucu var.

Vincent Sarich'in hâlâ insan türünün başka bir ata formundan türemediğini iddia edenlere yönelik ilginç bir sorusu vardı. "Biz özel olarak yaratılmışsak," diyordu Sarich, "neden genlerimiz Afrika kuyruksuz maymunlarının genlerinin gölgesinde yaratılmıştır?" Sarich'in çığır açıcı çalışması ve Simon Easteal gibi insanların geliştirdikleri teknik sayesinde, şimdi insanın genetik materyalinin şempanzelerin genetik materyaliyle yüzde 98,4 oranında aynı olduğunu biliyoruz (yüzde 98,3 ya da 98,5 değil tam olarak yüzde 98,4) ve aynı biçimde gorilin genetik materyaliyle de benzer olduğunu bilmekteyiz. Üçümüzün bu benzerliğinin sebebi ise çok yakın zamanlara kadar genlerimizin farklı türlerin hücrelerinde değil, ortak bir atanın hücrelerinde dolaşıyor olmasıydı. Üç çizgi kendi evrim yollarını izlemek için yalnızca 4 milyon yıldan kısa bir süre önce ayrılmışlardı. Bu gerçeklik belki de Darwin'in zamanından bu yana insanın kökenlerine dair canlılığını koruyan gizem üzerine yapılan en önemli keşifti.

Artık insanın goril ve şempanzeyle paylaştığı ortak bir atadan türediğine dair hiçbir şüphe yok. Evrimsel açıklama sağlamdır. Ancak insan türünün ne zaman, nerede ve aslında niçin evrimleştiğine dair geleneksel ve hâlâ yerleşik olan görüşten şüphe etmek ve bunu tartışmak için fazlasıyla alan var. İnanıyoruz ki, şempanze ve gorille yakın dönemlere kadar ortak bir ataya sahip olduğumuzun kanıtı kadar, moleküllerin sağladığı kanıtlar da geriye kalan gizemlerin çözülmesi için anahtar roldedir.

İnsanlar ile şempanzeler (ve de goriller) köpeklerin tilkilerle, atların zebralarla ve morsların denizaslanlarıyla olduğu kadar yakın akrabadırlar. Bu canlılar birbirlerine en az Colorado Nehri'nin karşılıklı kıyılarındaki yer sincapları kadar

yakındır. Bu yakın akrabalık –bazı taksonomistlerin kardeş türler olan üç kuyruksuz maymun olarak nitelendirebileceği– insanın evrimine dair var olan geleneksel resmin çerçevesinde açıklanamaz. Yerleşik fikirler son birkaç on yılda çok fazla dikkat çekmiştir, ancak paleontologların yaptıkları büyük işleri küçümsemeden belirtmeliyiz ki tüm bunlar kanıtlardan çok hayal gücüne dayalıdır. İnsanın atalarına dair fosil kanıtlar bugün bile çok azdır ve pek çok insanın farkında olduğundan çok daha az tamamlanmıştır. Otçulların çene ve çiğneme parçalarının gelişimini anlamak üzere uzmanlaşmış bir paleontolog olan Christine Janis Cambridge, Massachusetts ve İngiltere Cambridge de dahil olmak üzere pek çok büyük paleontoloji merkezinde çalışmıştır. "Fosil primatlar üzerine çalışan insan sayısı fosil primatların sayısından daha fazladır. Akılda tutmak gerekir," der Janis. "Amerika Doğal Tarih Müzesi koleksiyonunda on binden fazla at fosili vardır, ancak onlar üzerine çalışan ancak bir avuç insan vardır."[1] Fosilleşmiş primat parçalarını kimse saymaya kalkışmamıştır, ancak Janis'in var olan kalıntıların üzerinde durduğu açıktır ki bunların sayısının birkaç düzineyi geçmesi mümkün değildir.

Bu nedenle insanın kökenlerine dair fosil kanıtlar çok azdır. Güvenilir midirler peki? Bu çok hassas bir noktadır, paleonotogların kesin bir dille inkâr edecekleri türden bir noktadır, ancak fosil avcılarının tam olarak neyi arıyorlarsa onu bulabilecek kadar maharetli oluşları –gerçeği fazla belgelenmiş– anlaşılmaz bir durumdur.[2] Daha da rahatsız edici olansa, insan evriminin geleneksel resminin diğer savlara uygulanan analizlerin hiçbirine "maruz kalmaması," bunun yerine büyük oranda yukarıdan gelen bildirilere ve biraz da paleontoloji gurularının açıklamalarına dayanmasıdır. Kendimize dönük benmerkezci ilgi hepimizdeki ortak yandır ve bu açıklamalar kutsal kılınmış, sağlam kanıtların yerini almıştır. Sarich'in ustası ve çalışma arkadaşı Allan Wilson, paleontolojinin doğası hakkında kesin ve güçlü görüşlerini şöyle dile getirmiştir:

1 Christine Janis, J.C.'yle söyleşi, 22 Haziran 1981, Cambridge.

2 John Reader, *Missing Links*, Little, Brown: Boston, 1981.

> Benim gibi antropolojik dünyanın dışında yer almaya çalışan ve mümkün olduğunca eleştirel kalmayı deneyen biri için bile etkilenilecek çok sayıda fikir iklimi var. Bense, "Kuyruksuz maymunların ve insanların dallanma düzenlerini biliyoruz," diyen fikir ikliminin etkisi altına girdim ve birilerinin bu fikrin üzerinden dikkatle gideceğini ve özelliklerin kapsamlı listesine dayanan bir ağaç inşa edebileceğini düşünmüştüm. Ne var ki bunu yapan olmadı.[3]

Wilson'ın suçlamaları meseleyi kalbinden vurmaktadır. İnsanın kökenlerine ve onun evrim ağacının dallarındaki yerine dair geleneksel görüş asla tam olarak kurgulanmamış ya da kanıtlanmamıştır ki eğer tartışma domuz fosilleri üzerinden yürütülüyor olsaydı kanıtların eksikliğinin altı hemen çizilirdi. Morfologlar insanın diğer primatlarla ilişkisi meselesini uygun biçimde tartışmamışlardır. "Biz, bu sorunu işaret eden ve bir dizi veri ortaya koyan ilk insanlarız," diyordu Wilson, "ve şimdi gelmiş geçmiş en büyük veri dizisine sahibiz. Morfologlar yanımıza bile yaklaşamazlar."[4]

Moleküler saat, hatırlayın, muhtelif türlerin ortak bir atayı paylaştığı son tarihten bu yana geçen zamana dair sadece bir oran sağlar. Bize, örneğin insan ile babunun insan ile şempanzeden 4,5 kat daha fazla ve de insan ile sincap maymununun yarısı kadar zaman önce ortak bir atayı paylaştıklarını söyler. Buradaki sorun, insan ile şempanze ayrışmasının 2 milyon yıl önce mi –bu durum insan–babun ayrışmasını 9 milyon yıl öncesine çekecektir– yoksa 20 milyon ila 90 milyon yıl öncesi mi gerçekleşmiş olduğuna dairdir. Karar vermek için fosil kayıtlarına dönüp bakmalıyız. Moleküller doğrudan zamanı vermez, bu nedenle Sarich'in 1981 gibi erken bir tarihte Amerika Bilim İlerlemesi Derneği'nin (*American Association for the Advancement of Science*) toplantısında dile getirmiş olduğu gibi "[Saati] fosil kayıtlarına göre kurarsınız. Bunun başka yolu yoktur."[5] İnsanın yeni zaman çizelgesi moleküllere dayandığı

3 Allan Wilson, J.C.'yle söyleşi, 21 Haziran 1981, Cambridge.

4 *A.g.e.*

5 Vincent Sarich, "Molecular contributions to the understanding of hominid evolution," Amerika Bilim İlerlemesi Derneği'ne sunulan bildiri, 7 Ocak 1981, Toronto.

kadar fosil kanıtlarına da dayanır; her iki kanıt da ayrılmaz biçimde iç içe geçmiştir ve fosil kanıtlarının hiçbiri yeni zaman çizelgesiyle çelişmez. Elbette fosil kayıtları mükemmel olsaydı eğer, çeşitli bölünmeler için tam tarihlerimiz olacak ve pek çok farklı hayvan grubunda olduğu gibi moleküler kanıtlar da yalnızca destekleyici kanıtlar olmuş olacaktı. Ancak primatlar için fosil kayıtları yetersizdir ve moleküller anahtar rol oynar. On yıllardır yürütülen çalışmalar tüm primat çizgilerinde saatin aynı hızda işlediğini gösterir ki böylece saati kurmak için gereken sadece sağlam ve kesin bir fosil tarihidir – üstelik aslında elimizde aynı çerçeveye uyan pek çok iyi tarih vardır.

Bu ölçümleme sonucunda ortaya çıkan sonuçlar gelenekselciler için o kadar şaşırtıcıdır ki çok sert ve soğuk bir itirazla karşı koymuşlardır. Bu itirazlar karşısında moleküler biyologlar, belki de paleontoloji alanında yürütülen tartışmaların gücüne alışık olmadıklarından, yakın zamana kadar kendi davalarını gerektiği kadar iyi savunmamışlardır. "Hiçbirimiz kampanyaya katılmadık," diyordu Wilson, "biyokimya geleneği, en azından Berkeley'de, fikirlerin ve kanıtların kendilerini savunması üzerine temellenir."[6] Mümkün olduğunca çok paleontoloğu memnun etmek adına –ya da daha doğrusu Sarich'in de söylediği gibi "en çok sayıda paleontoloğu daha az mutsuz kılmak" adına[7]– verilerini gerçekte olduğundan daha az net halde sunmuş olabilirler. Bugünkü moleküler antropolog neslinin yaptığı hata değildir, ancak gelenek her zaman moleküler kanıtların kurulduğu gibi sağlam zeminler üzerinde inşa edilmemiş olsa da, artık karşılarında alt edilmesi gereken büyük bir gelenek vardır.

Örneğin pek çok gelenekçi, insan, şempanze ve gorilin 10 milyon yıldan daha erken bir dönemde ortak bir atayı paylaşmış olmaları fikrinden korkunç derecede rahatsızlık duyacaktır. Bundan ötürü onlar bu tarihi alıp moleküler saatle dalga geçmek için kullanmış ve de şunu göstermişlerdir: Eğer insan ile diğer Afrika kuyruksuz maymunları 10 milyon yıl önce ayrışmış olsaydı, o zaman moleküllere dayanarak sıçan ile fa-

6 Allan Wilson, J.C.'yle söyleşi, 21 Haziran 1981, Cambridge.

7 Vincent Sarich, basılmamış el yazması, s. 10.

renin arasındaki ayrışmanın 75 milyon yıl önce gerçekleşmiş olması gerekirdi. "Herkes biliyor ki," dediler, "sıçan ile fare gerçekte 5 milyon yıl önce ayrışmıştır. Bu da moleküler saatin kullanışsız olduğunu gösterir."

Ama durum hiç de öyle değildir. Her şeyden önce sıçan ile farenin 5 milyon yıl önce ayrıştığını gösteren hiçbir sağlam kanıt yoktur. Sav ilk ortaya atıldığında iyi bir bahismiş gibi dursa da, tek bir paleontoloğun hiçbir sağlam fosil kanıtına dayanmayan tahminlerinden ileri gelmekteydi. Böyle bile olsa, savı takip ederek bizi nereye götürdüğüne bir bakalım. İnsan-kuyruksuz maymun ayrışmasını 10 milyon yıl (bu tarih moleküler saat tarafından ortaya konulan gerçek tarihin iki katından fazladır) öncesine yerleştirmek, sıçan ile fare ayrışmasına dair yanlış bir tarih ortaya koyar. Ancak insan-kuyruksuz maymun ayrışmasının o zaman kabul edilmiş olan paleontolojik tarihi –sözgelimi 20 milyon yıl öncesi– üzerinden konuşacak olursak, fare-sıçan ayrışması 150 milyon yıl önce gerçekleşmiş olmalıdır ki o zamanlar Dünya'ya henüz dinozorlar hâkimdi, bırakın kemirgenleri memeliler bile yoktu ortada.

Ne var ki bu durum, moleküler saatin geçersiz olduğunu kesinlikle kanıtlamaz. Eğer paleontologlar bu gibi savları mantık yoluyla izlemek istiyorlarsa, sıçan-fare ayrışması için kendi tercihleri olan tarihi itibari değer olarak alıp saat tarihlendirmesi için bunun ne anlama geldiğini araştırmalıdırlar. Paleontologların sıçan-fare tarihini ölçümleme için kullandığımız takdirde, insan ile Afrika kuyruksuz maymun ayrışmasının yalnızca 600.000 yıl önce gerçekleşmiş olduğu sonucuna varırız. Açıkça görüldüğü gibi ortada bir sorun vardır, ancak var olan tutarsızlık kilit tarihlerden birinin ya insan-kuyruksuz maymun ayrışmasının ya da sıçan-fare ayrışmasının tarihlerinden birinin değişmesini sağlayacak yeni kanıtların varlığıyla ortadan kaldırılabilir. Bu savın baş gösterdiği ilk yıllarda, aslında yeni fosil kanıtlar ortaya çıkmış ve uzmanlar sıçan-fare ayrışmasını 5 milyon yıldan 15 milyon yıl öncesine geriletmişlerdi bile; Sarich ve Wilson'ın insan-kuyruksuz maymun ayrışması için tahmin ettikleri tarih olan 4,5 milyon yıl ile sıçan-fare ayrışmasının örtüşebilmesi (ve aynı zamanda

kemirgenlerin evriminin kimi özelliklerinin de gelişim evrimi düşünüldüğünde) için bu tarihin 20 milyon yıl öncesinde yer alması gerekiyordu ki bu kitabın ilk baskısının yayımlandığı bu günlerde geriye yalnızca kapatılması gereken 5 milyon yıllık bir boşluk kalmıştır. Ancak DNA'nın doğrudan karşılaştırılmasıyla elde edilen son bulgular, insan-kuyruksuz maymun ayrışmasını yüzde 25 kadar daha da erken tarihe, 3,6 ila 4 milyon yıl geriye çekmiştir. Bu da sıçan-fare ayrışmasının moleküler tarihlendirmesinin de yüzde 25 oranında azalacağı, 20 milyon yıldan 15 milyon yıla düşeceği anlamına gelir. Yirmi yıl önce paleontologlar tarafından moleküler zaman çizelgesinin anlamsızlığını ortaya koymak için kullanılan örneğin ta kendisi, günümüzde moleküler kanıtların fosil kanıtlarla nasıl uyumlu olduğunu gösterebilecek çok iyi bir örneğe dönüşmüştür.

Günümüzde sıçan-fare ayrışması bile gerek fosil kanıtlar gerekse de moleküler saatin zamanlamasıyla uyuşmamaktadır. Moleküler analizin sıçan-fare ayrışması için öne sürdüğü "apaçık hatalı" verilerle alay eden gelenekçiler, ileri sürdükleri savların geri tepmekte olduğunu görmektedirler, çünkü artık bu sayılar apaçık hatalı değildir, aksine oldukça anlamlıdır. Buradan çıkan sonuç insan, şempanze ve goril arasındaki ayrışma için kurgulanan tarihin de oldukça mantıklı olduğudur. Çok iyi temellendirilmiş fosil zamanlandırmaları göz önüne alındığında, moleküler saat kayıttaki boşlukları dolduracak biçimde okunabilir. Çıkan sonuç sağlam bir tarihler dizisidir.

Plasentalı memeliler keselilerden ayrışmaya 100 milyon yıldan az bir zaman diliminde başlamıştır ki bu da insanın soyağacındaki önemli gelişmelerin tümü için bir üst limit teşkil eder. Primatların türeyişi 75 milyon yıldan önce gerçekleşmiş olamaz; Yeni ve Eski Dünya'nın primatları da 35 milyon yıldan önce ayrışmış olamaz (bu durum daha önceki süperkıtanın parçalanmasına dair jeofiziksel kanıtlarla da örtüşür). Eski Dünya maymunları hominoidlerden 20 milyon yıldan sonra ayrışmaya başlamış, modern kuyruksuz maymun ailesi ise yaklaşık olarak 15 milyon yıl önce ortalıkta dolaşmaya başlamıştır. Gibon ve orangutan 11 ve 8 milyon yıl önce ayrıl-

mışlar ve nihayetinde (pigme ve modern şempanze ile dağ ve ova gorilleri arasındaki daha yakın dönemli ayrışmaları göz ardı edersek) insan, şempanze ve goril arasındaki ayrışma da 4 milyon yıldan kısa bir süre önce gerçekleşmiştir.

Tam da belirtmiş olduğumuz gibi İnsansı Maymun ayrışmasının tarihi, o dönemlerde Dünya'da gerçekleşen çevresel değişiklikler göz önüne alındığında özellikle ilginçtir. Dünyada milyonlarca yıldır süregelen görece ılıman iklim ve eşit sıcaklık dağılımının ardından, 4 ila 2 milyon yıl önce yaşanan dengeli kıta kayması süreci kuzey yarıkürenin kara kütlelerini bugünkü konumlarına taşımıştı; kıtalar Kuzey Kutbu'nu çevrelemiş ve ekvatoral okyanus akıntılarının ılıman sularının buraya erişimini kısıtlayarak bir buz devrinin başlamasına sebep olmuştu. Hesaplanamaz derecede nadir bir tesadüf olarak Güney Kutbu da, ona doğru sürüklenen bir kıta nedeniyle buzla kaplanmıştı. Sonuç olarak Dünya, geçtiğimiz 2 milyon yıl boyunca şu anda içinde bulunduğumuz kısa dönemli buzul-çağları-arası dönemlerle bölünen tam bir buz devri koşulunda yaşamıştır. Buzul-çağları-arası dönemler Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinin astronomik ritimleriyle gelip gitmekte, 10.000 ila 15.000 yıl arasında sürmekteydi. Şu an yaşamakta olduğumuz buzul-çağları-arası dönem başlayalı 11.000 yıl olmuştur.

İklimdeki değişiklikler Doğu Afrika vadilerine buz değil kuraklık getirmiştir ki tam da insan, şempanze ve goril ayrışmasının yaşandığı döneme denk gelir. İklimsel ve çevresel değişiklikler her zaman evrimsel çalkantılarla bir arada gerçekleşir ve çağımız da buna bir istisna teşkil etmez. Jeologlara göre bugünden sonraki 100 milyon yıl (eğer öyle bir zaman olacaksa) 65 milyon yıl önce dinozorların (ve pek çok başka türün) Dünya'nın yüzeyinden kaybolduğu Kretase dönemin sonu kadar önemli bir jeolojik sınır teşkil edecektir. Tersiyer ve Kuaternerin arasındaki sınır 3 milyon yıl öncesini, en yakın buz devrinin başlangıcını işaret eder. Üç milyon yıl kendi yaşamını on yıllar üzerinden hesaplayan bir yaratık için inanılmayacak kadar uzun bir zaman birimidir, fakat jeolojik zaman bağlamında üç milyon yıl göz açıp kapayıncaya kadar geçer ve

biz sınıra onu açık bir biçimde göremeyecek kadar yakınızdır. Dinozorların saltanatının sona ermesinin felaketten sağ kurtulan küçük memelilerin yeni ekolojik nişlerde yayılmasının yolunu açmış olduğu ve eski depodan yeni çeşitlenmelerin ve dallanmaların sonucu olan yeni türlerin ve grupların oluştuğu Kretase döneminin sonu gibi, büyük buz devri de bu dönemi kendi avantajına çevirebilen türler için yepyeni olanaklar sağlamıştır.

Dört milyon yıl öncesi itibariyle atalarımız halihazırda oldukça insan görünümlüydü ve insan zekâsına doğru, dayanışmacı, paylaşımcı topluma giden yolda ilerlemeye başlamışlardı. Atalarımız dik yürüyebiliyorlardı, ama aynı zamanda ağaçlara tırmanabilme özelliklerini de kaybetmemişlerdi. Don Johanson'un Etiyopya'daki çalışmaları ile Leakey ailesi tarafından Doğu Afrika'da gerçekleştirilen keşifler, Olduvai Gorge bölgesindeki (Berkeley, California Üniversitesi'nden Tim White'ın yürüttüğü çalışmalar) en son keşiflerle birleştirildiğinde bu konuda hiçbir şüpheye yer kalmamaktadır. Çevresel değişikliklerin baskısı altında proto-insanların bir dalı, sonu bize çıkan yola son hızla dalmıştır. Zekâ dünyayı değiştirebilmek için hayati öneme sahiptir, uyumluluk ve esneklik de öyle. Çeşitli kaynakları kullanıp tırnaklarıyla kazıyarak kendine yol açabilen bir yaratık gıda kaynaklarına çok daha bağımlı olan ve çok daha katı bir yaşam tarzı olan türler üzerinde büyük bir avantaja sahip olacaktır. İnsan çizgisinin ayrılmasından sonra gerçekleşen değişiklikler ve bu değişikliğin nedenleri üzerine geleneksel paleontologlarla tartışmaya girmiyoruz. Ancak değişen çevreyle mücadele etmekle kalmayıp ondan avantaj sağlayabilecek türdeki bir hayvan nasıl bir hayvandır?

Bu hayvan kesinlikle pek çok bakımdan modern kuyruksuz maymuna benziyordu; daldan-dala-atlayan geçmişinin sonucu olarak zeminde ayaklarını sürükleyerek etkin biçimde yürüyebiliyordu. Üstelik Asya'dan gelmişti. Modern kuyruksuz maymunun evrimle modifiye olmuş daldan-dala-atlayan olduğunu biliyoruz, doğal seçilim onun ağaçlara asılmasına, dallarda sallanmasına izin vermiştir. Aynı zamanda insanın da, anatomik olarak, daldan-dala-atlayanın damgasını taşıdığını biliyo-

ruz. İşte tam da burada bu benzerliğe açıklama getirebilecek tatminkâr bir kanıt yoktur, çünkü modern kuyruksuz maymunlar ile insanların ortak atası olmayan hiçbir fosil kaydı yoktur. Elimizdeki birkaç fosil de daldan-dala-atlayanlar olmadıklarını gösteren hiçbir kanıt içermez. Söylenebilecek en iyi şey, anatomik benzerliklerin paralel evrim denilen sürecin sonucu olduğudur. İnsan ile modern kuyruksuz maymunların ataları ayrıştıkları halde benzer yaşamlar sürdürerek aynı anatomik sonuçlara yol açacak biçimde evrimleşmişlerdir.

Moleküler kanıtlar gizemi ortadan kaldırmaktadır. Beş hominoid çizgisinin –gibon, şempanze, orangutan, insan ve goril– 12 milyon yıldan daha yakın bir zamana kadar ortak bir atayı paylaştıklarını söylemektedir. Bizim de daldan-dala-atlayan yaşam tarzını ve anatomisini miras aldığımız ve spor dallarında ve oyunlarda çoğunlukla kullandığımız bu ortak ata, ağaçlar arasındaki yaşantıya tam anlamıyla uyum sağlamıştı. Biz de daldan-dala-atlayanlardanız, çünkü atalarımız milyonlarca yıl önce hayatta kalabilmek için daldan dala atlamaya mahkûmdu ve onların bu uyumları bizim zemindeki yeni yaşamımız için pek çok avantaj sağlamıştır. Bizim ve bütün modern kuyruksuz maymunların atası olan gizemli daldan-dala-atlayan, büyük olasılıkla birçok dryopithesin çizgisinden hayatta kalan bir türün ürünüdür ki bu dryopithesinlerin bir dalı çıkmaz bir sokak olarak *Ramapithecus*'a da yol vermiştir. Daha öncesinde en erken insanımsı olarak adlandırılan bu tür çok basit bir şekilde ifade etmek gerekirse bir insanımsı olamayacak kadar yaşlıydı. Ramapithecus etkisini yitiriyor olsa da, pek çok paleoantropolog onun uzun süreli köleliğine devam etmesi gerektiğini düşünüyordu.

Kuyruksuz maymunların atası bir ağaçta-dolaşan olmalıydı, ağaçlarda yaşayan maymunlar ile karasal büyük kuyruksuz maymunlar arasında bir istasyon olmalıydı. Modern ağaçta-dolaşan kuyruksuz maymunlar, gibonlar ve orangutanlar Asya'nın cangıllarında bulunduğu için, Afrika üçlüsünün ortak atasının da aynı cangıllarda ortaya çıktığını iddia etmekte bir sakınca yoktur. Asya cangılları buz devrinin neden olduğu iklimsel değişikliklerden Afrika cangıllarına göre daha

az etkilenmiştir, yine de ormanların azalması ve savanaların yayılması gibi doğadaki daha ağırbaşlı değişiklikler, Asyalı kuyruksuz maymunların zemine inmelerinde etkili oldu. Miyosen döneminin sonunda, 6 ila 8 milyon yıl önce, Asya ile Afrika arasında hiçbir orman bağlantısı yoktu, fakat bu bir sorun teşkil etmiyordu. Afrika kuyruksuz maymunlarının atası karada da rahatlıkla yolculuk etmiş olabilir; aynen modern büyük kuyruksuz maymunların halen yapmakta olduğu (ve nadiren de olsa insanın da becerebildiği gibi) boğum-yürüyüşüyle hareket ederek.

Afrika'ya erişen ata, yerdeki yaşama büyük ölçüde uyum sağlamış olmalıdır. Dik yürüyüp yürümediğini kesin olarak söylemek mümkün olmasa da, öyle gözükmektedir. Atalarımız, en az 4 milyon yıl önce "Maymunsu İnsan" olmaktan çok "İnsansı Maymun"lardı. Her durumda, Afrika'ya vardıklarında yeni ekolojik olanaklarla karşılaştılar. İklim değişikliği nedeniyle azalmış olsalar da ormanlar hâlâ mevcuttu, savanalar da hâkim bitki örtüsüydü. Bildiğimiz kadarıyla o dönemde Afrika'da ağaçlarda dolaşan kuyruksuz maymun yoktu (*Ramapithecus* ortalıklarda olabilir, ancak onun besinlerini zeminlerde aradığına dair elimizde bulunan az miktarda kanıtı sunduk), bu nedenle niş ayartıcı derecede boştu. Asyalı göçmenlerin ağaçlardaki yaşama dönmek isteyen üyeleri çok az direnişle karşılaşmış olsa gerek ve yeni yaşam tarzlarına alıştıktan sonra doğal seçilim aracılığıyla işleyen evrim ağaçlara tırmanma yetilerinin gelişmesine ve dik yürüme yeteneklerinin körelmesine neden olmuş olmalıdır. Belki de tüm Asyalı kuyruksuz maymun popülasyonu, ki en iyi ihtimalle birkaç öncü birlikten oluşuyordu, birkaç 100.000 yıl ağaçlarda yaşamış ve sayıları çoğalmıştır. Ancak ormanlar küçülmeye devam etmiştir ve türün yeni nişinde yakaladığı başarı popülasyonun sıkışmasını getirmiştir. Asya'da daha önce olduğu gibi, kimi bireyler ağaçlardan inerek ormanın kıyılarındaki düzlüklere yerleşmiştir. Açık pek çok niş bulunduğundan ata "İnsansı Maymun"lar alternatif yaşam tarzlarını araştırmak üzere bölünmüştür. Kimisi şempanze, kimisi goril, kimisi de insanımsı olmuştur.

Hikâyenin geri kalan kısmı kolay, üzerinde uzlaşılabilecek bir hikâyedir. Kuyruksuz maymunlar ağaçlara döndükten sonra çevreden kaynaklanan çok az evrimsel baskıyla karşı karşıya kalmış ve bu sayede kuyruksuz maymun olarak kalmıştır, ancak erken dönem insanımsıları keşfettikleri toplum ve değişen dış çevre koşulları tarafından daha uyumlu ve zeki bir yaşam tarzına sürüklenmişlerdir. Elbette, bunun tam olarak böyle olmadığının altını bir kez daha çizmeliyiz. Afrika'ya yürüyen maymunlar büyük bir kararlılıkla ve hızla tamamlamadılar yolculuklarını, her nesil yavaş yavaş ilerledi. Aynı zamanda evrimsel değişiklikler karşısında bilinçli bir katılım yoktu. Ormanlarda dolaşan maymunlar arasında başarılı olanların atalarına daha çok benzediğini, insanımsılar arasında başarılı olanlarının da daha çok "insan"a benzediğini tahmin ediyoruz.

Bu yaklaşım bir sentezdir; moleküler yöntemlerin ortaya çıkardığı tarihleri ve akrabalıkları paleontologların buldukları fosilleri ve iklimbilimciler ile jeofizikçilerin keşfettikleri çevresel değişikliklere dair bilgileri bir araya getirir. Hikâyemize göre insanın, şempanzenin ve gorilin ortak atası yaklaşık 4 milyon yıl önce yaşamıştır. Bu tarihten önce yaşamış herhangi bir fosil insanımsı yoktur. Bunu aklımızda tutarak insanın atasına dair hikâyeyi –ve dolayısıyla şempanzenin ve gorilin atasının hikâyesini– hiçbir fosille çelişmeyecek şekilde kurguladık. Bizim ve kuyruksuz maymunların ortak atasının kuyruksuz-maymun benzeri olmaktan çok insan-benzeri olma olasılığının da ne kadar mümkün olabileceğini gösterdik; buna göre ortak atamız iki ayağı üzerinde yürüyor olabilirdi. Bir insan yerine bir kuyruksuz maymun olunabilmesi için gerekli genetik değişikliğin tüm genetik bilginin sadece ve sadece yüzde 1'den biraz daha fazlası olduğu göz önüne alındığında, iki ayağı üzerinde yürüyen bir kuyruksuz maymundan boğumyürüyüşlü dört ayaklı bir kuyruksuz maymuna geri dönüşün imkânsız olduğunu kim iddia edebilir ki? Bu sentez kuyruksuz maymunla paylaştığımız atamız hakkındaki bilmeceye bütünlüklü bir yanıt sağlar. Tüm diğer gözlemlerle de örtüşür. O zaman bu sentez neden uzun zamandır yok sayılmakta ve hakaretlere maruz kalmaktadır?

Problemin bir kısmı, daha önce de bahsettiğimiz gibi insanın kibri ve benmerkezciliğinden kaynaklanmaktadır. İnsanların kendilerini özel ve doğanın geri kalanından üstün görme eğilimi vardır; bunu yapmanın bir yolu da kökenlerinizi tarihte daha geriye atmaktır. Moleküler saat insan için rahatsız edici derecede yakın bir doğum tarihi verir. Kökenlerinin yakın tarihli olmasının insanları neden rahatsız ettiğini anlamıyoruz, ancak kesinlikle böyle bir durum söz konusu. Tarih öncesi bir soya ait olma fikrinin neden bu denli tercih edilir olduğunu kavrayamıyoruz. Çünkü jeolojik kayıtlar bir soyun ortalama bir yaşam süresi olduğunu belirtir; öyle ki soyumuz ne kadar eskiye dayanıyorsa, yakın bir gelecekte ortadan kalkma ihtimalimiz de o kadar artar. Soyumuzun tükenmesinden (yine bizi doğanın üstüne yerleştirerek) korkan bu kadar çok insan varken, çizgimize ait tarih öncesi bir köken bu güvensizliği körükleyecektir. Her iki durumda da, gölgeler içindeki atalarımızın kendi primat yaşamlarını sürdürürken aynı zamanda modern Afrika kuyruksuz maymunlarının da atası olmuş olmaları ya da sadece bize evrilmiş olmaları neyi değiştirir? Bu durum hiçbir şekilde başarılarımızı eksiltmez, ayrıca hatalarımızı da mazur gösterir.

Ancak insanın benmerkezciliği ve kibri üzerinden ifşa olan kendi güvensizliği hikâyenin bütünü olamaz, çünkü moleküler hikâyeyi takdir etmeyen sadece sıradan insanlar değildir. Aslında sıradan insanların hikâyenin yeni versiyonunu son zamanlara kadar duyma şansları olmamıştır, çünkü insanlığın başlangıcına dair hikâyeleri yayanlar paleontolojinin medya kahramanlarıdır ve onlar moleküler kanıtları kabul etmek konusunda son derece gönülsüzdür. Söylediğimiz gibi bilim böyle yapılmaz; teorik astronomların pulsarların keşfini tamamen yok sayması gibi bir durumdur bu. Neden paleoantropologlar bu denli farklı olmalıdır? Bu soruyu Vincent Sarich ile Allan Wilson'a doğrudan sorduk.

Başlangıçta her ikisi de mahcubiyetlerini ifade ettiler, o zamanlar (ve sonrasında da) bir rekabet ortamına girmek istemiyorlardı ve paleontolojinin medya kahramanlarına benzemek gibi bir niyetleri yoktu. Olguların kendileri adına konuşmasını

ve bilim çevreleri tarafından test edilmesini beklediler ve çalışmalarının popülerleştirilmesi üzerine çabalarımız olacağını söylediğimizde epey mutsuz oldular. "Bu insanlar bilimsel eleştirinin normal sürecini baltalıyorlar," diyordu Wilson. "İnsanların teker teker suçlanamayacaklarını düşünüyorum, çünkü onların içinde yer aldığı toplumsal bağlam böyle. Sizin kitabınız hakkında endişelenmemin ve korkmamın nedenlerinden biri de bu." Wilson'a çalışmasının kamusal alana açılmaması nedeniyle gelenekçilerin alana hâkim olduklarını ve kazandıklarını söyledik. "Kazanmak ne demektir ki?" diye yanıtladı. "Bir açıdan kişisel anlamda kazanmak olabilir belki, ama bilimin ilerlemesi bağlamında kazanmak bu değildir."[8] Wilson bilimin ilerlemesiyle ilgileniyordu, kişisel şöhret umurunda bile değildi. Yine de, Wilson ve Sarich yanlış yorumlanma riskini göze alarak sadece çalışmalarını değil, bilimi bu kadar çekici kılan başka meseleleri de anlattılar bize.

Sarich'in altını çizdiği ilk nokta meselenin hiç de yeni olmadığıydı; konunun ta en başına dayanmaktaydı. "Her ne kadar Nuttall'ın çalışması 1920 ve sonrasında gayet iyi biliniyor ve bu alanda yazı yazanlar tarafından pek çok defa alıntılanmış olsa da," diyordu Sarich, "insanların düşünme edimleri üzerinde gerçekten de çok az etki yaratmıştı."[9] Peki ya neden? "Neden olduğunu bulmaya çalıştım," diye devam etti Sarich, Toronto'daki Amerikan Bilim İlerlemesi Derneği'nin (*American Association for the Advancement of Science*) bir toplantısının ardından elimizde biralarla bir barda otururken. Bar gürültülü ve kalabalıktı, ancak Sarich'in bu soruyu pek çok kere düşündüğü ve buna yanıt vermek için yeniden düşünmeye ihtiyacı olmadığı belliydi. "Sanırım temel suç, eğer böyle bakacak olursak, çalışanların, moleküller üzerine çalışanların kendilerine aittir. Bu çalışmayı tanımlayan literatüre bakarsanız ya da bildirilere bir göz atarsanız, verilerin asla evrimsel bir çerçeve içerisinde sunulmadığını görürsünüz, bu bir çeşit ağaç-benzeri

8 Allan Wilson, J.C.'yle söyleşi, 21 Haziran 1981, Cambridge.

9 Vincent Sarich, "Molecular contributions to the understanding of hominid evolution," Amerika Bilim İlerlemesi Derneği'ne sunulan bildiri, 7 Ocak 1981, Toronto.

düzenlemedir." Kendi çalışmalarını karıştırdı, Nuttall'ın sonu gelmez rakamlarından oluşan tablolarından birkaçını çıkardı ve devam etti: "Dünya'nın tüm iyi niyetiyle bakacak olsak bile bu resimdeki evrimsel mesajı görmek güçtür."[10]

Tüm bunlar şüphesiz doğru olsa da kökenleri çok daha geçmişe uzanır. Morris Goodman verilerini gerçek bir evrim ağacı biçiminde sununca ortada bir bahane kalmadı. Evrimci fikirlerin sonuçları artık yok sayılamazdı. Sarich ve Wilson kendi moleküler zamanlamalarını yayımladıklarında da yok sayılmamalıydılar – zaten sayılmadılar da, en azından tam olarak. İtirazları ortaya koyan eleştiriler yalnızca prosedürlerin şaşırtıcı biçimde göz ardı edilmesine dayanıyordu. Paleoantropolojinin, eğer varsa, gurusu David Pilbeam bir ders kitabının girişinde şunları söylüyordu: "Albüminin tüm soylarda eşit bir hızda evrimleştiğini ve bu hızın ölçülebileceği varsayımlarını yaparak [Sarich ve Wilson] pek çok soyun ayrışma tarihlerini hesaplamışlardır."[11] Sarich bu ve buna benzer alıntılar karşısında kendini dizginleyemiyordu ve çok da haklıydı: "Hayır, kimse değişimin hızı hakkında varsayımlarda bulunmuyor; onu *ölçüyor*."[12] Aynı şekilde konuşmalarına devam etti ve saatin özelliklerinin nasıl test edildiğini, tüm resmin immünolojik çalışmaların, proteinlerin ve hatta DNA bazlarının dizilimi çalışmalarıyla nasıl tutarlı ve birbirlerini destekleyici olduğunu anlattı. Moleküler saate dair tüm bu araştırmalar bilimsel literatür dahilindeydi ve herkesin bunlara erişimi vardı. Sözde bilimsel itirazların hiçbiri ayrıntılı olmasa da, kıymetten düşürme çalışmaları yine de baki kaldı. Bu durum Sarich ve Wilson'ın doğrudan primatlarla ve özellikle insanın kendisiyle ilgilenmiş olmalarından kaynaklanıyor olabilir miydi?

"Bu büyük olasılıkla büyük bir hata," diyordu Wilson. "İmkânsız olan pek çok şeyi aynı anda denedik. Pek çok insanın ölçümlemediği bir tekniği kullandık. Bu ölçümlemenin

10 Vincent Sarich, J.C.'yle söyleşi, 7 Ocak 1981, Toronto.

11 David Pilbeam, *The Ascent of Man: An Introduction to Human Evolution*, Macmillan: New York, 1972, s. 46, 47.

12 Vincent Sarich, "Molecular contributions to the understanding of hominid evolution," Amerika Bilim İlerlemesi Derneği'ne sunulan bildiri, 7 Ocak 1981, Toronto.

yapılabileceği fikri insanlara saçma geliyordu, çünkü immüno-kimyasal komşularına 'Bu mümkün mü?' diye sormuşlar ve 'Hayır, bu imkânsız,' yanıtını almışlardı. Tam da bu nedenle metot ölçümleme çalışmasını bitirmemizin ardından neredeyse on beş yıl bekledik."[13] Yöntem ölçümlendikten sonra ve tüm resimle ne kadar uyumlu olduğu düşünüldüğünde, biz 1980'lerin başlarında paleontologların moleküler saatin gerçekliğinin farkına varmalarını ve onun sağladığı imkânları kullanmalarını bekliyorduk. "Sanırım antropologların yaptığı, bizim çalışmalarımızı yok saymak ya da onunla dalga geçmek ve bizi onlarla bu meseleleri tartışmak üzere çağırmamaktı. Tüm bu yıllarda hiçbir antropoloji seminerine çağrılmadım," dedi Wilson bize.[14]

Paleoantropologlar neden bu kadar temkinliydi? İlginç bir biçimde Sarich ve Wilson'ın çalışmalarına başlamasından kısa bir süre önce, David Pilbeam ve Elwyn Simon, ki sonrasında saatin amansız eleştirmenlerinden olacaklardı, bugün *Ramapithecus* olarak sınıflandırılan çeşitli fosilleri tekrar değerlendirmeye başladılar. Amaçları, bu fosillerin en yaşlı insanımsı fosilleri olduğunu ispatlamaktı. On dört milyon yaşında olduğu kesinleşen bu fosilin kuyruksuz maymun ve insan çizgisi ayrıştıktan sonra insana ilerleyen çizginin en yaşlı temsilcisi olduğuna inanılıyordu. "Ramapithecus'un bir insanımsı olarak sınıflandırılıp sınıflandırılamayacağı insanımsı-pongid sınırının nereye çizileceğine bağlıdır," diyordu Pilbeam. "Elbette, bu sınır rasgele çizilmiştir," diyerek devam ediyor ve "*Ramapithecus*'u ben bir insanımsı olarak sınıflandırırdım," sözlerini sarf ediyordu.[15] Fikrini bir süre sonra değiştirmiş olabilir, ancak o zamanlar moleküler kanıtlar *Ramapithecus*'un kesinlikle bir insanımsı olmadığını ispatlamıştı bile. *Ramapithecus* yalnızca tüm modern kuyruksuz maymunlar da birer insanımsı olarak sınıflandırıldığı takdirde bir insanımsı olabilirdi.

---

13 Allan Wilson, J.C.'yle söyleşi, 21 Haziran 1981, Cambridge.

14 *A.g.e.*

15 David Pilbeam, *The Ascent of Man: An Introduction to Human Evolution*, Macmillan: New York, 1972, s. 95, 96.

Sarich, Simons ve Pilbeam'ın "Ramapithecus'un bir insanımsı olduğu" fikrini ileri sürdükleri zamanlarda bunun ne kadar talihsiz bir tesadüf olduğunun farkındaydı; o dönemlerde Sarich ve Wilson insanımsı çizgisinin yakın dönem kökenleri üzerine tartışıyorlar ve moleküler saatin zorluklarını çözmekle uğraşıyorlardı. "Pilbeam ve Simons gibi [yeni fikrin] ne kadar doğru olduğunu görmemek için mücadele eden pek çok insan vardı," diyordu Sarich, "özellikle de bizim üzerinde çalıştığımız bu özel metodolojinin". Ancak fosil avcılarının itirazlarında bundan çok daha fazlası gizliydi. "Teker teker bireyleri bir kenara ayırırsak, paleontologlar bir topluluk olarak, hayvanların ilişkileri ve özellikle hayvanların zamanla ilişkileri konusunda kendi üstün konumlarını korumak istiyordu. Zor olan şey," diyerek şikâyet ediyordu Sarich, "paleontologlar olmadan da tarihsel ve zamansal yeniden-kurgulamalar yapılabileceği fikrini kabul ettirmekti. Bu, paleontologlar ve paleontolog olmayanlar için kabul edilmesi oldukça zor bir fikirdi."[16] Fikir zor bile olsa kabul edilmesi şarttı.

Sarich ve Wilson'ın anlattıkları hikâyeye iki nedenden ötürü odaklandık. Öncelikle, onların çalışmalarının insan-kuyruksuz maymun ayrışmasının doğru tarihine dair ilk tatmin edici kanıtı (ipuçlarına ve yarı-gerçeklere kıyasla) sunduğunu düşünüyoruz. Bu başarıdan çok daha azı için Nobel Ödülleri kazanılmıştır. 1982 yılında on beş yılın ardından bu çalışmanın hak ettiği yere gelememiş olması bizi şaşırtırken, 21. yüzyılın başlarına gelindiğinde Sarich ve Wilson'ın otuz üç yıldan sonra hâlâ hak ettikleri saygının çok azına mazhar olduklarını görmek bizi tam anlamıyla hayrete düşürmüştür. En azından, bilimin yollarında bu kadar yürümemiş olsaydık bile hayretler içerisinde kalırdık ki bu da hikâyeyi anlatmamızın ikinci nedenine getiriyor bizi.

Bilim, daha önce de belirttiğimiz gibi, her zaman bilimsel metot tartışılırken açıklanan mantıksal savlar ve akıl yürütme süreçleriyle ilerlemez. Çok önemli yeni fikirler, neredeyse her zaman eskinin gardiyanları tarafından sapkın olarak nitelen-

16 Vincent Sarich, J.C.'yle söyleşi, 7 Ocak 1981, Toronto.

dirilir. Durum bu yeni fikirlerin kanıtları ne kadar güçlü olursa olsun böyle işler (ki bu durum şu anlama gelir: Eskinin gardiyanları tarafından sapkın olarak adlandırılan her fikir çok önemli olmayabilir, biz sadece sağlam kanıtlarla desteklenen fikirlerden bahsediyoruz). Yeni fikirler genellikle kendilerini destekleyen kanıtların sayısı çoğaldıkça ve eskinin gardiyanları bilim dünyasından emekli olup yeni neslin fikirlerine yolu açtıkça kabul görür ve saygıdeğer olur ki bu durumda da bu yeni fikirler yeni bir ortodoksi haline gelir. (Bu bağlamda, Allan Wilson'ın erken ölümü iki yönlü bir trajedi içermektedir: Moleküler paleontoloji en yetenekli insanlarından birisini kaybetmiştir ve de tüm alan en zeki sözcülerinden birisini yitirmiştir). Süreç bazen acı verici derecede yavaş işlese de, sonuçta işlemektedir ve yeni fikirler mantıklı şüphelerden kurtulmuş biçimde kabul görene kadar (insan ile diğer kuyruksuz maymun DNA'larının doğrudan karşılaştırılması yoluyla insan-kuyruksuz maymun ayrışmasının tarihlendirilmesi meselesinde olduğu gibi) gerçek kahramanların tarihte bir dipnota dönüşme riskleri artmaktadır. Sarich ve Wilson asla kişisel olarak kabul görme peşinde koşmadılar. Tek istedikleri bilimsel yöntemin başarılı olmasıydı, fakat bu durumda bilimin çarkları aşırı derecede yavaş işlemişti. Biz gerçekten de önemli bir fikirle ortaya çıkanın *kim* olduğunun önemli olmadığını düşünüyoruz. Yine de, bu bağlamda insan-kuyruksuz maymun ayrışmasının tam ve mantıklı tarihini o dönemde var olan biyoteknolojiyi kullanarak 1967 gibi bir tarihte elde etmek, aynı ayrışmanın tarihini çok az bir farklılıkla 1990'ların teknolojisiyle elde etmekten çok daha önemli bir başarıdır (genel olarak *Homo sapiens* için bir başarıdır). Yine de gelişen teknoloji (ve eskinin gardiyanlarının yoldan çekilmesi) 1967 başarılarının bugün parlamasına izin vermiştir.

İnsanlar kendilerinin özel olduğunu düşünmeyi severler ve insanın Dünya'daki milyonlarca türle tamı tamına aynı kurallara tabi olduğu fikrini hemen reddederler. Şempanze ve gorilin en azından evrim çalılığının birbirine dolanmış dalları arasında bizimle eşit oldukları fikrini kabul etmeye hazır mısınız? Eğer değilseniz, bugün olduğu yere gelebilmek için

bu kadar uyumlu ve esnek olan –değişen koşullardan faydalanarak, onlardan kaçarak değil– bir türün kendi kökenlerinin değişen hikâyesini anlamak konusunda bu kadar muhafazakâr ve atgözlüklü olmasında yatan büyük ironi üzerine bir kez daha düşünün.

Bir tür olarak oldukça meraklı ve kibirliyiz. Kendimizle ilgiliyiz ve kökenlerimiz hakkında büyülenmişiz. Nereden geldiğimizi, bizi neyin değiştirdiğini ve nereye doğru gitmekte olduğumuzu bilmek istiyoruz. Charles Darwin'in zamanından bu yana kendi türümüze dair bilimsel araştırmalarla ilgileniyoruz. Moleküller en yakın akrabalarımızın şempanze ve goriller olduğunu ve yollarımızın 4 milyon yıl önce ayrıldığını söylüyor.

Genlerimizin, tüm içeriklerinin yüzde 99'u kadarı, diğer kuyruksuz maymunlarla aynıdır. Bedenlerimiz yenidoğan bir kuyruksuz bedenidir. Bizi kuyruksuz maymunlardan birazcık ayıran zihnimiz, pek çok durumda bu bilgileri kabul etmek konusunda çok gönülsüzdür. Charles Darwin'in *İnsanın Türeyişi*'ndeki sözleriyle başlamıştık kitabımıza ve yine aynı kitabın kapanış sözleriyle kitabımızı sonlandırmayı uygun görüyoruz: "Bana öyle geliyor ki, tüm asil nitelikleriyle insanın alçak kökeninin kalıcı damgasını bedeninde taşıdığını kabul etmek durumundayız."

DİZİN

Adenin 44, 47
Adhemar, J.F 246
Aegyptopithecus 84, 85, 89-93, 101, 180, 186
Afrika 15, 16, 19, 31, 32, 34, 35, 36, 43, 50, 55, 70, 72, 81, 82, 84, 87, 88, 90, 92, 94-97, 100, 101, 125, 127, 130, 131, 135, 141, 142, 146, 153, 156, 157, 158, 160, 162, 168, 169, 170, 171, 175, 176, 179, 180, 182-187, 192, 195, 198, 213, 217, 220, 222, 225, 233, 235, 243, 244, 255, 257, 258, 261, 266, 267, 292, 294, 298, 301-309
  Oluşumu hakkında 82, 175-176
  Fosil alanları 87-89, 96-97, 155-156
  Ayrıca *bkz.* tekil ülkeler
Agassiz, Louis 236-239, 241, 245
Ağaç faresi 152
Ağaçlarda yaşayanlar 174-177, 179, 180, 183, 184, 205-206, 223-225, 255-256, 305-308
Ağla(ma) 273
Ahlaki meseleler *bkz.* etik meseleler
Ahlquist, Jon 125
Akıl yürütme yeteneği
  Şempanzeler 286-290, 292-293
  İnsan 286-287, 292-293
aksolotllar 191
Albümin 34, 106, 130, 133, 136, 140, 142, 152, 153
Alet-yapımı 289-291
Aletler, gelişimi 100, 220, 290
Amerika *bkz.* Kuzey Amerika ve Güney Amerika 1, 26, 81, 82, 88, 89, 171, 175, 176, 179, 236, 238, 239, 240, 261, 262, 263, 267, 270, 272, 299-311
Amfibiler 141, 145, 190, 191
Aminoasit dizilimi 109, 119
Aminoasitler 119
  Ayrıca *bkz.* proteinler
Anatomik kanıt:
  Daldan-dala-atlama hakkında 20-25
  Evrimsel süreç hakkında 19-23, 66-68, 205-207, 220-222
  Ayrıca *bkz.* insan anatomisi
Antarktika 240-244, 248
Antikor *bkz.* immünoloji
Ardrey, Robert 200, 201
argon-40 izotopu 86
Arılar 278
Asya 19, 31, 34, 81, 90, 180, 182, 184, 185, 186, 223, 258, 305, 306, 307
Atletik(lik) 183
Australopithecus
  A.afarensis 55, 94-95, 229-231
  A.africanus 94-96, 227-231
  A.boisei 94-96
  A.robustus 227-231
Australopithesinler 95, 227, 228
  Zayıf 227-228
  Gürbüz 227-228
Avcılar 79, 177, 201, 202, 203, 212, 219, 255, 263, 283
  İnsanlar 201-202
  Avcı hayvanlar 202-203
  Leşçiller 202-203
  Ayrıca *bkz.* avcılık
Avcılık 28, 204, 206, 214, 217
  Avcı-toplayıcılar 215-224
  Becerikli Avcı hipotezi 200-207, 211-215
  Ayrıca *bkz.* avcılar

Avis, Virginia 22, 23
Ay 106, 165
Ayak, gelişimi ayrıca *bkz.* yürüme 55, 88, 89, 95, 145, 156, 168, 178, 184, 187, 189, 195, 198, 201, 243, 257
Ayala, Francisco 70
Ayılar 136
Babunlar 219
DNA yapısı 142-146
Bacaklar, gelişimleri hakkında 185, 222
Balık 114, 190, 237
Balinalar 51, 58, 208, 232
Başparmak, gelişimi 162, 174, 178, 195
Becerikli Avcı hipotezi 203, 207, 210
Behrensmeyer, Kay 87
Bell, Thomas 166, 167, 170
Benveniste, Raoul 143
Besin kaynağı 176
Avcı-toplayıcılar 215-222
Besleme kapasitesi *bkz.* cinsel üreme
beslenme popülasyonları 159
Beyin
Kapasitesi hakkında 19, 81-82, 174-175, 187, 197
Gelişimi hakkında 195-197
Ayrıca *bkz.* kafatasları/yüzler
bilimsel yöntem 163, 314
Bitki örtüsü 179
Ayrıca *bkz.* çevresel değişiklik; besin kaynakları
Biyopolimerler 44
Boğum yürüyüşü (knuckle walking) 89-90, 183, 185, 186, 305-307
Boise, Charles 94-95
Bolk, Louis 195, 224
Buettner-Janush, John 291
Burun, gelişimi 82, 169, 176, 178, 207
Bush, Guy 68
Buz Çağları 245, 246, 247
Döngüsü 239-240, 246-247, 249-252
Tarihlendirilmeleri hakkında 240-241, 245-247
Yıkıcı güçler olarak 238-239
Ve evrimsel süreç 241, 243, 245, 255-263
Buzullaşma 236-241, 248-255
Buzulçağları arası dönem 240, 243-244, 246-247, 250-252
Milankoviç Modeli 247-253
Bir sonraki Buz Çağı 260-263
Sıcaklık dalgalanmaları 245-247
Buz Devirleri 257
Buzullaşma 237, 238, 239, 242, 244
Ayrıca *bkz.* Buz Çağları
Canidler 133, 134
Cann, Becky 218, 219
Case, Susan 150, 151
Cave, A. J. R. 260
Cherry Lorraine 150, 151
Cheyney, Dorothy 282-285
Cinsel üreme 67, 148, 174
Clarke, Robert 55
Coğrafi ayrılma 58-59, 82
Coğrafi gelişme 78-79, 81-82
Coğrafik alan 99
Conrad, Timothy 239
Crick, Francis 47
Croll, James 246, 247, 251, 257
Climate and Time 247-248
Cronin, John 87, 158
Cuvier, Baron Georges 238
Çevresel kontrol 262-263
Çift sarmal 47, 48
Çin 96, 97, 261
Çok yönlülük 259
Daldan-dala-atlama 23, 24, 182, 183, 186, 198
Dalma refleksi 208, 209

damar genişlemesi.
Dart, Raymond 72, 94
Darwin, Charles 12, 17, 19, 29, 32, 36, 39, 40, 42, 43, 46, 58, 59, 61, 65, 68, 69, 84, 98, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 195, 207, 239, 298, 315
  Darwinizm karşıtlığı 58, 164-165, 166-167, 168-169
  İnsanın Türeyişi 19, 167-170, 314-315
  Doğal seçilim hakkında 17, 19, 31-32, 36, 40-43, 58-59, 68-69, 167-170
  Türlerin Kökeni 29-30, 69-70, 167-169
De Charpentier, Jean 237
Deniz Kestanesi 192-194
Descartes, René 268
dev panda 107, 135, 136
Dev pandalar 135-137
Devoniyen Dönem 10
Diamond, Jared 125, 126
Dickinson, Peter
  The Poison Oracle 271-272
Dik yürüme 12, 231, 307
Dil
  Şempanze 267-278, 284-286, 288-289
  İletişim 275-276
  Tanımı 277-278
  Goril 285-286
  Dilbilgisi 275-276
  İnsan 266-269, 282-283
  İnsana özgüleştirme hakkında 267-269
  İşaret dili 271-276, 285-286
    Yerkiş 272-277, 288-289
  Ayrıca *bkz.* İletişim
Dinozorlar 57, 61, 76, 82, 240, 302
  Ölümleri 76-79, 174-175, 244, 245, 304-305
Diş 54, 56, 58, 92, 181, 222, 228
Dişi insanlar *bkz.* insan dişileri
Diyet 292
DNA
  Babun 142-145
  Kan akrabalıkları 27-31
  Değişiklikleri 16-17, 25-27, 51-52
  Özellikleri 44, 65-66
  Şempanze 15-17, 124, 146-149
  Kromozom 65-69
  Farklılıklar 27-28, 51-52, 129-130 ayrıca *bkz.* Mutasyonlar
  Çifte sarmal 46-47, 119-121, 124
  Fosil kanıtlar ve 35, 36, 52-53
  Genetik kod 46-47, 49, 58, 104-105, 142-143, 157-158
  Şebek 142-145, 182
  Goril 15-17, 146-149
  Heterodubleks 119-121, 124
  Hidrojen bağları 46-47
  İnsan 15-17, 45, 124, 142-145, 146-149, 265-268, 285-287
  Erime noktası 120-121, 124
  Mitokondriyal 147-149
  Maymun 142-145
  Mutasyonlar *bkz.* Mutasyonlar
  Proteinler ve 45-46, 47, 51-52, 65-66, 104-105, 106-107, 130-131, 146-147, 153-156
  Yeniden-üretebilme 46-49
  Türlerin evriminde 25-27, 39-41, 43-47, 49, 51-52, 65-69
  Ayrıca *bkz.* moleküler evrim
DNA alfabesi 45
DNA dizilimi 117, 124, 126
DNA tavlaması *bkz.* DNA Melezlemesi 119, 121, 142
DNA yapısı 15-17, 45, 124, 142-149, 265-268, 285-287
  Suda evrimleşen olarak 204-208
  Dişileri 196, 204-208, 215-222
  Fosiller *bkz.* insan fosilleri
  Hemoglobin 113-114

Ve Buz Çağı teorisi 241, 243, 245, 255-263
Tek yumurta ikizleri 45
Yenidoğanları 94-95, 195-197, 206-208, 218-219, 221-222, 263-266
Becerikli Avcı hipotezi 200-204, 206-207, 211-215
'yeni insan' 217-218
Kökenleri hakkında 17-37, 69-70, 75-102, 127-128, 156-157, 199-233, 235-263, 265-295, 297-315
Ayrıca yukarıya *bkz.* kuyruksuz maymunlar
Akıl yürütme yeteneği 286-287, 292-293
Üreme 196, 198-199, 201-202, 204-207
Toplumsal yapı 197-198, 201-202, 215-220, 223-224
Alet-yapanlar olarak 289-291
Ayrıca *bkz.* primat türleri
doğal felaketler 238
ayrıca *bkz.* Buz Çağları
doğal seçilim 17, 20, 40, 42, 43, 51, 58, 164, 168, 212, 218, 232, 237, 239, 255, 305, 307
hakkında Darwin 17, 19, 31-32, 36, 40-43, 58-59, 68-69, 165-170
ayrıca *bkz.* evrimsel süreç
Dryopithesinler 91, 182
Dryopithecus 90-93, 104-105, 181
D.africanus 91-92
D. major 91-92
Duyma *bkz.* kulaklar/duyma 177, 309
Dünya
İklim 248-251, 252-255 ayrıca *bkz.* iklimsel değişim
Coğrafya 248-250
Uzaydaki konumu 249-250
Salınımı 246-248, 249-251
Şekli 249-251
Düzenleyici genler 151
Easteal, Simon 11, 12, 13, 125, 147, 231, 232, 298
Ehrlich, Paul 26, 27, 28
Eldredge, Niles 60
Elektroforez 111
Eller
Gelişimi hakkında 178-179, 183, 185
Tırnaklar 178-179
enzimler 110, 114
Eosen dönem 134
Etçiller (karnivorlar) 72
Etik sorunlar 294-295
Etiyopya 55, 71, 87, 88, 95, 187, 226, 305
evrim ağaçları 23, 126, 137, 143
Evrimsel süreç
Anatomik kanıt 19-24, 66-68 205-207, 220-222
Kan akrabalıkları 27-30
Kromozomal 65-69
Rekabet 42-43
Süreklilik olarak 232-233
Yaratılış mitleri 40-43
Tanımlar 42-43
Yönelimsiz 194
DNA *bkz.* DNA
Fosil kanıtlar *bkz.* fosil kanıtlar
Genetik kanıtlar 16, 17, 46-47, 49, 58, 65-68, 142-143, 150-152, 157-159, 160-161
Buz Çağları ve 241, 243, 245, 255-263
İmmünoloji ve 104-109
İnsan, insanın kökeni 17-37, 69-70, 75-102, 127-128, 156-157, 199-233, 235-263, 265-295, 297-315
Kayıp halkalar 24-25, 52-53, 59, 61-62, 92-93, 98-99, 182
Modern Sentez 59-61, 68-70
Moleküler kanıt *bkz.* moleküler saat kavramı
Doğal seçilim *bkz.* doğal seçilim
Paleontolojik tarih 15-17, 139, 147-148, 185-186, 194, 221-223, 224, 301-303, 310-311 ayrıca

bkz. fosil kanıt
Paralel evrim 82, 305-306
Primatlar 130-132, 139-141, 144-148, 155-156, 173-188, 303-304
Kesintili/sıçramalı denge kavramı 61-63, 68-70
Amacı 173-175, 210-211
Evrimsel zaman *bkz.* moleküler saat kavramı
Fare 126, 148, 153, 302, 303
Fındıkkıran adam 94-95
Fischer, Emil 27
Fitch, Walter M. 114, 115, 116, 117, 118, 158
fosil alanları 81-82, 84-89, 94-95, 155-156
önemi hakkında 95-97
olarak volkanlar 85-87, 96-97
ayrıca *bkz.* tek tek alanlar
Fosil kanıt 230
Kuyruksuz maymun fosilleri 24-26, 81-82, 84-86, 89-90, 90-94, 141-142, 155-156, 181, 184, 186-187
DNA ve 35, 36, 53
Boşluklar hakkında 24-25, 53, 59-63, 101-102, 144-146, 187, 209-210, 222-224, 227-228
İnsan *bkz.* insan fosilleri
Önemi hakkında 53
Miyosen dönemi 24-26, 134, 181, 185-186, 187
Moleküler evrim ve 35, 36, 53, 151-158, 169-170, 300-301
Yumuşakça fosilleri 61-63
Primat fosilleri 81-82
ayrıca *bkz.* Paleontolojik tarih
Furness, William H. 270
Gardner, Allen ve Beatrice 271, 273, 274
Garner, Richard L. 267
Genetik farklılık 16-17
Genetik hastalık 65
Genetik kod 46, 49, 115
Genetik mesafe 162
Genetik mühendislik 121-124
genler 66, 67, 104, 151, 154, 159
Düzenleyici 66-68, 150-152
Yapısal 66-67, 150-152
gıda paylaşımı 220, 283
Gibraltar 71-73
Gigantopithecus 92, 182
Gilbert, Walter 124, 125
Gill, Timothy 274
Gillan, Douglas 287, 288, 293
Gondwana 82, 83, 170, 175
Goodall, Jane 278, 281, 286, 291
Goodman, Morris 29, 30, 31, 32, 34, 84, 107, 118, 127, 130, 152, 153, 154, 158, 311
Goril dili 285-286
Goriller
Kromozomlar 68-69
DNA yapısı 15-17, 146-149
Evrimleri hakkında 25-26, 30-32, 34, 91-92, 131, 145-147, 160-162, 169-170, 18-200, 229-231, 265-295, 298-299
Hemoglobin 113-114
Yenidoğanları 265-267
Ayrıca bkz kuyruksuz maymunlar; primat türleri
Gould, Stephen Jay 60, 61, 62, 67, 167, 195
Görüş 55, 81, 135, 177, 178, 207, 221, 238, 246, 292, 300
Gözler/görüş 54, 81, 176, 177
binoküler(iki gözlü) 177-179
renk görüşü 176-178
derinlik algısı 177-178
gözün konumu 177-178
Guanin 44, 47
Güneş 77, 208, 249
Güney Amerika
Kuyruksuz maymunlar 84-85, 89-90
Oluşumu 170-171, 175-176
Maymunlar 81-82, 84, 130-131, 141-142, 155-156, 170-171, 175-177, 179, 303-304
Halstead, Beverly 132

Hardy, Alister 203, 204, 205, 207, 209, 211, 213, 214
Hayes Keith ve Cathy 270, 271
Hemoglobin 50, 51, 109, 110, 111, 113, 130
Hemoglobin parmakizi 109-112
Herschel, John 246
Heterodubleks DNA 121, 124
Hıristiyan inanışı 41-42, 236-237
Hırvatistan 101
Hidrojen bağları 47, 123
Holloway, Ralph 230
Hominidiae türü 31-32, 57-58, 69-70, 87-88, 93-94, 307-308
  Gigantopithecus 91-92, 182
  Ramapithecus 24-25, 91-94, 95-98, 101-102, 181-182, 185-186, 188, 306-308, 311-313
  Sivapithecus 182
  Ayrıca *bkz.* insan; primatlar
Homo 12, 31, 64, 79, 93-97, 99-101, 124, 130, 158, 169, 226, 227, 231, 258, 259, 290, 292, 314
  H. erectus 64-65, 93-95, 96-97, 101-102
  H. habilis 64-65, 78-79, 93-97, 101-102
  H. sapiens 94-95, 96-98, 124, 258-259
  H. sapiens neanderthalensis 65-66, 71-73, 97-102, 258-261
  H. sapiens sapiens 100-102, 259-260
Hoyle, Fred 207
Hutton, James 237
Huxley, Aldous
  After Many a Summer 224-226
Huxley, Thomas Henry 72, 164, 168, 200, 224, 225
İklim 43, 79, 99, 100, 175, 184, 210, 223, 235, 236, 239, 240, 241, 253, 262, 304
iklim değişikliği 235, 262
İletişim: Uyarı çağrıları 283-285
  Şempanzeler arasında 278-283
  Dans dili 277-279
  Dil 266-278, 282-283, 285-287, 288-289
  Leksigramlar 288-290
  Sesli-olmayan 278-283
  Piktogram(resimyazı) 272-273, 288-290
  İşaret dili 271-273, 274-276, 285-286
İmmünodifüzyon 30, 114, 127
İmmünoloji 27
  Ve evrimsel süreç 104-109
  'de ölçme teknikleri 107-109
İmmünolojik mesafe (ID) 108, 133, 134, 141
İn vitro fertilisation 263-266
Ingram, Vernon 109, 110, 111, 112
İnsan
  Anatomi 19-24, 55, 95-96, 194-199
  Sucul Kadın hipotezi 204-208, 210-215
  Daldan-dala-atlayanlar olarak 22-25, 180, 305-307
  Kromozomlar 68-69
İnsan anatomisi 32, 205
  Dişi 205-207, 220-222
İnsan bebekleri/yenidoğanları 196
İnsan dili 285
İnsan dişileri 196
  Evrimleri hakkında 204-208, 220-222
  Avcı-toplayıcı toplumlarda 215-222
  Anne/çocuk ilişkisi 218-219
  Ayrıca *bkz.* insan
İnsan fosilleri 53, 131
  Australopithecus 55, 94-96, 227-228, 229-231
  Çalılık teorisi hakkında 56-58, 85-86
  Hominidae türü *bkz.* Hominidae türü
  Merdiven teorisi hakkında 56-58
  Lucy 54-55, 65-66, 94-95, 155-156, 183-184, 197-198, 226-228

Sayıları hakkında 86-88
Güvenilirliği hakkında 299-301
Taung çocuğu 94-95
Dişleri 53-54, 92-93
Ayrıca *bkz.* fosil kanıt; Homo; insan
İnsan genomu projesi 124
İnsan toplumu 197-198, 201-202, 215-217, 218-220, 223-224, 259-260, 261, 294
İnsan uygarlığı 260
İnsan üremesi 196, 198-199, 201-202, 204-207
Ebeveynlik 218-219
İnsülin 109, 114
Irak 100
İribaş 189, 194
İridyum 77, 78
Irk farklılıkları 158-160
Isaac, Glynn 215, 283
İşaret dili 271, 273
Ayrıca *bkz.* iletişim
İyodin noksanlığı 191-193
Janis, Christine 299
Jeolojik kanıt 248
Sapkıntaşlar 236-237, 238-239
Katmanbilgisi 238-239
Ayrıca *bkz.* Buz Çağları
Jeolojik zaman 75, 243, 304
Ayrıca *bkz.* tek tek dönemler
Johanson, Don 54, 55, 64, 71, 72, 95, 183, 187, 188, 215, 217, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 305
Juvenil(ergen-genç)/yenidoğanlar 192-198
Goril 263-266
İnsan 94-95, 195-198, 206-208, 218-219, 221-222, 263-266
Anne/çocuk ilişkisi 218-219
Kadınlar 196, 216, 217, 283
Kafatası/yüzler 19, 53, 54, 72, 79, 84, 85, 195, 196, 197, 230
Ayrıca *bkz.* beynin gelişimi
Kalıtım 58
Kambriyen dönem 76
Kan akrabalığı 27
Karbon tarihi *bkz.* radyokarbon tarihi
Kellogg, Winthrop ve Louise 270
Kemirgenler 68, 178
Kemp, Tom 54
Kenya 54, 86, 88, 96, 180
Turkana Gölü 96-97
Kesintili/Sıçramalı denge teorisi 61
Kıtasal kayma *bkz.* levha tektoniği 81, 82
Kilise:
İnsan-merkezli(antroposentrik) olarak 164-165, 168-169, 238-239
King, Marie-Claire 35, 118, 146, 167
Kodonlar 46, 49, 104
Koku, duyusu 177, 178, 213
Konuşma 271, 276, 282
Kordalılar 192-194
Kozmoloji (kozmolog) 222-224
Kretase(Tebeşir) dönem 10
Kromatografi 110
Kromozom evrimi 65-69
Kromozom takımı 65
Krono-türler 64
Kuaterner Dönem 10, 78, 79, 81, 140, 242, 243, 245, 257, 304
Kuhn, Friedrich 237
Kulaklar/duyma 177-178
Kuraklık 210, 213, 235, 255, 261, 262, 304
kurbağalar 150, 191
Kuyruk, gelişimi 176
Kuyruksuz maymun fosilleri 25
Kuyruksuz maymunlar:
Aegyptopithecus 85-86, 89-94, 101-102, 179-180, 185-186
Anatomileri 19-20
Daldan-dala-atlayanlar olarak 20-25, 89-90, 180-181, 182, 184
Şempanzeler *bkz.* şempanzeler
Dryopithesinler 180, 181, 182, 186, 306-307
Dryopithecus 90-93, 104-105, 181
Evrimleri hakkında 179, 180 ayrıca *bkz.* insanla ilişkileri

Gigantopithecus 91-92, 182
Goriller *bkz.* Goriller
İnsanla ilişkileri 19-25, 30-37, 81-82, 125-128, 139-156, 158-171, 194-195, 198-200, 224-226, 228-232, 265-295, 303-309
Maymunlar *bkz.* Maymunlar
Pliopithecus 90-91, 181
Toplumsal yaşam 291-293
Alet-yapanlar olarak 290-291
ayrıca *bkz.* Primatlar
Sucul Kadın hipotezi 204-208, 209-213, 213-215
Asteroitler 77-78
Kuzey Amerika 175, 236, 239, 240, 263
Oluşumu hakkında 175-176
Maymunlar 81-82, 155-158, 170-171, 175-177, 179, 303-304
Küresel ısınma 261
La Mettrie, Julian 268, 269
Lamb, Hubert
Climate 241
Larvalar *bkz.* juvenil(ergenç-genç)/yenidoğanlar
Lavrasya 82, 83, 175
Leakey ailesi 305
Leakey, Louis 24, 25, 37, 54, 55, 62, 64, 80, 86, 88, 90, 93, 94, 95, 98, 99, 187, 201, 215, 230, 260, 283, 305
Leakey, Mary 24, 25, 37, 54, 55, 62, 64, 80, 86, 88, 90, 93, 94, 95, 98, 99, 187, 201, 215, 230, 260, 283, 305
Leakey, Richard 24, 25, 37, 54, 55, 62, 64, 80, 86, 88, 90, 93, 94, 95, 98, 99, 187, 201, 215, 230, 260, 283, 305
Making of Mankind 229-231
Origins 93-94
People of the Lake 98-99
Leksigram 288-290
Ayrıca *bkz.* iletişim
Levha tektoniği 240
Lewin, Roger
Origins 93-94
People of the Lake 98-99
Linnaeus, Carl 161, 165
Linnean Topluluğu, Londra 165, 166
Lovejoy, Owen 217, 218, 219
Lucy (hominid fosili) 54, 55, 64, 95, 156, 183, 188, 197, 209, 211, 226, 227, 228, 230, 231, 243, 259, 273
Mağara resimleri 260
Malthus, Thomas 42, 164
Mantıksal çıkarım *bkz.* akıl yürütme yeteneği 287
Margoliash, Emanuel 114, 115, 116, 118
Martin, Robert 53, 60
Mayer, August 72, 98
Maymunlar 11-13, 19, 20-25, 56, 81, 84, 85, 89, 94, 128, 140-142, 161, 169, 171, 175, 181, 182, 184, 185, 188, 194, 195, 197, 224, 267, 271, 277, 278, 283, 284, 291-297, 306, 308, 312
DNA yapısı 142-146
Evrimleri hakkında 179-180
Yeni Dünya 81-82, 155-158, 170-171, 175-177, 179, 303-304
Eski Dünya 81-82, 84-85, 130-131, 141-142, 155-156, 175-177, 179, 303-304
Üreme hızı 148-150
Vervet 215-216, 282-285
Ayrıca *bkz.* kuyruksuz maymunlar; primatlar
McIntyre, Andrew 253
McPhee, John
Basin and Range 75-77
Meksika 188, 190, 191, 261
Memeli türü 76-79, 150-152, 155-156, 240, 303-304
Sualtında yaşayan 207-210
Menzel, Emil 279, 280, 281, 282, 286
Meyve(besin) renkleri 177-178
Mısır

Fayum çöküntü alanı 81-82, 84-85, 180
İklimsel değişim 43, 99-100, 173-175, 179, 182, 184, 209-211, 223-224, 235-237, 255-256, 304-306
Etkileri 255-263
Küresel ısınma 261-263
Buz Çağları 77-78, 99-101, 236-263
Milankovich, Milutin 247, 248, 249
Milankoviç Modeli 248, 251, 252
Mitokondri 147
Miyosen dönemi 184
'nden fosil kanıtlar 24-26, 134, 181, 185-187
Modern Sentez 59, 60, 61, 68, 70
Moleküler antropoloji kavramı 112
Moleküler evrim 105, 148
Ve aminoasit dizilimi 114, 116-120
Ve fosil kanıtlar 35, 36, 53, 151-158
Ve hemoglobin parmakizi 109-112
Ve immünoloji 104-109
Patlama gücü 139-171, 308-315
Ve protein dizilimi 104-106, 108-110
Ayrıca *bkz.* DNA
Moleküler saat kavramı 112, 129-131, 142-143, 148-152, 154-158, 169-171, 256-257, 300-302, 308-309, 311-312
Moody, J.W.T 165, 166
Moore, G. William 9, 118, 119
Morgan, Elaine
The Descent of Woman 204-212
Mutasyonlar 49, 50, 51, 65, 66, 148, 149, 193, 194
Kromozomal 65-69
Tersinim(inversiyon) 65-66, 68-69
Neoteni 191-200, 206-207, 223-225, 255-257
Nokta 16-17, 47-52, 58, 66-67
istatistiki olasılıkları hakkında 51-52
zamanlaması hakkında 148-150
yerdeğiştirme (translokasyon) 65-66
Neandertal insan 64, 72, 97, 100, 259, 260
Ayrıca *bkz.* Homo
neoteni 63-64, 191, 192, 193, 195, 198, 200, 206, 215, 224, 256
ayrıca *bkz.* mutasyonlar
Nokta mutasyonları 49
Nuttall, George Henry Falkiner 26-30, 105-107, 132, 310, 311
Ockham'ın usturası 116, 229
Oksijen kaynağı 208
Okyanuslar:
İklimsel etkileri 252-255
Ayrıca *bkz.* su
Oligosen dönem 132, 179, 180
Olson, Everett 53
Omurgalılar 159, 192, 194
Orak hücreli anemi 50
Orang-utan dili 19
Orang-utanlar 160
Ayrıca *bkz.* primat türleri
Ouchterlony, Orjan 30
Öğrenme süreci 269-278, 285-286, 290-291
Pakistan 25, 87, 261
Paleontolojik tarih 302
Ayrıca *bkz.* fosil kanıtlar
Pan:
P. paniscus 170-171
P. troglodytes 31-32, 124, 170-171
Ayrıca *bkz.* şempanzeler
Pangea 82, 244
Paralel evrim 23, 82, 306
Passingham, Dick 268, 291
Patterson, Francine 277, 286
Pauling, Linus 112, 113, 128, 129
Pekin adamı 96-97
Pençe, gelişimi 81, 178, 179
Permiyen Dönem 40, 240, 244
Piktogramlar(resim yazı) 273
Ayrıca *bkz.* iletişim

Pilbeam, David 91, 311, 312, 313
Piltdown insanı 187
pirimidin 44
Pliopithecus 90-91, 181
Pliyosen Dönem 57, 209, 213, 214
Pond, Caroline 211
Pongidae 31
Porsuklar 132
Potasyum-40 izotopu 85-87
Premack, David 271, 272, 273, 276, 281, 285, 286, 287, 288, 289
Primat türleri 30
Evrimleri hakkında 130-132, 139-141, 144-148, 155-156, 173-188, 303-304
Gıda kaynakları 174-176
Fosilleri 81-82
Yerde yaşayanlar olarak 88-90
Konuşanlar olarak 268-270
Ağaçlarda yaşayanlar olarak 174-177, 179, 180, 183, 184, 205-206, 223-225, 255-256, 305-308
Ayrıca *bkz.* tek tek primatlar
Prosimiyanlar 81
Protein dizilim 125
Parmakizi 111-112
Proteinler
İçindeki aminoasitler 45-46, 50-51, 104-107, 109-110, 113, 114, 116-120
Ve DNA 45-47, 51-52, 65-66, 104-107, 130-131, 153-156
Purgatorius 175
pürin 44
Radyasyon etkisi 77-78
Rakunlar 136
Ramapithecus 92-97, 101, 181, 182, 185, 186, 188, 222, 223, 306, 307, 312, 313
Reader, John
Missing Links 72-73
Rees, Martin 60
Ruddiman, William 253
Rumbaugh, Duane 272, 273, 285, 289, 290
Russell, Bertrand 268
Saldırganlık 72, 201, 204
Sanger, Fred 109, 114, 124, 125
Sarich, Vincent 32, 34, 35, 105-108, 129-137, 139-142, 145, 147, 149, 150-155, 158, 162, 167, 180, 218, 297-302, 309-314
Savage-Rumbaugh, Sue 285, 289, 290
Seagar, Stephen 265, 266
Semenderler 192
Serolojik bulgu 31
Ses yolu 271
Seyfarth, Robert 283
sıçanlar 125
Siamang (büyük kara şebek) 180, 182-183
Sibley, Charles 125
Silahlar 212
Silüryen Dönem 192-193
Simons, Elwyn 84, 313
sitokrom 114-116, 130, 158
Sitozin 44, 47, 123
Sivapethicus 182
Smith, William 238, 289
Solo adam 97
Soyu tükenen türler 40-41, 64-66, 75-76, 227-228, 257-258
Stanley, Stephen 53, 69, 70, 71, 219
Straus, William 76, 260
Su
İçinde evrimleşen insan 204-213
Ayrıca *bkz.* okyanuslar
Sualtı hayvanları 50
suda yaşayan memeliler 208-209
Sürüngenler 76, 78, 116, 118, 141, 209
Şebekler 141-142, 180, 185-186, 306-307
Daldan dala atlayanlar olarak 182-183
DNA yapısı 142-145, 182
Elleri 183
Şempanze dili 267, 276, 277, 284, 286
Şempanzeler:
Daldan-dala-atlayanlar olarak 180
Kromozomları hakkında 68-69

Arasındaki iletişim 278-283
DNA yapısı 15-17, 124, 146-149
Evrimleri 25-26, 30-35, 91-92, 124, 131, 145-147, 170-171, 185-186, 198-200, 194-196, 265-295, 298-299
Hemoglobin 113
Liderler olarak 279-282
İnsan olarak yetiştirilen 270-271
Akıl yürütme yeteneği 286-290, 292-293
Ayrıca *bkz.* kuyruksuz maymunlar; primat türleri
Taksonomi 127, 165
Ayrıca *bkz.* türler
Tanzanya 88, 278
Tarihlendirme teknikleri 85
Tarihlendirme Yöntemleri 60, 84-86
radyokarbon 85-87
Taung çocuğu (hominid fosili) 94-95
Tavuklar 67
Tek yumurta ikizleri 45
Terrace, Herb 274, 275, 276, 277, 285 Nim, A Chimpanzee... 274-275
Tersiyer Dönem 10, 257
Timin 44, 47, 123
Todaro, George 143
Tortul sondaj analizi 245
Transferinler 130-131, 152-153
Tripsin 110
Türkçe 2
Türler
Kronotürler 63-65, 70
Tanımı 62-63
Çeşitlilik(varyasyon) 40-41, 148-152
'in evriminde DNA hakkında 25-27, 39-41, 43-47, 51-52, 65-69
Evrimsel süreç 25-27, 40-43, 58-65, 67-70, 139-171, 190-200, 265-295
Soy tükenmesi 40-41, 64-66, 75-76, 227-228, 258
Coğrafik alan 98-100
Doğal seçilim *bkz.* doğal seçilim
Irk farklılıkları 158-161
Aralarındaki ilişkiler ayrıca *bkz.* kuyruksuz maymunlar; insan
Yarı-türler 159-160
Kardeş türler 159-163, 298-299
Taksonomi (sınıflandırma) 62-64, 149-151, 298-299
Çeşitlilik(varyasyon) 42-43, 46-47, 50-52, 59-61, 146-147, 158-163, 258-260 ayrıca *bkz.* moleküler evrim
Ayrıca *bkz.* tek tek türler
Uhlenhuth, Paul 27-29
Ursid türü 135
Uyumluluk
Önemi hakkında 256-260
Üreme 19, 42, 51, 58, 59, 148-153, 191, 192, 202, 219, 263
Kuyruksuz maymunlar 198-199
İnsanlar 196, 198-199, 201-202, 204-207
Üreme hızı 148
Üreme zamanı 149, 152
Verne, Jules
The Great Forest 267-268
Vervet maymunları 215, 284
Virüsler 45
Volkanlar 86
Fosil alanları olarak 85-87, 96-97
Von Daniken, Erich 41
Von Humboldt, Alexander 237
Walker, Alan 228
Washburn, Sherwood 18, 22, 23, 24, 32, 113, 130
Watson, James 47, 229
Weigle, W.O, 153
White, Tim 1, 50, 230, 305
Williamson, Peter 62
Wilson, Allan 34, 35, 107, 108, 128-131, 137, 139-142, 146, 147, 150, 151, 153, 154, 155, 167, 218, 219, 297, 299-302, 309-314
Witmer, Lightner 269, 270
Wright, R.V. S 291
Yağmur oranı 255

Yakın Dönem 313
Yaratılış miti 41
Yenidoğanlar *bkz.* juvenil(ergen-genç)/yenidoğanlar
Yerkiş dili 273, 289
Yumuşakça fosilleri 61-63
Yunis, Jorgen 68, 146, 163
Yürüme:
Gelişimi 184
Dört ayak üzerinde 183-184
Boğumlu yürüme 89-90, 183, 185, 186, 305-307
Erkek/dişi çeşitliliği 196
Koşma 201-203
Dik 155-157, 173-174, 178-179, 183, 187, 188, 196-199, 201-202, 214-215, 217-218, 220-224, 306-308
Yüzgeçayaklılar 132
Yüzme 189, 205, 208, 211
Zekâ
Önemi hakkında 255-260
Zuckerkandl, Emile 112, 113, 128, 129
Zuckerman, Lord 72

John Gribbin - Jeremy Cherfas

İLK ŞEMPANZE



İnsanın Kökeninin Peşinde

İnsanlar şempanzelerden değil şempanzeler insandan türemişlerdir.
İnsanlar ve kuyruksuz maymunlar bir atayı paylaşırlar.
Halk dilinde söylersek, kuyruksuz maymunlardan türemişiz. Ancak DNA'mızın neredeyse hepsini şempanze ve gorillerle paylaşıyor olduğumuza dair bulgular bizi yeniden düşünmeye zorlamaktadır. 1997 yılında Avustralya Ulusal Üniversitesi'nde en son moleküler biyoloji tekniklerini kullanılarak elde edilen DNA bulgularının yorumları, insan ile kıllı kuyruksuz maymunlar arasındaki genetik akrabalığın 3,6 ila 4 milyon yıl önce ortak bir atayı paylaştığımız yönünde olduğunu göstermiştir. Bu sansasyonel bir haberdir, çünkü öne sürülen tarih atalarımızın dik yürümesini öğrenmelerinden sonrasına denk gelir. Bu demek oluyor ki, şempanze ve goriller de dik yürüyebilen kuyruksuz maymun benzeri bir yaratıktan (yaygın kullanımıyla 'insansı maymun") türemiş, sonrasındaysa ormandaki yaşamlarına geri dönerek dik yürüme özelliklerini yitirmişlerdir. Yalnızca ortak atamızın çok daha genç, diğer bir değişle 20 değil 4 milyon yaşında olması değil, hikâyenin tamamı baştan yazılmalıdır. 4 milyon yaşındaki bir kuyruksuz maymun dik yürüdü. Peki, neden kuyruksuz maymunlar ağaçlara geri dönerken insanlık büyük adımlarla ilerlemeye devam etti? DNA'daki yüzde birlik fark insan uygarlığının anahtarı olabilir mi? Türkçeye birçok kitabı çevrilen ünlü popüler bilim yazarı astrofizikçi Dr. John Gribbin ve hayvan davranışbilimcisi Dr. Jeremy Cherfas bilimin en zorlu dedektiflik hikâyesinin, bizlerin ortaya çıkış hikâyesinin izini sürüyorlar.

ALFA Ticarethane Sokak, No: 53, 34110 Cağaloğlu / İstanbul
Tel: 0212 513 34 20, 21 Faks: 0212 519 93 00
info@alfakitap.com, www.alfakitap.com

BİLİM ANTROPOLOJİ
ISBN 978-605-104-420-6
9 786051 064208